



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Soporte técnico y capacitación en la  
aplicación de sistemas de información  
geográfica: experiencia profesional en  
Sistemas de Información Geográfica S.A.**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**Ingeniera Geóloga**

**P R E S E N T A**

Paulina Ramírez Corona

**ASESOR DE INFORME**

Dr. Darío Emmanuel Solano Rojas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y  
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL  
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado SOORTE TECNICO Y CAPACITACION EN LA APLICACION DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA: EXPERIENCIA PROFESIONAL EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA S.A. que presenté para obtener el título de INGENIERO GEÓLOGO es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

---

PAULINA RAMIREZ CORONA  
Número de cuenta: 314260701

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Dr. Darío, quien me motivó a finalizar este trabajo e hizo parecer que la vida académica es sencilla y bonita.

A mis padres, gracias infinitas por su amor incondicional, comprensión, patrocinio de esta carrera, apoyo constante y por haber sido mi mayor respaldo no solo mientras realizaba este informe, sino durante toda mi vida. Este logro también es de ustedes.

Rox, aunque me ganaste, quiero agradecerte por haber sido una inspiración para que finalmente terminara este proceso.

Antonio, gracias por sacrificar planes divertidos para que yo pudiera avanzar, por animarme a no rendirme, te quiero mucho. Gracias por poner canciones mientras yo escribía.

A mis amigos los batolitos, pero hey, las risas no faltaron eh.

Agradezco a Daniel por darme la oportunidad de trabajar en esa empresa, lo que me permitió finalmente llegar a este gran momento. ¡Al fin!

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| 1. Objetivo general .....  | 7  |
| 2. Introducción .....  | 7  |
| 3. Contexto de la empresa SIGSA.....   | 8  |
| 3.1. Breve historia de SIGSA.....  | 8  |
| 3.2. ESRI y ArcGIS.....  | 9  |
| 4. (Marco conceptual) Datos geográficos y Sistemas de Información Geográfica (SIG).....      | 10 |
| 4.1. ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?.....                                      | 10 |
| 4.2. ¿Cómo se representa la información geográfica?.....                                     | 12 |
| 4.3. Datos geográficos .....   | 12 |
| 4.3.1. Modelos de representación.....  | 15 |
| 4.3.2. Modelo vectorial.....   | 15 |
| 4.3.3. Modelo ráster .....   | 17 |
| 4.3.4. Datos de tipo tabulado .....  | 19 |
| 4.3.5. Archivos Formatos para la Visualización y Distribución de Información Geográfica..... | 20 |
| 4.4. Base de datos y su relación con los SIG.....  | 21 |
| 4.4.1. Limpieza de datos .....   | 22 |
| 4.4.2. Consulta de datos .....   | 23 |
| 4.5. Análisis espacial .....   | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5.1. Tipos de análisis espacial.....  | 24 |
| 4.6.    Presentación de resultados dentro de ArcGIS.....  | 28 |
| 4.6.1. Diseño de mapa (layout).....   | 29 |
| 4.6.2. Aplicación web (WebApp).....   | 31 |
| 4.6.3. Cuadro de mando (Dashboard) .....  | 32 |
| 4.6.4. Mapa en línea .....  | 34 |
| 5.    Experiencia laboral en SIGSA .....  | 34 |
| 5.1.    Soporte Técnico aplicado a productos de ESRI .....  | 34 |
| 5.1.1. Caso 1. Cuadro de mando para una empresa inmobiliaria.....                                     | 35 |
| 5.1.2. Caso 2. Herramienta Eliminate para el Instituto Nacional de Estadística Geografía (INEGI)..... | 39 |
| 5.1.3. Caso 3. Agrupación de capas para el Atlas de Riesgos.....                                      | 40 |
| 5.1.4. Caso 4. Servicios Web Map Services (WMS).....  | 45 |
| 5.1.5. Caso 5. Exportar imágenes a KMZ.....   | 47 |
| 5.1.6. Caso 6. Herramienta Análisis de agrupamiento .....   | 49 |
| 5.2.    Capacitación.....   | 50 |
| 5.2.1. Capacitación en Gestión de la información.....   | 51 |
| 5.2.2. Capacitación en Visualización y edición de datos.....  | 51 |
| 5.2.3. Capacitación en Análisis espacial .....  | 52 |
| 5.2.4. Capacitación para Compartir información .....  | 53 |
| 5.2.5. Migrando de ArcMap a ArcGIS Pro. ....  | 53 |
| 5.2.6. Análisis espacial con ArcGIS Pro .....   | 54 |
| 5.2.7. Trabajando con ArcGIS Dashboards.....  | 55 |

|   |    |
|---|----|
| 5.2.8. Desafíos de las capacitaciones .....   | 57 |
| 5.3.    Análisis de datos en el contexto de un SIG .....  | 58 |
| 5.3.1. Limpieza del DENUÉ.....  | 58 |
| 5.3.2. Procesos de Carga y Limpieza de Datos .....  | 59 |
| 5.3.3. Censo de población.....  | 60 |
| 6.    Experiencia Profesional en Ingeniería Geológica: Perspectiva como Egresada de la UNAM ..... | 62 |
| 6.1.    Fortalezas del perfil del ingeniero geólogo.....  | 62 |
| 6.2.    Retos superados y ventanas de oportunidad .....   | 65 |
| 6.2.1. Implementación de servicios en ArcGIS Enterprise y privacidad de la información.....       | 66 |
| 6.2.2. Manejo de diversos tipos de archivos y codificación.....                                   | 66 |
| 6.2.3. Adquisición y manejo de información topográfica.....                                       | 66 |
| 6.2.4. Programación, automatización y gestión de sistemas operativos .                            | 67 |
| 6.2.5. Tendencias actuales y futuras de la industria .....  | 67 |
| 6.2.6. Habilidades blandas: comunicación y liderazgo .....  | 68 |
| 7.    Conclusiones .....  | 68 |
| 8.    Referencias.....  | 70 |

## **1. Objetivo general**

Presentar las evidencias de la experiencia profesional adquirida en la compañía SIGSA que demuestran las capacidades y habilidades aplicadas por un profesional de ingeniería geológica en la industria durante el periodo de diciembre de 2022 y mayo del 2025.

## **2. Introducción**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas para gestionar y analizar información geográfica (Araneda, 2002). En la actualidad, los SIG desempeñan un papel fundamental en la planificación y ejecución de proyectos de ingeniería. La representación de datos geográficos en la superficie terrestre mediante el uso de SIG es fundamental para el estudio de variables distribuidas en el espacio geográfico, y se utilizan en diversas disciplinas como una herramienta fundamental para la toma de decisiones, las cuales usualmente buscan la optimización de recursos. En particular, un egresado de la carrera de ingeniería geológica requiere el uso de SIG para representar la compleja realidad geológica, y, a su vez, es capaz de aplicar dicho conocimiento a problemas de otras disciplinas.

A pesar de que los SIGs son sistemas que permiten realizar tareas de análisis muy complejas, el correcto uso e implementación de las herramientas y ambientes disponibles en un SIG suele requerir un proceso de aprendizaje intenso. Los usuarios enfrentan diversos retos al introducirse en el uso de herramientas geoespaciales, como lo son la complejidad de los algoritmos, la integración de datos de diferentes fuentes de datos, el entendimiento de las limitaciones de los análisis implementados, entre varios otros. Estos desafíos pueden limitar el uso eficaz y eficiente de los SIGs en la práctica, lo que resalta la importancia de contar con soporte técnico y una

formación especializada. Por lo tanto, es típicamente necesario el tener una capacitación continua para el entendimiento y manejo de los SIGs.

En este contexto, mi experiencia profesional ha sido desarrollada en la empresa Sistemas de Información Geográfica S.A. de C.V. (SIGSA), la cual se dedica a ofrecer soluciones integrales en el ámbito de los SIGs. La empresa es distribuidora del software del Environmental Systems Research Institute (ESRI), por lo tanto, SIGSA proporciona herramientas y servicios que permiten a los usuarios maximizar el potencial de los SIGs en sus proyectos. La relación de la empresa con ESRI es de suma importancia, ya que nos permite acceder a la última tecnología y a soporte técnico, lo que beneficia a los clientes en la implementación de sus proyectos.

A lo largo de mi trayectoria en SIGSA, he abordado una variedad de problemas relacionados con la implementación y el uso de SIGs. Esto incluye la capacitación de usuarios en el manejo de software especializado, la resolución de incidencias técnicas y la asesoría en la integración de datos geoespaciales. Estas experiencias han aportado a mi conocimiento técnico y también me han permitido desarrollar habilidades en la gestión de proyectos y en atención al cliente. Sobre todo, esta experiencia me ha permitido aplicar y expandir los conocimientos que adquirí durante mi formación profesional en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

### **3. Contexto de la empresa SIGSA**

#### **3.1. Breve historia de SIGSA**

Sistemas de Información Geográfica S.A. de C.V. es una empresa mexicana fundada en 1980, que ha sido pionera en la implementación de Sistemas de Información Geográfica en México. Desde sus primeros años, SIGSA ha colaborado estrechamente con ESRI, la compañía líder mundial en software de SIG, lo que la ha convertido en el principal distribuidor de sus soluciones tecnológicas en el país. A lo

largo de más de cuatro décadas, SIGSA ha jugado un papel crucial en la difusión y adopción del software ArcGIS de ESRI, la plataforma más robusta y utilizada a nivel mundial para la inteligencia de ubicación.

### **3.2. ESRI y ArcGIS**

Entre las diversas actividades que realiza SIGSA, destaca su papel como de ESRI en México. ESRI es el líder mundial en software para la implementación de Sistemas de Información Geográfica, inteligencia de ubicación y representación geográfica. Fundada en 1969 por Jack y Laura Dangermond, ESRI ha apoyado a diversos sectores mediante la ciencia geográfica y el análisis geoespacial, permitiendo a sus clientes tomar decisiones informadas con base en la geografía.

Desde su fundación, ESRI ha adoptado un enfoque geográfico para resolver problemas complejos. Uno de los hitos clave en la historia de la empresa fue el lanzamiento de su primer software, **ARC/INFO**, que proporcionó a los desarrolladores y profesionales en SIG un completo conjunto de herramientas para la consulta y análisis geoespacial. Esta plataforma demostró el valor y el potencial de la tecnología SIG, transformando la forma en que se realizaban los análisis geográficos y espaciales (Dave Peters, 2015).

A medida que las capacidades del hardware mejoraron a finales de la década de 1990, ESRI también adoptó técnicas de programación más eficientes, lo que permitió el desarrollo de herramientas más avanzadas y accesibles para los usuarios. Con el lanzamiento de **ArcGIS Desktop** (ArcMap), los usuarios obtuvieron una interfaz más intuitiva y poderosa para ejecutar una amplia gama de operaciones SIG estándar, simplificando y acelerando los procesos de análisis geoespacial.

La evolución tecnológica permitió la virtualización del hardware, la automatización de los centros de datos y la adopción de la computación en la nube

de autoservicio brindaron nuevas oportunidades para gestionar y dar soporte a aplicaciones y servicios SIG de manera más eficiente. En este contexto, en 2012 **ArcGIS Online** surgió como una solución basada en la nube que permitió a los usuarios compartir mapas y colaborar en la creación de mapas base para la comunidad en línea, facilitando el acceso a información geográfica en tiempo real desde cualquier parte del mundo.

En 2015, ESRI lanzó **ArcGIS Pro**, su principal aplicación de escritorio para sistemas de información geográfica. Esta herramienta, con un enfoque centrado en el usuario, introdujo capacidades y herramientas innovadoras que permitieron a los usuarios gestionar datos espaciales de manera eficiente, crear visualizaciones impactantes en 2D, 3D y hasta 4D, y realizar análisis avanzados de cartografía. Gracias a la capacidad de compartir datos sin problemas dentro del ecosistema de ArcGIS, los usuarios de ArcGIS Pro han podido desarrollar soluciones y obtener conocimientos valiosos para la toma de decisiones informadas en diversas industrias.

## **4. (Marco conceptual) Datos geográficos y Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

### **4.1. ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?**

De acuerdo con Burrough & McDonnell (1998), los Sistemas de Información Geográfica son "sistemas diseñados para manejar y analizar datos espaciales de forma eficiente, permitiendo una representación precisa de la superficie terrestre y facilitando la identificación de patrones y relaciones complejas en distintos fenómenos". Goodchild (2000) menciona que "los SIG permiten a los analistas interpretar patrones espaciales y temporales, ofreciendo una plataforma poderosa para generar modelos predictivos y de simulación. Araneda (2002) precisa que los SIGs son un marco conceptual y tecnológico diseñado para la captura, almacenamiento, gestión, análisis y visualización de datos espaciales, y señala que

su función principal es permitir la comprensión de relaciones geográficas en el espacio mediante la integración de diversas variables a distintas escalas de agregación.

Tomlinson (2007) destaca la importancia de los sistemas para la planificación y gestión de proyectos a largo plazo, señalando que los SIG no solo son valiosos para la interpretación de fenómenos actuales, sino también para la planificación futura basada en proyecciones espaciales. DeMers (2009) resalta que los SIGs permiten la representación visual de datos en forma de mapas interactivos, donde la integración de múltiples capas de información geoespacial facilita la interpretación de fenómenos complejos, ya que los mapas no solo muestran la distribución espacial de los objetos, sino que también permiten a los usuarios interactuar con los datos, aplicando filtros, realizando consultas espaciales y generando informes personalizados.

Es importante aclarar que el término Sistemas de Información Geográfica ha aparecido en la literatura con una dualidad conceptual: uno, a la altura de un marco metodológico y estructural donde contempla datos, procesos y herramientas, como un sistema, y otro, más coloquial, se refiere al software que se usa para ejecutar dichas tareas. Sin embargo, su interpretación más rigurosa señala que el software es solo un componente dentro del sistema, por lo que el término no debería equipararse al SIG en su totalidad. Un Sistema de Información Geográfica es mejor entendido como un ecosistema que integra un conjunto de componentes interdependientes, tales como: datos georreferenciados, procedimientos analíticos, infraestructura tecnológica (hardware y software), pero sobre todo, el componente humano. Esto nos demuestra que, por sí sola, la tecnología no puede captar de manera simple la naturaleza multidimensional de un SIG.

