



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Programa de Posgrado

T e s i s

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU APLICACIÓN EN LA
GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE PUEBLA

que para obtener el grado de
Maestría en Ciencias del Agua
(Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos)

presenta
Carlos Alberto De Gyves Gallegos

Tutor: M.C. José Alberto Balancán Soberanía



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Programa de Posgrado

Tesis

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU APLICACIÓN EN LA
GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE PUEBLA**

que para obtener el grado de
Maestría en Ciencias del Agua
(Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos)

presenta
Carlos Alberto De Gyves Gallegos

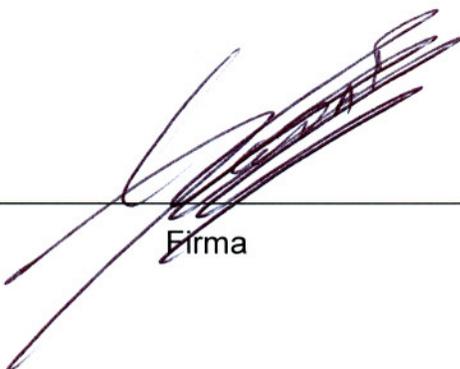
Tutor: M.C. José Alberto Balancán Soberanis

Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y como titular de los derechos moral y patrimoniales de la obra titulada "SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU APLICACIÓN EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE PUEBLA", otorgo de manera gratuita y permanente al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, autorización para que fijen la obra en cualquier medio, incluido el electrónico, y la divulguen entre su personal, estudiantes o terceras personas, sin que pueda percibir por tal divulgación una contraprestación.

CARLOS ALBERTO DE GYVES GALLEGOS

Jutepec, Morelos a 26 de Junio de 2012

Lugar y fecha


Firma

Dedicatoria

Denisse y Bebe

Gracias por comprender y permitirme el tiempo para culminar esta meta, gracias por quererme. Te amo. A ti Bebe, aunque aún no conozco el color de tus ojos o el timbre de tu voz, serás una alegría más para vivir.

Iván e Issa Krystel

Hijos, son y seguirán siendo tan importantes durante toda mi vida, los amo mucho. Gracias por prestarme el tiempo que les pertenecía para terminar.

Porque cada uno de ustedes ha representado las palabras de aliento o de alegría que he necesitado.

Agradecimientos

Tutor

M.C. José Alberto Balancán Soberanis

Gracias por tu invaluable apoyo, asesoría, dedicación, tu amistad; tus observaciones críticas; por invertir tu tiempo y conocimiento para ayudarme a completar este trabajo, sin ti no lo hubiera logrado.

Jurados

M.I. Ernesto Aguilar Garduño

M.C. Jorge Arturo Hidalgo Toledo

M.C. Jaime Velázquez Álvarez

Les agradezco su disposición permanente, su asesoría y colaboración, que me permitió mejorar la calidad de este trabajo.

M.C. Carlos Raúl Montaña Espinosa

Tocayo, gracias, tu asesoría, disponibilidad, experiencia y amistad que me has brindado, fueron fundamentales para realizar, revisar y concluir con los objetivos establecidos en este trabajo.

ÍNDICE

CAPITULO 1

1. Introducción
 - 1.1. Situación Actual y Futura de la información de aguas subterráneas en el Estado de Puebla
 - 1.2. Antecedentes
 - 1.3. Objetivos
 - 1.4. Marco teórico, legal y técnico

CAPITULO 2

2. Metodología
 - 2.1. Método
 - 2.2. Recopilación de información
 - 2.2.1. Información Cartográfica
 - 2.2.2. Información documental
 - 2.2.3. Información Complementaria (Asociada)
 - 2.3. Análisis
 - 2.4. Metadatos

CAPITULO 3

3. Implementación de la Geobase de datos de archivo (file geodatabase) del agua
 - 3.1. Estructura de la Geodatabase y la integración de la información
 - 3.2. Creación, Actualización y Complementación de la Geobase de datos de archivo (file geodatabase)
 - 3.3. Generación del proyecto MXD

CAPITULO 4

4. Sistema automatizado de análisis y consulta de información geográfica
 - 4.1. Propósito
 - 4.2. Plataforma y compatibilidad
 - 4.2.1. Servidores
 - 4.2.2. Intranet
 - 4.3. Archivos requeridos
 - 4.4. Acceso a la información con ArcReader y con la interface vía Intranet Institucional
 - 4.5. Aplicaciones de aguas Subterráneas y su interrelación con el Sistema
 - 4.6. Herramientas alternativas de Consulta y su aplicación (Google Earth, ArcGis 9.1, ArcGlobe).

CAPITULO 5

5. Resultados y Conclusiones
 - 5.1. Resultados
 - 5.2. Conclusiones
 - 5.3. Caso Práctico

Bibliografía

Anexos:

A Planos y mapas

B Generación de la Geodatabase

C Digitalización y Georreferenciación de Planos

D Definiciones de campos, formatos y ejemplos de los Metadatos en CONAGUA

E Procedimiento para conexión a la Geobase de Datos Institucional del Agua
(GEOAGUA) con Software ArcGis

F Caso Práctico

G Índice de figuras

H Índice de Referencias de Página

I Glosario

CAPÍTULO 1

Introducción

El presente trabajo fue realizado por y en beneficio de una mejor gestión integral del agua subterránea en el Estado de Puebla, para encontrar las soluciones que nos permitan implementar mejores manejos y delimitar una planeación estratégica acorde a las problemáticas existentes.

Se pone a disposición de los trabajadores de la CONAGUA este material existente en los archivos del área de aguas subterráneas de la Dirección Local Puebla, mediante el cual podrán acceder a su consulta a través del Sistema Intranet Institucional, logrando con ello una mejor comprensión de la situación actual de las aguas subterráneas de los acuíferos principales del Estado, cuyo recurso es materia primordial en el desarrollo económico del estado y en la implementación de políticas hidráulicas de operación.

Confiere un valor especial, dado que se trata del rescate histórico de la información oficial, su transparencia y permite una reflexión profunda sobre el tema agua. Se trata del primer esfuerzo para dar a conocer la importancia del agua subterránea a quienes son los responsables de administrarla y el beneficio secuencial que arrojaría ante la Sociedad en general su aplicación.

1.1 Situación Actual y Futura de la información de aguas subterráneas en el Estado de Puebla

El aprovechamiento de los recursos de agua subterránea en el Estado de Puebla, desde el punto de vista de su manejo, control y planeación de su uso, ha sido inadecuado y escaso, al igual que en muchos Estados a nivel nacional.



Figura 1.- Delimitación geográfica y Denominación de los Acuíferos del Estado de Puebla

Su diagnóstico nos muestra que, a pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años para lograr una correcta administración y manejo del recurso en tiempo y calidad, aún es necesario implementar medidas que faciliten la comprensión de que ésta es una responsabilidad de todos, que en algunos aspectos esta interacción entre Sociedad y Gobierno representa una dificultad para diseñar políticas hidráulicas de operación para su aprovechamiento.

La promoción de este documento permitirá a la autoridad mejorar el manejo y la administración de los acuíferos y otorgar mejores resultados a la sociedad, dado que por sus requerimientos de información técnica básica relativa a sus características hidrogeológicas, recarga, explotación, descarga natural, niveles, calidad del agua del subsuelo y la necesidad de realizar periódica, sistemática y prioritariamente la actualización de información, nos permitirá hacer las evaluaciones necesarias para ampliar y profundizar el conocimiento del recurso y mejorar su análisis, su potencial y limitaciones y las formas para su mejor gestión.

También es importante para la planeación del uso y disponibilidad del agua en el acuífero, así como la reglamentación donde se establezcan y se implanten medidas de control, orden y disciplina, con el propósito de buscar el desarrollo sustentable de la sociedad.

Acuíferos en el Estado de Puebla

El Estado de Puebla, cuenta con una superficie de 33,919 Km² de los cuales el 40% (13,517 Km²) es ocupada por los acuíferos mas importantes del territorio poblano, mismos que debido a sus características están sujetos a vedas de extracción de aguas subterráneas para su control y administración.

Esta Zona acuífera se localiza en la porción meridional y sureste del Estado, en la que se ubican los 5 acuíferos regionales, que poseen diferentes características geohidrológicas y de explotación con base en las unidades litológicas presentes en el subsuelo.

El resto del Estado contiene pequeñas zonas acuíferas con poca importancia geohidrológica, asimismo se encuentran en zonas de libre alumbramiento para la captación de aguas del subsuelo. Se han delimitado y denominado como acuíferos principalmente para fines del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), es decir para que aquellos pocos aprovechamientos subterráneos existentes se les pueda otorgar concesión o asignación de dichas aguas en caso de ser solicitados y sean inscritos para fines legales y administrativos de acuerdo a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

A continuación se describen de manera general las características geohidrológicas de cada uno de los acuíferos del Estado de Puebla:

Acuífero Valle de Puebla

Es una Zona acuífera que se encuentra dentro de la Cuenca Alta del Río Atoyac, compartido con el Estado de Tlaxcala. La red de flujo subterráneo en el Valle revela la recarga generada en la Sierra Nevada compuesta de los Volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl y la circulación del agua hacia el Río Atoyac, siendo un dren natural de descarga del acuífero. La profundidad del nivel estático alcanza valores superiores a los 150 m en los flancos de las sierras, mientras en el centro del valle entre San Martín Texmelucan–San Miguel Xoxtla, se encuentra a pocos metros de la superficie del terreno, lo que da lugar a una gran pérdida por evapotranspiración.

Éste acuífero esta sujeto a una explotación intensiva en el área urbana de la Ciudad de Puebla y su zona industrial ya que en esta zona se concentran 450 pozos, es decir el 40% del total de estos de todo el valle en un área de tan solo 130 km², donde se extrae un volumen que representa un poco mas del 50% del total aprovechable en todo el acuífero. Esto ha provocado una severa sobreexplotación con un impacto ambiental negativo cuyas principales manifestaciones son: el rápido descenso de los niveles del agua subterránea (1.0 m a 3.0 m por año), mayores niveles de bombeo, mayor

consumo de energía, reducción del gasto de los pozos profundos y el deterioro de la calidad del agua, entre otros efectos perjudiciales.¹

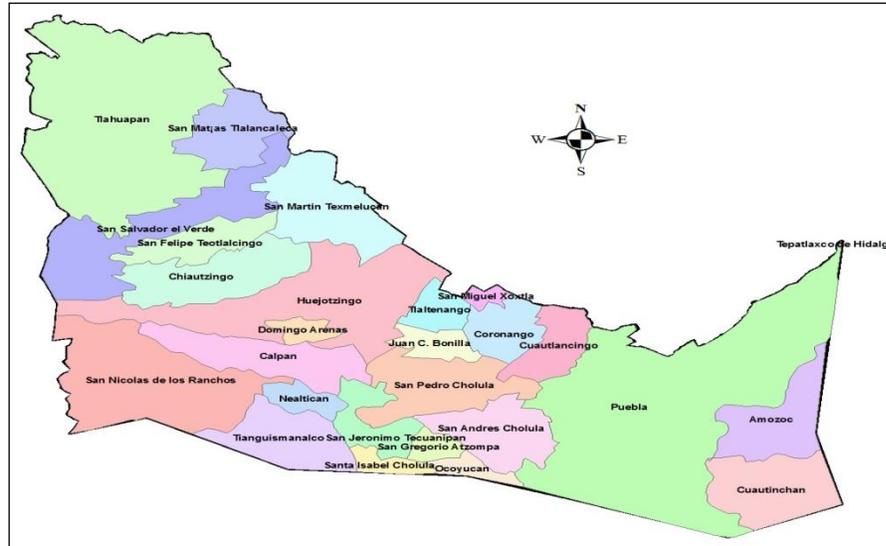


Figura 2.- Acuífero del Valle de Puebla y Municipios que lo conforman.

Valle de Atlixco-Izúcar de Matamoros

En esta Zona Acuifera, su área de recarga la constituye principalmente la infiltración en las laderas occidentales del Volcán Popocatepetl. Los niveles estáticos varían en promedio de 20 a 60 m en el Municipio de Atlixco, los más someros se localizan al sur de Izúcar de Matamoros donde se han detectado a profundidades hasta de 2 m.

A pesar del bombeo al que está sometido, a la irregular distribución de los aprovechamientos y a que se presentan áreas en las cuales se emplazan gran número de ellos, aún refleja una estabilización de niveles. Es importante mencionar que el agua extraída en este acuífero se utiliza principalmente en la actividad agrícola.²

¹ Actualización de la disponibilidad media del Acuífero del Valle de Puebla [20]

² Actualización de la disponibilidad media del Acuífero Valle de Atlixco-Izúcar de Matamoros [21]

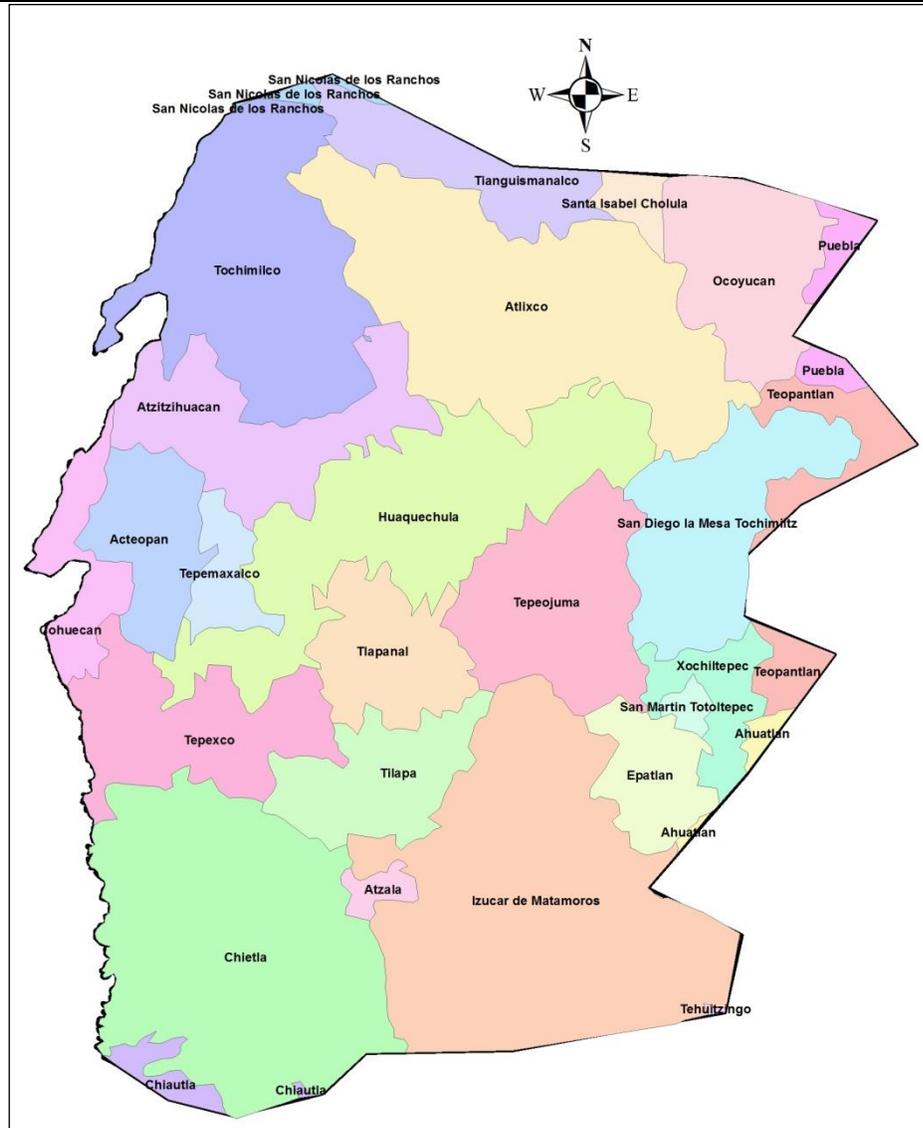


Figura 3.- Acuífero del Valle de Atlixco-Izúcar de Matamoros y Municipios que lo conforman.

Valle de Tecamachalco

La Zona Acuífera en referencia tiene una recarga principal producto del aporte de las estribaciones de la Sierra Negra, de la Sierra de Soltepec, del Volcán la Malinche y la Sierra de Cuesta Blanca.

A nivel regional este acuífero se encuentra sobreexplotado, es decir su extracción es mayor a su recarga; observándose un descenso progresivo en los niveles del agua subterránea, siendo en algunos casos hasta de 3.0 m por año, lo que ocasiona una disminución considerable de la cámara de bombeo de los pozos existentes, dando lugar a una baja de eficiencia en los equipos de bombeo, disminución del gasto de extracción, mayor consumo de energía y por ende un mayor costo de operación.

Dada la problemática que presenta el acuífero, la solución para mejorar las condiciones actuales de la agricultura no es a través de la perforación de nuevos pozos, ya que el acuífero ha llegado al límite de su potencial hidráulico, siendo lo más recomendable eliminar sistemas de riego obsoletos y hacer un uso eficiente del agua mediante el empleo de riegos presurizados. Con base a la condición geohidrológica, el acuífero se encuentra sobreexplotado por lo que técnicamente a los usuarios que solicitan nuevos aprovechamientos o incremento de volumen para todos los usos deberán adquirir derechos de aprovechamientos que se encuentren inscritos en el REPDA.³

³ Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero Valle de Tehuacán [17]

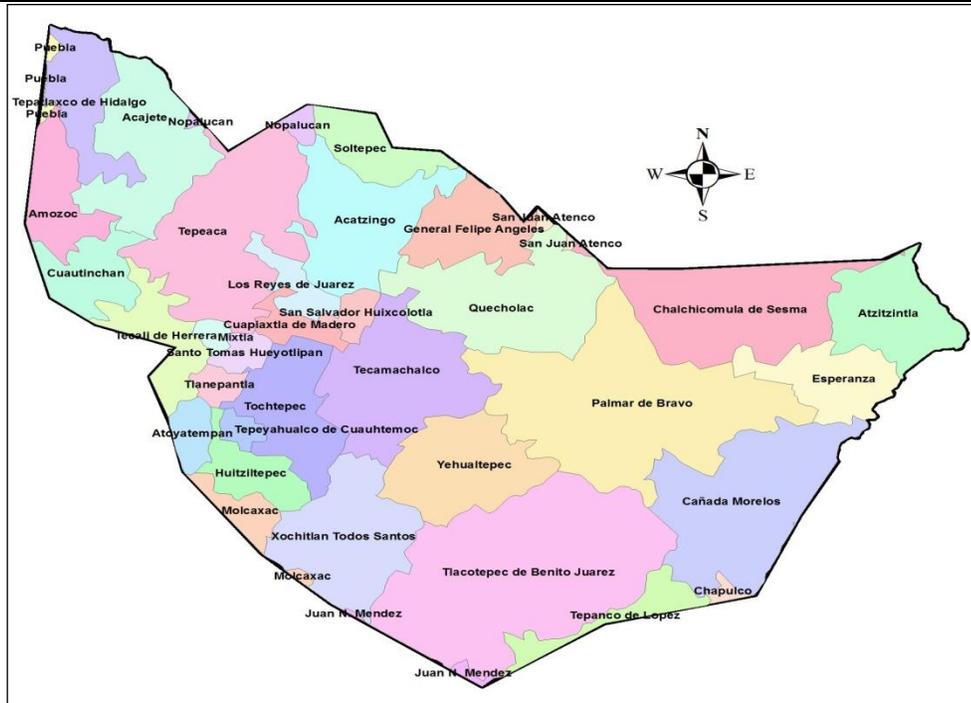


Figura 4.- Acuífero del Valle de Tecamachalco y Municipios que lo conforman

Valle de Libres Oriental

Esta zona Acuífera forma parte de un sistema interestatal conformado en los Estados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz; en su porción poblana se encuentra dentro de una cuenca endorreica o cerrada sin salidas superficiales, su recarga de agua la recibe de las Sierras que la circundan como son: la Sierra de Tlaxco, el Cofre de Perote, el Citlaltépetl (Pico de Orizaba), La Malinche, esta última en su porción occidental.

La profundidad a los niveles de agua varía en el acuífero entre menos de 2.0 m en las porciones bajas de la cuenca a más de 140.0 m en los flancos de las sierras. No se han reportado, a nivel regional, abatimientos considerables pero a nivel local solo en las localidades de Libres, Oriental, Zacatepec y San Nicolás Buenos Aires; la evolución del nivel estático ha sufrido variaciones un poco considerables debido a la concentración tan fuerte de aprovechamientos subterráneos de uso agrícola.⁴

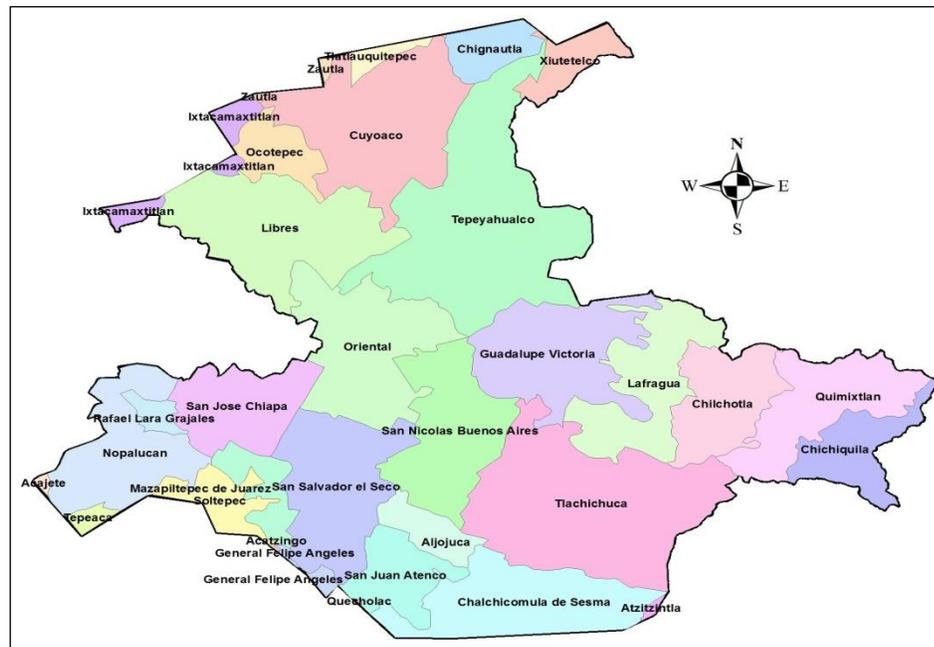


Figura 5.- Acuífero del Valle de Libres Oriental y Municipios que lo conforman

⁴ Actualización de la Disponibilidad Media anual del Acuífero Libres Oriental [19]

Valle de Tehuacán

En este Acuífero la recarga recibe aportación de una red de flujo horizontal subterráneo proveniente del acuífero de Tecamachalco y de la Sierra El Monumento bifurcándose en dos direcciones, la primera en mayor porcentaje reconoce hacia las Sierras el Cordón y La Cuesta y la segunda en una menor proporción hacia Tehuacán, mezclándose en el camino con el flujo proveniente de Cañada Morelos.

Los planos de profundidad al nivel estático muestran niveles de 20.0 a 60.0 m, la descarga se atribuye principalmente al bombeo, con gastos promedio por aprovechamiento de 35 l/s, el cual se da principalmente a través de galerías filtrantes, manantiales y pozos profundos. La gran densidad de pozos ubicados en el Municipio de Tehuacán y el establecimiento de desarrollos industriales, ha provocado descensos progresivos en los niveles piezométricos, no así en el resto del valle, donde a pesar del bombeo a que esta sometido el acuífero se encuentra en equilibrio.⁵

⁵ Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual del acuífero Valle de Tehuacán [17]

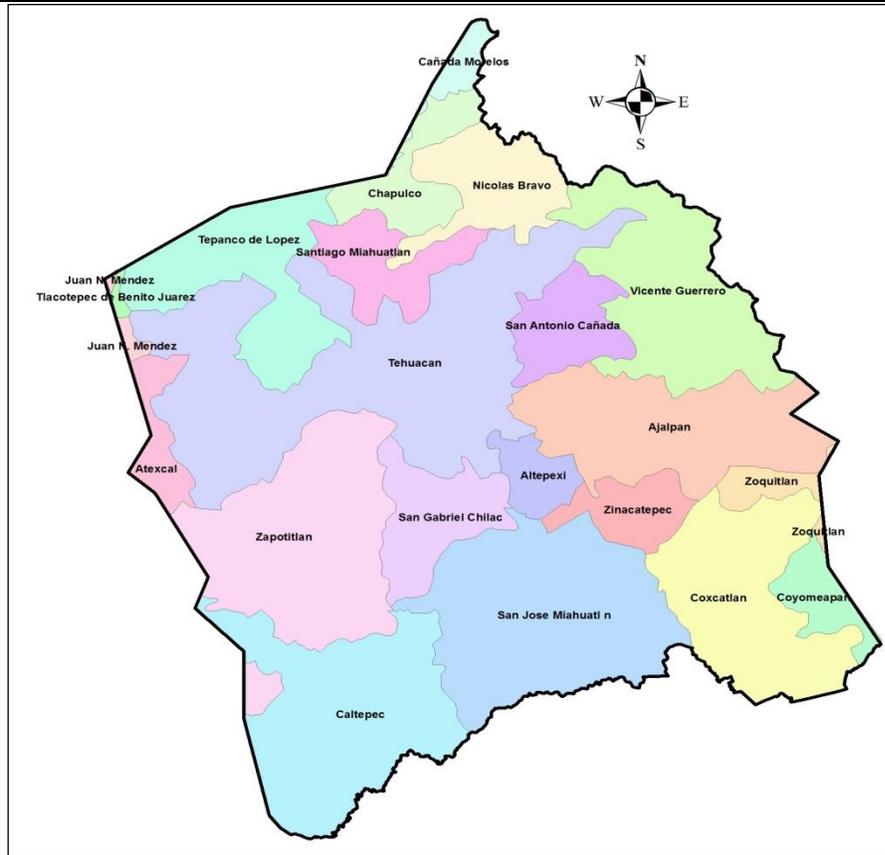


Figura 6.- Acuífero del Valle de Tecamachalco y Municipios que lo conforman.

Valle de Ixcaquixtla

Es un acuífero que se encuentra al suroeste del estado de Puebla; el aprovechamiento de las aguas se hace mediante pozos tipo noria excavados en los cauces de los ríos y barrancas los cuales aprovechan el agua subálvea que escurre en el material granular que los conforman. Su principal fuente de recarga es la precipitación pluvial. La mejor área de extracción se encuentra en los municipios de Ixcaquixtla y Tepexi de Rodríguez. Se encuentra en zona de libre alumbramiento para la captación de aguas subterráneas, es decir no se encuentra vedada y por lo mismo existe un desconocimiento puntual de las condiciones geohidrológicas que prevalecen.⁶

⁶ Estudios de disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas de 58 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos [22]

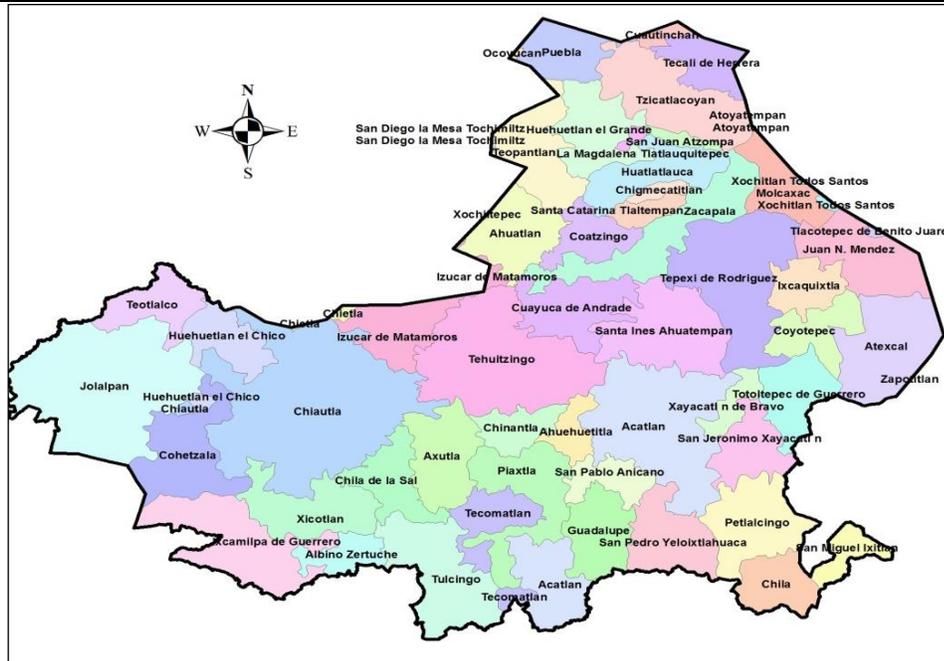


Figura 7.- Acuífero del Valle de Ixcaquixtla y Municipios que lo conforman.

Acuífero Álamo-Tuxpan; Acuífero Poza Rica; Acuífero Acaxochitlán; Acuífero Tecocomulco; Acuífero Tecolutla; Acuífero Martínez de la Torre-Nautla.

Estos Acuíferos se encuentran localizados en la Zona Norte del Estado de Puebla, el aprovechamiento de las aguas se hace mediante pozos tipo noria excavados en los cauces de los ríos y barrancas los cuales aprovechan el agua subálvea que escurre en el material granular que los conforman. Su principal fuente de recarga es la precipitación pluvial. Se encuentran en zona de libre alumbramiento para la captación de aguas subterráneas, es decir no se encuentra vedada y por lo mismo existe un desconocimiento puntual de las condiciones geohidrológicas que prevalecen.

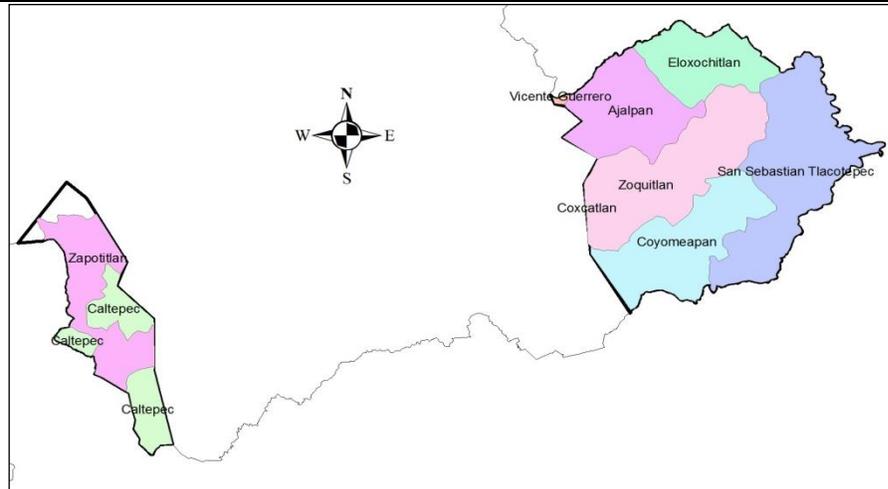


Figura 9.- Acuífero Tuxtepec; Acuífero Huahuapan de León y Municipios que los conforman.

En materia de publicaciones en el Diario Oficial de la Federación de disponibilidades de aguas subterráneas tenemos lo descrito a continuación; en cuanto a los demás acuíferos se encuentran en proceso de publicación, motivo por el cual no se incluyeron en la figura siguiente.

ACUÍFEROS EN EL ESTADO DE PUEBLA							
DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA CON BASE EN LA PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN CON FECHAS: 28 DE AGOSTO DE 2009 Y 14 DE DICIEMBRE DE 2011.							
CLAVE	(ACUÍFERO)	R Mm3	DNCOM Mm3	VCAS Mm3	VEXTET Mm3	DAS Mm3	DEFICIT Mm3
2101	VALLE DE TECAMACHALCO	157.1	0.0	225.471754	279.0	0.000000	-68.371754
2102	LIBRES ORIENTAL	179.3	20.0	172.709858	103.0	0.000000	-13.409858
2103	VALLE DE ATlixco – IZUCAR DE MATAMOROS	244.3	83.9	161.001048	129.1	0.000000	-0.581048
2104	VALLE DE PUEBLA	339.6	35.7	285.489071	307.0	18.410929	0.000000
2105	VALLE DE TEHUACÁN	271.4	54.0	213.913504	210.0	3.486496	0.000000
2106	VALLE DE IXCAQUIXTLA	49.8	1.0	38.324476	38.3	10.475524	0.000000

R= Recarga de Agua Media Anual
 VCAS= Volumen Concesionado de Aguas Subterráneas
 DAS= Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea
 DNCOM= Descarga Natural Comprometida
 VEXTET= Volumen de Extracción en Estudios Técnicos

Figura 10.- Disponibilidad de Aguas Subterráneas en el Estado de Puebla.

1.2 Antecedentes

El Sistema automatizado de análisis y consulta de información geográfica planteado, es un conjunto de elementos e información formalizadas y estructuradas de acuerdo a las necesidades y posibilidades técnicas con las que se cuenta en esta Dirección Local de la CONAGUA, utilizando para ello toda la información cartográfica, geográfica, documental, e Institucional; la file geodatabase que se construirá y que se ubicará en el geo servidor de la Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA) para la captura, almacenamiento, procesamiento, consulta, y visualización mediante la creación de una interface de acceso dentro del portal de la Dirección Local Puebla; adicionalmente se generará un DVD en el cual se incorporen herramientas de consulta, que operan en un ambiente de cómputo local, necesarias para que el usuario pueda aprovechar y consultar la información necesaria para facilitar la gestión integrada de aguas subterráneas, lo cual coadyuvará a la agilización, comprensión, administración, uso y aprovechamiento de la información geohidrológica logrando, con ello, una mejor atención al público en general que así lo requiera y facilitando la solución de las tareas encomendadas a la Dirección Local Puebla.

Antes de contar con este Sistema, la información se manejaba de una manera dispersa, sin una organización adecuada, debiéndose en algunos casos acudir a la búsqueda de estudios ya archivados y mapas carentes de calidad los cuales no reflejaban confiabilidad para la interpretación de resultados y solución de problemáticas.

1.3 Objetivos

- Conjuntar las características básicas de disponibilidad, uso y aprovechamiento del agua mediante la integración de la información y sus metadatos en una file geodatabase del agua facilitando su consulta y análisis a través de un visualizador geoespacial automatizado de información geográfica, el cual permitirá observar la información relacionada con: la geohidrología de aprovechamientos hidráulicos subterráneos, así como la captura y consulta de la información asociada a la tabla de atributos de cada elemento geoespacial.
- Complementar y difundir la información geohidrológica que se genere.
- Contar con información histórica, en materia de aguas subterráneas, permitiendo definir en qué acuíferos de la región es importante programar y realizar acciones de evaluación geohidrológica.
- Generar herramientas de análisis que sirvan como apoyo para la evaluación y fundamentación, en términos técnicos, de las decisiones del manejo del agua subterránea en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, considerando aspectos de disponibilidad, interferencia entre pozos, afectación a terceros, régimen hidrogeológico, grados de sobre explotación de los acuíferos y riesgo de contaminación.
- Implementar un DVD que incorpore herramientas, de uso de cómputo local, necesarias para que el usuario pueda aprovechar y consultar la información de la Geobase de Datos, así como información extra que pudiera serle de utilidad y que el Departamento de Aguas Subterráneas considere adecuado para su inclusión y lectura.
- Implementar una interface de consulta para que, a través de la Intranet Institucional dentro del Portal de la Dirección Local Puebla, el usuario pueda consultar a través de cartografía digital interactiva que incorpore la información contenida en un File Geodatabase a la plataforma del SIGA, la información de interés geohidrológico para la Dirección Local de Puebla.
- Una mejor gestión integral del agua subterránea y su administración a través del conocimiento real existente y sus soluciones tangibles.

1.4 Marco teórico, legal y técnico

Partiendo de la Geobase de datos de archivo (file geodatabase), se empleará cartografía como intermediario gráfico más eficaz en su consulta y tratamiento para la resolución de problemas, se mejorará y agilizará periódicamente para su explotación operativa por parte de los usuarios.

Desde el punto de vista Institucional, el proyecto que se generará y que aquí se expone, facilitará la investigación y resolución de la gestión integrada en materia de aguas subterráneas, al poner a prueba las prestaciones de los sistemas de información geográfica, dentro de la gestión de información contenida en Geobases de datos y su relación con la ubicación espacial de dichas problemáticas.

Este proyecto trata de dar una dimensión aplicada a las herramientas de análisis geoespacial con las que cuenta un SIG mediante su implementación en un servicio de cartografía interactiva en la intranet o red local Institucional la cual hace uso de herramientas informáticas propias de Internet; basada en protocolos de transferencia de hipertextos, recursos multimedia, con una gran capacidad gráfica para la consulta, actualización de las capas y bases de datos convertirse en un medio eficaz de explotación; proporcionando recursos de tecnologías de información a los usuarios internos que les permitan conocer con un mejor grado de detalle la distribución de la información geoespacial existente y sus servicios, a fin de ofrecer soluciones a los diferentes problemas que son planteados por requerimientos de la Sociedad en General y para el cumplimiento de las metas Estatales.

Este sistema se apoyará en el procesamiento de datos, para convertirse en una herramienta que nos permita como Servidores Públicos y usuarios de la información geoespacial, proporcionar una mejor gestión del recurso hídrico. Los usuarios contarán con acceso a la file geodatabase, como reservorio único, que estará compartida desde el servidor local para tener acceso a la información en ella contenida.

El marco legal que alberga el trabajo se sustenta en las competencias que se tienen en este Departamento de Aguas Subterráneas, establecidos en el Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; asimismo en la normatividad interna y a las políticas de Tecnologías de Información (TI) que sigue la Gerencia de Gerencia de Informática y Telecomunicaciones.

<http://intranet.conagua.gob.mx/Intranet2008/Intranet/Noticias/NORMAS PARA LOS USUARIO S.pdf>

En cuanto al argumento global de este trabajo de tesis, sus beneficios son reflejados en la agilización y una mayor certeza en la resolución de problemáticas y en la aplicación de la información general existente en materia de aguas subterráneas, siendo un marco teórico que se encuentra establecido pero que este sistema lo apoyará con bases y fundamentos técnicos y legales para una buena toma de decisiones y para orientar el análisis de la gestión integrada.

CAPITULO 2

Metodología

2.1 Método

El Método de adición a la file geodatabase, se hará de la misma manera en la que es implementado en el Sistema de Información Geográfica del Agua, creando los metadatos necesarios de las capas que se vayan requiriendo de acuerdo al planteamiento de este trabajo, para lo cual es necesario contar con toda la información relacionada a la geohidrología y geográfica del Estado.

La información se clasificó por temas tales como corrientes y vías de conducción de agua, acuíferos, rasgos urbanos, rasgos hidrográficos puntuales, instalaciones de comunicación, edificaciones puntuales, vías de transportación, límites, edificaciones e instalaciones diversas de línea, curvas de nivel, referencias topográficas de área, edificaciones e instalaciones diversas de área, áreas de transporte, áreas urbanas, cuerpos de agua, geodesia, etc., incluyendo a su vez varias capas relacionadas en las mismas.

1. Para el acceso de estos datos se propone un sistema multiusuario en el cual aquellas personas que dispongan de las diversas herramientas puedan consultar el o los archivos requeridos mediante herramientas geoespaciales de consulta específicas (Google Earth, ArcGis 9.1, ArcReader) según la problemática que deseen resolver.
2. La visualización de la interfaz gráfica y su información se hará a través de un DVD que se le proporcionará al usuario, en el cual podrá consultar las referencias documentales, cartografía digital, estudios de acuífero y otros relacionados. Así mismo, a través de la creación de una aplicación para la visualización de información geoespacial en forma gráfica a través de la Intranet Institucional dentro del Portal de la Dirección Local Puebla pueda consultar la información geoespacial fácilmente.

Algunos conceptos importantes para la comprensión de este trabajo y que fueron utilizados son descritos a continuación:

Implementación del Archivo de Geobase de Datos del Agua

El sistema estará basado en la implementación de un file Geodatabase provisto por ArcGis. Se usará el ArcGis 9.1, para la implementación de la misma.

Preparación del Modelo

Para explicar mejor, la intención de nuestro sistema, se proponen los siguientes diagramas. El primero, de entidad-relación, para establecer las entidades básicas y sus atributos más simples. En la figura 12 se presenta un diagrama relacional, con el boceto de la base de datos.

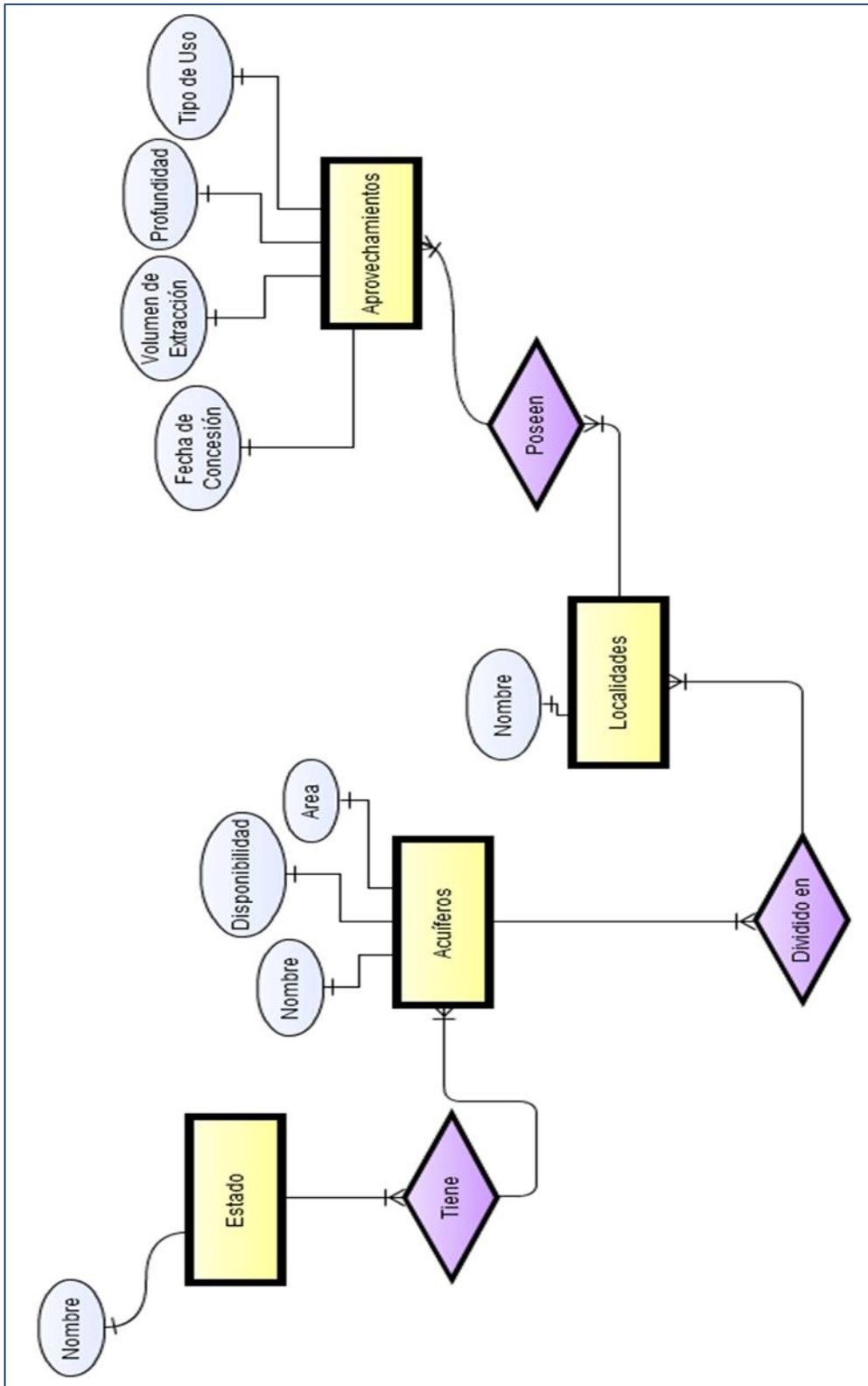


Figura 11.- Modelo Entidad-Relación para la Geodatabase

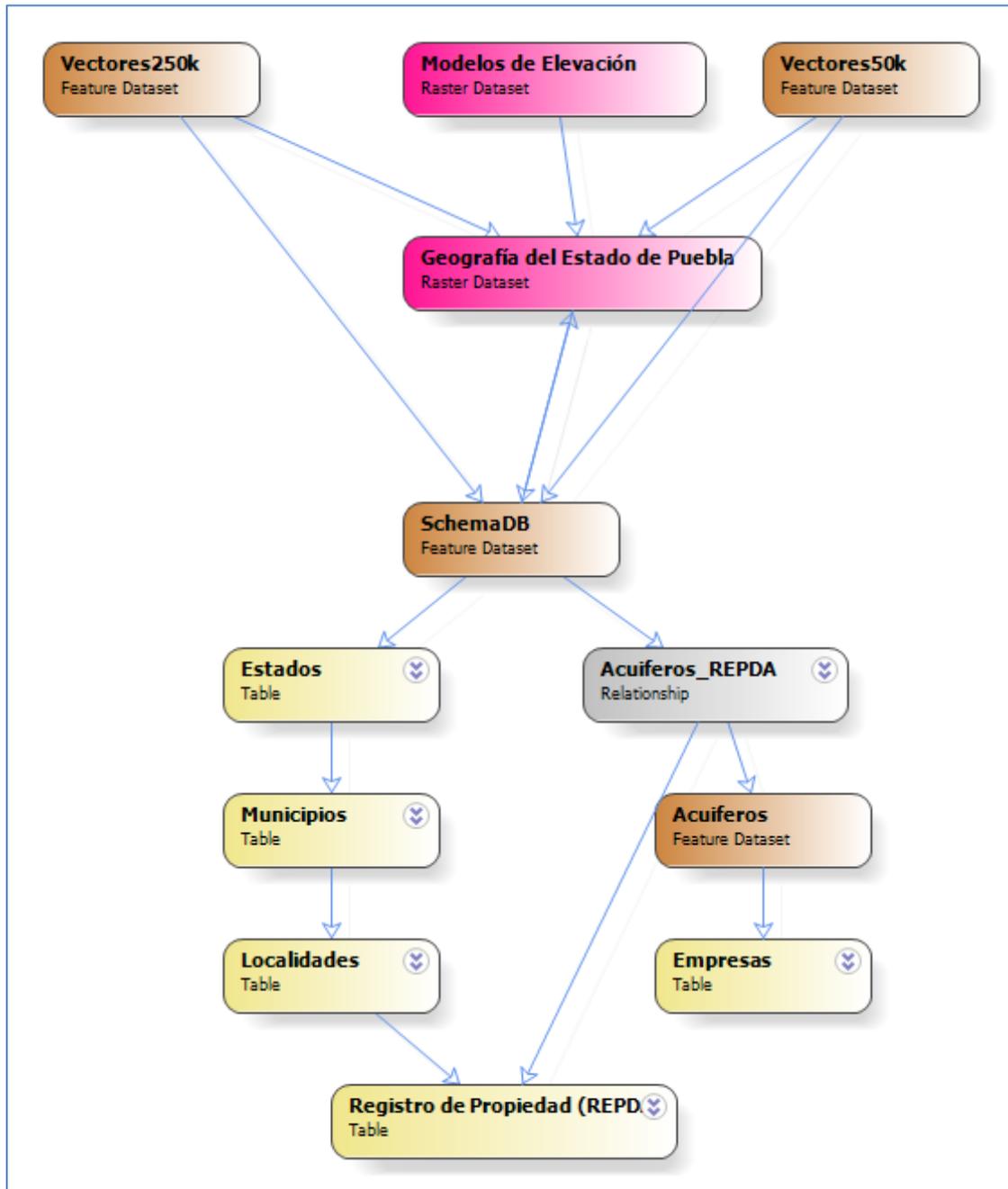
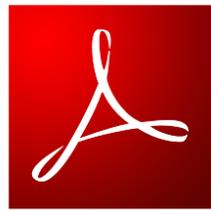


Figura 12.- Modelo Relacional de la Geodatabase

Uso de Software para este Proyecto

La siguiente lista pretende enumerar, en términos generales, el software usado así como el propósito del mismo dentro del proyecto.

Software		Uso
	ArcGis	Herramienta principal, mediante la cual se administra y actualiza la Geobase de datos. Nos ayudaremos, principalmente de ArcCatalog, ArcMap, ArcReader y ArcToolbox
	Acrobat Reader	Permitió documentar toda la información disponible y servirá para visualizar la información documental relacionada con cada acuífero del proyecto.
	Erdas Imagine	utilizado para generar los mosaicos de los archivos raster topográficos y para georreferenciarlos con facilidad
	LaTeX	Sistema de composición de textos multipropósito. utilizado para generar la documentación por acuífero y facilitar su lectura en el software de Acrobat Reader
	Google Earth	Permite la visualización de parte de la información de la Geobase Mediante la exportación de capas con archivos en formato KML
	ArcReader	permite la visualización de mapas publicados, de la misma manera que ArcGis, sin tener que instalar toda la suite que en caso, que no contar con la licencia de la misma se puede utilizar en forma alternativa

2.2 Recopilación de información

En el file geodatabase se cuenta con mucha información cartográfica recopilada proveniente de diversos ámbitos, principalmente de los archivos históricos de estudios geohidrológicos, del INEGI, y de normatividad relacionada con el agua subterránea; asimismo se establecieron por temas de acuerdo a sus características técnicas y/o legales, y en diversos formatos, los cuales incluyeron Excel, Acrobat Reader, TIFF, etc., para una mejor interpretación; se concentró e insertó toda la información geohidrológica existente en la Dirección Local en Puebla que incluye no solo cartografía, sino además datos de tipo documental y de creación propia que sirviesen de sustento a los fines de este proyecto. Con toda esta información, será posible efectuar consultas y análisis en las bases de datos, así como mostrar la ubicación geográfica de aprovechamientos subterráneos y datos sobre las condiciones actuales, históricas y de evolución de todos los acuíferos.

2.2.1 Información Cartográfica

La información dispuesta será dividida en dos grandes grupos: Geografía y Relaciones. En cartografía, se manejarán las escalas 1:250,000 y 1:50,000. En relaciones, se adjuntarán tablas que sirvan para la consulta implícita de datos entre acuíferos, municipios, aprovechamientos, entre otros. Así mismo se integrará aquella que se vaya creando de acuerdo a los requerimientos del OC de la propuesta de alcance de este trabajo. Debe contarse, al menos con la siguiente información:

- a. Topográfica
- b. Geológica de estudios geohidrológicos
- c. Vedas de aguas subterráneas
- d. Aprovechamientos subterráneos (pozos, manantiales y galerías filtrantes titulados por el REPDA) actualizados periódicamente

- e. Aprovechamientos subterráneos de estudios geohidrológicos
- f. Aprovechamientos subterráneos de redes de monitoreo piezométricos
- g. Aprovechamientos subterráneos de redes de referencia y control de la contaminación
- h. Planos de elevación, profundidad, evoluciones, del agua subterránea en los acuíferos del estado.

2.2.2 Información documental (en formato pdf)

- Estudios geohidrológicos
- Decretos de veda
- Censos de aprovechamientos
- Decretos de disponibilidad de aguas subterráneas
- Oficios, circulares, Memoranda, etc. en materia de aguas subterráneas
- Resultados físico-químico de Calidad de los aprovechamientos, Características Constructivas, Equipos de Bombeo, Extracción, Litología, Historial Piezométrico, Fotografías, etc.

2.2.3 Información Complementaria (Asociada)

Se trata de la aplicación del software Institucional, para la realización de un Sistema alternativo de aplicaciones que no requiere estar en línea con el Intranet Institucional. Esto, con el fin de poder proveer de la información de la misma a quien lo solicite. Este sistema será recopilado en formato DVD, cada que la Geobase tenga alguna actualización importante. El usuario podrá seleccionar el tema de su interés, procediendo posteriormente a visualizar la información cartográfica requerida, tales como:

- afectaciones a terceros
- conversiones utm-geográficas-utm
- presupuestos de pozos

- métodos de proyección de población
- cálculo de permeabilidad
- cálculo de potencia en bombas
- mapa de riesgos sociales o de focos rojos.

Esta versión alterna no se encuentra ligada directamente a la Geobase de datos ni al proyecto Mxd que se instaló en el Intranet Institucional, pues su actualización está atendida a sus fases incrementales mayores. Sin embargo, le puede proveer al usuario final de la información suficiente para elaborar análisis respecto a la misma. Para la presentación principal de esta información, se dispone el uso de ArcReader, que es un visor gratuito para SIG's publicadas con ArcMap. También se entregan capas para Google Earth y ArcGlobe. Así el usuario puede tener varias opciones para consultar la misma información cartográfica. Para la información documental, será posible su visualización desde pantallas específicas para tal uso, o mediante la utilización de ArcReader.

2.3 Análisis

Se habilitó el sistema de tal manera que los usuarios puedan consultar datos accedando con el software ArcReader mediante una Geobase que se les proporciona, partiendo de la información de los planos digitales y las bases de datos asociadas, obteniendo una rápida referencia de la información con la que se encuentran trabajando, desarrollando mejor sus funciones.

Se hicieron muchos cambios de la información existente, principalmente en materia de formatos para su aplicación en el sistema; mucha información se digitalizó y exportó, otra se estructuró de manera que permitiera su lectura, y la demás existente se acomodó de acuerdo con los requerimientos técnicos establecidos.