## **4.2. ¿Cómo se representa la información geográfica?**

Los datos geoespaciales o información geográfica son un componente de los SIG en donde se contiene la información de ubicación en forma de coordenadas o direcciones que ha sido capturada en diferentes tipos de archivos. Estos datos, representan eventos, objetos y/o fenómenos ubicados en el espacio geográfico. Esta información es fundamental para comprender la composición y comportamiento del suelo con relación a distintos proyectos de ingeniería (Olaya, 2014). En ingeniería geológica, el manejo de información geográfica es esencial, ya que se trabaja con datos provenientes del muestreo de rocas, análisis de suelos, fallas y fracturas geológicas, así como datos hidrológicos, entre otros. La disponibilidad y calidad de estos datos pueden variar según el contexto geográfico. En áreas urbanas, por ejemplo, suele haber una gran cantidad de información geológica derivada de perforaciones, pozos, excavaciones viales y sistemas de alcantarillado. En contraste, en zonas rurales, donde las exposiciones naturales son limitadas y no existen excavaciones artificiales, los datos disponibles pueden ser escasos. En este sentido, la cartografía geológica integra observaciones como buzamientos, rumbos y ubicaciones de fósiles para interpretar la geología del terreno y evaluar la cantidad de datos utilizados en la elaboración de los mapas (Price, 2009).

## **4.3. Datos geográficos**

Los datos geográficos son representaciones, o modelos, de objetos del mundo real. Es por eso por lo que se crea una versión «reducida» que cumple con los requisitos de tamaño adecuado o necesario para la visualización o análisis de la información (Olaya, 2009). Rodríguez Lloret & Olivella Gonzalez (2009) mencionan que los datos geográficos constan de tres principales componentes: espacial, temporal y temática.

La componente espacial de los datos geográficos hace referencia a la posición de los objetos sobre la superficie terrestre. Los datos geográficos incluyen coordenadas que permiten ubicarlos dentro de un espacio geográfico y pueden ser representadas mediante primitivas geométricas o celdas en una malla, estos elementos contienen propiedades espaciales como longitud, área, forma, orientación, etc. Dentro de estas representaciones podemos encontrar dos tipos de relaciones: topológicas y geométricas que se definen a partir de sistemas de coordenadas. Dependiendo de la proyección o transformación aplicada, las coordenadas pueden expresarse en unidades lineares o angulares. Actualmente se puede implementar la geocodificación, que es asignar coordenadas a un domicilio o un punto de interés (Olaya, 2009)

La componente temporal proporciona información sobre la evolución de los datos geográficos a lo largo del tiempo. Está estrechamente relacionada con la componente espacial y la componente temática, ya que permite analizar cómo cambian los fenómenos espaciales en una ubicación específica. Esta componente se puede representar de diversas formas, entre las más comunes se encuentra la superposición de mapas, que permite comparar registros de una misma zona en distintos periodos de tiempo, por ejemplo, el cambio en la cobertura vegetal o la expansión urbana; y las animaciones temporales que permiten visualizar la progresión de fenómenos como la evolución de un cuerpo de agua, el desplazamiento de fallas geológicas o la variación de temperatura en una región.

La componente temática se refiere a las características y atributos que describen los datos geoespaciales. Estos atributos pueden presentar autocorrelación espacial y temporal, lo que significa que los valores registrados tienden a ser similares a los de objetos cercanos y pueden mostrar continuidad a lo largo del tiempo. Las variables dentro de esta componente se pueden clasificar en dos tipos:

**VARIABLES CONTINUAS.** Presentan un rango de valores dentro de un intervalo dado, permitiendo valores decimales. Ejemplos de este tipo son la temperatura, la altitud o la concentración de un contaminante en el agua. **VARIABLES DISCRETAS.** Solo pueden tomar valores enteros, sin posibilidad de fraccionarse. Un ejemplo es el número de viviendas en una zona o la cantidad de especies en un ecosistema.

Además, la información se puede categorizar según diferentes escalas de medición que pueden ser: **NOMINAL.** Se utiliza para etiquetar variables sin valores cuantitativos, como el nombre de una ciudad o el tipo de roca. **ORDINAL.** Clasifica variables con un orden, sin embargo, no hay diferencias cuantificables entre los valores, como la intensidad de un sismo en categorías (leve, moderado, fuerte). **DE INTERVALO.** Establece diferencias medibles entre un valor mínimo y un máximo, por ejemplo, la temperatura en grados Celsius, donde la diferencia entre 10 °C y 20 °C es la misma que entre 20 °C y 30 °C. (Rodríguez R & Olivella, 2009).

La escala es la relación de tamaño existente entre los elementos del mundo real y una representación sobre una superficie plana, de tamaño más reducido. Esta relación permite conocer las verdaderas magnitudes de los elementos que vemos en el mapa, mediante una conversión de las medidas sobre el mapa en medidas reales.

Es importante considerar que esas medidas pueden presentar cierta distorsión si es que han sido proyectadas. La escala se expresa habitualmente como un denominador que relaciona una distancia medida en un mapa y la distancia que esta medida representa en la realidad. Por ejemplo, una escala 1:50000 quiere decir que 1 centímetro en un mapa equivale a 50000 centímetros en la realidad.

Un sistema de coordenadas en un SIG es la transformación o correspondencia de los puntos de la superficie terrestre de un plano (Santos Preciado, 2004). Existen dos tipos de coordenadas; geográficas y proyectadas. Las coordenadas geográficas

consideran la Tierra como una esfera, por lo que la latitud y longitud se mide en grados. Por otro lado, las coordenadas proyectadas buscan representar la superficie de la Tierra en un plano, la latitud y longitud se mide en un sistema métrico, lo cual puede provocar distintos tipos de distorsión, tales como forma, tamaño y dirección.

#### 4.3.1. Modelos de representación

Para trabajar los datos con información geográfica existen distintos modelos de representación y descripción del espacio geográfico junto con sus atributos contenidos en un registro de elementos que almacenan las descripciones del espacio geográfico, existen dos tipos de representación: vectorial y ráster.

#### 4.3.2. Modelo vectorial

El modelo de tipo vectorial almacena datos mediante elementos discretos en forma de primitivas geométricas, es decir, puntos, líneas y polígonos a los cuales podemos asignarles propiedades de tipo cualitativo o cuantitativo. En la figura 4.1 se muestra una representación de elementos tipo vectorial. Por ejemplo, se puede representar una unidad litológica mediante un polígono, una muestra de roca, agua, suelo, etc. tomada en campo mediante un par de coordenadas que será visualizada con geometría de tipo punto y la representación de caminos, tuberías, ríos o rutas generalmente se realiza con geometría de líneas.

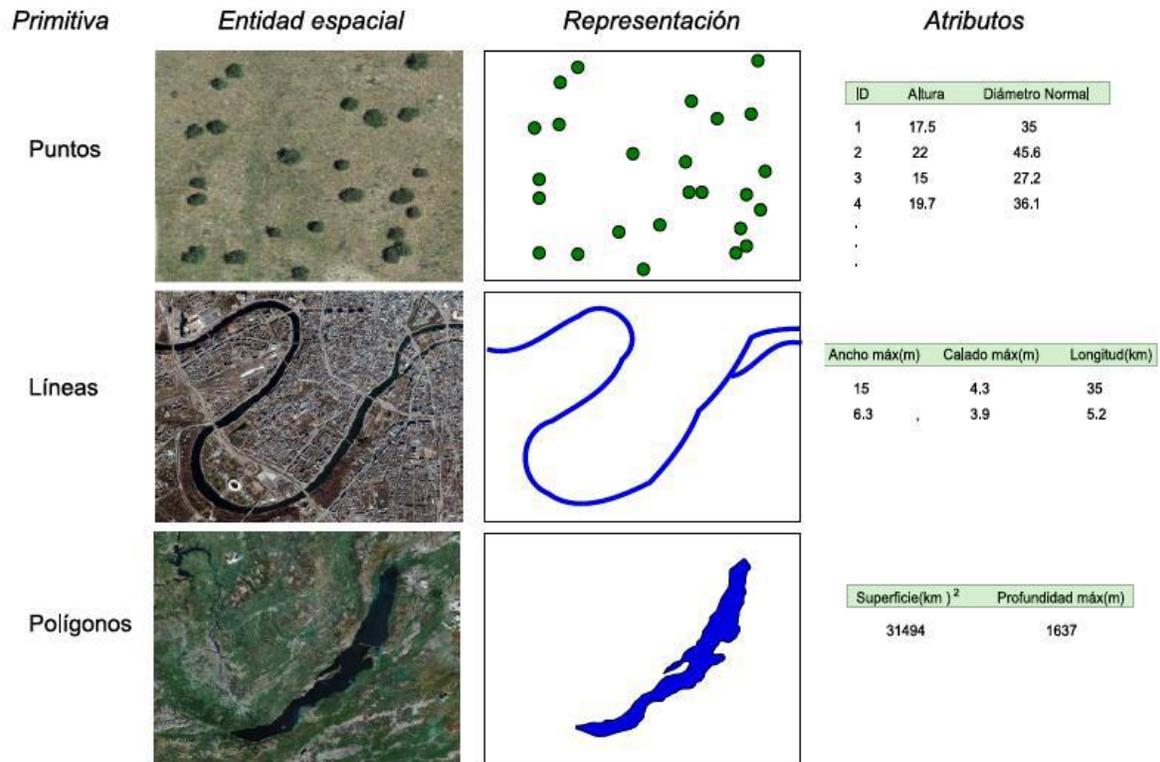


Figura 4.1 Representación de capas de tipo vectorial tomada de (Facultad de Ingeniería, 2024)

Dentro de los distintos tipos de formato tipo vectorial más comunes por su importancia para distintos sectores de la población que podemos encontrar y leer en un software para creación y manejo de SIGs como ArcGIS Pro se encuentran los shp, los cad, los kmz, y el GeoJSON:

#### 4.3.2.1. SHP o shapefile

La descripción técnica de un archivo ESRI Shapefile es que almacena geometrías y atributos de entidades espaciales (ESRI, 1998). La extensión de este tipo de archivos es .shp.

La forma en que este tipo de archivo, conocido como shapefile, almacena información geográfica es mediante una geometría con coordenadas en el archivo .shp, que define la forma de las entidades, un índice de la geometría en el archivo .shx, una proyección en el archivo .prj, y una base de datos asociada con atributos

en el archivo .dbf. Además, a menudo se incluye un archivo .qix para la indexación espacial y mejorar la velocidad de consulta.

#### *4.3.2.2. Computer-Aided Design (CAD)*

Diseño Asistido por Ordenador CAD es una estructura específicamente para ayudar a redactar documentación, visualizar conceptos de diseño 2D o 3D mediante representaciones fotorrealistas, simular funciones del mundo real y exportar datos. La extensión típica de este tipo de datos es .dwg.

#### *4.3.2.3. Keyhole Markup Zipped (KML o KMZ)*

De manera paralela existe el formato Keyhole Markup Zipped, el cual se conforma de al menos un KML y cero o alguna capa adicional de información dentro de un archivo zip. Dada la importancia de Google Earth y Google Maps en los ambientes virtuales de la vida cotidiana, estos dos tipos de archivos tienen una gran popularidad para el público general, este es un formato de archivo que se utiliza para mostrar datos geográficos en un navegador como Google Earth. KML es un estándar internacional mantenido por Open Geospatial Consortium (Google, 2024).

#### *4.3.2.4. GeoJSON*

Un formato de texto plano basado en notación JSON<sup>27</sup>, de uso extendido debido a su simplicidad. Existe una variante denominada TopoJSON, que permite el almacenamiento de topología (Olaya, 2009).

### **4.3.3. Modelo ráster**

Este tipo de modelos representan elementos del espacio geográfico mediante una división de la zona de estudio en unidades mínimas llamadas celdas que contienen información descriptiva de manera individual, a este conjunto de celdas forman una malla ráster. Normalmente, estas celdas son cuadradas y están

espaciadas uniformemente en las direcciones X y Y (Bolstad, 2016). Los modelos de datos ráster permiten representar características o fenómenos espaciales "continuos", como la elevación del terreno, temperatura, precipitación, pendiente del terreno o la concentración de contaminantes como se muestra en la figura 4.2. Algunos de los archivos más comunes que se encuentran publicados en distintas instituciones se mencionan a continuación:

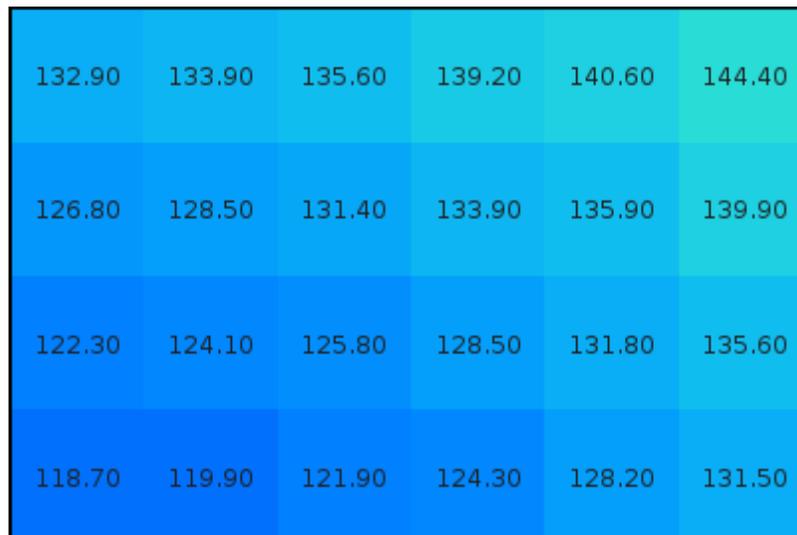


Figura 4.2. Representación de una malla ráster. Tomada de (Olaya, 2009)

#### 4.3.3.1. *Tagged Image File Format (TIFF)*

Es un ráster georreferenciado en un mapa guardado en formato GeoTIF (INEGI, 2024b). y es una excelente opción para imágenes de alta calidad y georreferenciadas, con opciones para múltiples bandas y compresión.