2.4 Metadatos

Para la rectificación semántica de los datos que se presentarán con el trabajo descrito, se usarán Metadatos. En general, podemos ver a los metadatos como datos que describen a otros datos (llamados también estos últimos, recursos). Los metadatos, pueden ser clasificados mediante tres grandes criterios:

1. Por su contenido
2. Por su variabilidad
3. Por su función

Los metadatos también describen el ciclo de vida de los recursos a los que hace referencia, en tres fases principales: Desde su Creación, pasando por su posterior Manipulación hasta la Destrucción de los mismos.

Las normas internacionales que regulan la correcta elaboración de Metadatos para Sistemas de Información Geográfica, son:

- FGDC-STD-001-1998
- ISO 19115:2003

A pesar que en el país no existe una norma similar para la elaboración de Metadatos consistentes a sus Sistemas de Información, CONAGUA cuenta con una guía mediante la cual se pueden revisar las definiciones, formatos y ejemplos de datos a usar en un SIG. Tal guía se incluye como Anexo, y será usada a lo largo del presenta para la generación de los metadatos correspondientes.

FGDC-STD-001-1998

FGDC (Federal Geographic Data Comitee) es un comité que se dedica a la promoción de desarrollo coordinado, uso, diseminación e intercambio de datos geoespaciales de acuerdo a las necesidades de las naciones.⁷ Entre otros datos remarcables, la FGDC sugirió en 1998 una serie de reglas para la correcta elaboración de Metadatos asociados a datos geoespaciales, a la cual denominaron FGDC-STD-001-1998 (También conocida como CSDGM). Tales reglas, posteriormente fueron convertidas a un estándar que permitiera a los SIG's su uso para la correcta elaboración y procesamiento de Metadatos consistentes. Tal estándar puede ser descrito en una serie de cuadros conceptuales que definen de manera breve y clara los objetivos del mismo.⁸

⁷ About FGDC [26]

⁸ Graphical Representation of Metadata Standard [25]

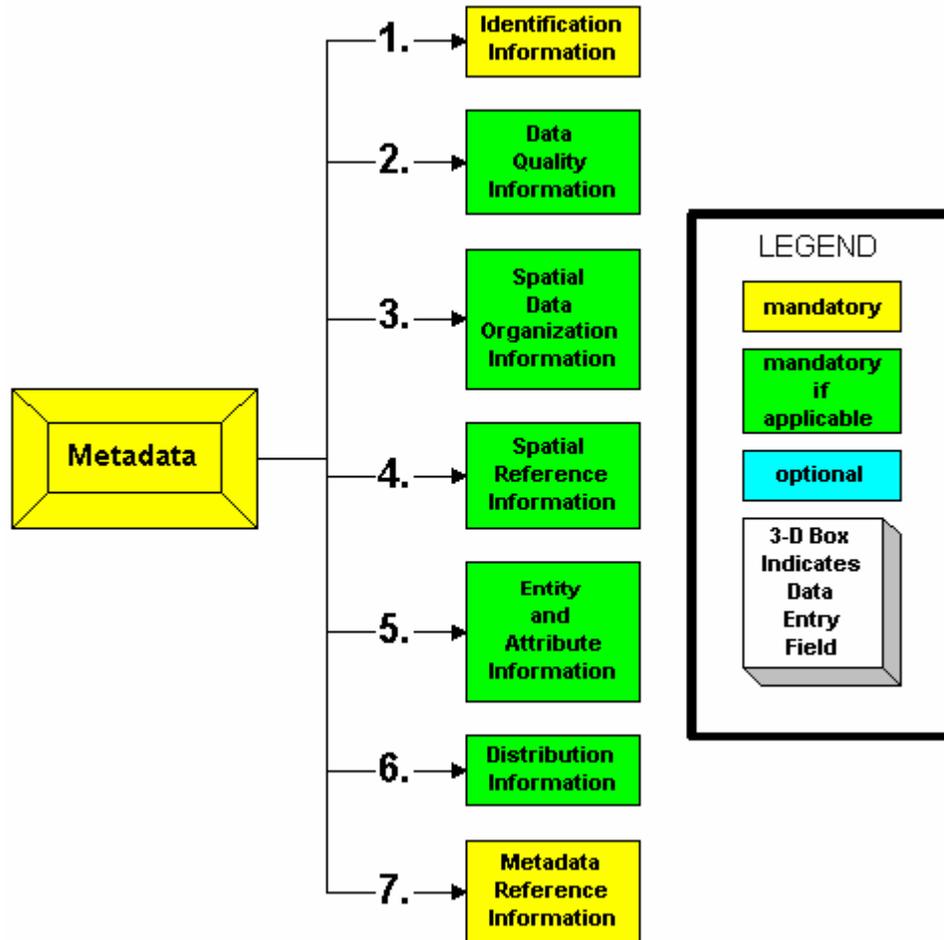


Figura 13.- Estructura FGDC-STD para Metadatos

La figura 13 nos presenta la estructura conceptual de un Metadato.

El Metadato. Metadata describe el contenido, su calidad y otras características del mismo. Los Metadatos facilitan la localización y entendimiento de los datos que presenta. Estos metadatos, incluyen información sobre los datos existentes para un subconjunto geográfico, y si tales cumplen un criterio, si cumplen alguna necesidad. También incluye información sobre como procesar tales datos y usarlos.

El Metadato, está conformado a su vez, de 7 grandes marcos de Información, que pueden ser de 3 tipos:

- Obligatorios
- Obligatorios (Si es aplicable)
- Opcionales

El primer marco que conforma a un metadato, tiene que ver con la manera en que identificaremos a los datos que describirá el Metadato (P/E: Descripción del contenido, periodo de validez, dominio espacial, palabras claves para encontrar tal contenido, restricciones de uso y acceso, información de contacto, entre otros). Es en este apartado que concentraremos nuestra información en respecto a las personas responsables de la recopilación de la información del Metadato, quien podrá usar y/o ver el contenido, cual es la región geográfica a la cual están delimitados, descripción de los datos y periodo de validez del contenido. Este primer marco es obligatorio en todos los casos.

El segundo marco, cualifica a la información en base a su consistencia, su completitud y sus fuentes de extracción. Este marco es obligatorio, si es aplicable al contexto actual.

El tercer marco describe el mecanismo usado para representar la información geoespacial en nuestro conjunto de datos, tales como las referencias directas/indirectas espaciales y la Información Vectorial o Raster asociada. Este es obligatorio si es aplicable al contexto actual.

El cuarto marco describe el marco de referencia geoespacial usado, y la manera en que la información geoespacial es codificada, dado su sistema coordinado Horizontal y Vertical. Este es obligatorio si es aplicable al contexto actual.

El quinto marco detalla el contenido informativo del conjunto de datos, incluyendo los tipos de entidades, sus atributos, y los dominios de los atributos.



El sexto marco detalla la información del recolector de la información y opciones diversas para la obtención del conjunto de datos. Este es obligatorio si es aplicable al contexto actual.

El último marco representa que tan actual es la información de los metadatos, y la parte responsable de los mismos. Este marco es obligatorio en todos los casos.

CAPITULO 3

Implementación de la Geobase de datos de archivo (file geodatabase) del Agua

3.1 Estructura de la Geodatabase y la integración de la información

La Figura 14 representa la estructura que se planteó para ilustrar de una manera más acertada la Geodatabase, de tal forma que las capas que la integran permitan al usuario identificar y utilizar las que sean de su interés

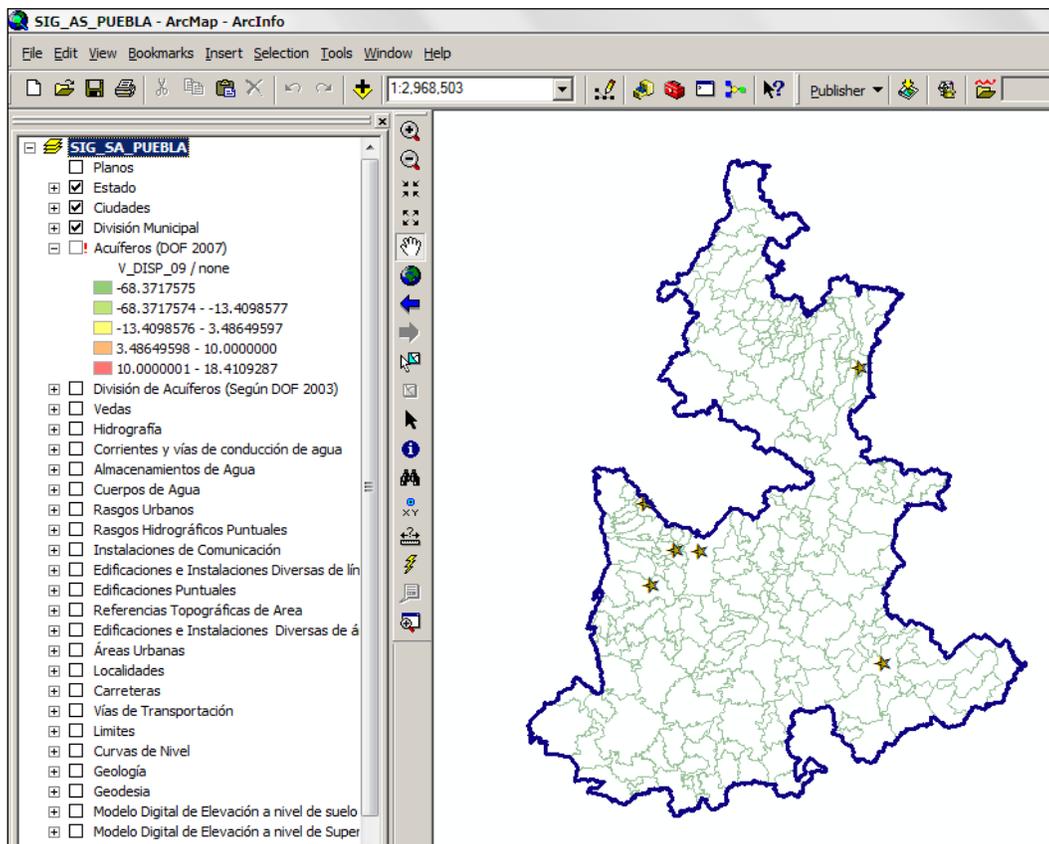


Figura 14.- Estructura de la Geodatabase (ArcGis)

La integración de la información fue realizada capa por capa, mismas que fueron seleccionadas partiendo de las mayores necesidades de información para el usuario que las consultara; por lo que como es de observarse, se dividieron en capas de información particularizada divididas en Tablas, Imágenes Raster e Información Vectorial.

3.2 Creación, Actualización y Complementación de la Geobase de datos de archivo (file geodatabase)

Fue necesario contar con toda la información en materia de aguas subterráneas de todos los acuíferos del Estado, la cual se asoció a la File Geodatabase. Se adicionaron las nuevas capas de información, creando sus metadatos e insertándolas.

Desarrollo

El desarrollo de la integración de los datos del sistema se realizó mediante el esquema del modelo R y E-R que hizo que toda esta información se encontrará vinculada. Esto facilita la actualización del modelo, y asegura que no se destruya la información contenida anteriormente en el sistema. Estos mismos esquemas facilitan la comprensión general del sistema, punto al cual se le ha dado importancia, pues el sistema será usado por la mayoría de los usuarios involucrados en el manejo del agua subterránea. La actualización o añadidura de datos estará atendida a previa autorización, y a los interesados, se les proveerá de la información necesaria para el correcto manejo de datos en la Geobase.

3.3 Generación del proyecto MXD

Como se ha hecho durante el presente trabajo, se usará la suite ArcGis para la generación de un documento MXD (ArcGis Map Document) que nos permitirá organizar la visualización de la información, así como su edición y exportación a otras herramientas (como ArcGlobe, ArcReader, entre otras).

Procedimiento

1.- Abrir el ejecutable de ArcMap.

- 2.- Definir la referencia geográfica a usar.
- 3.- Importar nuestras “capas de vista” para organizar la información visible, y guardaremos el resultado en un Mapa de ArcGis.

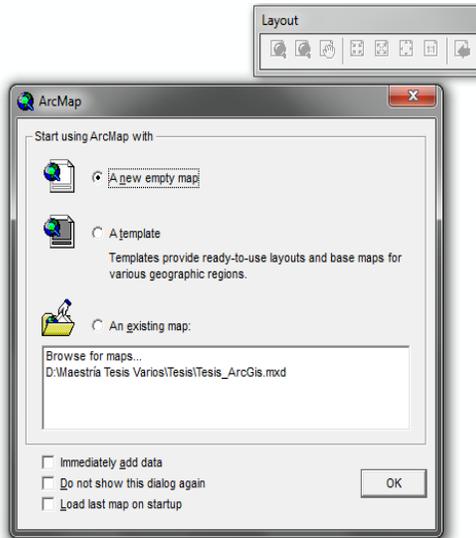


Figura 15.- Diálogo de inicio de ArcMap. Crear un mapa nuevo, por tanto, dejar seleccionada la opción “A new empty map”

Figura 16.- En la parte izquierda de la pantalla, damos clic derecho sobre “Layers”, y clic en la opción “Properties”

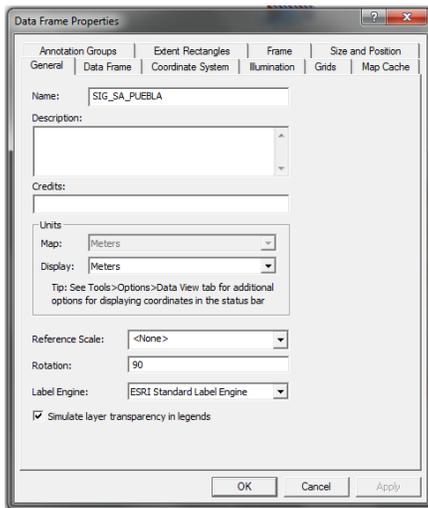
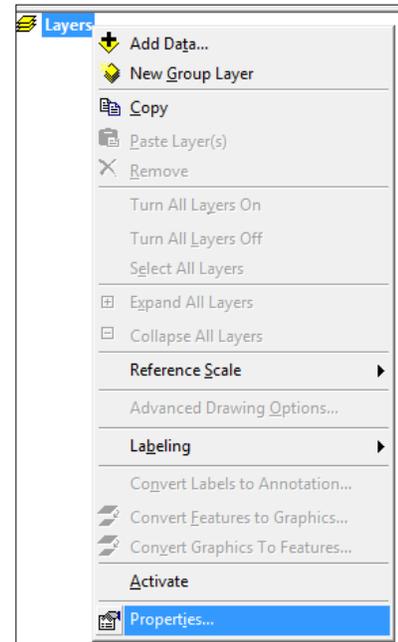


Figura 17.- Asignamos un nombre al MXD. Asimismo, las unidades básicas a usar en el mismo.

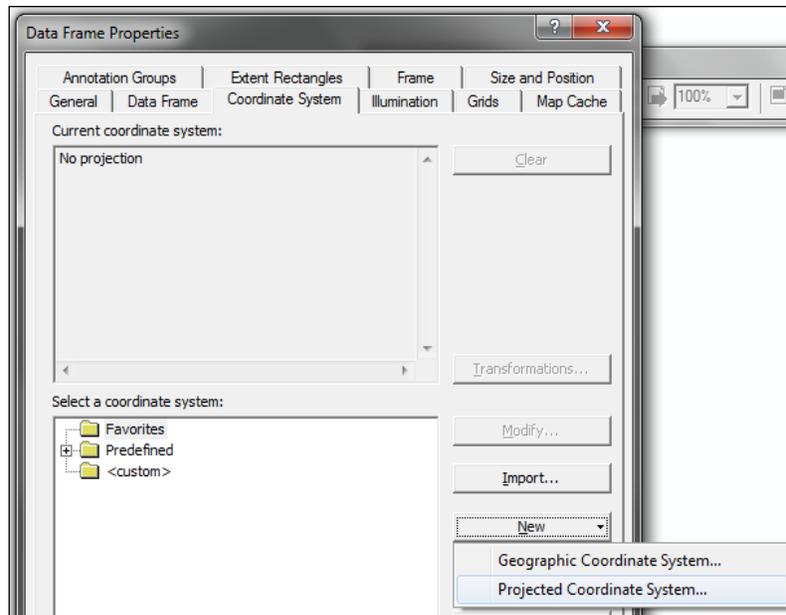


Figura 18.- Configuramos nuestro sistema de Coordenadas. Vamos a la pestaña “Coordinate System” y presionamos el botón New, y damos clic sobre la opción “Projected Coordinate System...”

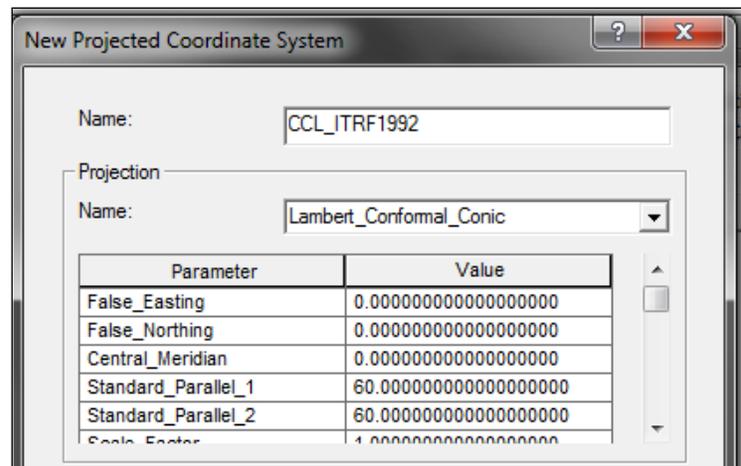


Figura 19.- Establecemos el nombre del sistema de Coordenadas. Y la proyección, la configuramos a Lambert Conformal Conic.

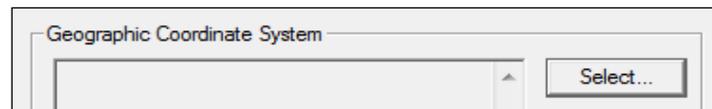


Figura 20.- Más abajo, en el mismo cuadro de diálogo, seleccionamos el sistema de Coordenadas Geográfico.

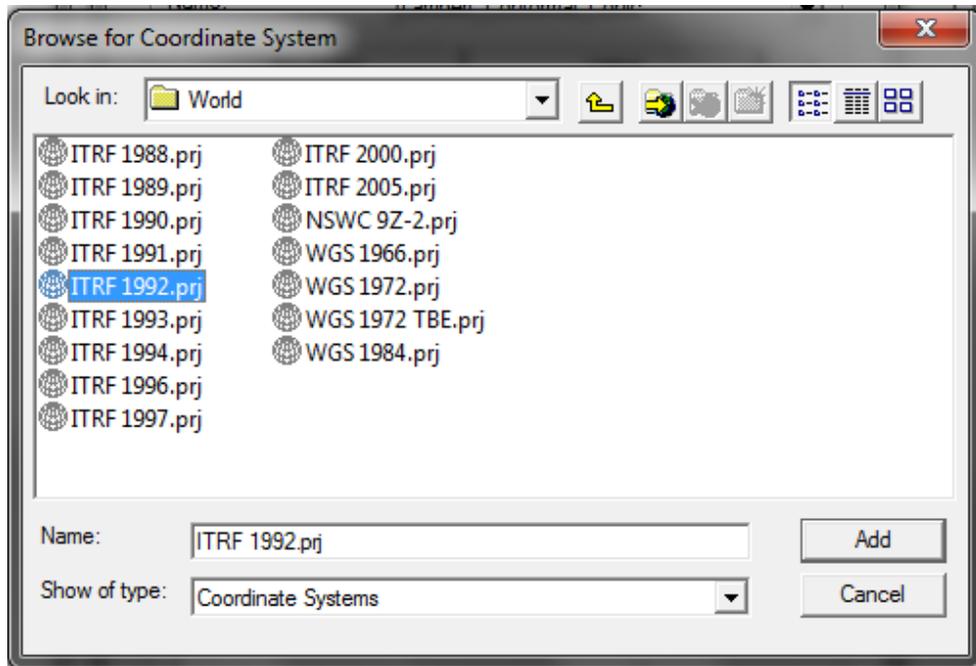


Figura 21.- Seleccionamos ITRF 1992, localizado en la carpeta World.

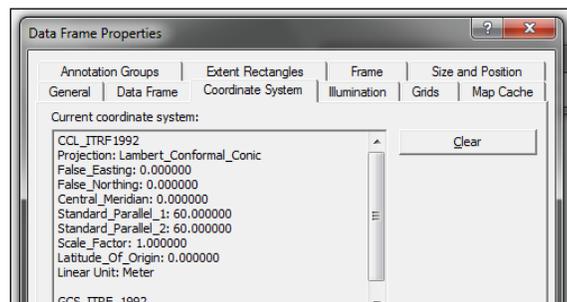


Figura 22.- La ventana general del Sistema de Coordenadas. Queda configurado de la siguiente manera.

A continuación, aplicaremos y aceptaremos los cambios en todos los diálogos, hasta llegar de nuevo a la pantalla general de ArcMap. Seguiremos, para añadir las capas a nuestro MXD.

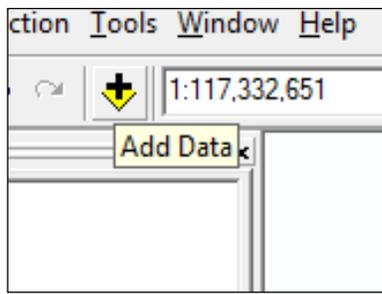


Figura 23.- Comenzamos a añadir datos al MXD. En la barra de herramientas principal, buscamos el icono de Add Data y lo presionamos.



Figura 24.- Desglose general de la Geobase de datos.

Basándonos en el desglose de arriba, añadiremos los datos que nos resulte útiles consultar dentro de ArcGis para su exportación, consulta, o modificación. Posteriormente, guardamos la estructura base del MXD, y comenzaremos a editar cada capa respectivamente.

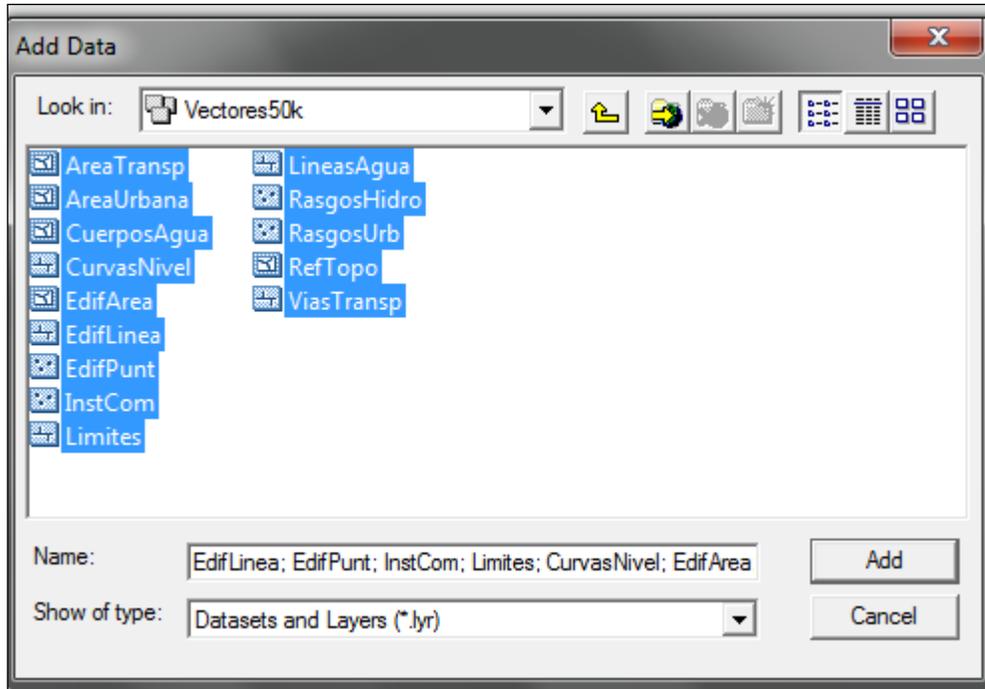


Figura 25.- Añadiendo los datos vectoriales al MXD

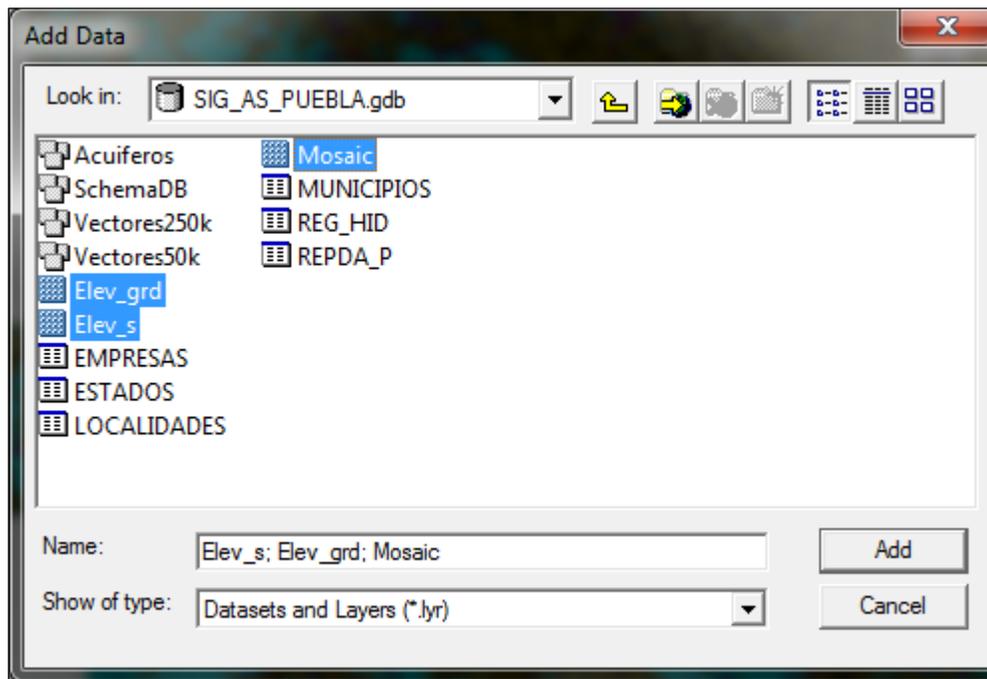


Figura 26.- Añadiendo los datos raster al MXD

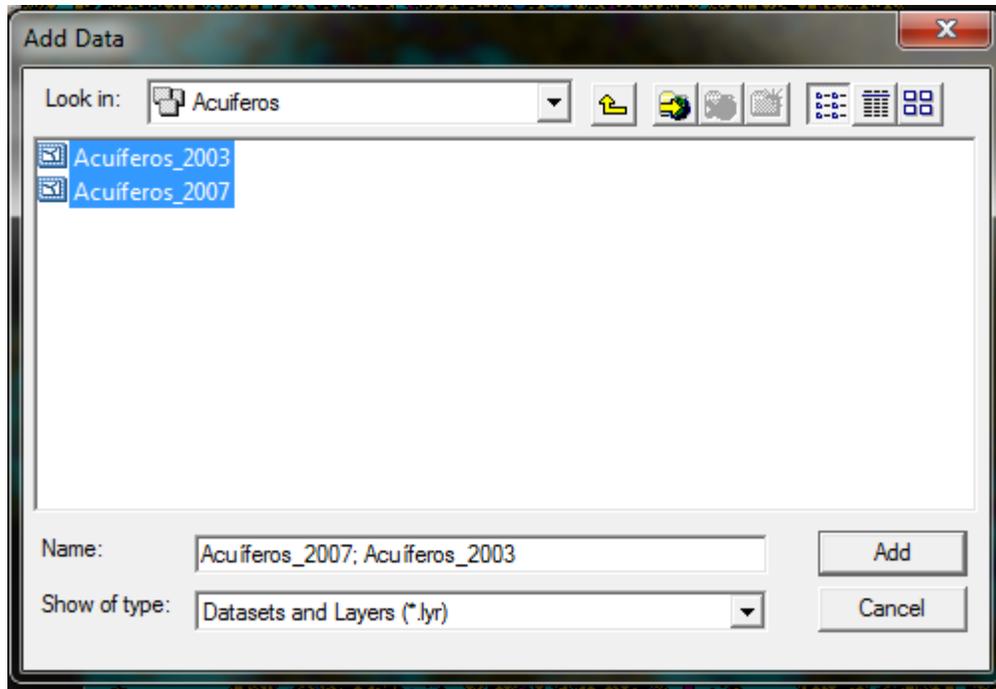


Figura 27.- Añadiendo los vectores de los Acuíferos (DOF 2003 y 2007. Respectivamente)

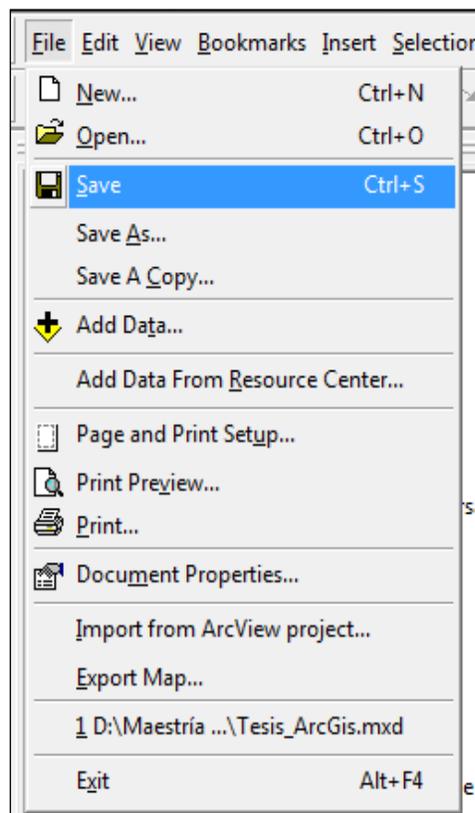


Figura 28.- Guardando la estructura básica del MXD.