#### 4.3.3.2. *GRID (ESRI GRID FILE)*

Formato de archivo ráster desarrollado por ESRI para contener información sobre el espacio geográfico en una cuadrícula (INEGI, 2024) es ideal para análisis avanzados de ráster en ArcGIS, permitiendo una integración optimizada con las herramientas de análisis espacial.

#### 4.3.3.3. *Band Interleaved by Line (BIL)*

Un formato de archivo Raster binario para fotografía aérea, imágenes satelitales y datos espectrales. La organización de datos BIP (bandas por píxeles intercalados) puede manejar cualquier cantidad de bandas, y así acomodar datos de imágenes en blanco y negro, escala de grises, pseudocolor, color verdadero y multiespectrales (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2024a). es una solución eficiente para manejar y procesar datos multiespectrales, especialmente en teledetección y sensores remotos.

#### 4.3.4. Datos de tipo tabulado

En aplicaciones del mundo real, el tipo de datos más común son los datos tabulares, que comprenden registros tomados en forma de columnas, que contienen datos de latitud, longitud y atributos del espacio, como se muestra en la figura 4.3. Este tipo de registros no cuentan con una estructura espacial, sin embargo, pueden convertirse en un elemento de tipo espacial mediante una herramienta que permita la creación de puntos a partir de coordenadas (Olaya, 2009).

En caso de no contar con atributos que brinden información espacial, se pueden realizar conexiones entre atributos y entidades a partir de relaciones cardinales, 1:1 o 1:Muchos, mediante un identificador asignado a cada entidad en ambas tablas.

| OBJECTID * | Name               | Longitude   | Latitude  | MissionTyp | LandingDat | agency |
|------------|--------------------|-------------|-----------|------------|------------|--------|
| 1          | Mercury-Redstone 3 | -75.883333  | 27.228333 | Manned     | 05/05/1961 | NASA   |
| 2          | Mercury-Redstone 4 | -75.733333  | 27.533333 | Manned     | 21/06/1961 | NASA   |
| 3          | Mercury-Atlas 6    | -68.683333  | 21.433333 | Manned     | 20/02/1962 | NASA   |
| 4          | Mercury-Atlas 7    | -63.983333  | 19.45     | Manned     | 24/05/1962 | NASA   |
| 5          | Mercury-Atlas 8    | -174.466667 | 32.1      | Manned     | 03/10/1962 | NASA   |
| 6          | Mercury-Atlas_9    | -176.433333 | 27.333333 | Manned     | 16/05/1963 | NASA   |
| 7          | Gemini 3           | -70.85      | 22.433333 | Manned     | 23/03/1965 | NASA   |
| 8          | Gemini 4           | -74.183333  | 27.733333 | Manned     | 07/06/1965 | NASA   |
| 9          | Gemini 5           | -69.75      | 29.733333 | Manned     | 29/08/1965 | NASA   |
| 10         | Gemini 7           | -70.116667  | 25.416667 | Manned     | 18/12/1965 | NASA   |
| 11         | Gemini 6A          | -67.833333  | 23.583333 | Manned     | 16/12/1965 | NASA   |

Figura 4.3. Representación de datos de tipo tabular

Entre los tipos de datos más comunes que se utilizan se encuentran los valores separados por comas (CSV), datos de Excel (XLSX, XLS) y conjuntos de base de datos (DBF). Dentro de estas tablas, pueden existir dos columnas que brinden información geoespacial, como latitud y longitud, lo cual nos ayudará a ubicarlas dentro de un mapa con coordenadas que correspondan al mismo sistema de referencia espacial de los valores capturados en las tablas.

#### 4.3.5. Archivos Formatos para la Visualización y Distribución de Información Geográfica

Una de las necesidades más comunes es compartir información geográfica con el público, ya sea para consulta, análisis o toma de decisiones. Para esto, los datos pueden transformarse en archivos visualizables que faciliten su comprensión sin necesidad de software especializado. Entre ellos un PDF es un formato común para compartir mapas estáticos y reportes, ya que permite la preservación de la calidad visual y es fácilmente accesible para el público. La extensión JPG se usa

ampliamente para exportar mapas o imágenes en formato comprimido, útil para compartir en la web o en aplicaciones móviles y los SVG, son ideales para gráficos vectoriales a escalas diferentes y se utiliza para la visualización de mapas interactivos en aplicaciones web.

#### **4.4. Base de datos y su relación con los SIG**

Una base de datos se define como un conjunto de datos organizados y estructurados de manera sistemática, lo que facilita su almacenamiento, gestión y permite su uso posterior. Las bases de datos pueden contener una amplia variedad de datos, incluyendo datos espaciales, como geometrías utilizadas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), así como datos numéricos y alfanuméricos que constituyen la componente temática de la información geoespacial. La estructuración y sistematicidad son elementos clave, ya que permiten que las bases de datos sean una herramienta eficiente y robusta para gestionar grandes volúmenes de información (Olaya, 2009).

Una base de datos tiene aplicaciones tradicionales en las cuales la mayor parte de la información que se almacena y se accede es textual o numérica. Las nuevas tecnologías han hecho posible almacenar digitalmente imágenes, clips de audio y secuencias de vídeo. Estos tipos de archivos se están convirtiendo en un componente importante de las bases de datos multimedia. Los sistemas de información geográfica (SIG) permiten almacenar y analizar mapas, datos meteorológicos e imágenes por satélite (Elmasari & Navathe, 2011).

El software especializado para SIGs, los archivos cargados incluyen no solo la geometría, sino también una tabla de atributos. Esta tabla de atributos contiene información adicional sobre los elementos geoespaciales, como identificadores, nombres, clasificaciones y otros datos relevantes. Actualmente, es posible establecer

relaciones entre diferentes tablas, ya sea que contengan información espacial o no espacial. Esta funcionalidad es especialmente útil porque las tablas con datos no espaciales a menudo complementan a las que contienen información espacial, permitiendo un análisis más completo y detallado.

Para crear estas relaciones entre tablas, es necesario que compartan algún elemento en común, como un identificador único, un nombre, una clasificación, etc. Este elemento común puede estar presente como un atributo en las tablas. A veces, antes de realizar la unión de las tablas, es necesario hacer ajustes en los campos existentes para asegurar la compatibilidad y precisión de la relación. Estos ajustes garantizan que los datos se integren de manera correcta y coherente.

#### 4.4.1. Limpieza de datos

La unión de bases de datos adquiridas de distintas fuentes con representaciones heterogéneas de la información se ha convertido en un problema importante y difícil para muchas organizaciones. Los ejemplos de este problema que aparecen en la literatura se han denominado vinculación de registros (Fellegi y Sunter), el problema de la integración semántica (ACM, 1991) o el problema de la identificación de instancias (Wang y Madnick, 1989) menciona (M. Hernández & Stolfo, 1998).

Para asegurar que los datos se puedan unir y analizar correctamente en un SIG, es importante verificar que posean los atributos y columnas con los registros necesarios para permitir la agrupación de los datos. A menudo, esto implica crear nuevas columnas, editar atributos existentes, modificar nombres, ajustar identificadores y cambiar el tipo de datos. Estas modificaciones son vitales para establecer relaciones precisas entre las tablas, lo que permite realizar análisis más completos y detallados. Al llevar a cabo estos ajustes, se garantiza que los datos se

integren de manera coherente, facilitando un análisis más eficaz y enriquecedor dentro del sistema.

#### 4.4.2. Consulta de datos

SQL son las siglas de Structured Query Language (lenguaje de consulta estructurado) es un lenguaje informático diseñado para obtener información a partir de datos almacenados en una base de datos relacional. SQL permite encontrar la información que desea a partir de una vasta colección de datos. (Patrick J, 2002). ESRI (2021) lo define como un conjunto de expresiones y sintaxis definidas que se utiliza para consultar y manipular datos en sistemas de administración de bases de datos relacionales (RDBMS).

En el contexto de la geodatabase, SQL se puede usar para acceder, crear y actualizar datos, en otras palabras, los datos que no participan en ninguna funcionalidad de geodatabase, tales como redes, topología, terrenos, estructuras de parcelas, esquemas, clases de relación, dominios de geodatabase o replicación de geodatabase. (ESRI, 2021)

### **4.5. Análisis espacial**

El análisis espacial es el estudio cuantitativo de los fenómenos que ocurren en el espacio. Su objetivo principal es comprender la distribución, interacción y evolución de las variables geográficas mediante metodologías que permiten identificar patrones cambios en el tiempo y modelado o predicciones en un área geográfica. Para realizar un análisis espacial, es fundamental conocer la posición de la información, así como la superficie, distancia e interacción entre las distintas capas de datos.

Según Olaya (2009), estos procesos parten de un conjunto de datos que pueden ser de diferentes tipos y que, al combinarse dentro de un procedimiento específico, permiten analizar cómo se distribuyen las variables espaciales, su evolución en el tiempo y su impacto en un área geográfica. Es importante destacar que el análisis espacial no debe reducirse a herramientas de software específicas, sino que se fundamenta en principios teóricos y metodológicos

#### 4.5.1. Tipos de análisis espacial

El análisis espacial en los SIG abarca una variedad de métodos para extraer información de los datos geográficos. Según Olaya, estos análisis pueden clasificarse en las siguientes categorías:

**Consulta espacial:** Es el análisis más básico, basado en la observación directa de los datos espaciales. Permite responder preguntas como la ubicación de un elemento geográfico o la consulta de atributos específicos. Por ejemplo, determinar qué pozos de monitoreo se encuentran dentro de una cuenca hidrográfica específica.

**Análisis topológico:** Examina la relación espacial entre elementos dentro de una misma capa, como la conectividad entre entidades o la existencia de límites comunes. Podría aplicarse para evaluar si una carretera proyectada atraviesa zonas de falla o áreas con alta susceptibilidad a deslizamientos. Entre las distintas herramientas que ayudan a realizar estos análisis dentro de ArcGIS Pro podemos encontrar *Intersect*, *Union*, *Overlay Tools*.

**Medición:** Incluye el cálculo de parámetros espaciales como distancias, áreas, perímetros, longitudes de recorridos y factores de forma. El uso de herramientas

como *Measure Tool, Near, Calculate Geometry Attributes* nos facilitaría calcular el espesor de un acuífero o la superficie afectada por un deslizamiento de tierra.

Combinación de capas: Implica la superposición e integración de múltiples capas de información para analizar interacciones espaciales complejas. Por ejemplo, integrar mapas de pendientes, litología y precipitación para determinar zonas expuestas a erosión.

Transformaciones espaciales: Comprende operaciones como la creación de áreas de influencia, simplificación de geometrías, agrupación de entidades y cambios en sistemas de coordenadas. Se pueden generar zonas de influencia alrededor de fallas activas para delimitar áreas de restricción en construcciones mediante algunas herramientas como *Buffer, Dissolve, Reclassify, Spline*.

Análisis de superficies: Se enfoca en la caracterización de superficies a través de parámetros como pendiente, orientación y análisis hidrológico. Este análisis nos podría permitir calcular la pendiente y orientación de laderas en una zona montañosa para estimar la estabilidad de taludes entre las herramientas que nos ayuden a realizar este tipo de análisis podemos encontrar *Slope, Aspect, Hillshade, Curvature, Viewshed*

Estadística descriptiva espacial: Aplica técnicas estadísticas para describir patrones espaciales, centralidad y dispersión de los datos. Los distintos cálculos permiten identificar la densidad de epicentros sísmicos en una región y su relación con estructuras tectónicas. Existen cajas de herramientas como Geostatistical Analysis que contiene herramientas como *Kernel Density, Spatial Autocorrelation, Mean Center, Standard Deviation Ellipse*.

Inferencia espacial: Permite modelar tendencias y variaciones en los datos geográficos para predecir su comportamiento en el tiempo. Este tipo de análisis *Kriging*, *IDW*, *Geostatistical Analyst Tools* ayudan a estimar la expansión de un contaminante en un acuífero a partir de la dinámica del flujo subterráneo.

Toma de decisiones y optimización: Emplea análisis espacial para la selección de ubicaciones óptimas, planificación territorial y minimización de impactos ambientales. Elegir la mejor ubicación para un túnel evitando zonas de alta fracturación o suelos inestables.

Modelización espacial: Integra distintos métodos de análisis para simular fenómenos espaciales, como modelos hidrológicos o basados en autómatas celulares. Con cajas de herramientas como *Hydrology Tools*, *Landslide Susceptibility Model*, *3D Analyst Tools* podemos modelar la evolución de un deslizamiento de tierra en función de variables como la precipitación y las características del suelo.

En la figura 4.4 se muestran algunas cajas de herramientas disponibles en ArcGIS Pro.