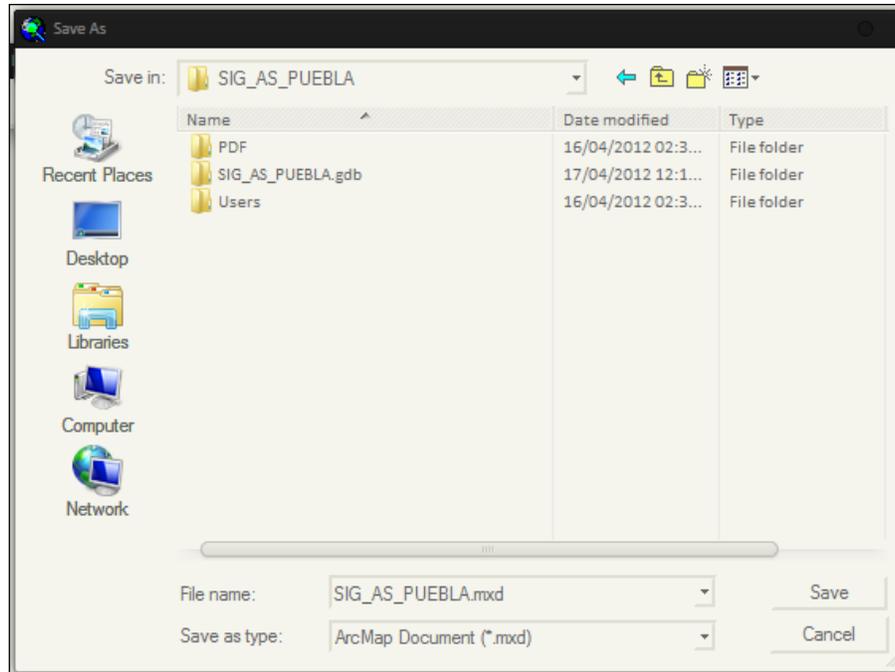


Figura 29.- Guardando la estructura básica del MXD. Lo llamaremos Sig_As_Pue.mxd. El nombre no afecta la estructura interna del proyecto.

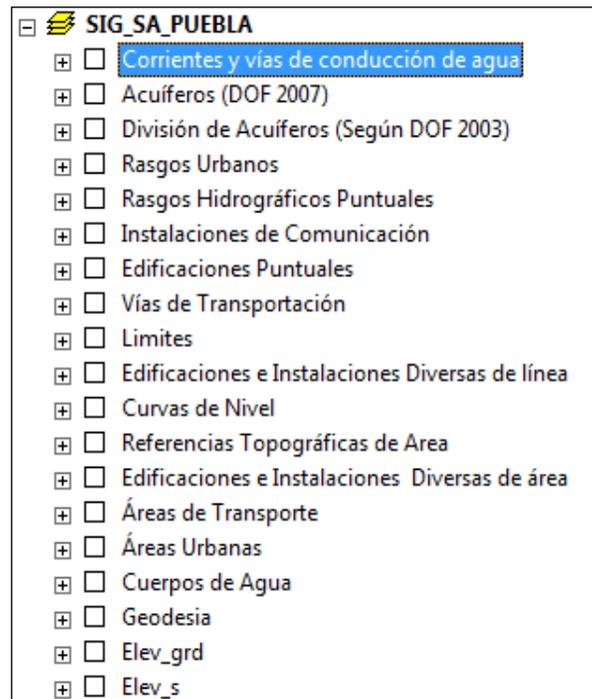


Figura 30.- Buscaremos acomodar todas las capas con la siguiente estructura común. En la parte superior, las capas más visibles, y en la inferior, las menos visibles (o a las que menos se tenga acceso documental)

Para cada capa de información que se considere adecuada, se generará la simbología necesaria, para facilitar y agilizar la consulta de información en el sistema.

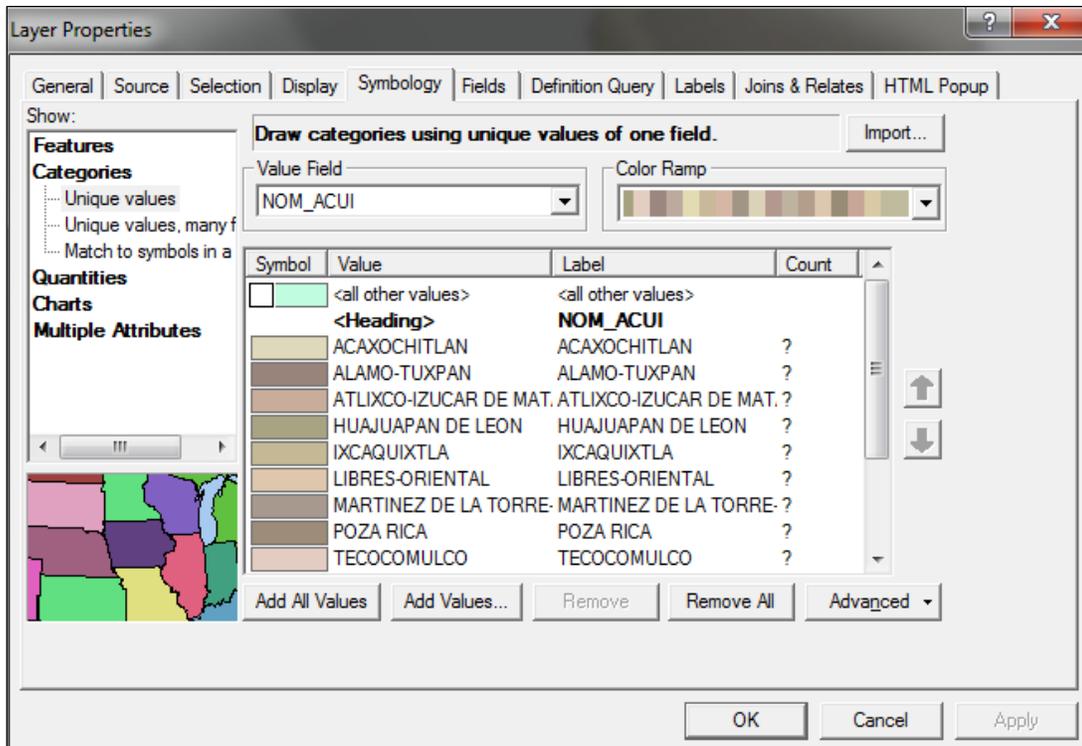


Figura 31.- Para la capa de acuíferos, conviene categorizar los valores, por el nombre del acuífero, y en lugar de hacer una edición más dedicada, usar una rampa de color, que represente cada acuífero con un color distinto.

Después de haber hecho la simbología adecuada para cada capa del documento MXD, procedemos a agregar el campo de Estudios y documental en PDF sobre la capa acuífero, que ligará directamente a la documental del acuífero correspondiente. Esto se hará mediante las propiedades de la capa “Acuíferos 2007 DOF”, apartado “Display”.

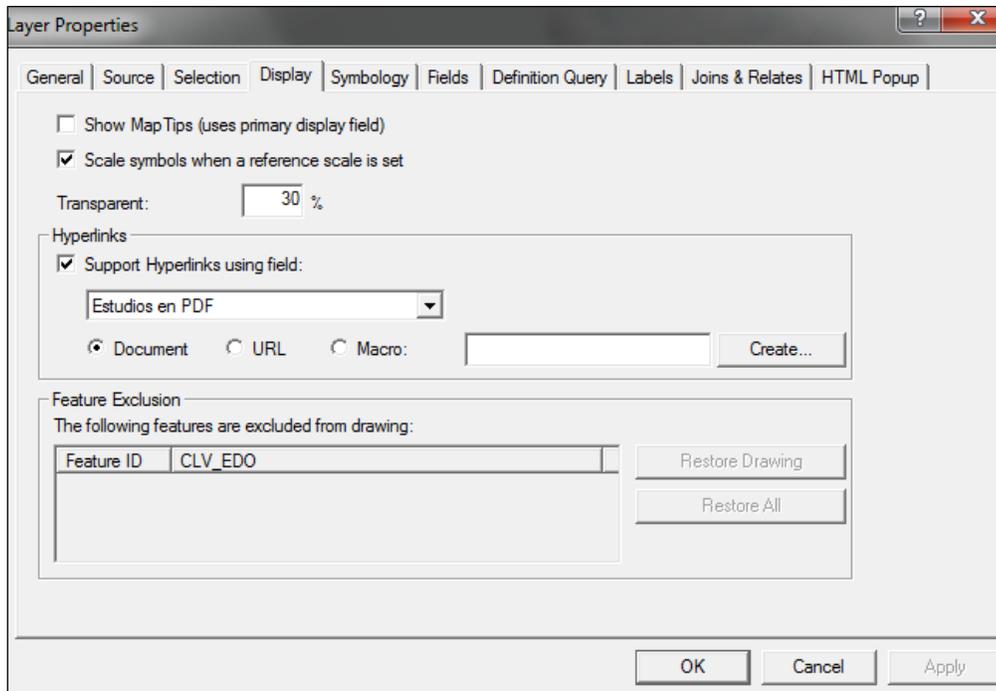


Figura 32.- Activación de hipervínculos asociados a un campo de la tabla de la capa de trabajo actual. En este caso, activamos la característica sobre el campo “Estudios en PDF”

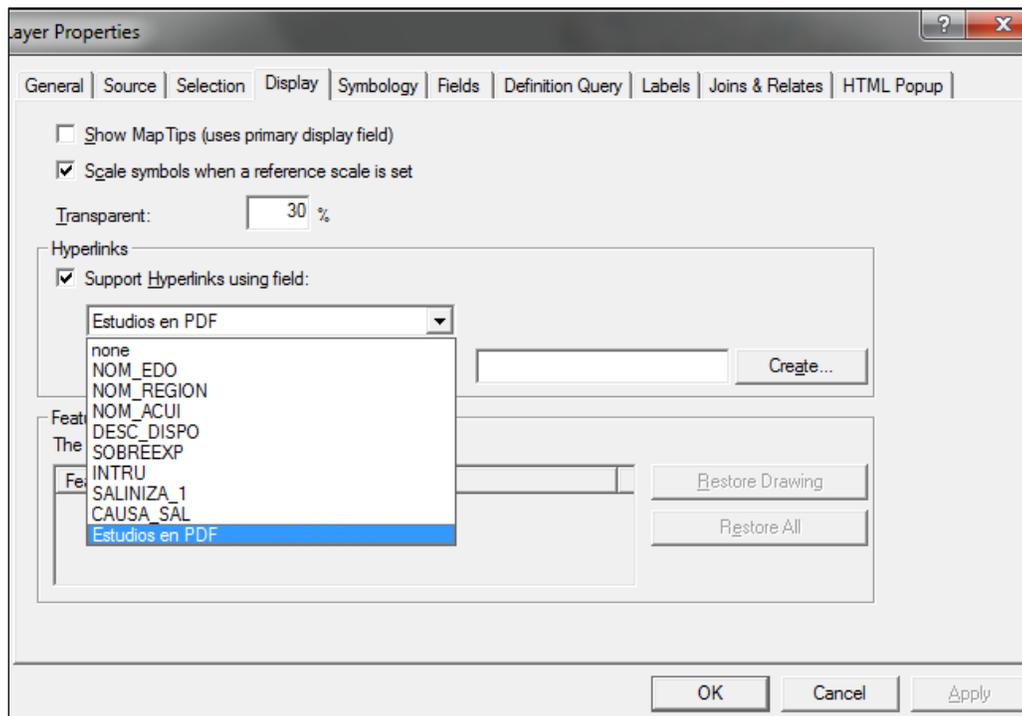


Figura 33.- Selección del campo “Estudios en PDF” para la generación de Enlaces.

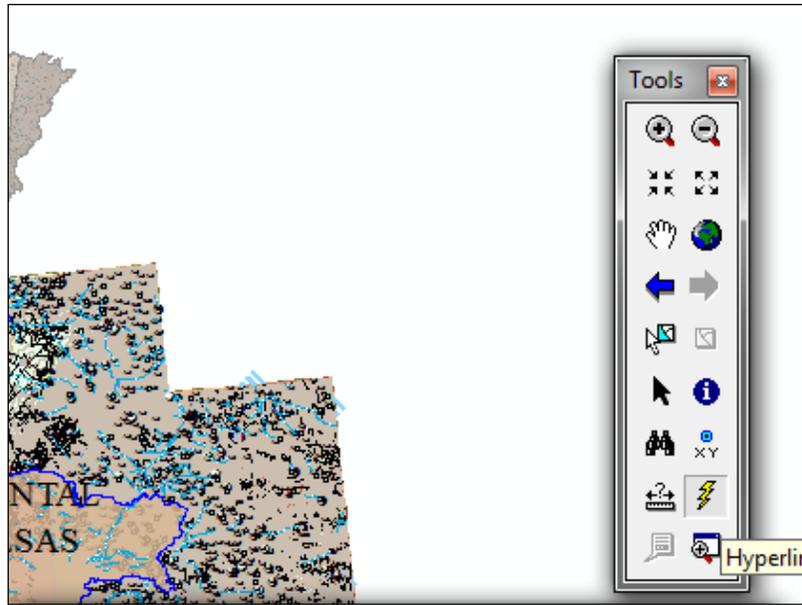


Figura 34.- Ventana principal de ArcGis con la herramienta hipervínculo activada.

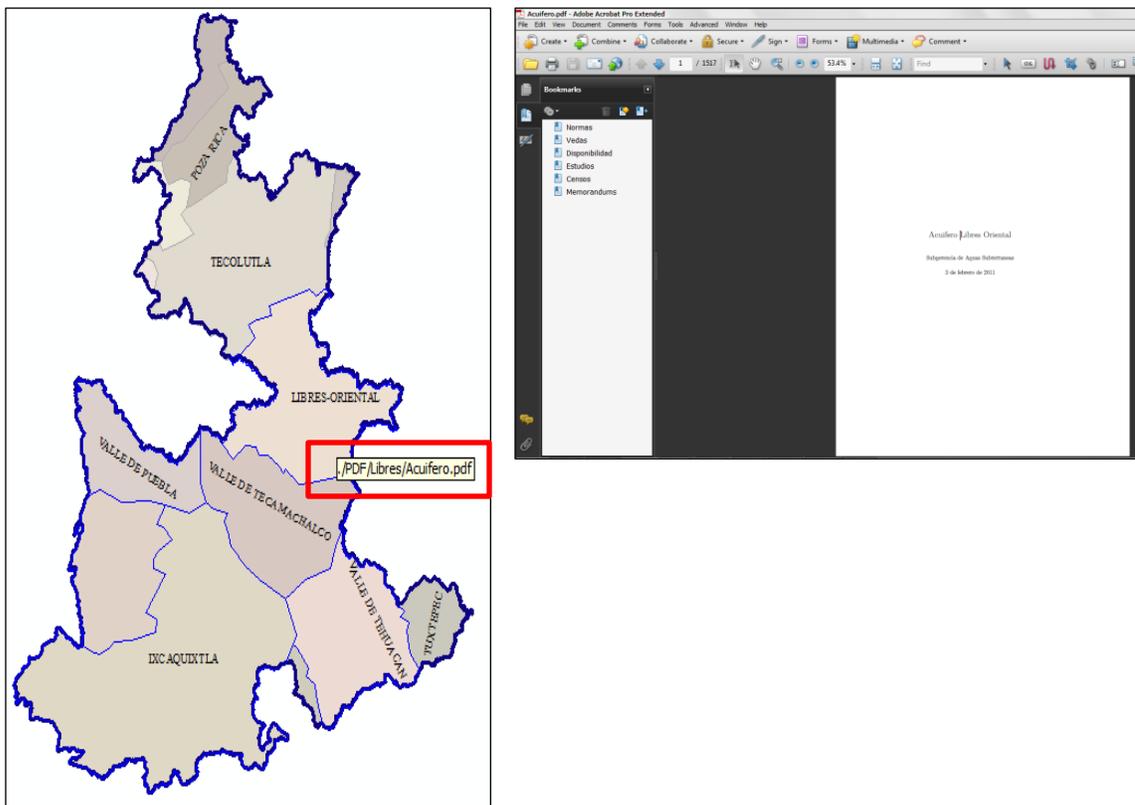


Figura 35.- Mapa general, con el hipervínculo activado sobre el acuífero Libres Oriental.

Terminado de Generar el proyecto y abierto el archivo pdf hipervinculado a cada acuífero, este se observará como se describe arriba.

CAPÍTULO 4

Sistema automatizado de análisis y consulta de información geográfica

El desarrollo del trabajo constó de los siguientes pasos:

4.1 Propósito

Establecer una comunicación visual entre el sistema y el usuario, para una mejor comprensión de las herramientas y utilidades que favorecerán la aplicación de la información en las necesidades y problemáticas que se consideren analizar.

4.2 Plataforma y compatibilidad

La plataforma estará integrada por la que se encuentra establecida en el Sistema de Información Geográfica del Agua, dado que la File Geodatabase se incluirá dentro del Servidor Central y la estructura que la conforma será compatible con la que existe para que se combinen favorablemente.

4.2.1 Servidores

CONAGUA cuenta con 12 servidores dedicados, habilitados para el trabajo con Sistemas de Información Geográfica. Estos equipos para su operación con SIG están basados en la plataforma ArcSDE, ArcIMS y ArcGis, lo que permite visualizar los datos al cliente de una manera amigable, así como realizar búsquedas mediante sus metadatos y servir en general, como repositorio de datos Geográficos a la medida. Tanto ArcIMS como ArcGis Server son la solución para entregar/despachar mapas dinámicos, datos y servicios SIG por medio de la Web. Proporcionan un entorno altamente escalable para la publicación Web SIG que resuelve las necesidades de una Intranet corporativa y las demandas de CONAGUA de publicación de cartografía interactiva vía la Internet.

4.2.2 Intranet

La interfaz web preparada para la visualización dentro de la Intranet de CONAGUA podrá ser visualizada desde la web <http://intranet.conagua.gob.mx/SIA/> o bien desde <http://intranet.conagua.gob.mx/dlpuebla/> en su apartado correspondiente.

4.3 Archivos requeridos

Información Disponible

Hemos de recopilar información de los acuíferos determinados, que sirva al usuario que usa el sistema como un punto general de revisión de información. En ella, se habrá de incluir, entre otros:

- Estudios de Disponibilidad
- Decretos Oficiales
- Normativa Correspondiente
- Vedas
- Estudios en general
- Censos
- Memoranda

Para la inclusión de los mismos en la Geobase, se agregará un campo apuntador que sirva, a manera de compilatorio, los datos que el usuario solicite. Estos, deberán ir organizados por acuífero a consultar, y deberán contener una estructura como la siguiente:

- Nombre del Acuífero del cual se consulta el documental
- Departamento que genera el documento

- Fecha de generación
- Índice general
- Normas
- Vedas
- Disponibilidad
- Estudios
- Censos
- Memoranda

El índice general, como mínimo, debe apuntar a los capítulos arriba mencionados. Dentro de los mismos, es posible generar sub-índices para el mismo, con el fin de facilitar la consulta al usuario. El documento anterior con el que cuenta cada acuífero se puede acceder mediante el hiperlink.

4.4 Acceso a la información con ArcReader y con la interface vía Intranet Institucional

Generación de la Documental usando el Software LaTeX

Para generar la documental, se usará el Software denominado LaTeX. Esto, debido a la facilidad con la cual es posible unir un conjunto N de archivos, y embeberlos dentro de un solo archivo PDF de consulta, para el usuario.

Necesitaremos las siguientes herramientas para realizarlo:

- Alguna distribución de TeX (MiKTeX, TeXLive, ...)
- PDFPages (paquete para PDFTeX que simplifica la tarea de agregar documentos PDF a un proyecto de LaTeX. Requiere PDFTeX para funcionar adecuadamente)
- Un editor de textos LaTeX (p.e: TeXNic Center)

Nota: En el caso específico de este ejemplo, se usará la última versión de TeXLive disponible junto con TexNic Center. Por tanto, omitiremos el paso de instalar PDFTeX, pues ya lo trae incorporado.

Pasos para general el Texto en LaTeX

1.- Teniendo ya alguna distribución de LaTeX previamente instalada, procedemos a instalar PDFPages en la misma. Obtendremos el archivo necesario de CTAN (el repositorio web de recursos para LaTeX).

<ftp://ctan.tug.org/tex-archive/install/macros/latex/contrib/pdfpages.tds.zip>

2.- Una vez descargado el archivo, procedemos a descomprimirlo en la carpeta de instalación de tex, en la subcarpeta texmf-local o en texmf. Usaremos para este ejemplo, la segunda opción:

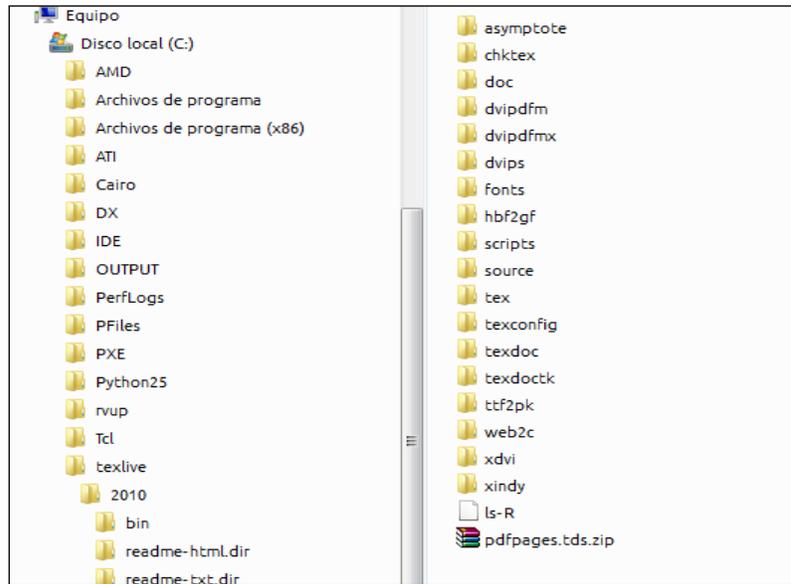


Figura 36.- Árbol de archivos de la instalación de TeXLive. Instalar sobre texmf

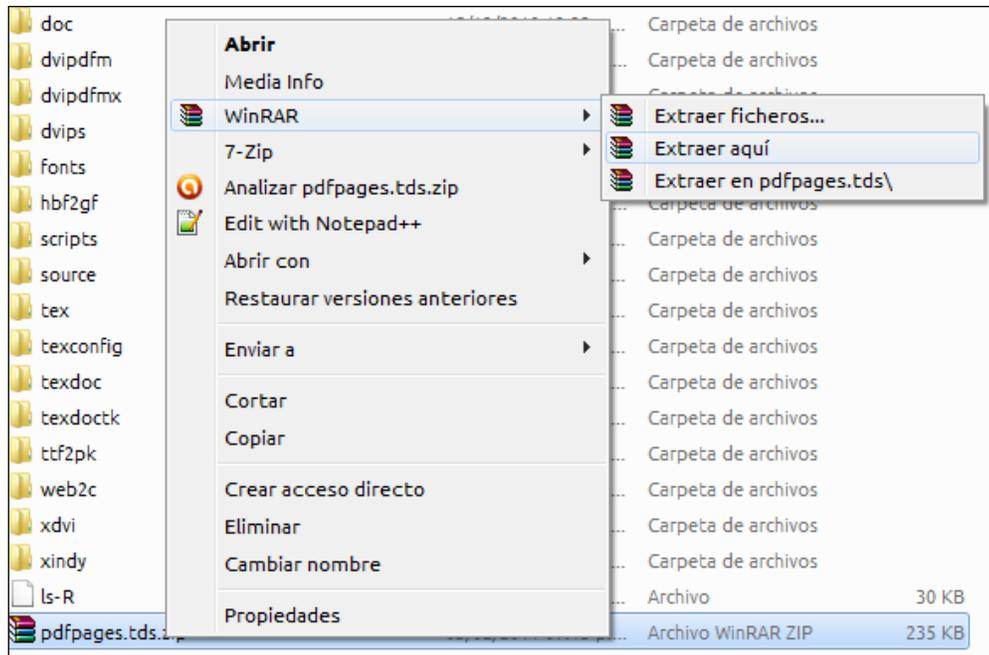


Figura 37.- Árbol de archivos de la instalación de TeXLive. Instalar sobre texmf

3.- Seguidamente, ejecutaremos nuestro editor de LaTeX. Navegaremos en la carpeta deseada, y abriremos el archivo Acuífero.tex

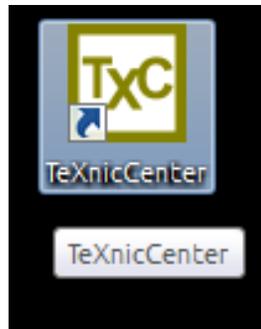


Figura 38.- Ejecutar TeXnic Center

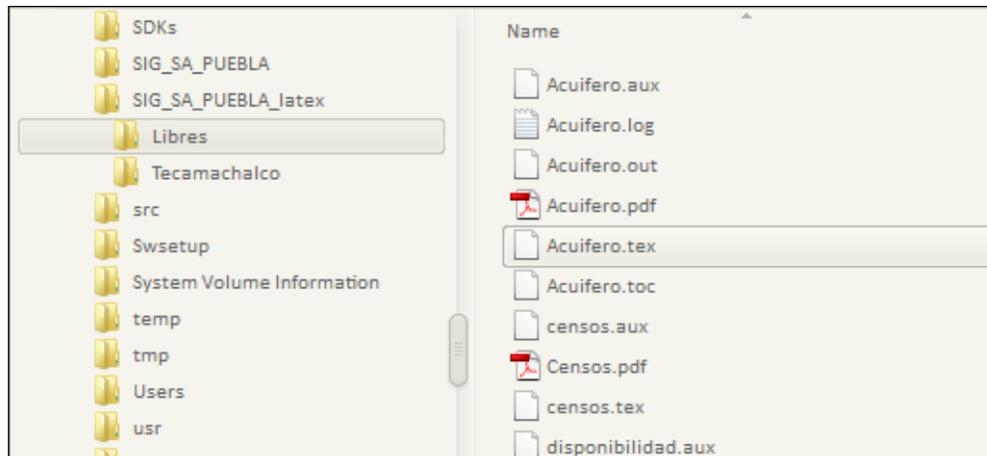


Figura 39.- Estructura ejemplo de generación de documental. Abrir el archivo Acuífero.tex

Nota de implementación: La carpeta, por acuífero, sigue esta estructura básica:

- Carpeta_Acuífero⁹
- Acuífero.tex -> Archivo principal.
- Acuífero.pdf -> Se genera al terminar
- Censos.pdf -> Archivo pdf de los censos
- Censos.tex -> Archivo que agrega Censos.pdf al documento TeX
- Disponibilidad.pdf -> Archivo pdf de la Disponibilidad del Acuífero
- Disponibilidad.tex -> Archivo que agrega Disponibilidad.pdf al documento TeX
- Estudios.pdf -> Archivo pdf de los estudios
- Estudios.tex -> Archivo que agrega Estudios.pdf al documento TeX
- Memorandums.pdf -> Archivo pdf con Memoranda del Acuífero
- Memorandums.tex -> Archivo que agrega Memorandums.pdf al documento TeX
- Normas.pdf -> Archivo pdf de la normativa en acuíferos
- Normas.tex -> Archivo que agrega Normas.pdf al documento TeX
- Vedas.pdf -> Archivo pdf que describe la veda
- Vedas.tex -> Archivo que agrega Vedas.pdf al documento TeX

⁹ Cada Carpeta_Acuífero debe contener el modelo TEX de los archivos mencionados. Estos servirán a modo de plantilla, y si uno falta, la compilación del documento fallará

4.- Una vez abierto el archivo, compilaremos dos veces, el proyecto acuífero. Esto, debido a que en la primera ejecución, LaTeX no es capaz de resolver las dependencias de la tabla de contenidos (o Índice). Daremos clic en el botón Build current File o bien, presionaremos Ctrl + F7.

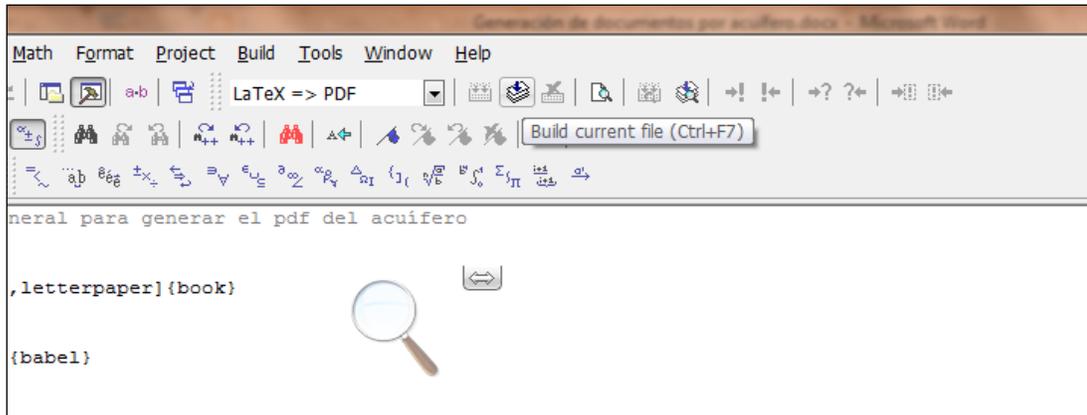


Figura 40.- Abrir el archivo, lo “construiremos” a doble pasada.
 (Nota: Verificar que la compilación usa el perfil LaTeX => PDF)

Al finalizar la compilación, se habrá generado un archivo Acuífero.pdf. Este es nuestro documental entregable, listo para incorporarse a la Geobase de Datos. Incorporación a la Geobase. Debido a que necesitamos incorporarlo, debemos copiarlo a alguna carpeta accesible a la misma. Designaremos la carpeta PDF dentro de SIG_AS_PUEBLA para tal efecto.

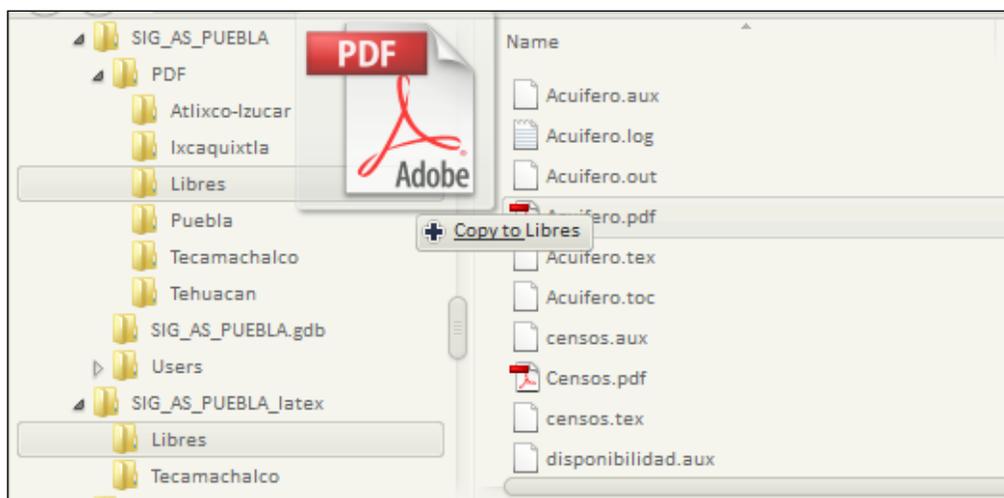


Figura 41.- Copiar el archivo Acuífero.pdf generado a la Geobase.

Procedemos a cargar ArcGIS. En él, habilitaremos el modo de edición sobre la capa de acuíferos, y enlazaremos al archivo creado.

Procedimiento a Cargar ArcGis

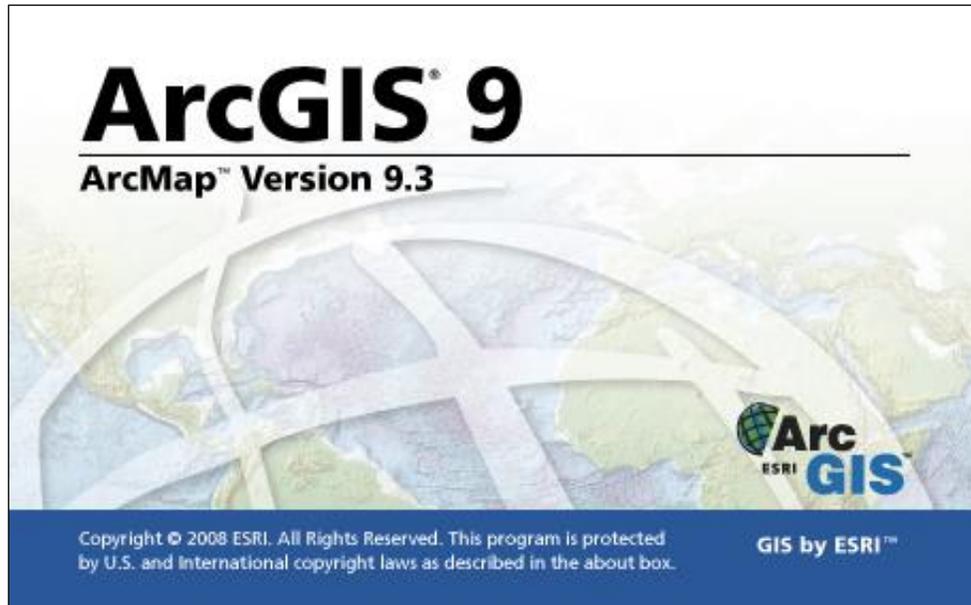


Figura 42.- Entrar a ArcGIS9

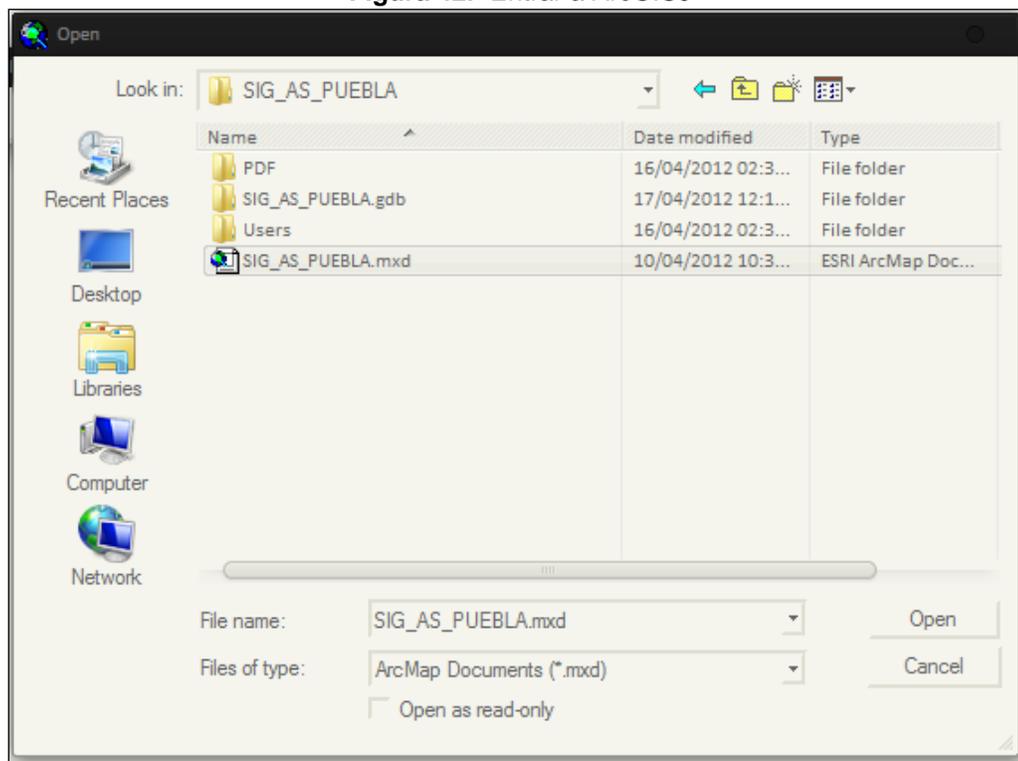


Figura 43.- Cuadro de dialogo abrir. Seleccionar nuestro archivo Mxd

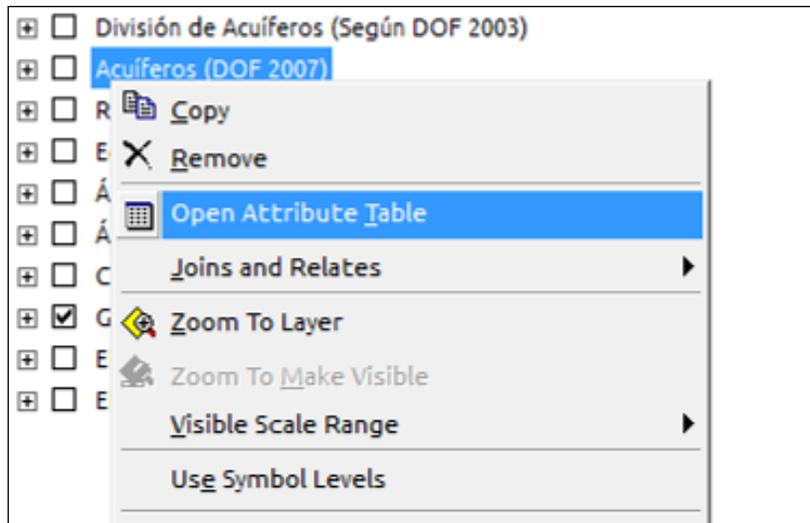


Figura 44.- Abrir la tabla de atributos de Acuíferos DOF 2007

SALINIZA_1	CAUSA_SAL	Shape_Length	Shape_Area	Estudios en PDF	CLV_ACUI *	CLV_EDO
		347717.557833	3087834985.61211	<Null>	2104	21
		370334.84651	4875187747.34315	<Null>	2105	21
		872855.579033	14779096606.2066	<Null>	2106	21
		335146.837069	4082835945.77129	<Null>	2103	21
		562282.940072	6043353942.64207	<Null>	2102	21
		344406.751053	5116505615.84746	<Null>	2101	21
		118700.761348	350903401.845433	<Null>	2014	20
		201815.234623	1386571507.40374	<Null>	2010	20
		129826.804801	289588656.029696	<Null>	3003	30
		294624.006008	1328586061.68471	<Null>	3014	30
		313734.433926	2103811728.99618	<Null>	3001	30
		198195.943421	707035208.782314	<Null>	1318	13
		58337.588812	144742056.493746	<Null>	1319	13
		597947.579029	7823581493.34329	<Null>	3002	30

Figura 45.- Revisar el campo “Estudios en PDF”

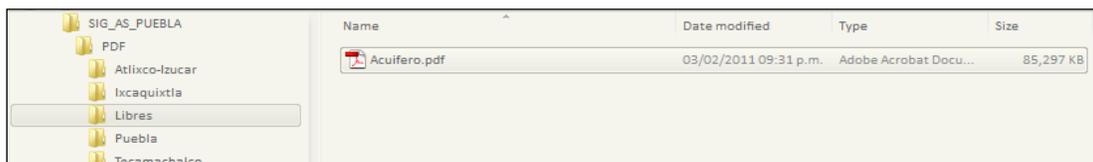


Figura 46.- Estructura del subfolder “Libres” donde se encuentra contenido el archivo Acuífero.pdf, el cual es apuntado en la tabla de atributos de Acuíferos. DOF 2007.

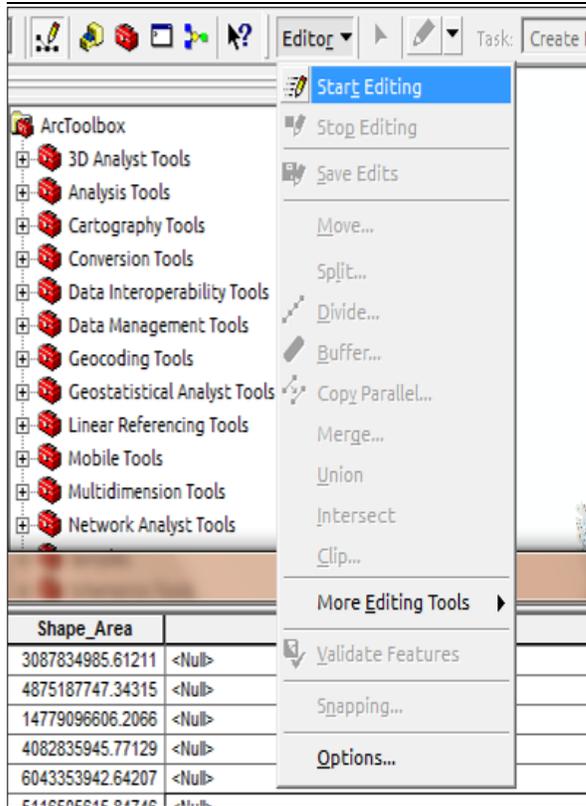


Figura 47.- Iniciar el editor en ArcGis.

Attributes of Acuíferos (DOF 2007)

SALINIZA_1	CAUSA_SAL	Shape_Length	Shape_Area	Estudios en PDF	CLV_ACUI*	CLV_EDO
		347717.557833	3087834985.61211	<Null>	2104	21
		370334.84651	4875187747.34315	<Null>	2105	21
		872855.579033	14779096606.2066	<Null>	2106	21
		335146.837089	4082835945.77129	<Null>	2103	21
		562282.940072	6043353942.64207	./PDF/Libres/Acuifero.pdf	2102	21
		344406.751053	5116505615.84746	<Null>	2101	21
		118700.761348	350903401.845433	<Null>	2014	20
		201815.234623	1386571507.40374	<Null>	2010	20
		129826.804801	289588656.029696	<Null>	3003	30
		294624.006008	1328586061.68471	<Null>	3014	30
		313734.433926	2103811728.99618	<Null>	3001	30
		198195.943421	707035208.782314	<Null>	1318	13
		58337.588812	144742056.493746	<Null>	1319	13
		597947.579029	7823581493.34329	<Null>	3002	30

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 14 Selected) Options

Figura 48.- Editar la fila según la ruta relativa del archivo. (./PDF/Libres/Acuifero.pdf)

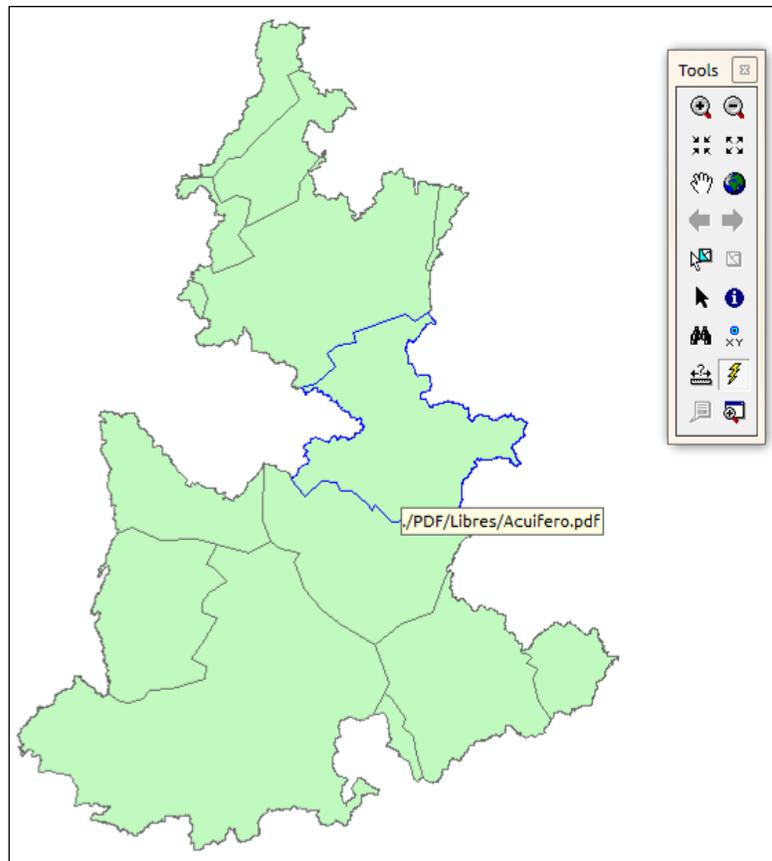


Figura 49.- Activar el Híper-enlace que conduce al archivo PDF de los Estudios.

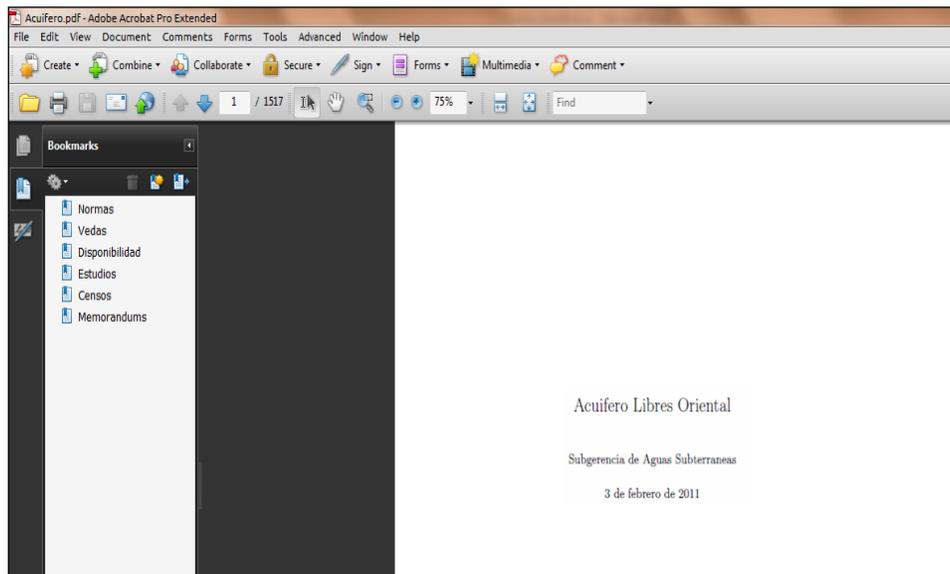


Figura 50.- Documento PDF, ejecutado con Adobe Acrobat Reader.

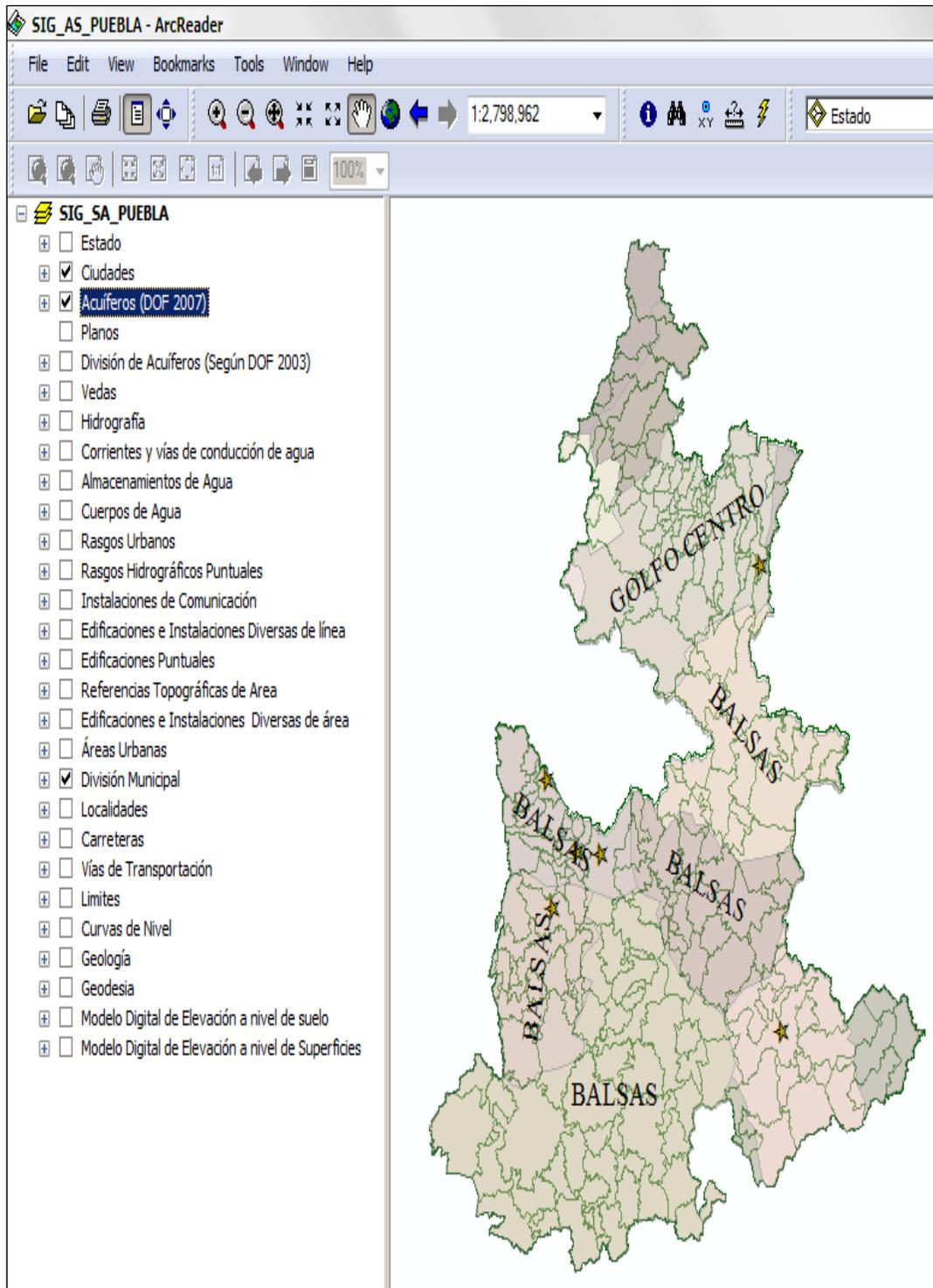


Figura 51.- Pantalla de información en ArcReader.