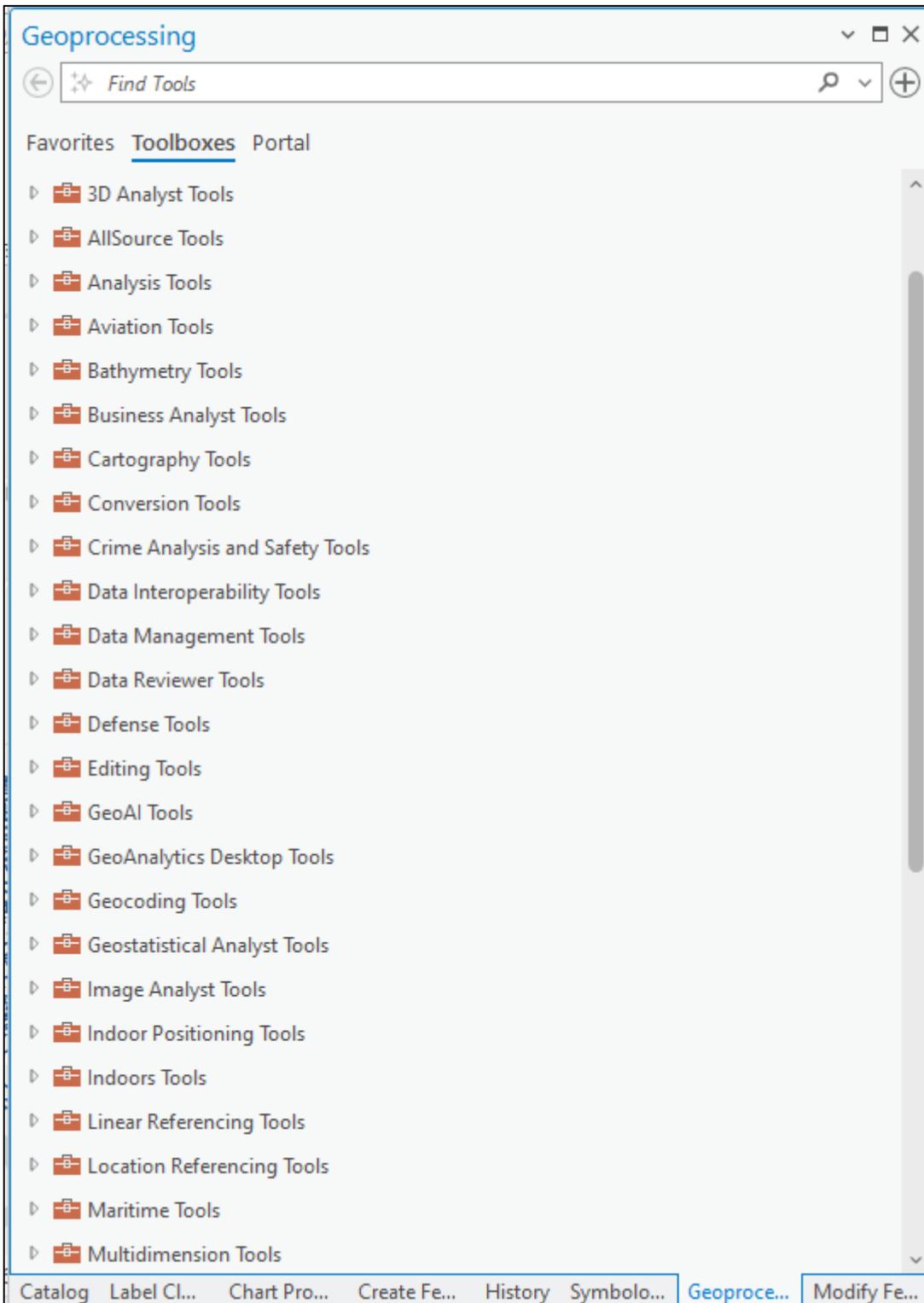


Figura 4.4 Captura de pantalla con algunas herramientas de geoprocésamiento disponibles en ArcGIS Pro

#### **4.6. Presentación de resultados dentro de ArcGIS**

Después de realizar distintos tipos de análisis y lograr que la información sea clara y jerarquizada mediante etiquetas y simbología, el siguiente paso es compartir estos resultados con las personas responsables de tomar decisiones, así como con el público objetivo, que puede incluir a la sociedad en general o a usuarios que necesitan consultar los datos. Cada organización debe tener en cuenta la forma óptima de compartir los resultados y los recursos disponibles para acceder a la información espacial. Ya que existen dos tipos de resultados de mapa que se pueden presentar: estáticos y dinámicos.

Los mapas dinámicos tienen una estructura que permite a los usuarios interactuar con los elementos mostrados en el mapa, entre estas configuraciones podemos agregar:

- Etiquetas dependientes de la escala: este tipo de etiquetas pueden ajustarse según la escala en que se está observando el mapa, lo que facilita la visualización de información relevante a diferentes niveles de acercamiento.
- Ventanas emergentes: al hacer clic sobre las entidades del mapa, aparecen ventanas emergentes que muestran información detallada de sus atributos.
- Filtros de información: los usuarios pueden aplicar filtros para visualizar solo la información que les interesa.
- Búsqueda en el mapa: mediante esta configuración es posible buscar ubicaciones o elementos específicos directamente en la vista del mapa.

De manera que estas características permiten que los mapas dinámicos sean adecuados para usuarios que necesitan interactuar con los datos, realizar análisis adicionales o explorar información en profundidad.

Los mapas estáticos no permiten la misma interacción y suelen presentarse en formatos como PDF, JPG, SVG. Aunque no permiten la manipulación directa de los datos, tienen sus propias ventajas:

- Facilidad de distribución: los archivos estáticos son fáciles de compartir por correo electrónico o a través de sitios web debido al tamaño que tienen.
- Compatibilidad: estos archivos pueden ser descargados, abiertos y visualizados en una gran variedad de dispositivos sin la necesidad de software especializado.
- Documentación: se pueden archivar la información en un formato fijo y no editable, lo que es útil para presentaciones y registros oficiales.

La elección entre resultados dinámicos y estáticos dependerá de los objetivos de la organización y de los recursos disponibles para acceder a la información espacial. Y si la finalidad es facilitar la toma de decisiones, posiblemente los mapas dinámicos sean más útiles, ya que permiten una exploración interactiva y detallada de la información.

Si el objetivo es la documentación y distribución los resultados estáticos pueden ser más apropiados debido a su facilidad de acceso y compatibilidad con distintos dispositivos.

#### 4.6.1. Diseño de mapa (layout)

Dentro de las distintas formas de presentar información de un mapa, los diseños de mapa son esenciales. Los diseños de mapa son elementos con información que no pueden ser editadas una vez finalizadas y generalmente están pensadas para su impresión, de manera que es importante agregar elementos que ayuden a leer la información mostrada como:

- Título que proporcione una descripción del contenido y propósito del mapa, ayudando al lector a entender de qué trata el mapa.
- Flecha del norte donde indica la orientación del mapa y asegura que el lector puede ubicarse correctamente en relación con el terreno.
- Escala gráfica o textual que ayude al usuario a entender las distancias representadas en el mapa, que facilite la interpretación de la magnitud de los fenómenos espaciales.
- Leyenda de simbología para entender los símbolos y colores utilizados en el mapa, asegurando que las personas que consulten el mapa pueden interpretar correctamente los datos representados.
- Descripción de la información donde se proporcione contexto adicional sobre los datos mostrados, como la fuente de los datos, fecha de captura u otra información complementaria que ayude al usuario a comprender el mapa.
- Mapas auxiliares a escala diferente que contenga vistas detalladas o ampliadas de áreas específicas del mapa principal para que los usuarios observen con mayor detalle ciertas características o áreas de interés.

Los diseños de mapa son una herramienta esencial para la presentación de información geoespacial, especialmente en el campo de la geología ya que mucha información para consulta se encuentra a manera de cartas como topográficas, geológicas, geoquímicas, etc. Al incluir elementos clave como títulos, flechas de norte, escalas, leyendas, descripciones y mapas auxiliares, los diseños de mapa ayudan a comunicar información compleja de manera clara y efectiva. Esta presentación estática es ideal para la impresión.

#### 4.6.2. Aplicación web (WebApp)

Un elemento de presentación y que permita compartir información geoespacial de manera interactiva y accesible es importante para distintas organizaciones ya que ayuda en una mejor toma de decisiones en tiempo real y la divulgación pública. Es por eso que las aplicaciones web desempeñan un papel fundamental al permitir a los usuarios interactuar con datos espaciales, realizar análisis complejos y acceder a la información tanto como para consulta y descarga. Dentro del catálogo de aplicaciones de ESRI existe ArcGIS Experience Builder, una herramienta que facilita la creación de aplicaciones web personalizadas, ya que contiene una plataforma con grandes posibilidades para integrar diversas fuentes de datos y herramientas analíticas. Entre los distintos usos y elementos que podemos implementar dentro de una aplicación web son:

- Integración de datos espaciales y tabulares ya que este tipo de aplicaciones permite la integración de diversas fuentes de datos geoespaciales y tabulares, lo cual, facilita la visualización y análisis en conjunto donde los usuarios creadores pueden agregar datos de múltiples fuentes, como capas de mapas, tablas de atributos y servicios web.
- Las aplicaciones pueden implementar widgets interactivos y existe una gran variedad de elementos que permiten a los usuarios interactuar con los datos de múltiples maneras, entre estos widgets se encuentran los mapas, gráficos, indicadores, medidores, tablas y listas y los widgets pueden configurarse para responder a acciones específicas, proporcionando una vista dinámica y personalizada.
- Gestión de escalas y niveles de detalle ya que las aplicaciones web permiten ajustar las escalas y niveles de detalle de la información en función del zoom.

Además, las etiquetas y la simbología pueden adaptarse dinámicamente para mejorar la claridad y precisión de los datos mostrados.

- Análisis espacial y estadístico, ya que algunas aplicaciones web permiten la integración de herramientas analíticas, lo que facilita la ejecución de análisis espaciales y estadísticos directamente desde la aplicación. Esto permite a los usuarios identificar patrones, tendencias y realizar predicciones utilizando las herramientas integradas.

Algunas aplicaciones web existen opciones de compartición y descarga ya que pueden incluir opciones para descargar datos en diferentes formatos, facilitando la distribución y uso de la información para otros análisis o reportes.

La capacidad de crear aplicaciones interactivas mejora la accesibilidad y comprensión de los datos, además de que optimiza los procesos de análisis y presentación de información, lo cual aumenta significativamente la interacción con los usuarios.

#### 4.6.3. Cuadro de mando (Dashboard)

Un cuadro de mando es una presentación visual de la información más importante necesaria para alcanzar uno o varios objetivos, consolidada y organizada en una sola pantalla para que la información pueda controlarse de un vistazo (Stephen Few, 2004).

Este tipo de forma de compartir información es dinámica, existen diversos productos que integran ArcGIS y cuadros de mando, uno de ellos es desde la aplicación ArcGIS Dashboards, esta aplicación en línea permite integrar información geoespacial y presentar datos de manera interactiva, esta herramienta permite agregar información geoespacial y enriquecerla con diversos widgets que facilitan la

visualización y el análisis de los datos. Entre los distintos tipos de información que se puede agregar existe:

- Información geoespacial como coordenadas, polígonos y redes, que permiten localizar elementos en el espacio, vinculando la información con el territorio.
- Mapas Interactivos que permiten visualizar datos espaciales en un formato interactivo donde se pueden aplicar filtros, realizar búsquedas y explorar los datos de manera dinámica y capas de Información, ya que se pueden agregar distintas capas de datos que muestran diferentes tipos de información geoespacial, como ubicaciones de minas, puntos de perforación, rutas de transporte, etc. Los elementos que pueden agregarse son de diferentes tipos:
- Gráficas que representan los datos en forma de gráficos de barras, líneas, áreas o circulares, facilitando la comprensión de las tendencias y patrones en los datos.
- Tablas donde se muestran datos tabulares con columnas personalizadas que permiten una vista detallada de los atributos de los elementos geoespaciales.
- Indicadores que muestran métricas clave, como producción, disponibilidad, o cualquier otro dato que necesite seguimiento constante.
- Listas que permiten organizar y presentar datos en filas que pueden ser ordenadas y filtradas según diferentes criterios establecidas por el usuario.

Los dashboards ofrecen múltiples beneficios clave, como el monitoreo en tiempo real, ya que pueden configurarse para mostrar datos actualizados de manera continua o en intervalos específicos. Esto resulta fundamental para supervisar operaciones y medir la eficiencia de manera inmediata. Además, los dashboards proporcionan un análisis integral al combinar diversas visualizaciones, lo que facilita la identificación de tendencias y patrones en los datos, permitiendo una toma de decisiones más rápida y basada en información precisa.

#### 4.6.4. Mapa en línea

Un mapa en línea es una representación digital interactiva de datos geoespaciales que se almacena, gestiona y accede a través de la web. Este tipo de mapa permite a los usuarios visualizar, explorar y analizar datos espaciales en cualquier dispositivo con acceso a internet, sin la necesidad de software especializado. Los mapas en línea permiten superponer diferentes capas de información geográfica, aplicar filtros, realizar consultas y compartir los resultados de manera dinámica y accesible.

Los mapas en línea creados en ArcGIS Online pueden integrar diversas fuentes de datos, incluyendo capas vectoriales, ráster, datos tabulares, imágenes satelitales y datos en tiempo real. Además, pueden personalizarse con etiquetas, simbología y herramientas para facilitar el análisis espacial.

## **5. Experiencia laboral en SIGSA**

### **5.1. Soporte Técnico aplicado a productos de ESRI**

Durante mi trayectoria laboral en SIGSA, una de mis funciones es realizar atención de soporte técnico sobre la amplia gama de productos que distribuye ESRI como Analista SIG en soporte técnico, teniendo la responsabilidad de entender los diferentes problemas a los que se enfrenta el cliente en el uso o instalación de los diferentes productos para posteriormente proponer una solución o recomendación para concluir el trabajo. Esto a través de documentación oficial que ESRI elabora para cada uno de los diferentes productos.

El alcance que tiene el soporte técnico en SIGSA corresponde a la instalación, configuración en hardware y/o softwares recomendados por ESRI, errores ocurridos en el uso y conceptos de las funcionalidades y flujos de trabajo descritos en la documentación del producto, revisión de problemas con el cierre o

comportamientos inesperados. Además de proporcionar fragmentos de implementaciones para la personalización y desarrollo del software.

En el presente capítulo se presentarán los principales casos de soporte técnico en los cuales he trabajado y aportado solución a la problemática

#### 5.1.1. Caso 1. Cuadro de mando para una empresa inmobiliaria.

Una de las empresas que solicitó la atención de soporte técnico ofrece servicios inmobiliarios, entre ellos la venta o alquiler de inmuebles y el desarrollo de proyectos en distintas áreas de México. Previo a la realización de este tipo de proyectos la empresa se encarga de realizar un análisis espacial de las zonas geográficas propuestas para llevar a cabo el proyecto, entre ellos se realizan estudios de mercado, estudios de impacto ambiental y estudios socioeconómicos, estos en conjunto permiten evaluar la viabilidad y rentabilidad en las zonas propuestas.

La implementación de un SIG en la empresa inmobiliaria amplía las formas de analizar la interacción entre los diferentes elementos espaciales que conforman las zonas geográficas. Esto permite una toma de decisiones más informada y precisa sobre el desarrollo de proyectos inmobiliarios. Al integrar diferentes capas y tablas de información en una sola vista proporcionan una visión geoespacial, la cual permite realizar un análisis espacial para crear el proyecto, como la identificación y clasificación de áreas óptimas en cuanto a relieve, geología de la zona, análisis de proximidad a diferentes servicios como hospitales, parques, transporte, centros comerciales, etc.