Acceso a la información con la interface vía Intranet Institucional

Una vez integrada la Geobase de Datos y teniendo el archivo mxd conteniendo toda las capas e información relacionada con el sistema, realicé la solicitud de permiso de acceso electrónica y documentalmente a la Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Información Geográfica del Agua para iniciar el procedimiento de conexión a la Geobase de Datos Institucional del Agua; posteriormente fue llevado para que a través del servidor existente en el Sistema de Información Geográfica del Agua en el Distrito Federal fuera integrado dentro del mismo, procediéndose a la carga de la información y modificándose la interfaz gráfica de visualización para que esta fuera más ilustrativa y manipulable por el usuario de tal manera que ejerciera las funciones para el cual el sistema fue creado.

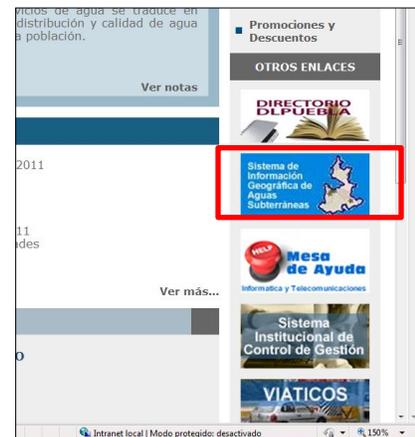
Posteriormente fue subido al portal de la Dirección Local Puebla de la Comisión Nacional del Agua para que contara con el acceso inmediato mediante la creación de su acceso independiente.

Las siguientes figuras ilustran la manera en la cual fue integrado al portal referido y la forma en la que es actualmente consultado.



Figura 52.- Captura de pantalla. Página de la INTRANET de CONAGUA. Dirección Local Puebla

Figura 53.- Ingresar al SIG_AS Puebla. INTRANET de CONAGUA. Dirección Local Puebla.



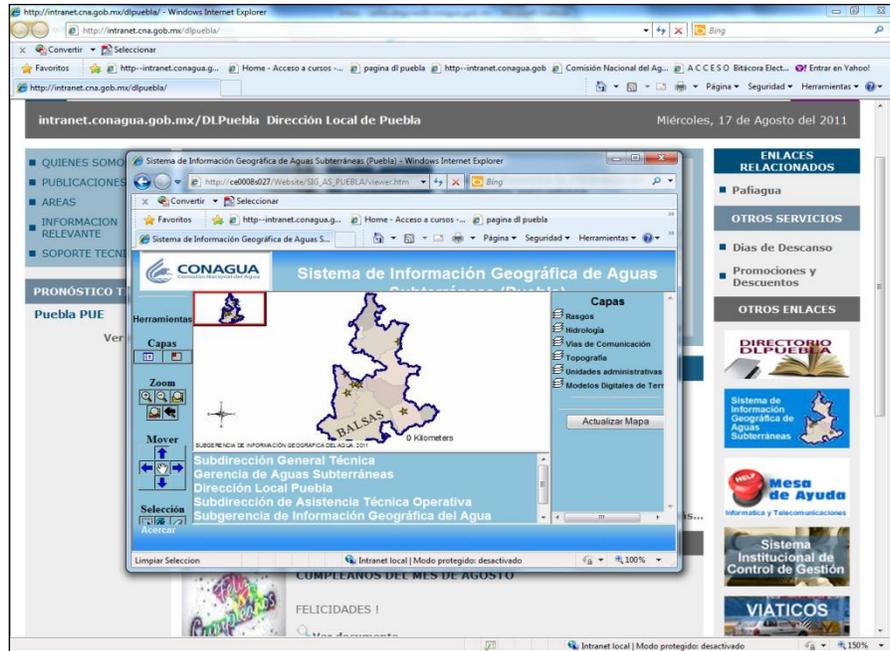


Figura 54.- Ingresar a SIG_AS_Pue.

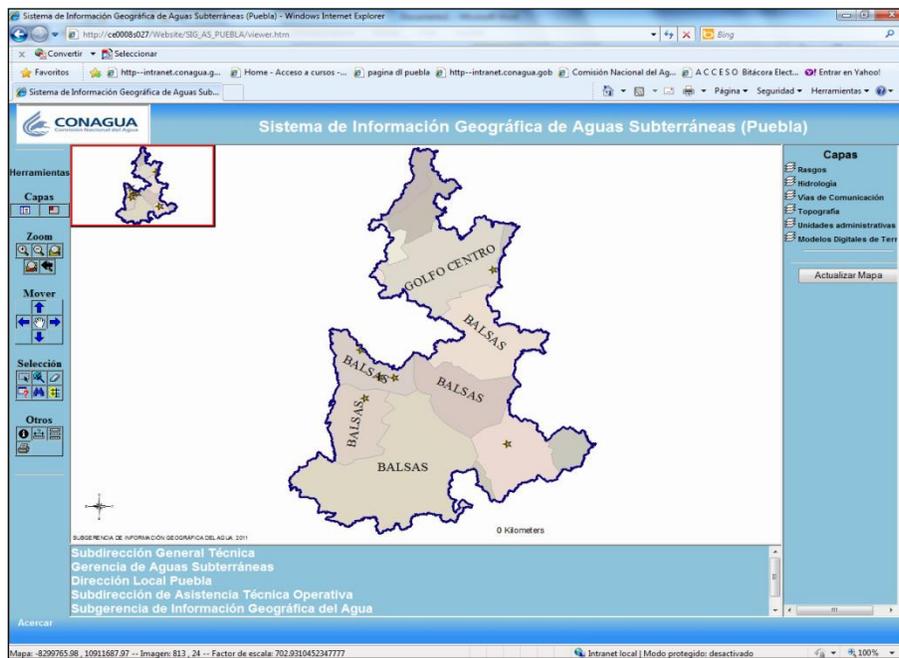


Figura 55.- Pantalla inicial del Sistema de Información Geográfica de Aguas Subterráneas (Puebla)

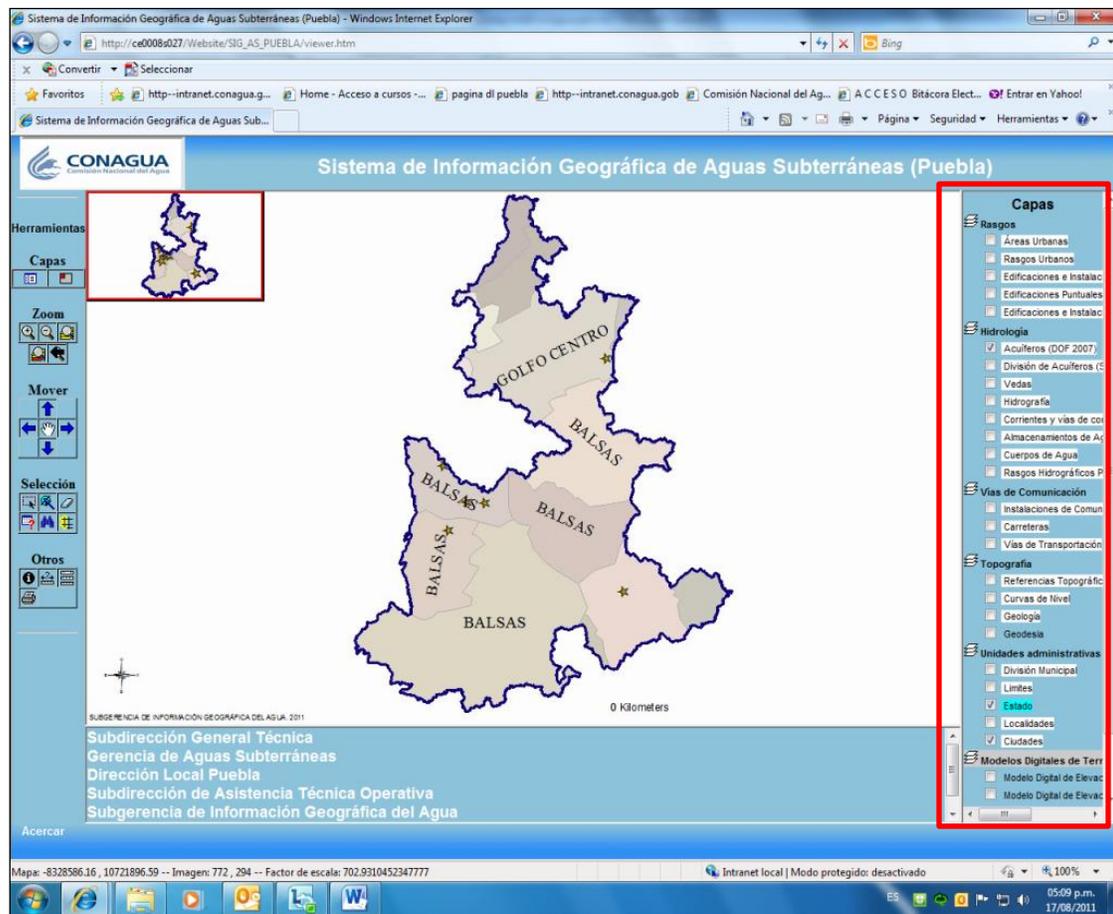


Figura 56.- Despliegue general de las capas que componen al SIG_AS

4.5 Aplicaciones de aguas Subterráneas y su interrelación con el Sistema

Software Institucional, cuya inserción dentro del Sistema está representado al inicio sesión con el DVD que contiene la Geobase de Datos, dando pauta al usuario de seleccionar el tema de su interés, procediendo posteriormente a visualizar la información cartográfica requerida, tales como:

- Afectaciones a terceros.- Indispensable para realizar dictámenes técnicos de nuevas perforaciones de pozos y para conocer sus radios de influencia.
- Conversiones utm-geográficas-utm.- Necesario para ubicar los aprovechamientos hidráulicos de acuerdo a la proyección en la que se requiera.
- Presupuestos de pozos.- Requisito indispensable para conocer el alcance económico y técnico que tendrán las nuevas obras hidráulicas y realizar la priorización de acuerdo al programa Federal o Estatal de construcción.
- Métodos de proyección de población.- Todo proyecto de abastecimiento hidráulico urbano o rural debe contar con una memoria descriptiva y de cálculo en la que se delimiten el alcance de beneficiarios y su proyección.
- Cálculo de permeabilidad.- Para los casos en los cuales tengamos que conocer o determinar de forma puntual o regional el parámetro de permeabilidad, de acuerdo con el uso que le queramos dar (estudio geohidrológico, pozos de infiltración, pozos de absorción, contaminación de aguas subterráneas, lagunas de infiltración, etc.).
- Cálculo de potencia en bombas.- Para la emisión correcta de dictámenes técnicos de aprovechamientos hidráulicos bajo consideraciones de demanda, extracción, uso, aprovechamiento, nueva perforación, etc.
- Mapa de riesgos sociales o de focos rojos.- uno de los factores principales para evaluar la problemática social latente derivada de la

distribución, operación, uso, aprovechamiento del agua, en condiciones que provoquen alteraciones públicas o de interés público.

4.6 Herramientas alternativas de Consulta y su aplicación (Google Earth, ArcGis 9.1, ArcGlobe).

Información Aplicada (Asociada)

Como complemento a la Geobase, se usarán una serie de herramientas, que permitirán al usuario que consulte, datos adicionales sobre los aprovechamientos en el Estado de Puebla. Haciendo uso principal, de las siguientes herramientas, se pretende conseguir lo aquí citado:

- ArcGlobe
- Google Earth
- ArcReader

Generación de la información

ArcGlobe

Para generar la información visible en ArcGlobe, procedemos a ejecutar el programa dicho. A continuación, agregaremos capas como si se tratara de ArcGis. Al final del procedimiento, guardaremos nuestra vista en un archivo [ext] que podrá usar el usuario para visualizar la información.

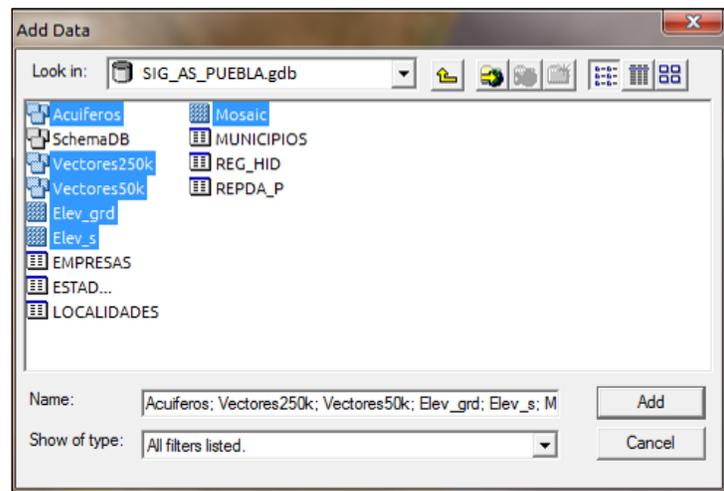


Figura 57.- Agregar capas a la interfaz de ArcGlobe.

[Nota: Solo seleccionaremos las capas con información Geográfica. El resto no son de importancia visual]

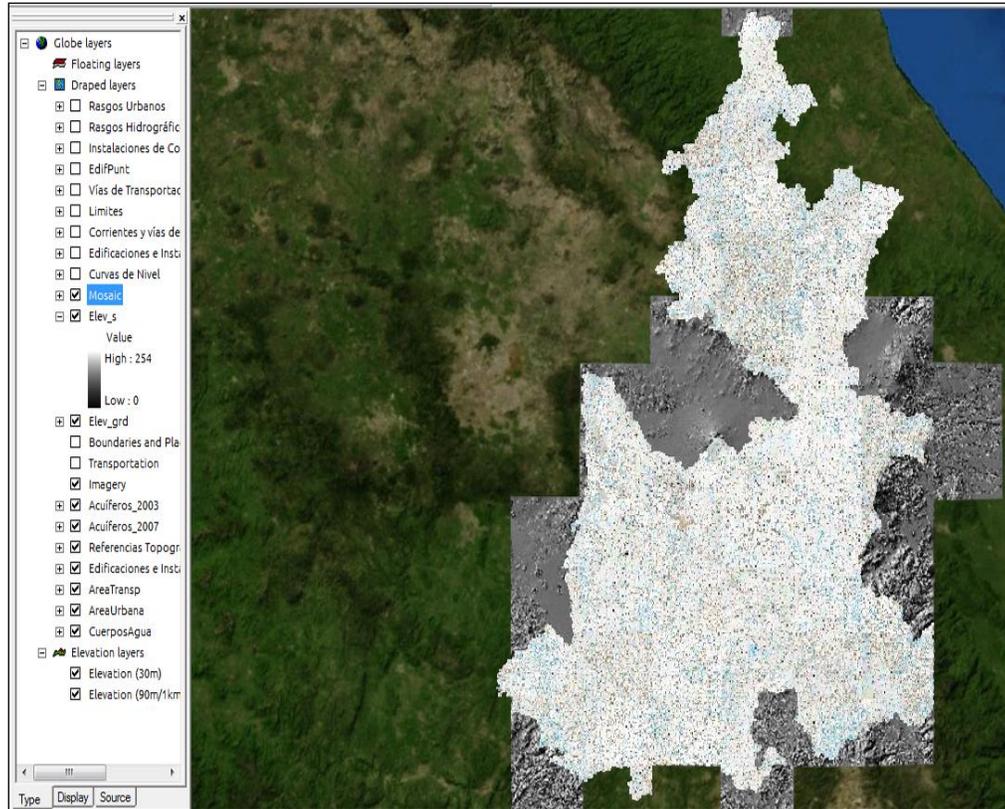


Figura 58.- Capas cargadas a la izquierda de la pantalla, con su visualización en el Globo a la Derecha.

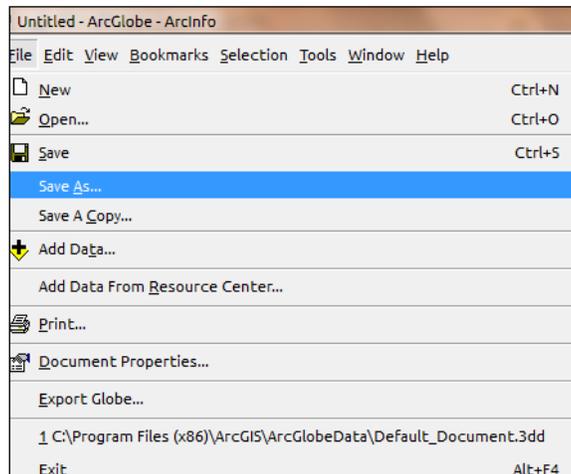


Figura 59.- Guardar nuestro modelo en ArcGlobe para su posterior visualización

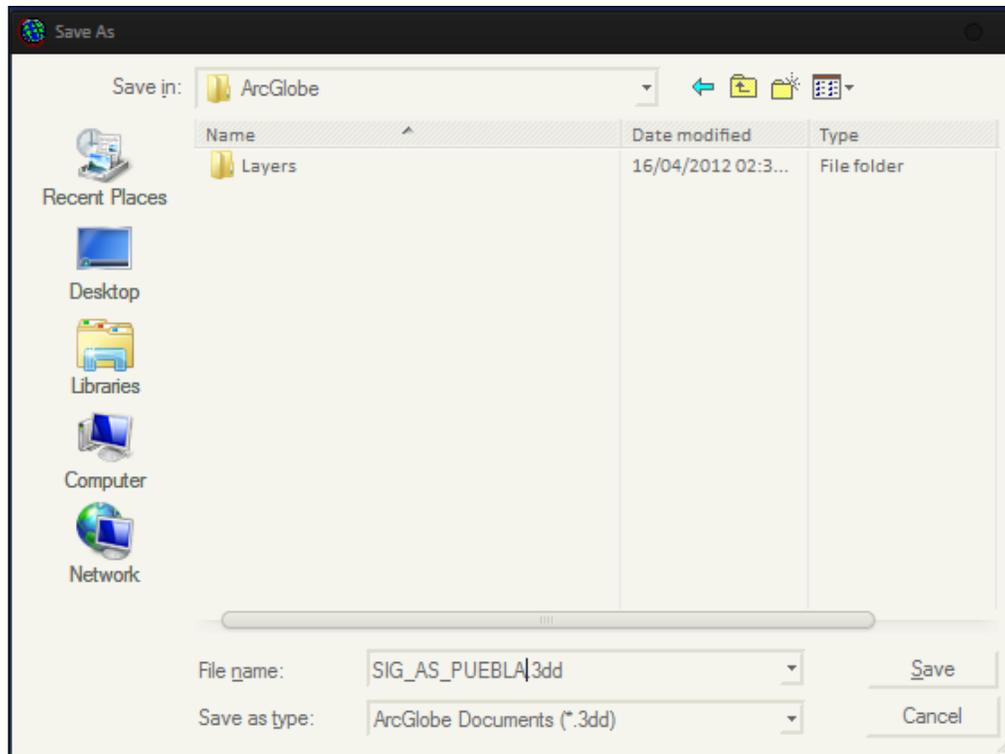


Figura 60.- Guardar como SIG_AS_PUEBLA.3dd

ArcReader

Para generar la información de ArcReader, procedemos a publicarla mediante ArcGis. Abrimos nuestro MXD para ello.

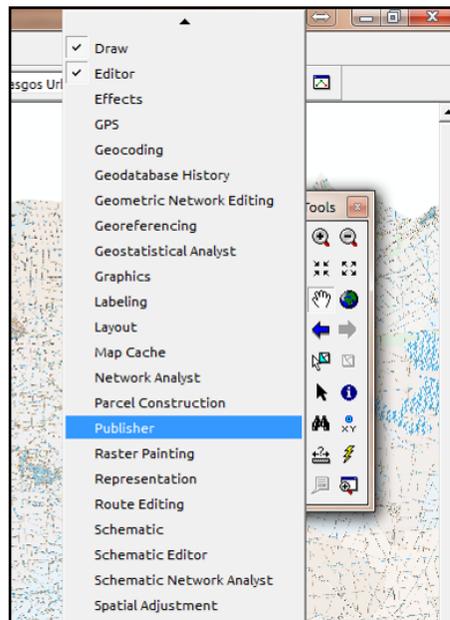


Figura 61.- Mostrar la barra de herramientas de Publicación en ArcGis.

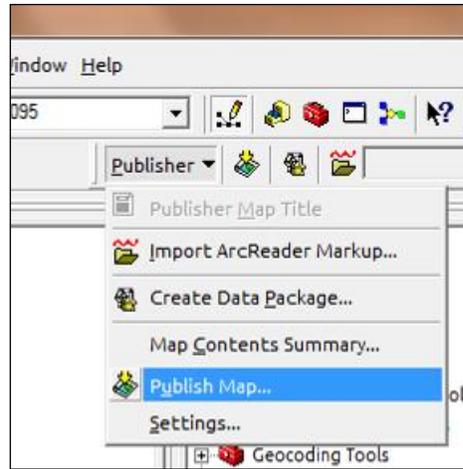


Figura 62.- publicar nuestro mapa.

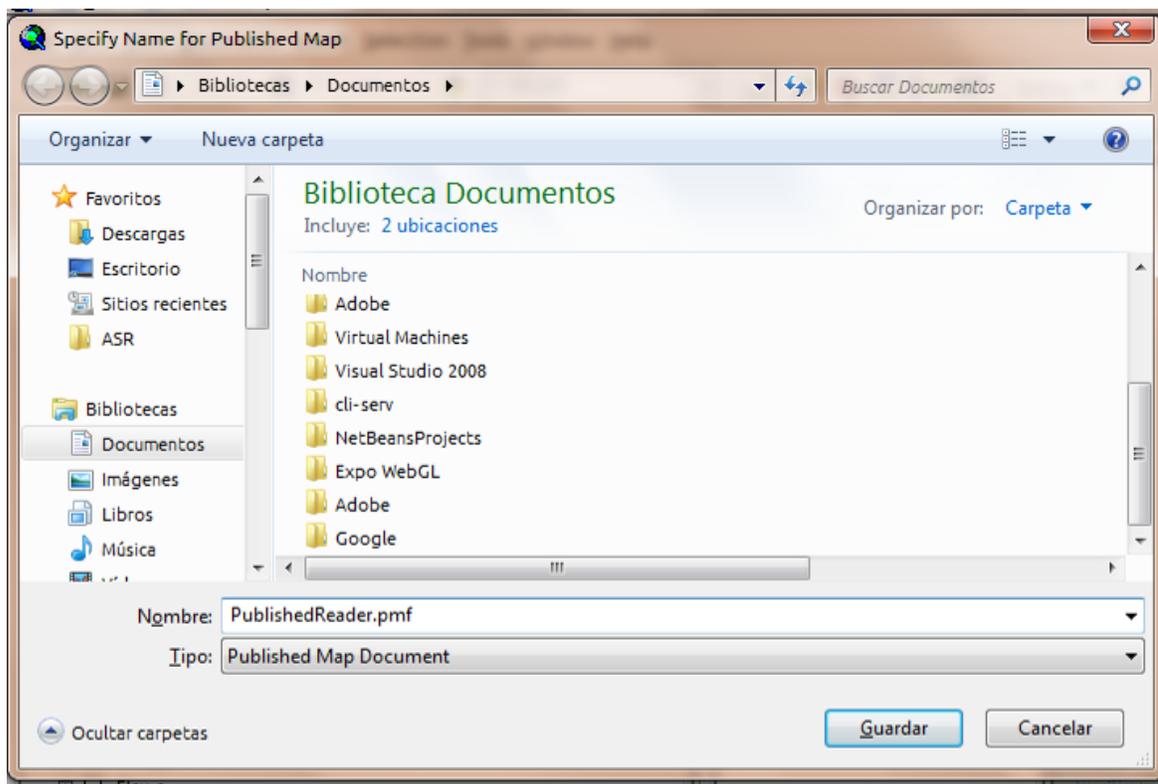


Figura 63.- publicar nuestro mapa.

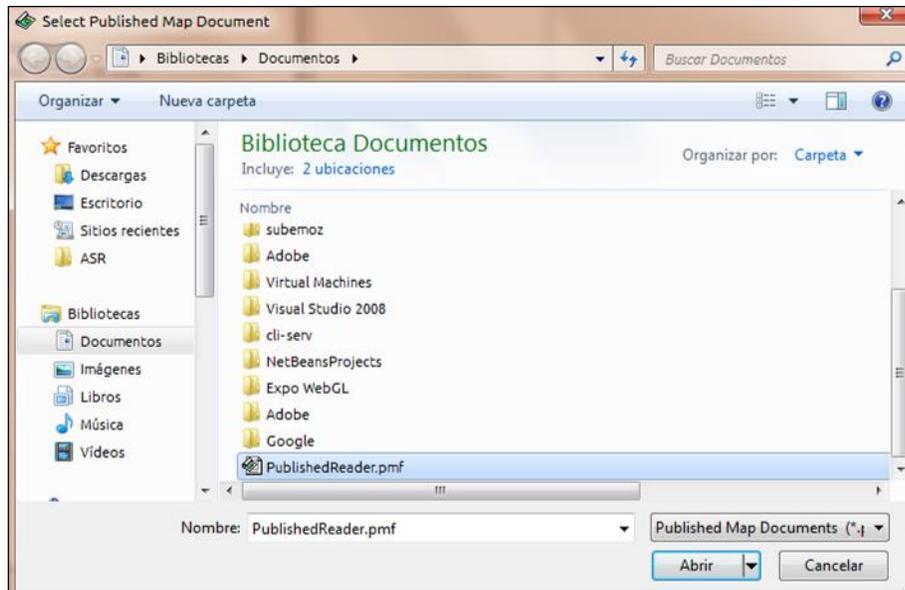


Figura 64.- abrirlo para su lectura en ArcReader.

Google Earth

Debemos activar la extensión para exportar capas a Google Earth. Después, exportar la(s) capa(s) interesadas a proyectar en tal software

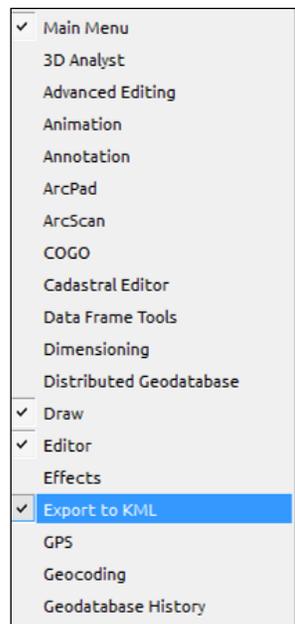


Figura 65.- Habilitar la extensión para exportar a KML.