Además, las herramientas geoespaciales de ArcGIS permiten llevar a cabo análisis de proximidad a servicios esenciales como hospitales, parques, transporte público, y centros comerciales, lo que es fundamental para evaluar la conveniencia y

accesibilidad de los proyectos. Junto con la visualización de datos demográficos y socioeconómicos, la implementación de un SIG permite a la empresa comprender mejor la demanda del mercado inmobiliario en áreas específicas. Para interpretar estos análisis, se desarrollan diferentes indicadores que permiten clasificar y segmentar características clave del terreno, así como los factores sociales y económicos que influyen en la zona de estudio, mejorando así la planificación y ejecución de proyectos inmobiliarios.

Un *Dashboard* ayuda a la presentación de diversos datos específicos e indicadores importantes para esta empresa inmobiliaria, pues observar en un mapa la información geoespacial y distribución geográfica de los elementos a analizar del área de exploración junto con una serie de elementos configurables como listas, tablas, indicadores, gráficos que muestran valores obtenidos a partir de distintos cálculos con las variables medibles de la zona de estudio mejoran la identificación de áreas viables para ejecutar el proyecto mediante la clasificación de los distintos análisis e indicadores del tipo de mercado que existe en el área planeada para el proyecto inmobiliario. La implementación de *Dashboards* mejora la toma de decisiones al proporcionar un panorama más completo y detallado de datos a ser analizados.

*ArcGIS Dashboards* es uno de los productos de la gama de productos ESRI que distribuye SIGSA, consiste en un servicio en línea que permite la elaboración de un *Dashboard* en el cual se pueden agregar mapas cargados en el sitio web ArcGIS de la empresa combinados con diferentes elementos configurables que permiten mostrar información relevante como valores, descripciones, cálculos estadísticos o indicadores sobre el estatus de las áreas, dichos elementos pueden ser personalizados y ajustarse a diferentes tamaños, colores, formas y proporciones que permitan una mejor presentación de la información.

Los datos como indicadores y clasificadores se obtienen mediante una serie de cálculos realizados con los atributos de las diferentes capas que componen el mapa web, estos cálculos son ejecutados mediante diferentes sentencias y ecuaciones declaradas para cada elemento por el creador del Dashboard.

Una de las ventajas que tiene utilizar ArcGIS Dashboard es que se pueden realizar estos cálculos solamente con los datos mostrados en la vista de mapa colocado en el *Dashboard*, es decir, trabaja con las entidades que se muestran en la zona de interés a analizar, la cual se elige con la herramienta de acercar o alejar, esto permite la agilización de los análisis

Para optimizar el trabajo de los cálculos que se visualizarán en el Dashboard pueden implementarse expresiones de datos, estas consisten en una serie de líneas de código en lenguaje de programación Arcade con las cuales se crea un diccionario con datos específicos para realizar cálculos más complejos o complementar la información con tablas de atributos que no son parte de las capas mostradas en el mapa agregado en el cuadro de mando, lo cual optimiza el almacenamiento y agiliza la carga de visualización de las capas en el mapa.

La empresa abrió un caso de soporte técnico solicitando aclaración con respecto a las acciones que se pueden realizar desde una expresión de datos, ya que algunos elementos marcaban advertencias sobre los cálculos donde serán mostrados con respecto a la información que se estaba leyendo y procesando para los cálculos.

Para entender qué ocurre con las expresiones de datos y configuraciones en el Dashboard del cliente, se le pidieron algunos datos que ayuden a comprender por qué la aplicación manda un mensaje de advertencia, se le solicitó el código de la

expresión de datos y una breve descripción de lo que busca hacer en las herramientas.

El cliente aclaró que busca realizar cálculos y obtener resultados desde una expresión de datos y que a su vez estos estuvieran ligados a una acción de mapa. Para brindarle una mejor atención realizamos una videollamada para que nos muestre el flujo de trabajo, tipos de datos y los mensajes que le aparecían directamente en el Dashboard.

Para cumplir con los objetivos de soporte técnico, se diseñó una expresión de datos, que permita filtrar los campos socioeconómicos específicos en las capas del mapa web para obtener la clasificación al tipo de zona que se está visualizando en el mapa, posteriormente la expresión de datos realiza una serie de cálculos estadísticos y relaciones entre estos diferentes atributos filtrados, mediante los resultados numéricos obtenidos se le asigna una clasificación según sea la condicional ajustada en el elemento que mostrará el resultado, sin embargo, esta propuesta no fue satisfactoria para el cliente.

Dentro de los recursos a los que tiene acceso el área como: documentación oficial de ESRI, tutoriales y comunidad no se ha encontrado una función similar ejecutada con código Arcade que permita realizar lo que el cliente desea, por lo que se le ofreció la opción de escalar el caso para que directamente ESRI y los creadores de las aplicaciones lo atiendan y aclaren si es posible realizar lo que el cliente requiere de la manera en que se está intentando. De parte de los analistas sig de ESRI, obtuvimos respuesta de que no es posible realizar lo que el cliente busca con los recursos básicos de Dashboard, así que el caso se dio por terminado.

El sistema ArcGIS contiene herramientas cuyo uso facilitan para el usuario al ser más intuitivas en el proceso visualización y análisis. Sin embargo, existen

funciones y automatizaciones que para su implementación se requieren conocimientos más técnicos y especializados en programación e informática lo cual abre un área de oportunidad para adecuar estas últimas herramientas a todo tipo de usuario.

#### 5.1.2. Caso 2. Herramienta Eliminate para el Instituto Nacional de Estadística Geografía (INEGI)

El INEGI es el organismo público que se encarga de captar y difundir información del territorio, recursos, población y economía de México. Esta información se subdivide en cuatro áreas temáticas que publica en su página web: Demografía y Sociedad, Economía y Sectores Productivos, Geografía y Medio Ambiente, Gobierno, Seguridad y Justicia.

Dentro de los temas de Geografía y Medio ambiente se encuentra la publicación de diferentes recursos como imágenes, mapas, datos de catastro, marco geoestadístico, marco geodésico, entre otros, que a su vez estos cuentan con varios subtemas, es decir, se encuentran imágenes de satélite, fotografías aéreas, ortoimágenes, los mapas se dividen en categorías como topografía, relieve, geología, fisiografía, etc.

Se puede acceder a esta información pública en diferentes formatos que permiten el acceso a ella mediante distintos software y programas especializados, según sea el caso. Dentro de los recursos de tipo mapa se encuentran disponibles mapas de distintas temáticas elaborados en formato PDF y también los datos que pueden leerse en un SIG en formato SHP, TIFF, GRID, CSV con que fueron elaborados dichos mapas.

INEGI elabora dichos mapas con información obtenida a partir de herramientas que permiten crear polígonos con los campos de atributos elegidos por el usuario de un archivo ráster. Una vez creada la capa de polígonos pertenecientes a distintos temas geográficos esta información se clasifica y agrupa según el tema correspondiente como topografía, geología, hidrología, edafología, etc. que permita formar unidades relativamente homogéneas.

El uso de herramientas de procesamiento de datos geospaciales puede generar millones de polígonos con valores similares extraídos de archivos ráster, lo que resulta en la creación de capas que demandan una gran cantidad de almacenamiento. Esta acumulación de datos puede ocasionar lentitud en la carga y visualización de información dentro de un ArcGIS Pro. Para optimizar el rendimiento y reducir el espacio de almacenamiento, es posible utilizar herramientas que simplifican los polígonos extraídos de las imágenes ráster. A medida que los SIG avanzan en complejidad y capacidades, también aumenta la necesidad de contar con hardware adecuado que soporte estas demandas.

### 5.1.3. Caso 3. Agrupación de capas para el Atlas de Riesgos

Entre las instituciones a quienes se les brinda soporte técnico se encuentran los gobiernos de las entidades federativas del país, tal es el caso del Gobierno de Un municipio, quien desde la Secretaría de Protección Civil nos contactó para la revisión de análisis espacial de riesgos en el sistema ArcGIS.

Como parte de sus funciones, Protección Civil se encarga de proteger la vida, patrimonio y medio ambiente ante los riesgos de desastres mediante políticas públicas, implementando normas y políticas públicas que se apegan a estrategias de la gestión integral de riesgos de desastres de la Secretaría de Protección Civil e Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de Desastres.

Una de las implementaciones en materia de Riesgos de desastres que ha llevado a cabo el Gobierno de Un municipio, a través del Departamento de Procesamiento Estadístico y Cartográfico perteneciente a la Secretaría de Protección Civil es la creación del Atlas Estatal de Peligros y Riesgos, en el cual se integra información sobre agentes perturbadores y daños esperados, obtenidos a partir de un análisis espacial y temporal entre la interacción del peligro, vulnerabilidad y exposición a los agentes según lo indica el Acuerdo D.O.F. (2016) en la Guía de contenido mínimo para la elaboración de un Atlas de Riesgos publicado en el Diario Oficial de la Federación.

La publicación de la información de estos análisis de los riesgos a los que está expuesta la entidad es mediante la elaboración de mapas de peligro, susceptibilidad, bienes expuestos y tipos de riesgos. Estos últimos, se clasifican en cinco categorías de fenómenos: Geológicos, Hidrometeorológicos, Químico-Tecnológicos, Sanitario-Ecológico y Socio-Organizativo como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Diferentes tipos de fenómenos pertenecientes a la clasificación de Atlas de Riesgos según la Guía de contenido mínimo para la elaboración de un Atlas de Riesgos publicado en el DOF.

| FENÓMENOS GEOLÓGICOS  | FENÓMENOS<br>HIDROMETEOROLÓGICOS                                  |
|---|---|
| a) Inestabilidad de laderas (deslizamientos, flujos y caídos o derrumbes) | a) Ciclón tropical (marea de tormenta, oleaje, vientos y lluvias) |
| b) Licuación de suelos  | b) Inundaciones pluviales   |
| c) Karstificación   | c) Inundaciones fluviales   |
| d) Sismos   | d) Inundaciones costeras  |
| e) Tsunamis   | e) Inundaciones lacustres   |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| f) Erupciones Volcánicas y                                  | f) Tormentas de nieve   |
| g) Hundimientos (subsistencia) y agrietamiento del terreno. | g) Tormentas de granizo |
| h) Fenómenos astronómicos                                   | h) Tormentas eléctricas |
|   | i) Tormentas de polvo   |
|   | j) Sequías              |
|   | k) Ondas cálidas        |
|   | l) Ondas gélidas        |
|   | m) Heladas              |
|   | n) Tornados             |

Los mapas que muestran el tipo de riesgo a los que está expuesta la comunidad se crean a partir de capas que contienen registros capturados como tablas en bases de datos con la información de ubicación y una serie de atributos que detalla el tipo e intensidad del riesgo, fecha del registro, la descripción de los hechos y nombre de la institución o empresa asociada al riesgo, si es el caso.

Con un par de coordenadas o la dirección que indique la ubicación geográfica de los sucesos se pueden cargar y visualizar como capas de elementos vectoriales con geometrías de tipo punto y analizar el conjunto de registros en un SIG.

La implementación de un SIG es muy importante para la creación, edición y actualización de los Atlas de Riesgo. Con esta herramienta, es posible cargar múltiples capas en un solo mapa, cada una representando diferentes tipos de fenómenos, lo que permite una visualización dinámica y configurable. Los usuarios pueden activar o desactivar la visibilidad de las capas según el fenómeno que deseen analizar, como se ilustra en el mapa 4.3.

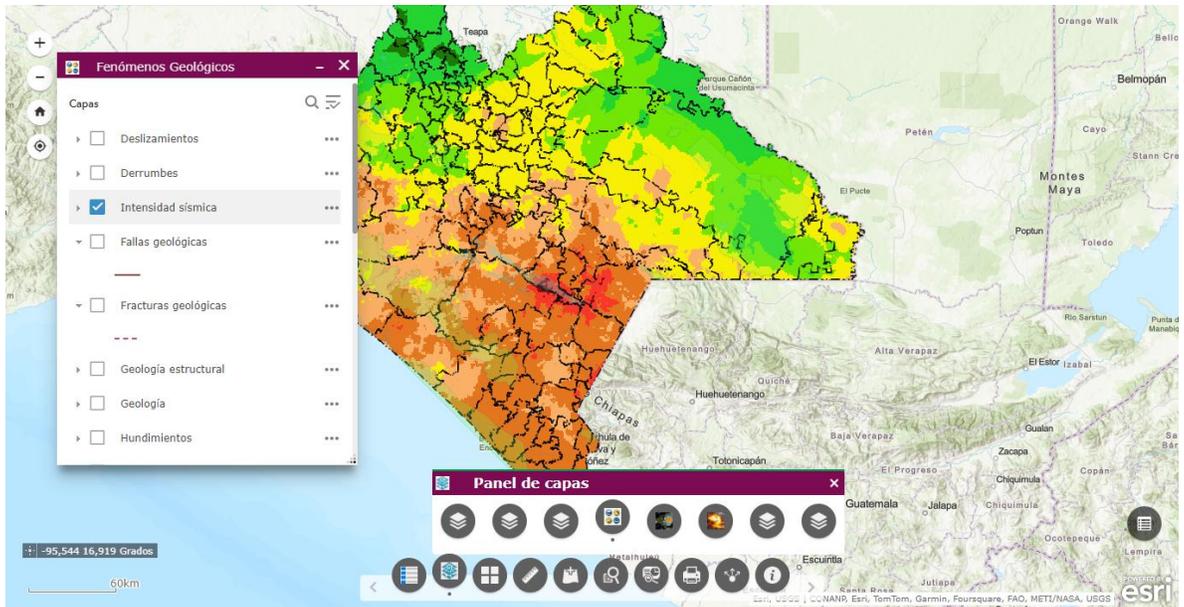


Figura 5.1. Ejemplo de la estructura adecuada para un Atlas de Riesgos

En un atlas de riesgo se toman como sistemas expuestos de los fenómenos geológicos a la población, vivienda e infraestructura estratégica. Adicionalmente, se pueden considerar las instalaciones de fibra óptica y cultivos.