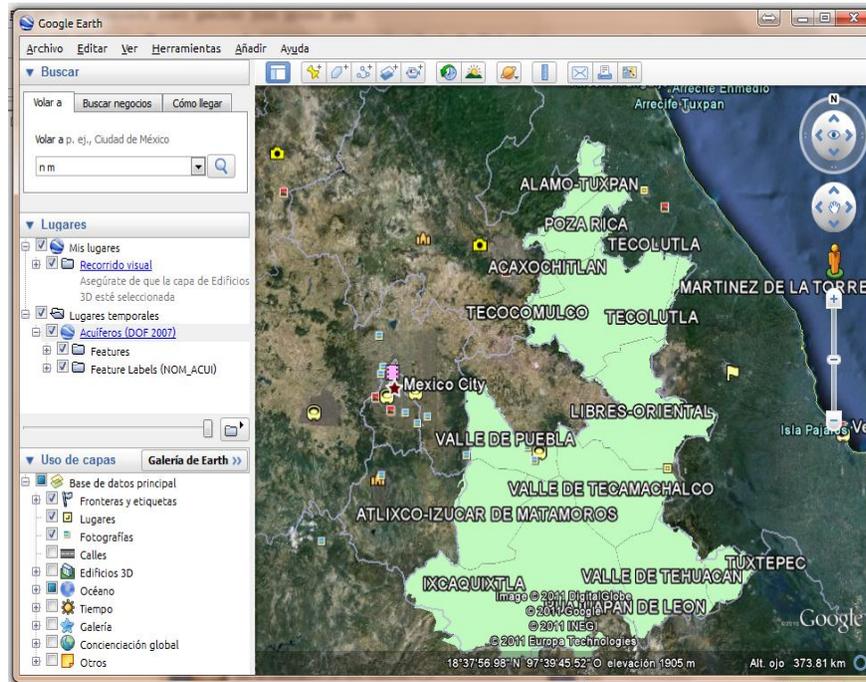


Figura 66.- Google Earth vista con la capa de Acuíferos que fue exportada.

CAPITULO 5

Resultados y Conclusiones

5.1 Resultados

1. Se generó la Geobase de Datos de archivo (file geodatabase).
2. Una mejor organización de la información documental de los acuíferos en carpetas y subcarpetas de acuerdo a lo establecido en la estructura del Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA) para una mejor administración y Control.
3. Georreferenciación de todos los archivos geográficos con el mismo Datum y proyección de ITRF92 (puntos, líneas, polígonos, imágenes, etc.), reproyectados en la Proyección Cónica de Lambert con sus parámetros establecidos.
4. Se generó un feature extent en el archivo de la Geobase de Datos (file geodatabase) del tamaño del Estado de Puebla para delimitarlo.
5. Se depuró la información antes de cargarla en la Geobase de Datos de archivo (file geodatabase) para que contuviera solo la importante y enfocada a las atribuciones del Sistema.
6. Se cargó la información en la Geobase de Datos de archivo (file geodatabase), exportando los shapes necesarios de los temas y clases establecidos.
7. Escaneo de los planos de los estudios geohidrológicos de los diversos acuíferos del Estado de Puebla.
8. Se georreferenciaron los archivos Raster, recortándolos con el Software ERDAS v.9.1, incluidos los Modelos Digitales de elevación y Topográficos del INEGI (para limitar solo el Estado de Puebla), así como los planos escaneados de los diversos estudios geohidrológicos realizados.
9. Se generó con ArcCatalog los metadatos de cada una de las capas seleccionadas que integran la Geobase.

10. Alimentación de la Geobase de Datos de archivo (file geodatabase) mediante la carga de datos planos, para visualizar y vincular al Metadata Explorer todos los documentos generados, uno por uno.
11. Se generó un CD/DVD con contenido para el usuario, en el cual se incorporaron las herramientas necesarias para que el mismo pueda aprovechar y consultar la información de la Geobase de Datos. Así como información extra que pudiera serle de utilidad, y que el Departamento de Aguas Subterráneas consideró adecuado para su inclusión y su lectura.

5.2 Conclusiones

La recopilación de toda la información de un acuífero en una región de series de tiempo determinada nos permitirá evaluar los riesgos de los mismos, así como hacer análisis para un control integral del mismo. Debido a que la recopilación de tales datos es una tarea que requiere largos periodos de tiempo, entre aspectos como corroborar su periodo de validez, la calidad de los mismos, la recopilación de sus fuentes, se entiende por tales, que este trabajo presentará sucesivas actualizaciones en las que se añadirá la información faltante, y que su estado de progreso se define como “En proceso”. Sin embargo, con el material aquí presentado, se resumen en gran medida los alcances del mismo.

Etapas subsecuentes de actualización permitirán, previos permisos obtenidos para su publicación en la página oficial de Internet de la CONAGUA que los usuarios externos puedan acceder a este sistema, permitiendo que este conocimiento de las aguas subterráneas entren a un nivel más generalizado en la sociedad, y que las consultas o requerimientos de información y evaluación geohidrológica sea más específica y con mayor claridad y comprensión para cubrir las necesidades planteadas.

5.3 Caso Práctico

Antecedente

La Subdirección de Administración del Agua de la Dirección Local Puebla, mediante Memorando No. B00.DL.14.1.4.0238/2012, de fecha 02 de mayo de 2012, remite el expediente No. CNA-01-013-A-PUE-L-0647-23-09-11 a nombre de la C. Liboria Cid Méndez, quien en solicitud de servicios de fecha 23 de septiembre de 2011, solicita una transmisión de derechos parcial y definitiva por un volumen de 4,000.00 m³/año, que hace a su favor el C. Javier Álvarez Hinojosa, del Título de Concesión No.04PUE113054/18AMGE03 de fecha 03 de marzo de 2003 (anexa copia en expediente) para uso agrícola, el cual ampara un aprovechamiento por un volumen total autorizado de 384,000.00 m³/año y gasto de 64.00 l/s, ubicado en la Localidad de Palmar de Bravo, Municipio de Palmar de Bravo, pretende extraer los volúmenes transmitidos mediante un pozo del cual está solicitando su permiso de perforación para extraer aguas nacionales del subsuelo para uso agrícola, a ubicarse en el predio denominado “Un predio ubicado en el paraje denominado el Paredón, Sección Quinta”, en la localidad de Barrio de Santo Nombre, Municipio de Tlacotepec de Benito Juárez, Estado de Puebla.

El Municipio de Tlacotepec de Benito Juárez, presentó con fecha 15 de mayo de 2012, denuncia por la posible afectación a su pozo de uso público urbano por la perforación y posterior explotación del pozo de la C. Liboria Cid Méndez, dado que se encuentra a una distancia de 375 m al sureste del sitio de perforación.

Condiciones Geohidrológicas

El sitio donde se pretende ubicar este aprovechamiento hidráulico subterráneo se localiza en el Acuífero Valle de Tecamachalco, en la Región Hidrológica No.18, Cuenca del Río Balsas.

De acuerdo con los Decretos Presidenciales que determinan las vedas para el alumbramiento de las aguas del subsuelo en el Estado de Puebla, se definió este acuífero en Veda Meridional declarada mediante Decreto Publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 15 de noviembre de 1967 y su ampliación del 30 de agosto de 1969.

De conformidad con lo establecido por el Artículo Segundo, de este decreto, la veda queda comprendida en la tercera clasificación del artículo 11 del Reglamento de la Ley del 29 de diciembre de 1956 en materia de aguas del subsuelo.

“III.-Zonas de veda en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.”

Con fecha 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos” el cual establece en su CONSIDERANDO séptimo párrafo dice “Que a efecto de actualizar la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de los acuíferos materia de este Acuerdo, se tomaron en consideración, entre otros elementos, el relativo al comportamiento de nivel de agua subterránea, la recarga, la descarga natural, la extracción y el cambio de almacenamiento de dichos acuíferos, así como los volúmenes concesionados de agua subterránea e

inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua con fecha de corte 30 de septiembre de 2008” y en su ARTÍCULO PRIMERO dice que se actualizan los valores medios anuales de disponibilidad de los acuíferos; que para el caso de la REGIÓN HIDROLÓGICA-ADMINISTRATIVA IV fracción LVI “BALSAS” en el Estado de Puebla para el ACUÍFERO DEL VALLE DE TECAMACHALCO, establece una disponibilidad media anual de agua subterránea de 0.000000 millones de m³ y un Déficit de -68.371754 millones de metros cúbicos; y en su ARTÍCULO QUINTO, primer párrafo establece que “La Comisión Nacional del Agua podrá otorgar nuevas concesiones o asignaciones de agua subterránea en los acuíferos que se señalan en el presente Acuerdo, únicamente en aquellos casos en que exista disponibilidad de agua y en los casos previstos en los decretos de veda respectivos con respecto al uso doméstico.

Sistema y Aplicación empleado (Anexo H)

- Se ubican los aprovechamientos involucrados geográficamente.
- Se realiza la recopilación de su información, tanto legal (Títulos de Concesión) como técnica (diseños constructivos, cortes litológicos, registros eléctricos, aforos, piezometrías, parámetros hidráulicos, pruebas de bombeo cercanas, etc.), de estudios geohidrológicos y archivos.
- Se ingresa a la interfaz gráfica y a la Geobase de Datos de Archivo y se obtiene la información arriba referida.
- Se ingresa a la aplicación denominada Radio de Afectación a Terceros en formato Excel y se ingresan todos los datos recopilados del expediente de solicitud como de la Geobase de Datos de Archivo (coeficiente de almacenamiento, transmisividad, niveles estáticos, gastos de extracción, tiempos de operación, correlación estratigráfica, etc., obteniéndose el valor numérico del análisis de afectación entre obras hidráulicas.
- Se resuelve positiva o negativamente la operación del pozo.

Resolución y/o Dictamen Técnico

La Jefatura de Departamento de Aguas Subterráneas, de la Subdirección de Asistencia Técnica Operativa de la Dirección Local Puebla OPINA en forma PROCEDENTE a la SOLICITUD DE TRANSMISIÓN DE DERECHOS PARCIAL Y DEFINITIVA por un volumen de 20,000.00 m³/año del Título de Concesión No.04PUE113054/18AMGE03 de fecha 03 de marzo de 2003.

Con base en el análisis de afectación entre obras se determina que con el régimen de operación propuesto por el usuario, se estima que no se detectarán abatimientos a más de 30.0 m, por lo que desde el punto de vista técnico se considera procedente otorgar la SOLICITUD DE TRANSMISIÓN DE DERECHOS PARCIAL Y DEFINITIVA por un volumen de 4,000.00 m³/año del Título de Concesión No.04PUE113054/18AMGE03 de fecha 03 de marzo de 2003, y otorgar el permiso de perforación del nuevo aprovechamiento donde se pretende extraer los volúmenes transmitidos.

Bibliografía

- [1] P. Fu and J. Sun, WEB GIS - Principles and Applications, ESRI Press, 2011.
- [2] J. Bosque Sendra, Sistemas de Información Geográfica, Madrid: Rialp, S.A., 1992.
- [3] R. Laurini and D. Thompson, Fundamental of Spatial Information Systems, Academic Press, 1992.
- [4] F. J. Moldes, Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica, Madrid: RA-MA, 1995.
- [5] J. K. Berry, «Map Analysis 2007,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/Default.htm>. [Último acceso: 20 05 2011].
- [6] B. Jiménez, M. L. Torregosa y L. Aboites Aguilar, El Agua en México, Cauces y Encauces, México, DF: Academia Mexicana de Ciencias, 2010.
- [7] CONAGUA, «Estadísticas del Agua en México,» 2010.
- [8] CONAGUA, «Programa Nacional Hídrico 2007-2012,» 2008.
- [9] SEMARNAT, Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202, México, D.F., 2009.
- [10] SEMARNAT, Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización, México, DF, 2003.
- [11] SEMARNAT, Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 50 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, México, D.F., 2007.
- [12] SARH, Veda de la Ampliación Valle de Tehuacán, México, DF., 1959.
- [13] SARH, Veda de Oriental, México, DF., 1954.
- [14] SARH, Veda Meridional, México, D.F., 1967.
- [15] SARH, Ampliación de Veda Meridional, México, D.F., 1969.
- [16] SEMARNAT, Acuerdo por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, México, D.F., 2001.
- [17] SEMARNAT, «ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Valle de Tehuacán, clave 2105, en el Estado de Puebla, Región Hidrológico Administrativa Golfo Centro, y se dan a conocer los estudios técnicos,» Diario Oficial de la Federación, 2011 08 31. [En línea]. Available: http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_2105.pdf. [Último acceso: 2012 05 20].
- [18] CONAGUA, Actualización de la Disponibilidad Media anual de agua

- subterránea Acuífero (2101) Valle de Tecamachalco, Estado de Puebla, México, D.F., 2009.
- [19] CONAGUA, «Actualización de la Disponibilidad Media anual de agua subterránea Acuífero (2102) Libres Oriental, Estado de Puebla,» Diario Oficial de la Federación, 28 08 2008. [En línea]. Available: http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_2012.pdf. [Último acceso: 20 05 2012].
- [20] SEMARNAT, «Actualización de la Disponibilidad Media anual de agua subterránea Acuífero (2104) Valle de Puebla, Estado de Puebla,» Diario Oficial de la Federación, 28 08 2009. [En línea]. Available: http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_2104.pdf. [Último acceso: 20 05 2012].
- [21] CONAGUA, «Actualización de la Disponibilidad Media anual de agua subterránea Acuífero (2103) Valle de Atlixco-Izúcar de Matamoros; Estado de Puebla,» Diario Oficial de la Federación, 28 08 2009. [En línea]. Available: http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_2103.pdf. [Último acceso: 20 05 2012].
- [22] SEMARNAT, ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas de 58 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, México, D.F., 2011.
- [23] SEMARNAT, Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 14 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de aguas, sus planos de localización, México, D.F., 2003.
- [24] CONAGUA, «Metadatos,» SIGA, 24 06 2008. [En línea]. Available: <http://siga.cna.gob.mx/metadatos.aspx>. [Último acceso: 20 05 2012].
- [25] Federal Geographic Data Comitee, «Content Standard for Digital Geospatial Metadata,» FGDC, 06 1998. [En línea]. Available: <http://www.fgdc.gov/csdgmgraphical/index.html>. [Último acceso: 20 05 2012].
- [26] Federal Geographic Data Comitee, «The Federal Geographic Data Comitee,» FGDC, 20 12 2011. [En línea]. Available: <http://www.fgdc.gov/>. [Último acceso: 20 05 2012].

Anexos:

A Planos y mapas

B Generación de la Geodatabase

C Digitalización y Georreferenciación de Planos

**D Definiciones de campos, formatos y ejemplos de los
Metadatos en CONAGUA**

**E Procedimiento para conexión a la Geobase de Datos
Institucional del Agua (GEOAGUA) con Software ArcGis**

F Caso Práctico

G Índice de figuras

H Índice de Referencias de Página

I Glosario

Anexo A Planos y mapas

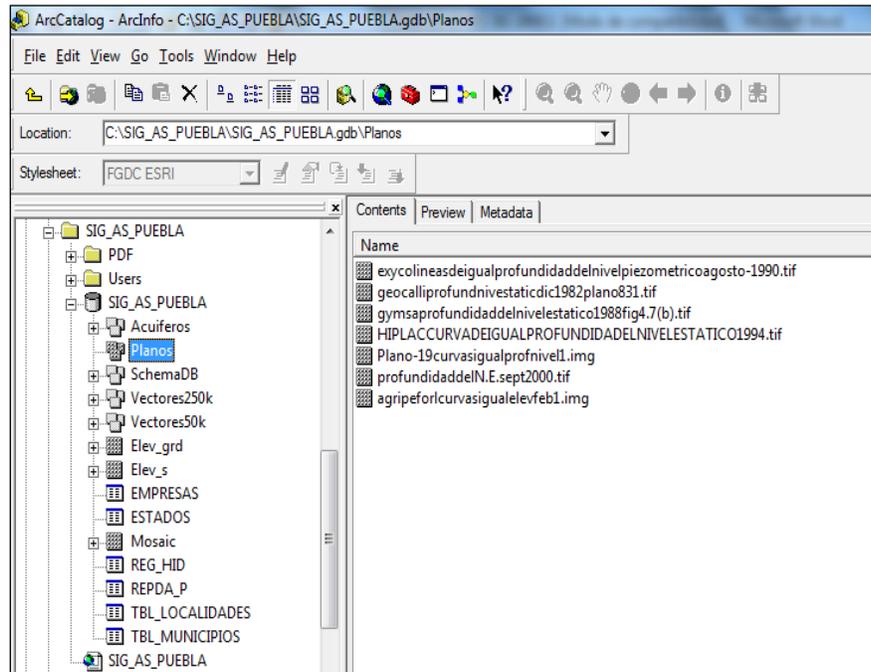


Figura 67.- Tabla de Planos Georreferenciados actuales dentro de la Geodatabase.

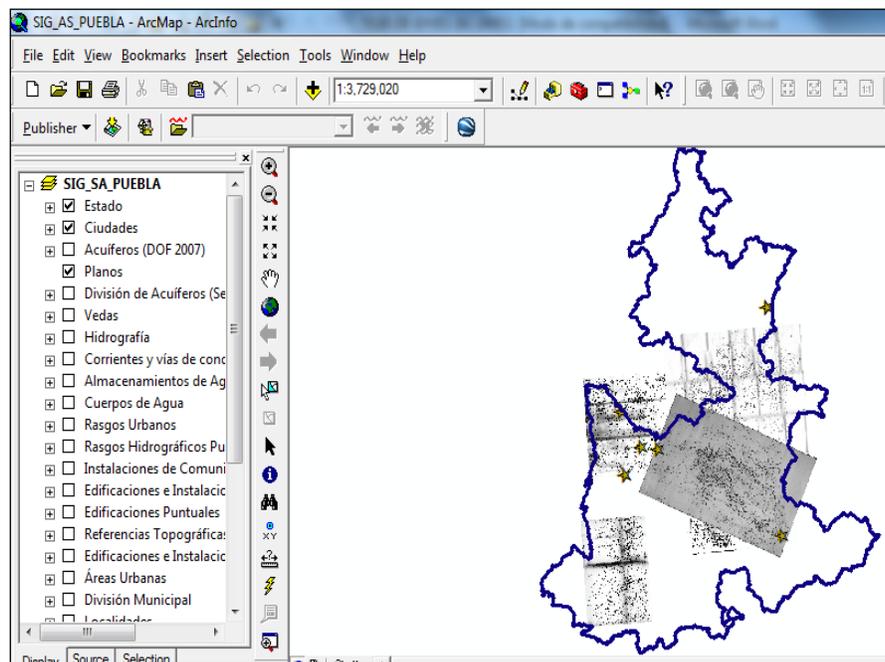


Figura 68.- Planos Georreferenciados actuales dentro de la Geodatabase.

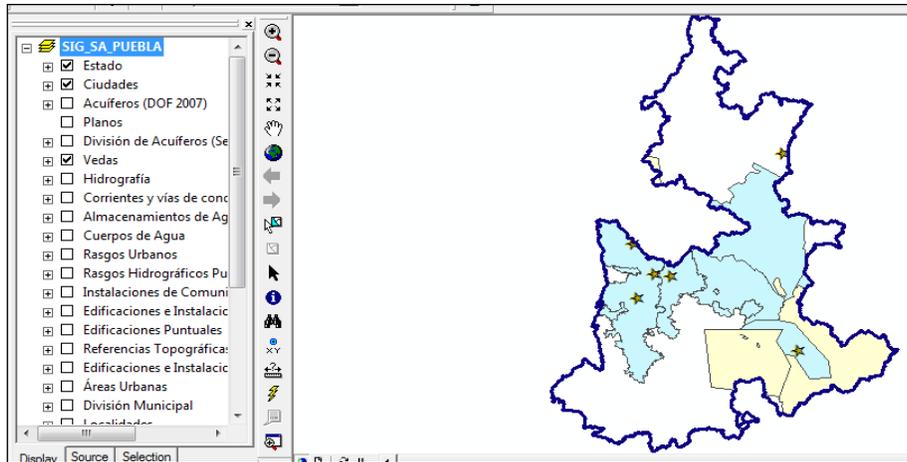


Figura 69.- Mapa de Vedas del Estado de Puebla.

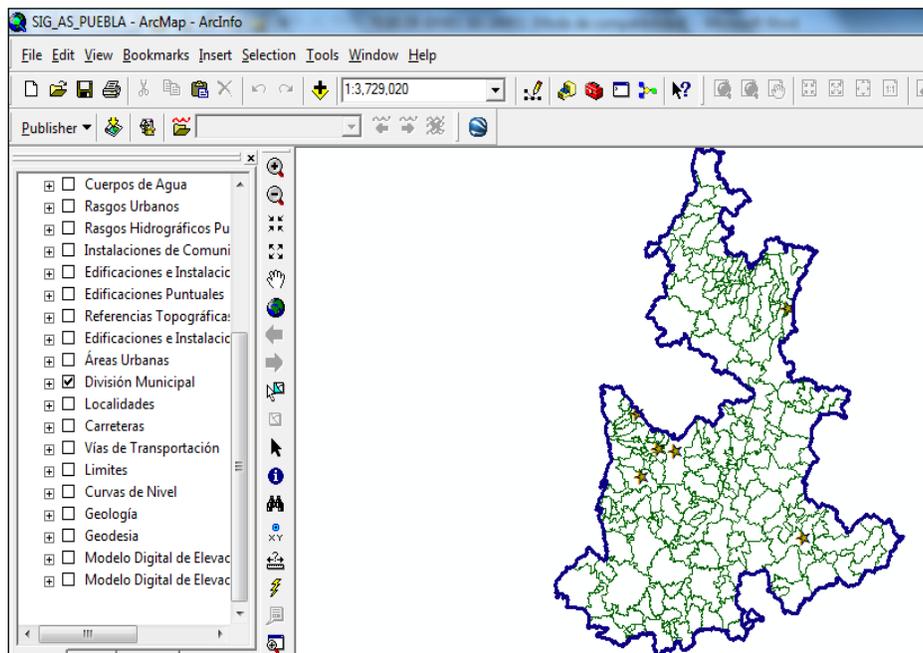


Figura 70.- Mapa de División Municipal Política del Estado de Puebla.

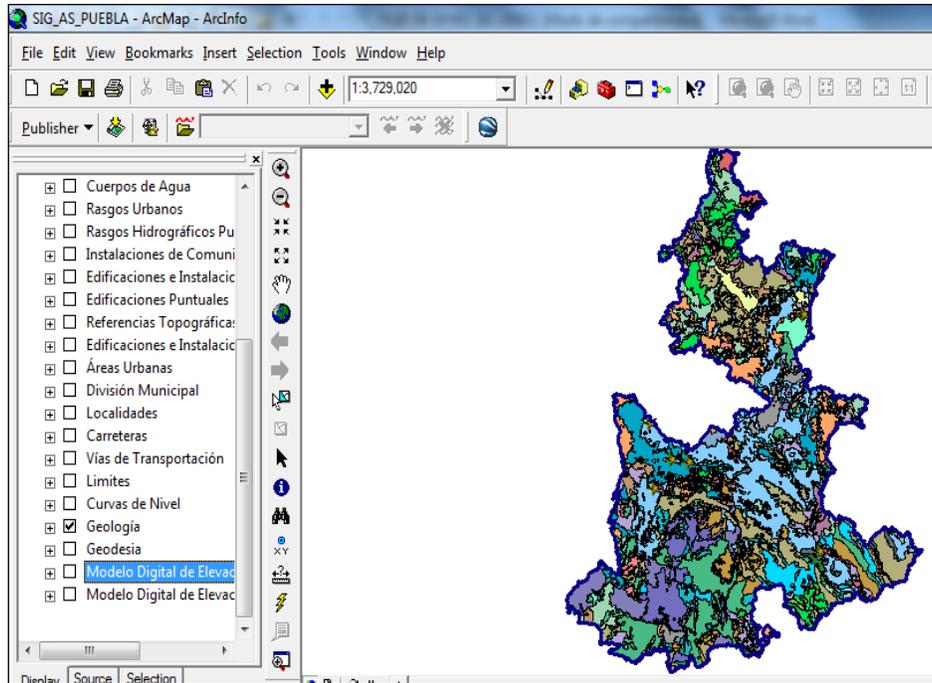


Figura 71.- Mapa Geológico del Estado de Puebla.

Todos los Mapas y Planos se pueden visualizar dentro de las diversas interfaces gráficas a disposición de los usuarios y que sirven de soporte para la toma de decisiones en materia de gestión integral de aguas subterráneas. Entre ellos podemos observar a:

- Planos Georreferenciados
- Mapa de Vedas del Estado de Puebla
- Mapa de División Política Municipal del Estado de Puebla
- Mapa Geológico del Estado de Puebla
- Mapa Hidrológico del Estado de Puebla

Anexo B Generación de la Geodatabase

Creación y Organización de la Geodatabase

La Geodatabase estará organizada, de tal manera que sea fácil de actualizar. Estará conformada por las siguientes tablas base, que como ejemplo es:

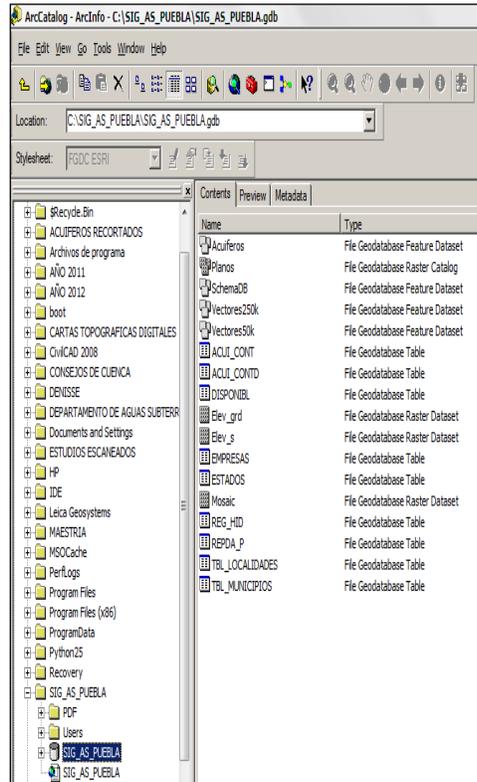


Figura 72.- Tablas Base de la Geodatabase.

Empresas: Tabla que contiene el nombre de las Empresas que han realizado estudios en los Acuíferos. Contienen una clave de identificación, el nombre de la empresa, y una breve descripción opcional acerca de la Empresa respectiva.

Raster: Almacenará los datos Raster que se usarán en el Sistema de Información.

Vectorial: Almacenará los datos vectoriales del Sistema.

Mediante Relaciones, se permitirá la consulta de diversos datos: Documentales, Gráficos, Raster, Vectoriales, etc.

Para añadir algunas características a la Geodatabase:

1.- Una vez creada la Geodatabase, daremos clic derecho sobre esta. Seleccionaremos la Opción New, y agregaremos el tipo de datos que necesitemos:

- Feature Dataset: Tipo Principal de Datos. Agrupa una x cantidad de datos del mismo tipo y con el mismo sistema de Georreferencia. Puede almacenar datos de diversos tipos [Arc, Point, Polygon, etc...]
- Feature Class: Agrupa una x cantidad de datos de un solo tipo.
- Table: Crea tablas para relacionar los datos Geográficos con los datos documentales.
- Relationship Class: Nos permite establecer relaciones entre los diversos tipos de información [Tablas, Polígonos, Puntos, Raster].