Una forma de brindar a los usuarios la capacidad de definir una zona específica que permita llevar a cabo análisis espaciales del sistema expuesto mediante un polígono trazado en una aplicación web especializada. Esta aplicación web cuenta con el mapa de los fenómenos de riesgo junto con una serie de herramientas específicas diseñadas para ejecutar dichos análisis.

En este sentido, un producto desarrollado por ESRI que ofrece soluciones a la presentación de resultados es ArcGIS Experience Builder, el cual permite crear aplicaciones web con elementos como mapas, tablas de información y *widgets* interactivos. Los visitantes de la página web puede realizar análisis espaciales de manera intuitiva, una de las principales características de Experience Builder es su enfoque amigable con el usuario, ya que permite crear y configurar estas aplicaciones web sin la necesidad de escribir en algún lenguaje de programación y

pueden construirse desde cero o utilizar plantillas preestablecidas por ESRI, que ofrecen diseños y funcionalidades listas para implementar.

Dentro de la aplicación web diseñada en Experience Builder se pueden crear grupos de capas que se ajusten a las necesidades del usuario, en el caso del Atlas estatal se establecieron grupos por cada fenómeno de tipo de riesgo, además de otros grupos que determinan el sistema expuesto, es decir, capas de población, escuelas, unidades médicas, etc.

El gobierno de un municipio contactó al área de soporte técnico para que se le brinde asesoría sobre la configuración de los grupos de capas creados por el departamento, ya que una capa que pertenece al grupo de sistema expuesto aparecía en todos los grupos de capas definidos, sin embargo, al desactivar la visualización de un solo grupo o de todos los grupos, esta seguía apareciendo y ocultando algunas capas que se encontraban en el mapa.

El primer contacto que se tuvo con el cliente fue realizar una serie de preguntas que brinden más información de lo que origina el problema, entre ellas, en qué producto ESRI fue desarrollado el mapa, si existía algún mensaje sobre posibles errores o advertencias, se solicitaron unas capturas de pantalla sobre cómo se observa la capa que cubre la información seleccionada por los usuarios, de qué manera fue cargada la capas al mapa.

Posteriormente, el cliente respondió que el mapa con diferentes grupos de capas fue elaborado desde ArcGIS Pro y publicado en ArcGIS Online para proceder a crear la aplicación web en Experience Builder, dentro de la aplicación web se añadió el mapa junto con distintas herramientas que pueden utilizar los visitantes, entre ellas añadir una capa, realizar una medición de distancia, crear polígonos de análisis del sistema expuesto, cambiar el mapa base, etc.

Con el fin de brindar una atención más personalizada se ofreció asistencia remota al cliente, en la sesión se revisaron las configuraciones del atlas con el objetivo de comprender su organización y estructura. Esta evaluación ayudó a identificar el problema, al cargar la capa no fue agrupada correctamente y se encontraba de forma independiente, por lo que al activar o desactivar la visualización de los grupos de capas, esta seguía apareciendo en el Atlas de Riesgo. Para resolver el problema, se siguieron una serie de pasos que permitieron agrupar la capa a un grupo ya existente y correspondiente al fenómeno al que pertenece dicha capa.

Existen casos de soporte técnico que requieren atención con respecto a la instalación, cierres inesperados o mal funcionamiento de los productos de ESRI, para los cuales también se brinda asistencia sobre la funcionalidad de distintos flujos de trabajo que permitan hacer más eficiente la visualización y organización del contenido mostrado en las vistas de mapa.

#### 5.1.4. Caso 4. Servicios Web Map Services (WMS)

Otra de las entidades federativas a las cuales se le ha brindado soporte técnico es al Gobierno de otra entidad federativa, el cual cuenta con un Atlas de Peligros y Riesgos del Estado que se encuentra publicado y disponible en una aplicación web creada en ArcGIS Experience Builder, entre las diversas situaciones que pueden ocurrir solicitaron asesoría con relación a la carga de capas en su Atlas Estatal de Riesgo.

Dentro de una aplicación web existe un mapa web publicado en ArcGIS Online, este se conforma de una o más capas que provienen de distintas fuentes, tales como datos abiertos en diferentes formatos como imágenes, shapefile, tabulados o servicios de tipo Consorcio Geoespacial abierto (OCG, por sus siglas en inglés).

Los OGC consisten en la entrega de servicios en formatos de tipo: imágenes de mapas o entidades, alojados en los sitios web de distintas organizaciones, agencias de investigación como Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) que facilitan el intercambio de información geográfica concernientes a diversos temas como población, agua, minerales, petróleo, gas, nubosidad, entre otros.

La ventaja de estos servicios es que podemos cargarlos como capas en un mapa web, sin que estas ocupen almacenamiento en nuestra organización, sin embargo, no es posible modificar las configuraciones de visualización como filtrar datos, cambiar simbología, editar atributos, tampoco pueden ser modificados los elementos de la capa o exportados.

Entre la variedad de servicios tipo OGC que pueden publicarse se destaca el Servicio Web de Mapas de OGC (WMS), que consiste en la publicación de imágenes georreferenciadas, si estas se encuentran en conjunto, se pueden crear animaciones que emulan el movimiento de los fenómenos tales como nubosidad, precipitación, movimiento del aire, agua o nieve.

El área de Coordinación Estatal de Protección civil buscó implementar en el Atlas Estatal una capa animada WMS de imágenes con nubosidad en un mapa web de ArcGIS Online que complementa la información sobre riesgo de fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo, no tuvieron éxito en configurar el servicio y verlo como una animación en el mapa, solo lo veían como una imagen sobrepuesta, por lo que recurrieron al área de soporte técnico para que se le auxilie en la visualización de animaciones al cargar un servicio tipo WMS.

Desde soporte técnico el primer contacto que se realizó con el cliente fue a través de una serie de preguntas que nos permitieran conocer más sobre el tipo de

archivo que se carga en el mapa web, si existía algún mensaje de error o advertencia que indique no se va a poder visualizar como una animación, quién es la institución que publica el servicio, la fecha en que fue publicado el servicio, el protocolo de seguridad del servidor, es decir, si la página contaba con un protocolo HTTP o HTTPS.

El cliente respondió a las preguntas indicando que los datos del servicio son obtenidos de la USGS publicados en el año 2023, y que al cargar el servicio no marcó ningún error o advertencia, solo se observaba como una imagen y no permitía el acceso a las configuraciones de animación en ArcGIS Online.

Algunas veces en los diagnósticos y pruebas que se llevan a cabo en el área se busca replicar lo que el cliente quiere realizar, utilizando los mismos productos que los clientes y de ser posible, la misma información en caso de que esté disponible públicamente. Así que realizamos un mapa web en donde cargamos diferentes servicios de tipo WMS, entre ellos el de USGS, lo que nos permitió detectar la situación y buscar la documentación que indique de qué manera funcionan las animaciones en dicho mapa.

El problema radicaba en la compatibilidad en la visualización de los tipos de elementos y el producto de ArcGIS en donde se carga la información, ya que actualmente ArcGIS Online no cuenta con la capacidad de reproducir animaciones en un mapa web desde un servicio de tipo OGC. Sin embargo, se le proporcionaron opciones al cliente acerca de la visualización de imágenes con animación como intentar otros tipos de archivos o consultar datos publicados directamente por ESRI.

#### 5.1.5. Caso 5. Exportar imágenes a KMZ

Entre los distintos casos a los que damos soporte también se atienden solicitudes de información sobre diferentes herramientas que ayuden a optimizar y

obtener mejores resultados con la información procesada, entre ellos, la conversión de tipo de archivos para acceder desde otras aplicaciones.

Una empresa minera que tiene diferentes datos sobre diversos temas como la exploración de yacimientos, el seguimiento de la producción, y el monitoreo ambiental. En este caso, el cliente solicitó ayuda para exportar unas capas de tipo ráster tomadas por un dron en una alta calidad, Estos archivos pueden alcanzar tamaños de hasta 20 GB lo cual puede ralentizar el rendimiento del equipo y consumir muchos recursos.

Para solucionar este problema, recibimos la solicitud del cliente, analizamos el problema específico con la información proporcionada y procedemos a realizar distintas pruebas con diferentes formatos de archivo como TIFF, PNG, JPEG y modificando diferentes parámetros como la resolución y el tipo de compresión que nos ayude a encontrar el equilibrio óptimo entre calidad y tamaño.

La herramienta que sugerimos utilizar es Capa a KML y modificar los parámetros de escala de la capa, tamaño de la imagen en pixeles y resolución de imagen de salida en puntos por pulgada (DPI) para asegurar un buen funcionamiento de los archivos exportados y su comportamiento dentro de otras aplicaciones, para cerciorarnos de que es posible cumplir el objetivo con esa herramienta, ya que dentro del área no podemos proporcionar información personalizada a las necesidades del cliente, solamente brindar una orientación detallada sobre cómo utilizar las herramientas disponibles para lograr sus objetivos. La habilidad para comprimir y convertir archivos sin perder calidad es importante en la implementación de SIG dentro de una organización.

### 5.1.6. Caso 6. Herramienta Análisis de agrupamiento

En algunas ocasiones atendemos casos relacionados con la actualización de herramientas entre los diferentes softwares de ESRI, como ArcMap y ArcGIS Pro. Un ejemplo de esto es el caso de una universidad que solicitó información sobre una herramienta de ArcMap que permite agrupar valores y buscaban implementar esta funcionalidad en ArcGIS Pro.

Debido a que ArcGIS Pro es un software más actual y avanzado, la herramienta ha sido modificada y ahora se ha convertido en un par de herramientas llamadas Clustering Multivariante y Clustering Multivariante Restringido Espacialmente. Estas nuevas herramientas ofrecen funcionalidades mejoradas y parámetros adicionales que no estaban disponibles en la versión de ArcMap.

Realizamos una serie de pruebas para ajustar el comportamiento de las nuevas herramientas en ArcGIS Pro, y asegurar que los parámetros y los resultados obtenidos fueran lo más similares posible a los de ArcMap. Esto implicó una comprensión profunda de ambos softwares y traducir las funcionalidades de una versión a la otra.

Por este tipo de casos radica la importancia de estar constantemente actualizado con las últimas versiones de software y herramientas de los sistemas de información geográfica (SIG).

## 5.2. Capacitación

Como capacitadora en la empresa SIGSA, he impartido diferentes cursos a distintas instituciones en distintas áreas de conocimiento dentro de los SIG como: Mapeo, Visualización, Edición y Geoprocesamiento, Compartir y colaborar, etc.

- Algunos de los cursos de los cuales soy responsable son:
- ArcGIS Pro: Flujos de trabajo esenciales
- Análisis Espacial con ArcGIS Pro
- Mapeando y Visualizando Datos en ArcGIS
- Creando Scripts de Python para ArcGIS Pro
- Recolección y Gestión de Datos de Campo Utilizando ArcGIS
- Análisis de Imágenes en ArcGIS Pro
- Migrando de ArcMap a ArcGIS Pro
- Trabajando con ArcGIS Dashboards

En estas capacitaciones se imparten a distintas instituciones del sector público como Servicio Geológico Mexicano, Gobierno de Puebla, Pemex, etc, y sector privado como: Equinox Gold Corporation, Engie, Grupo México a distintas áreas como: exploración de recursos, analistas SIG.

Actualmente las empresas e instituciones buscan tener la información no solo en bases de datos tabuladas si no también representar su información de manera espacial y para esto se requieren distintas habilidades que se agrupan en cuatro clasificaciones: Gestión de la información, Visualización y edición de datos, Análisis espacial, y Compartir información.

### 5.2.1. Capacitación en Gestión de la información

Dentro de este grupo de cursos se enseña a los inscritos al curso el tipo de datos que existen para leer en un SIG, captura de información con calidad al implementar subtipos y dominios, filtrar datos, consultar información, relacionar fuentes de información, lectura de tablas de atributos, además de aplicar métodos que aseguren la consistencia y precisión de los datos.

Es importante tener en cuenta el rol asignado en la organización ya que de este dependerá las funcionalidades a las que tendrá acceso como: la administración de permisos sobre creación, edición o vista de la información según el tipo de cuenta de ArcGIS que tengan en su organización ya que de esta depende configurar y gestionar permisos de acceso que aseguran que solo los usuarios autorizados puedan ver o editar ciertos datos, lo cual proporciona seguridad de la información. Este tipo de cursos es esencial para una mejor organización y utilización de los recursos geoespaciales.

### 5.2.2. Capacitación en Visualización y edición de datos

Una vez que los datos han sido cargados, para entender y presentar la información cargada en un SIG, es necesario aplicar una simbología, etiquetas adecuadas que ayuden a comprender la información. La simbología permite diferenciar y clasificar visualmente los diferentes elementos y sus atributos, las etiquetas, proporcionan información adicional directamente en el mapa, destacando nombres, valores numéricos, y otras características relevantes que ayudan a entender mejor la clasificación y jerarquía de los datos.

En ciertas ocasiones es necesario realizar ediciones y actualizaciones de datos espaciales, debido a diversos factores como errores en la captura de datos, reorganización de la información dentro de la tabla de atributos y en ocasiones se

requiere editar la geometría de los elementos utilizando herramientas de edición cartográfica para mejorar la interpretación y presentación de la información.

Estos cursos tienen el objetivo de impartir estas capacitaciones a los usuarios a elegir la mejor forma de presentar los resultados con los colores, fuentes y tamaños adecuados además de mostrar cómo crear mapas y visualizaciones que ayuden a comunicar los resultados obtenidos de distintos análisis con la información de la organización de manera clara y precisa.

La carga y el manejo de datos dentro de un SIG conllevan la recopilación de información la edición y actualización de datos, aplicar simbología y etiquetado adecuado para una presentación de datos óptima en distintas aplicaciones de ArcGIS como MapViewer, ArcGIS Pro, Dashboards, Experience Builder.

### 5.2.3. Capacitación en Análisis espacial

Una vez que los datos han sido cargados y son entendibles, podemos realizar análisis espaciales que permiten extraer información valiosa. Existen seis distintos tipos de análisis puede ser estadístico, tridimensional (3D), de proximidad, de superposición, de imágenes, análisis de redes y temporales, cada uno permite obtener perspectivas diferentes de la información.

Para realizar estos análisis, existen diferentes herramientas, parámetros y entornos dentro de la configuración a nivel aplicación y de herramienta específica, que ayudan a entender la relación entre los elementos, búsqueda de patrones, tendencias y evolución de distintos fenómenos a través del tiempo. Existen diversas herramientas que nos ayudan a entender la relación espacial de los datos y su comportamiento estadístico tomando en cuenta la cercanía con los valores vecinos.

En estas capacitaciones los usuarios aprenden a elegir las herramientas, configurar y ejecutar distintos tipos de análisis y las bases teóricas detrás de estas herramientas, los ejercicios permiten observar la ejecución y el comportamiento de la herramienta con ciertos parámetros ajustados. Lo cual refuerza su comprensión teórica y brinda la experiencia práctica necesaria para aplicar estos análisis en situaciones reales aplicadas a su entorno laboral.

#### 5.2.4. Capacitación para Compartir información

Posterior a los análisis de información realizados es importante compartir dicha información dentro de una organización o con el público en general. Esto puede ser necesario por distintas razones como la colaboración entre equipos de trabajo, la presentación de resultados, o consulta de información obtenida, para realizar se utiliza existen diversas aplicaciones como diseño de mapas para impresión desde ArcGIS Pro, ArcGIS Dashboard, StoryMaps, Aplicaciones web o dentro de una estructura de ArcGIS Enterprise. Compartir información geoespacial es muy importante y permite maximizar el valor de los análisis realizados en un SIG.

#### 5.2.5. Migrando de ArcMap a ArcGIS Pro.

En este curso que pertenece al grupo de gestión de la información, uno de los objetivos principales fue ayudar a los participantes a iniciar su transición de ArcMap a ArcGIS Pro, ayudando a una comprensión integral del software a través de diversos capítulos, las habilidades aprendidas son:

- Introducción a ArcGIS Pro: Ofrecer un acercamiento inicial a la interfaz, herramientas básicas, gestión de proyectos, mapas y diseños de mapas para impresión.

- Gestión de datos espaciales: Técnicas para importar, organizar y administrar diferentes conjuntos de datos geoespaciales y tabulares.
- Análisis espacial: Método para realizar análisis espaciales con las herramientas de geoprocésamiento, como modelos de elevación y análisis de redes.
- Edición y visualización: Herramientas de creación y edición de mapas y escenas 3D, aplicando simbología y etiquetado personalizado.
- Compartir resultados: Configuración de proyectos para la colaboración y distribución de datos a través de plataformas web.

Este curso permitió a los asistentes familiarizarse con ArcGIS Pro y aprender nuevos métodos para su uso en exploraciones geológicas y reportes técnicos dentro de la organización.

#### 5.2.6. Análisis espacial con ArcGIS Pro

Este curso de análisis espacial se enfocó preparar datos y elegir las herramientas adecuadas para el análisis, examinar entidades y patrones de distribución, cuantificar patrones espaciales y analizar cambios a lo largo del tiempo, así como utilizar técnicas de interpolación y análisis de regresión para explicar y predecir patrones en las diferentes áreas.

Preparación de datos y selección de herramientas: Evaluar la calidad de los datos, corregir errores y configurar las proyecciones adecuadas para asegurar la precisión en los análisis. La selección de herramientas y configuraciones apropiadas es esencial para obtener resultados significativos. Entre los datos utilizados por una empresa minera están relacionados con formaciones litológicas, registros de perforaciones y datos sísmicos.

Examinación de entidades y patrones de distribución: Estas herramientas de análisis espacial nos permitieron visualizar la distribución de las formaciones rocosas y evaluar su accesibilidad y viabilidad para la explotación. Los participantes aprenden a utilizar modelos digitales de elevación y técnicas de análisis de visibilidad para evaluar el impacto de las formaciones geológicas en la superficie.

Cuantificación de patrones espaciales: Cuantificar patrones espaciales utilizando estadísticas espaciales ya que esta sección incluyó técnicas para analizar la distribución de distintos eventos, cuantificar su densidad y distribución, se aplican análisis de puntos calientes para identificar áreas con una alta concentración de eventos significativos. Analizar cambios a lo largo del tiempo, lo que es vital para comprender la evolución de una región y prever futuras actividades.

Interpolación y análisis de regresión: Mediante el uso de técnicas de interpolación y análisis de regresión para explicar y predecir distintos patrones. Aprendimos a utilizar métodos de interpolación, como kriging e IDW (Inverse Distance Weighting), para estimar valores en áreas no muestreadas basados en datos de puntos conocidos. El análisis de regresión nos permitió identificar relaciones causales entre diferentes variables y utilizar estas relaciones para predecir cambios futuros en los patrones de los datos.

#### 5.2.7. Trabajando con ArcGIS Dashboards

Los objetivos principales de este curso del grupo fueron agregar datos de múltiples fuentes a un dashboard, agregar y configurar sus diferentes elementos, administrar la visualización de datos y crear un impacto visual utilizando expresiones de ArcGIS Arcade para finalmente, compartir el dashboard con el público objetivo, las habilidades desarrolladas por los participantes son:

- Crear un mapa con las etiquetas y simbología adecuada: Agregar capas de información a un mapa que permita ser utilizado dentro de un dashboard
- Agregar datos de múltiples fuentes: Trabajar con datos de distintas fuentes como Living Atlas, capas de información que se encuentran dentro de la organización, así como filtro de información y configuración de los campos y cálculos que serán ejecutados para mostrar en los distintos elementos.
- Configuración de elementos del dashboard: Configurar los distintos elementos que componen un dashboard, como mapas, gráficos, indicadores, medidores, tablas y listas, así como configurar una interacción entre estos distintos elementos, que permiten a los usuarios explorar datos geoespaciales en detalle.
- Administración de la visualización de datos: Crear expresiones que ajustan dinámicamente la presentación de los datos basados en condiciones específicas definidas por consultas de definición, mejorando la claridad del dashboard, para transformar datos crudos en visualizaciones fáciles de entender.
- Compartir el dashboard con el público objetivo y configurar una vista para dispositivos móviles: Configurar permisos y accesos para asegurar que la información llegue al público objetivo exploramos las opciones de publicación y compartir dentro de la plataforma ArcGIS, asegurando que los dashboards sean accesibles a través de diversos dispositivos y plataformas.

Esto permite a los participantes visualizar y analizar los datos de manera más eficiente, identificando patrones y tendencias que pueden influir en la toma de decisiones. Por ejemplo, al observar proyectos de exploración geológica, los dashboards pueden mostrar datos de análisis de muestras y modelos geológicos en una sola plataforma interactiva.

#### 5.2.8. Desafíos de las capacitaciones

Uno de los mayores desafíos en la capacitación es adaptar el contenido del curso a los diferentes niveles de experiencia y perfiles técnicos de los usuarios. Dentro de las habilidades para superar estos retos, interactúo con los estudiantes para evaluar y reconocer su nivel de conocimiento y sus expectativas. Esto permite una adaptación adecuada de los materiales, ajustando la teoría y los ejercicios planteados según la experiencia y especialización del grupo. Dado que las capacitaciones se imparten a distintas instituciones, el área de conocimiento varía y abarca distintos temas.

Posterior al curso si individualmente los participantes lo solicitan, he brindado asesorías con respecto a la aplicación o ejecución de herramientas o temas estudiados en el curso.

### **5.3. Análisis de datos en el contexto de un SIG**

#### **5.3.1. Limpieza del DENUÉ**

Una de las actividades que he llevado a cabo durante el tiempo que llevo laborando en SIGSA, he desarrollado la limpieza de datos geospaciales para diferentes usos especialmente en mapas en línea y análisis espaciales, entre ellos, análisis de negocios (Business Analysis), este tipo de análisis implica cargar diversas capas de información sobre diversos temas como demografía, socioeconomía, acceso a servicios y unidades económicas en zonas específicas, para obtener una visión integral y detallada que ayude a la toma de decisiones empresariales y gubernamentales.

Aunque el proceso de limpieza de datos puede parecer sencillo, es importante asegurar que la información sea compatible y tenga coherencia, para eso se realizan distintos procesos que permitan homologar la información, entre estos procesos se realiza la creación y edición de campos, en el tipo de datos, la modificación de mayúsculas y minúsculas, entre otros y cada uno de estos pasos es fundamental para garantizar la integridad y asegurar que los datos serán de utilidad en los análisis posteriores.

Una de las capas fundamental para realizar análisis espacial de negocios es el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), donde se ofrecen los datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional, actualizados, fundamentalmente, en el segmento de los establecimientos grandes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2024b) . Estos datos se encuentran agrupados por claves según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), que es la base para la generación, presentación y difusión de todas las estadísticas sobre actividades económicas del

país, su adopción por parte de las Unidades del Estado permitirá homologar la información económica que se produce en el territorio mexicano, y contribuirá a la comparabilidad de esta en la región de América del Norte (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023).

### 5.3.2. Procesos de Carga y Limpieza de Datos

El manejo adecuado de datos abiertos es esencial en los SIGs. Este proceso comienza con la consulta y descarga de datos del INEGI, seguido de la verificación de las coordenadas para asegurar su integridad. Se utilizan scripts en Python para estandarizar el formato de los datos y se concatenan campos para crear direcciones precisas de las unidades económicas, además de añadir campos en inglés para ampliar la accesibilidad de la información. Finalmente, toda la información se integra en una Geodatabase en forma de feature class, lo que permite un manejo eficiente de los datos.

- Consulta y descarga de datos abiertos: para cargar estos datos realizamos una serie de procesos comenzando por la consulta de datos abiertos dentro de INEGI para el semestre correspondiente, mayo o noviembre, una vez que se realizó la descarga.
- Verificación de campos de coordenadas: una vez descargados los datos, verificar en cada una de las capas de la clasificación que no haya celdas con latitud o longitud vacías y revisar el sistema de coordenadas en que fue capturada la información, en caso de que sea necesario se realizan proyecciones de sistemas de coordenadas que se adapten a las demás capas con las que también se trabajará.
- Modificación de mayúsculas y minúsculas: mediante un script de Python, se modifican las mayúsculas y minúsculas de algunos campos. Este script

permite editar capa por capa y campo por campo, asegurando que todos los datos tengan un formato uniforme.

- Concatenar campos: Se concatenan campos mediante la calculadora de campos para crear direcciones y referencias del domicilio de cada unidad económica. Esto facilita la localización y el análisis posterior de los datos
- Agregar campos para su consulta en inglés: Finalmente, se agregan campos adicionales mediante unión de tablas para que la información pueda ser consultada también en inglés, ampliando así el alcance y la accesibilidad de los datos.
- Finalmente, al tener cada una de las capas de la clasificación SCIAN es necesario unir la información para tener todas las unidades económicas dentro de una Geodatabase en forma de feature class.

Al aplicar estas técnicas he desarrollado la capacidad de manejar datos de manera eficiente y precisa lo cual es una habilidad que puede ser aplicada en una amplia variedad de contextos dentro de la ingeniería geológica y más allá.

### 5.3.3. Censo de población

Entre otras de mis actividades es realizar una revisión y unión de tablas con la información del censo de población y el marco geoestadístico de 2020, con la finalidad de proporcionar información demográfica y poder realizar análisis espacial con dicha información a fin de contribuir a la sociedad.

El primer paso es descargar la información del marco geoestadístico y realizar una revisión de información sobre las distintas capas de información espacial a nivel de área geoestadística: entidad, municipio, localidad y AGEB. La información por identificar es:

- Tipos de campos: Asegurar que los campos de las tablas de información sean compatibles en el tipo de dato como tipo texto, numérico que nos permitirá realizar la homologación de tablas.
- Identificadores: Verificar que las claves geográficas estén presentes, y realizar una concatenación de campos para facilitar la unión de tablas.
- Clasificación: Determinar si las áreas son rurales o urbanas, dependiendo el nivel al que se esté realizando la verificación de los datos.

Posteriormente se descarga el censo en sus dos niveles: ITER (Información Territorial Estadística y Representativa) y AGEB rural, es importante realizar una revisión detallada de ambas tablas:

- Tabla ITER que contiene información de ubicación en forma de latitud y longitud en sistema de coordenadas WGS 1984.
- Tabla AGEB rural no tiene información de ubicación, pero sí tiene columnas con claves geográficas como clave de entidad, municipio, localidad y manzanas.

Posteriormente Se deben editar los campos para crear las claves geográficas necesarias que permitirán la unión de tablas de atributos con tablas de información no espacial. Se debe verificar que exista una homologación de información que debe asegurar que las claves geográficas sean las mismas para las diferentes tablas, en caso contrario se deben crear las claves geográficas para generar campos combinados que faciliten la unión de tablas, como concatenación de entidad, municipio, localidad y manzanas

Dentro de la tabla ITER existen celdas marcadas con un asterisco (\*) el cual significa que, por protección de la privacidad, no se puede publicar el grupo de edad

de la población debido a que son pocas personas, por lo que se debe realizar un remplazo de información.

Debido a que estos valores en asterisco no muestran información en la tabla del censo original, mediante una tabla dinámica se calculan los valores faltantes para obtener el total reportado en la suma de población total, población femenina y masculina. Así pues, la población total se calcula como la suma de las entidades, que a su vez se componen de municipios, localidades y AGEB.

Una vez que se ha completado la limpieza y preparación de los datos, se procede a la unión de tablas. Este paso permite acceder a la información sociodemográfica del territorio nacional en diferentes áreas estadísticas, la unión de tablas de combinan las tablas de información espacial con las tablas de información no espacial utilizando las claves geográficas creadas y verificadas, para proporcionar el acceso a información sociodemográfica Facilitar el acceso a datos demográficos detallados, permitiendo análisis espaciales precisos y completos.

La capacidad de manejar datos de manera eficiente y precisa es importante para la evaluación de recursos, la planificación de proyectos, estas habilidades contribuyen a una mejor comprensión y gestión de los recursos naturales y al desarrollo sostenible de la sociedad.

## **6. Experiencia Profesional en Ingeniería Geológica: Perspectiva como Egresada de la UNAM**

### **6.1. Fortalezas del perfil del ingeniero geólogo**

Durante mi formación en la Facultad de Ingeniería, y dentro del plan de estudios 2016, existieron distintas materias que han tenido un impacto significativo en mi carrera como analista SIG. Por un lado, he encontrado que es de fundamental importancia en el ejercicio de mis labores diarias el dominio de una gran variedad

de conceptos que se enseñan en asignaturas del área de Ciencias Básicas, particularmente de Geometría Analítica, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística, Ecuaciones Diferenciales y Análisis Numérico. Desde mi perspectiva, la importancia de un dominio adecuado de los conceptos abordados en estas materias permite hacer una representación adecuada de los datos, así como la generación de modelos estadísticos y regresiones, así como predicciones.

En lo que respecta al área de Ciencias de la Ingeniería, he encontrado que los conocimientos adquiridos en la materia de Geología de Campo y Cartografía me ha sido de vital importancia para la adquisición de datos en campañas de campo, así como para el análisis de datos. Esta ha sido una fortaleza que identifico que me ha sido de gran ayuda con respecto a otros profesionistas. Igualmente, encontré que para clientes de la industria minera ha resultado de gran ayuda el *expertise* que les puedo brindar por lo que aprendí en la materia de Geoquímica, ya que tienen gran interés en la recopilación y manejo de este tipo de datos. Otra materia que he identificado con un gran potencial de aplicación en la industria es la de Prospección Geofísica y Registros en Pozos, ya que para la industria petrolera y la relacionada con recursos hídricos se necesita un conocimiento de los tipos de datos que se pueden integrar a un SIG.

Entre las materias del grupo Aplicadas a Ingeniería, Sistemas de Información Geográfica ha sido directamente aplicable a mi trabajo diario. En esta asignatura, aprendí a utilizar las herramientas y técnicas que ahora empleo para la creación y manejo de bases de datos espaciales, la integración de distintas fuentes de datos y la realización de análisis espaciales. Este conocimiento me ha permitido no solo entender las necesidades de los usuarios, sino también diseñar y desarrollar soluciones que optimizan el uso de la tecnología SIG en diversas industrias.

Por otro lado, la asignatura de Geoestadística ha sido fundamental para la interpretación y análisis de datos espaciales. Los conceptos aprendidos sobre variogramas, interpolación y modelos estadísticos espaciales son herramientas que utilizo regularmente en temas que requieren la predicción de distintos fenómenos o evaluación de riesgos. Esta materia me dio una ventaja al realizar análisis que requieren una mayor comprensión de la distribución espacial y la variabilidad de los datos, lo que fue esencial para ofrecer soluciones a los clientes.

Riesgo Geológico me ha brindado las bases necesarias para evaluar y gestionar los riesgos asociados con fenómenos naturales y sociales. En mi trabajo, he podido aplicar este conocimiento para asesorar a clientes en la identificación y mitigación de riesgos dentro de un Atlas de Riesgos mediante el uso de SIG. Entender cómo estos riesgos se distribuyen espacialmente y cómo pueden afectar a infraestructuras y comunidades.

Geología Aplicada a la Ingeniería Civil ha sido fundamental para comprender la interacción entre las estructuras geológicas y las obras civiles, como puentes, túneles y presas. Este conocimiento me ha permitido interactuar con diferentes tipos de archivos de datos como .dwg, .kml, .shp, etc. que capturan la estabilidad de suelos y la resistencia de materiales. Por ejemplo, en proyectos donde se necesita evaluar la viabilidad de construir en terrenos específicos.

La asignatura Hidrogeología me proporcionó herramientas para analizar y modelar el comportamiento del agua subterránea, un recurso visto en muchos proyectos de ingeniería y medioambientales. La capacidad de realizar la cartografía de acuíferos, simular flujos de agua subterránea y analizar la contaminación potencial de las fuentes de agua me ha permitido entender proyectos relacionados con la gestión del agua y la protección del medio ambiente. Este conocimiento ha sido

especialmente útil en recomendación de herramientas de análisis espacial donde se requiere evaluar la disponibilidad de recursos hídricos o el impacto de proyectos industriales sobre los acuíferos.

Geología Aplicada a la Ingeniería Civil ha sido crucial para comprender la interacción entre las estructuras geológicas y las obras civiles, como puentes, túneles y presas. Este conocimiento me ha permitido aplicar criterios geotécnicos en la creación de modelos SIG que analizan la estabilidad de suelos y la resistencia de materiales. Por ejemplo, en proyectos donde se necesita evaluar la viabilidad de construir en terrenos específicos, el entendimiento de los tipos de rocas y su comportamiento ante cargas estructurales me ha permitido generar mapas de riesgo que son fundamentales para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura.

Ambas materias han fortalecido mi capacidad para ofrecer soluciones técnicas y prácticas en proyectos que involucran tanto el análisis de riesgos geológicos como la gestión sostenible de los recursos hídricos.

## **6.2. Retos superados y ventanas de oportunidad**

En mi experiencia laboral dentro de la empresa, he tenido la necesidad de desarrollar habilidades que no forman parte del plan de estudios de la carrera Ingeniería Geológica, pero que son fundamentales para el trabajo que realizo. Estas habilidades están más alineadas con perfiles de otras disciplinas, como Ingeniería Informática, Ingeniería Geomática, o Licenciatura en Geografía, y han sido necesarias para complementar mi formación y desempeño profesional. A continuación, se mencionan algunos ejemplos.

### 6.2.1. Implementación de servicios en ArcGIS Enterprise y privacidad de la información

Una de las áreas clave en las que he tenido que capacitarme es en la implementación de servicios para ArcGIS Enterprise. Este proceso implica configurar y conectar servidores a los que ArcGIS se vinculará para cargar y gestionar la información. Además, he aprendido sobre temas de privacidad de la información y seguridad informática, asegurando que los datos se manejen de manera segura.

### 6.2.2. Manejo de diversos tipos de archivos y codificación

En mi trabajo, constantemente me encuentro con archivos que pertenecen a software con el que no estaba familiarizada o que están codificados de manera específica, lo que requiere ciertos ajustes para poder abrirlos y editarlos. Esto me ha llevado a aprender sobre distintos formatos de datos, conversiones y herramientas que permiten una lectura y manipulación adecuada de la información, algo que no se lleve a profundidad durante mi formación académica.

### 6.2.3. Adquisición y manejo de información topográfica

Aunque durante la carrera adquirí conocimientos sobre la manipulación de distintos tipos de información y fuentes, me encontré con la necesidad de profundizar en la adquisición de datos topográficos, un área que no estudié formalmente. Esto ha incluido aprender sobre la obtención de datos mediante levantamientos topográficos, el uso de drones, y la integración de estos datos en un SIG para su análisis

En ciertas ocasiones me realizan preguntas sobre cómo se obtiene la información de distintos tipos, entre ellos información topográfica y, si bien, dentro

de la carrera aprendemos a manipular distintos tipos y fuentes de información, la adquisición de este tipo de datos no es un área que estudiemos.

#### 6.2.4. Programación, automatización y gestión de sistemas operativos

Otro aspecto fundamental ha sido la necesidad de adquirir habilidades en programación y automatización, especialmente en entornos Linux y Windows. Además, en ocasiones, es necesario automatizar procesos de análisis o personalizar configuraciones mediante la modificación de carpetas y scripts en la línea de comandos.

ArcGIS permite la integración con otros entornos o software, como Python o R, lo que amplía las posibilidades de análisis y personalización, requiriendo un conocimiento básico de estos lenguajes de programación.

#### 6.2.5. Tendencias actuales y futuras de la industria

En cuanto a las tendencias actuales en la empresa, he identificado una creciente necesidad de aplicar técnicas de Machine Learning y Deep Learning, que forman parte de un conjunto más amplio de metodologías conocidas como Inteligencia Artificial (IA). Estas técnicas están revolucionando el análisis de datos geoespaciales, permitiendo un procesamiento más sofisticado y eficiente de grandes volúmenes de información.

Particularmente, he tenido la oportunidad de aplicar Machine Learning y Deep Learning en la segmentación y clasificación de imágenes satelitales, así como en la detección automática de objetos dentro de estas imágenes. La segmentación facilita la identificación y diferenciación de distintas áreas o elementos dentro de una imagen, como cuerpos de agua, zonas urbanas, o vegetación, mejorando la precisión en la delimitación de características geográficas. La clasificación asigna categorías a

los píxeles de las imágenes, lo que permite crear mapas temáticos detallados y realizar análisis más profundos sobre el uso del suelo, cobertura vegetal, entre otros.

Este tipo de aplicaciones no solo mejoran la eficiencia en el procesamiento de datos, sino que también abren posibilidades para el análisis predictivo, que van a permitir anticipar tendencias y cambios en el entorno espacial.

#### 6.2.6. Habilidades blandas: comunicación y liderazgo

Por último, he desarrollado habilidades blandas como la capacidad de exponer y transmitir ideas. Estas habilidades son cruciales para la interacción con clientes y colegas, permitiéndome explicar conceptos técnicos de manera accesible para asegurar que los usuarios comprendan y puedan aplicar las soluciones geoespaciales en su contexto laboral.

Aunque la formación académica en la Facultad de Ingeniería en la carrera de Ingeniería Geológica me ha proporcionado una base sólida en ciencias de la tierra, mi experiencia laboral ha requerido que adquiriera nuevas habilidades y conocimientos en áreas que van más allá del plan de estudios, como la gestión de proyectos, el liderazgo e impartir capacitaciones. Estas competencias adicionales han sido fundamentales para mi desarrollo como analista SIG y capacitadora, permitiéndome guiar grupos y brindar soporte técnico de manera efectiva.

## **7. Conclusiones**

A lo largo de mi experiencia en el área de capacitación y Analista SIG de soporte técnico dentro de SIGSA, utilizando los recursos de ESRI, he aprendido que se requiere el dominio de habilidades técnicas como el análisis espacial, la gestión de bases de datos geoespaciales y el uso de herramientas de distintos tipos dentro

del software ArcGIS, para la correcta implementación de proyectos tanto en el ámbito público como privado.

Dentro de la implementación de proyectos en el sector público, he observado que es más importante integrar datos abiertos y cumplir con normativas específicas que aseguren la transparencia y accesibilidad de la información. En el sector privado, los proyectos suelen enfocarse en la optimización de recursos y la toma de decisiones estratégicas, donde la personalización y automatización de procesos geoespaciales en el menor tiempo posible son de suma importancia.

Uno de los principales retos en el desarrollo de proyectos SIG radica en la estandarización de formatos de datos y la interoperabilidad entre distintas plataformas, así como en la integración de datos desde múltiples fuentes, lo que puede influir en la precisión de los resultados.

Además, he desarrollado habilidades blandas, como la comunicación efectiva, ya que son fundamentales para transmitir los hallazgos de manera clara y comprensible, para facilitar la comprensión de temas técnicos dentro de las capacitaciones y flujos de trabajo adecuados a los clientes en soporte técnico.

En el futuro, la tendencia en la industria de los SIG apunta al uso de tecnologías avanzadas como Machine Learning y Deep Learning, que mejoran el análisis de grandes volúmenes de datos geoespaciales, permitiendo predicciones más precisas y la detección de patrones más complejos dentro de diversos sectores.

## 8. Referencias

- Acuerdo D.O.F. (2016). *ACUERDO por el que se emite la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos*. [D.O.F].
- Araneda C, E. (2002). Uso de Sistemas de Información Geográficos y análisis espacial en arqueología: Proyecciones y limitaciones. *Estudios atacameños*, 22, 59–75. <https://doi.org/10.4067/S0718-10432002002200004>
- Bolstad, P. (2016). *GIS fundamentals: a first text on geographic information systems*.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. L. C. D. (2015). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
- DeMers, M. (2009). *Fundamentals of Geographical Information Systems*. John Wiley.
- Elmasari, R., & Navathe, S. B. (2011). *Fundamentals of Database Systems* (6a ed.).
- ESRI. (1998, julio). *ESRI Shapefile Technical Description*. [https://downloads.esri.com/support/whitepapers/mo\\_/shapefile.pdf](https://downloads.esri.com/support/whitepapers/mo_/shapefile.pdf)
- ESRI. (2021). *¿Qué es SQL?* <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/using-sql-with-gdbs/what-is-sql.htm>.
- Facultad de Ingeniería, U. de la R. (2024). *Módulo 3 Componente espacial. Representación de elementos espaciales. Estructuras de datos espaciales*. . Taller de Datos Espaciales y Sistemas de Información Geográfica, 2024.
- Goodchild, M. (2000). The current status of GIS and spatial analysis. *Journal of Geographical Systems*, 2(1), 5–10. <https://doi.org/10.1007/S101090050022/METRICS>

- Google. (2024). *Keyhole Markup Language* | Google for Developers. <https://developers.google.com/kml?hl=es-419>
- Hernández, M., & Stolfo, S. (1998). Real-world data is dirty: Data cleansing and the merge/purge problem. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(1), 9–37. <https://doi.org/10.1023/A:1009761603038/METRICS>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023*. <https://www.inegi.org.mx/SCIAN/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024a). *Ayuda de formatos para descarga*. <https://inegi.org.mx/inegi/ayuda/formatos/mapas.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024b). *Directorio de empresas y establecimientos*. <https://www.inegi.org.mx/temas/directorio/>
- Olaya, V. (2009). Sistemas de Información Geográfica. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano, ISSN-e 1885-8104, N.º. 8, 2009 (Ejemplar dedicado a: Tecnologías de la información geográfica)*, 8, 15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3113707&info=resumen&idioma=SPA>
- Patrick J. (2002). *SQL fundamentals*. Prentice Hall, 834.
- Price D. (2009). *Engineering geology: principles and practice*. En *Engineering geology*. Springer. <https://doi.org/10.4324/9780429263125-12>
- Rodríguez R, & Olivella, R. (2009). *Introducción a los sistemas de información geográfica, septiembre 2009*. <http://hdl.handle.net/10609/53645>

Santos J. (2004). *Sistemas de información geográfica*.

Stephen Few. (2004). Dashboard Confusion. *Intelligent Enterprise*.  
[https://www.perceptualedge.com/articles/ie/dashboard\\_confusion.pdf](https://www.perceptualedge.com/articles/ie/dashboard_confusion.pdf)

Tomlinson, R. (2007). *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. ESRI Press.