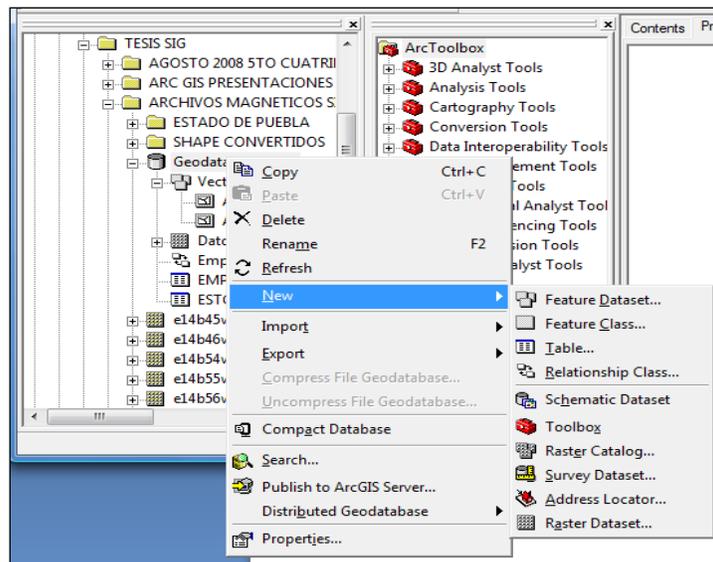


Figura 73.- Agregar información a la Geodatabase.

Toda operación de Visualización de datos será efectuada en ArcCatalog. Si deseamos editarlos, deberemos hacerlo mediante ArcMap.



Figura 74.- Agregar información a la Geodatabase.

Crear un nuevo documento.

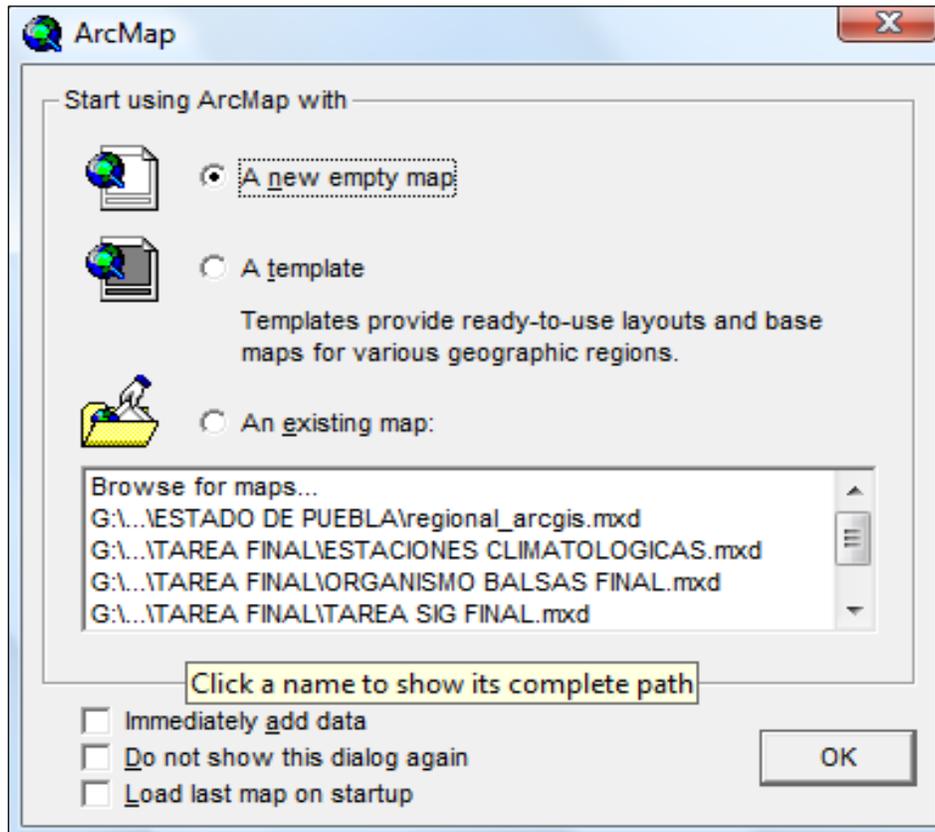


Figura 75.- Agregando información a la Geodatabase.

Para editar, arrastraremos los datos que deseamos editar a ArcMap, debajo de "Layers".

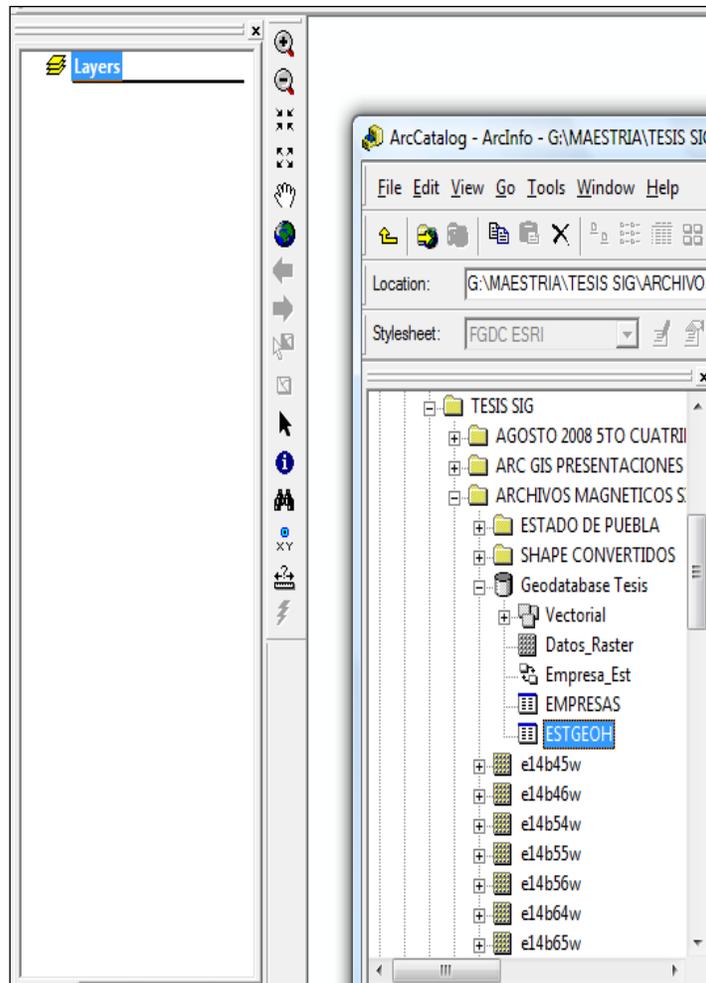


Figura 76.- Agregar información a la Geodatabase.

Una vez cargada la información, la mostrará debajo de “Layers”.

En este momento, desplegaremos la Barra de Herramientas Editor. Si no la tenemos activada, daremos clic derecho en alguna de las barras de herramientas, y buscaremos la Opción Editor. Daremos clic sobre ella

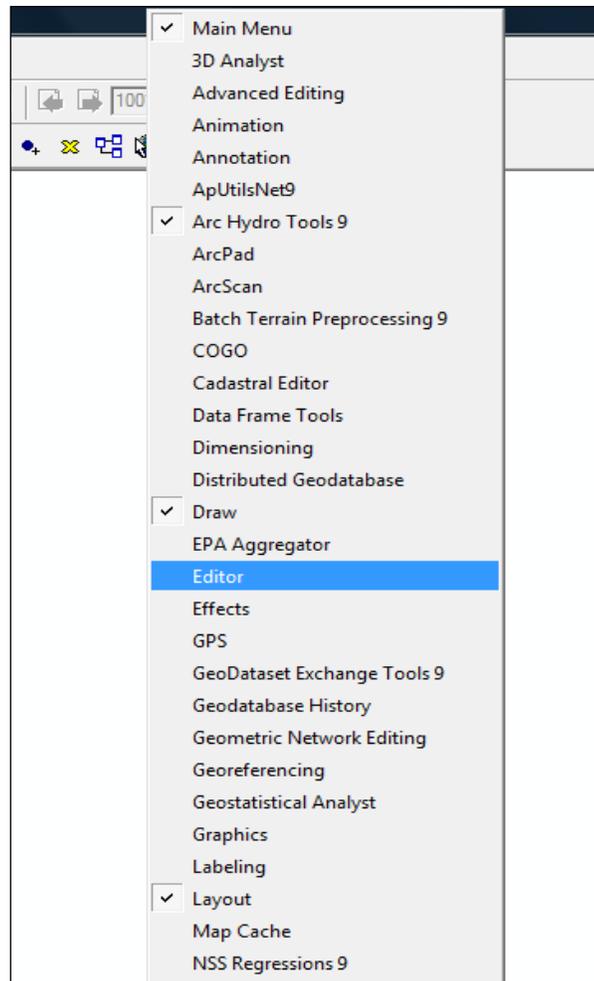


Figura 77.- Agregar información a la Geodatabase.

Activaremos la edición de nuestros datos, presionando el menú Editor de la barra de Edición. Presionaremos sobre la opción Start Editing.

La barra, a continuación, se habilitará. A partir de este momento, podemos modificar, agregar o borrar datos de la Tabla seleccionada.

Daremos clic derecho sobre el nombre de la Tabla, debajo de “Layers”. Seleccionaremos la opción “Open”.

Nos mostrará ArcGis la tabla, lista para modificar datos.

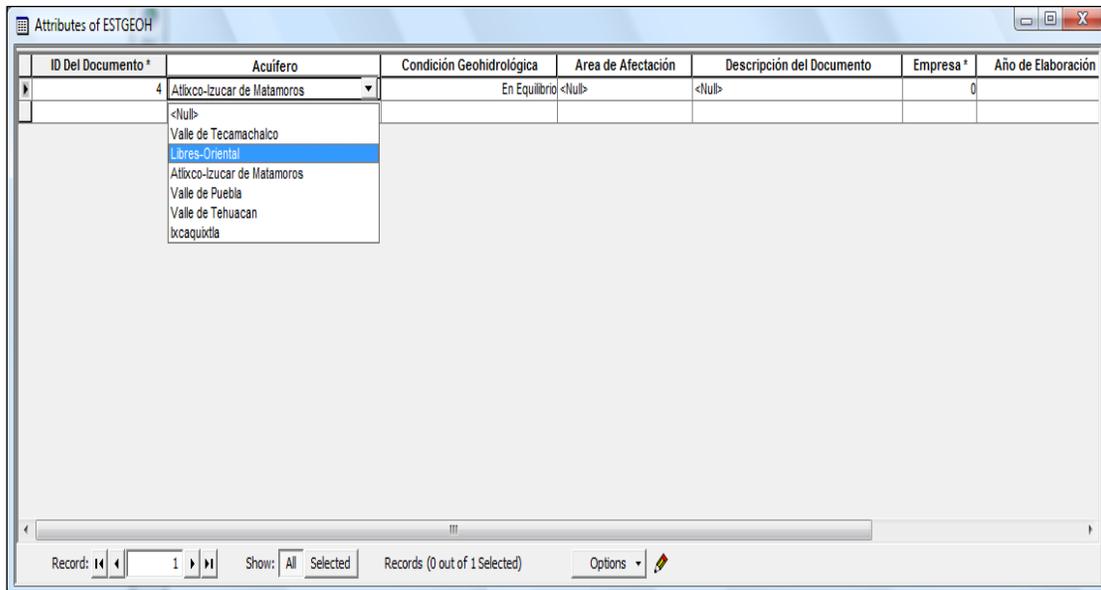


Figura 78.- Agregar información a la Geodatabase.

La presente Tabla ha sido configurada con “Domain Values” y “Alias”, para facilitar su edición. Los Domain Values, están configurados, de tal manera, que no se pueda ingresar un dato incorrecto. En la imagen superior, vemos la edición del Acuífero al cual está adscrito nuestro dato a ingresar.

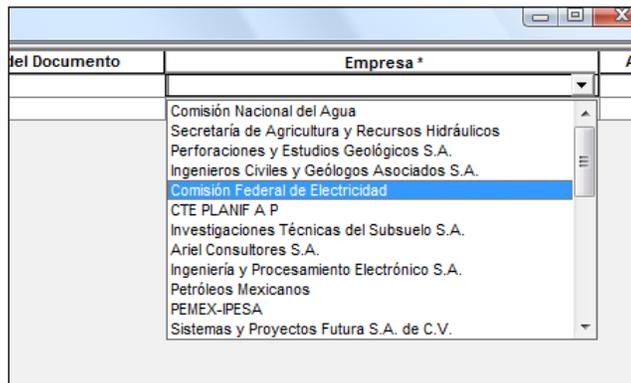


Figura 79.- Agregar información a la Geodatabase.

Para guardar la presente edición a la base de datos, iremos a nuestra barra de Edición, en el menú Editor y daremos clic sobre la opción Save Edits. Los datos han sido guardados a nuestra Base de Datos. Para detener la Edición de estos mismos, presionaremos la opción Stop Editing.

Cerraremos nuestra tabla, y saldremos de ArcMap. A continuación, nos indicará si deseamos guardar los datos. Daremos clic en No, puesto que ya los hemos guardado, y esta opción solo nos servirá si deseamos guardar los datos en un documento de ArcMap [.mxd]. Iremos de vuelta al ArcCatalog, y revisaremos nuestras modificaciones.

Importar datos a un Feature.

Para insertar datos en un Feature, daremos un clic derecho sobre el nombre del Feature. Posicionamos el ratón sobre Import, y seleccionaremos la opción que deseemos: Single para un solo tipo de archivos, y Múltiple, para tipos de datos muy variados.

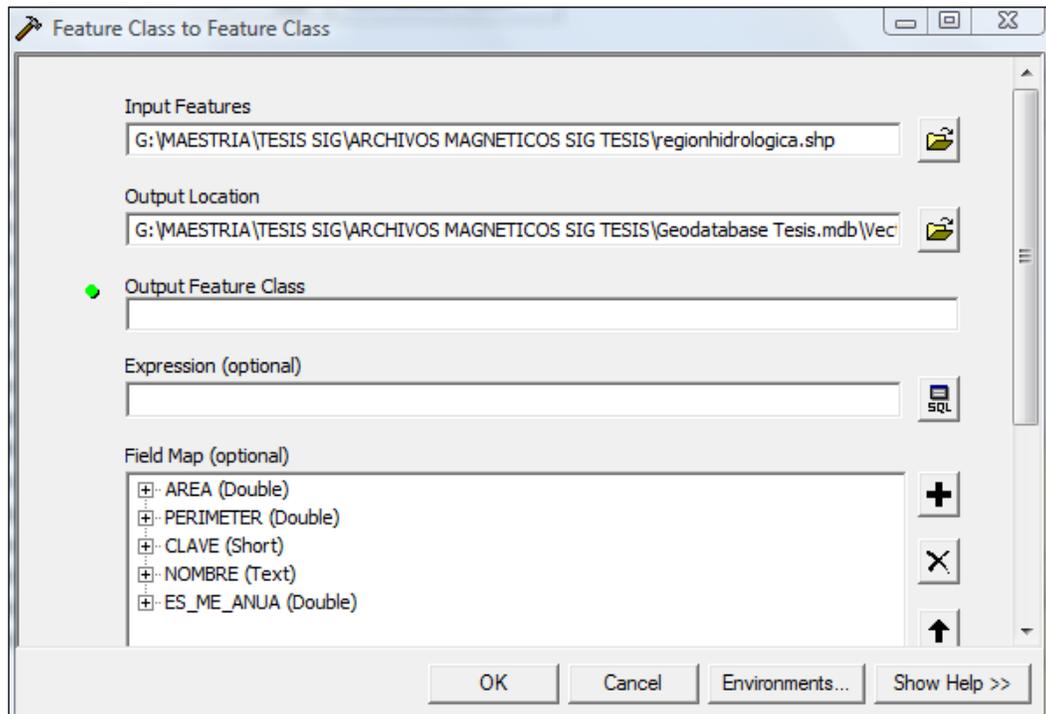


Figura 80.- Agregar información a la Geodatabase.

Seleccionaremos o arrastraremos un archivo a importar en el Feature. Ingresaremos un nombre, que es el nombre con el cual quedará importado el archivo en la Base de Datos. [Output Feature Class/]. Para terminar el proceso, presionaremos el botón OK.

Ingresar Datos a Un Raster Dataset.

De la misma manera que con los Feature Class, daremos clic derecho sobre el nombre del Raster Dataset. Posicionaremos el cursor en la opción Load. Y damos clic sobre la opción Load Data.

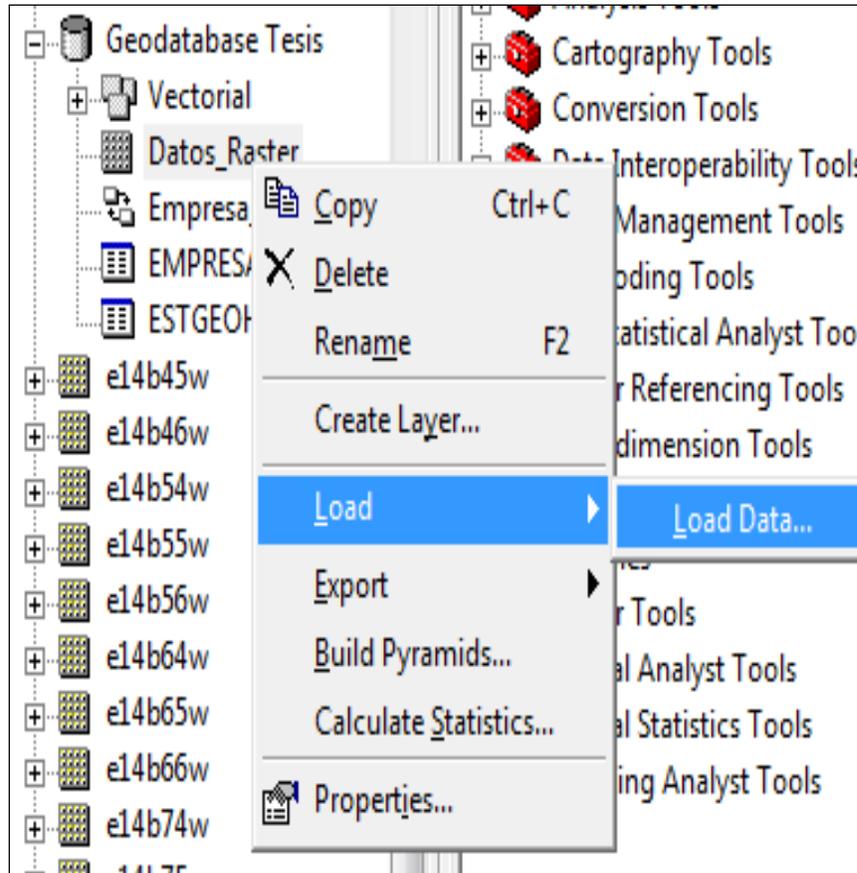


Figura 81.- Agregar información a la Geodatabase.

Nos saldrá el cuadro de Importación de Datos Raster. Arrastraremos o seleccionaremos los datos a ingresar, y al final del proceso, daremos clic en OK. Una vez hecho esto, podremos visualizar los datos en ArcCatalog.

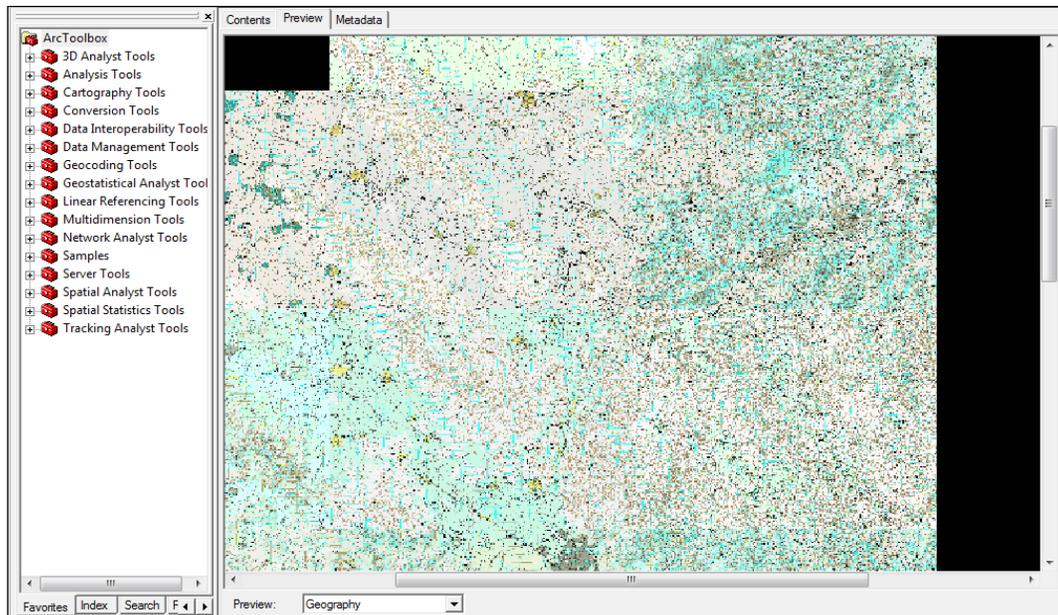


Figura 82.- Agregando información a la Geodatabase.

Anexo C Digitalización y Georreferenciación de Planos

El presente texto es una guía para llevar a cabo la digitalización y georreferenciación de la información contenida en los estudios realizados en los acuíferos del estado de Puebla, que se encuentran a resguardo de este departamento.

El material necesario y con el que se cuenta para realizar estas acciones es el siguiente:



Figura 83.- Scanner VIDAR

1. Scanner VIDAR TruScan TITAN Modelo P-25 Serie 13282
2. Computadora Dell con disco duro de 160 GB y procesador Pentium IV.
3. Sistema operativo Windows 98.
4. Software ArcMap de ArcGis 9.3

Es importante contar con el sistema operativo Windows 98 debido a que el software del scanner es compatible únicamente con esta versión.

DIGITALIZACIÓN DE PLANOS.

El proceso de digitalización de planos es el siguiente:

1. Encender el scanner (es necesario encender el scanner antes que la computadora).
2. Iniciar la computadora en el sistema operativo Windows 98 accediendo con la contraseña de la Pc.
3. En la pantalla de Escritorio del equipo una vez iniciado localizar el ícono de nombre *TruScan2*
4. Una vez abierta esta ventana, deberán aparecer en color verde las dos últimas celdas de la derecha, del aviso "*Select Scanner*", en caso contrario cerrar todas las ventanas y esperar unos minutos para repetir el paso 3.
5. Después de realizar el paso número 4 en la parte derecha de la ventana aparece la pestaña "*Input Media*" donde introduciremos la siguiente información: Ancho del plano (*Width*), largo (*Height*), es importante en la caja de unidades seleccionar la unidad que ocuparemos para ingresar la información del plano. Así mismo seleccionaremos la resolución del escaneo (400 máximo recomendado) en la caja "*Resolution*" y el modo de escaneo en "*Output mode*", ya sea en blanco y negro (*BBW*), escala de grises (*Grayscale*) ó color (*Color*).

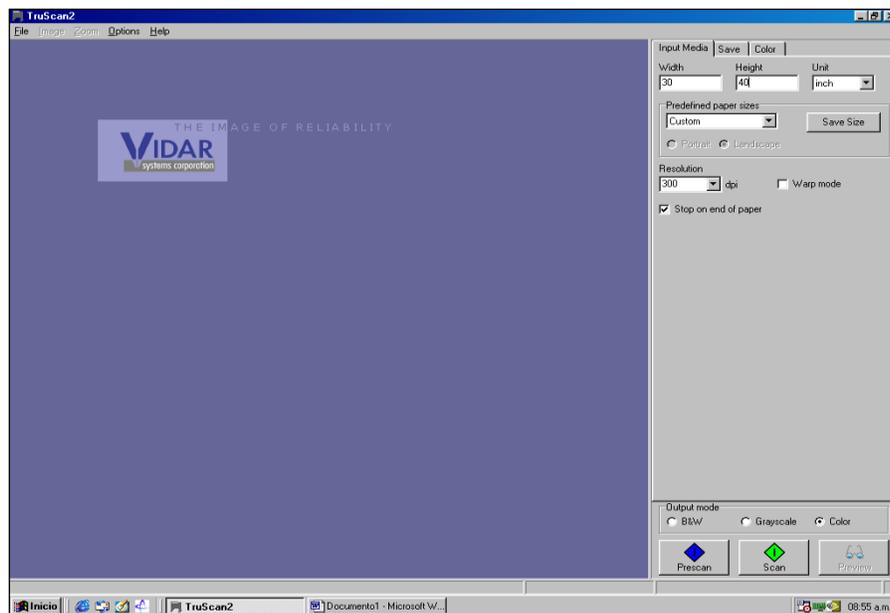


Figura 84.- Introducir características del plano en VIDAR

En la pestaña “Save” se indicará el nombre y la localización donde se desea guardar la imagen que se escaneará.

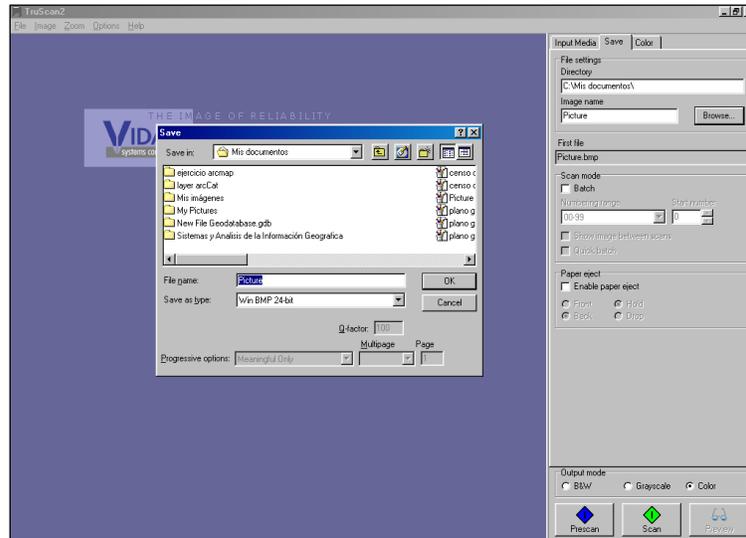


Figura 85.- Introducir características del plano en VIDAR

6. Se coloca el plano boca abajo en el scanner centrándolo mediante las marcas que se encuentran en la superficie del mismo, insertar el plano hasta que el sensor active los rodillos, tratando de mantener el plano centrado.

7. Una vez insertado y centrado el plano, en la ventana abierta en la pantalla de la computadora, dar clic en el botón “Scan” para iniciar el escaneo, durante el escaneo es importante mantener el plano alineado.

En caso de que el scanner se trabe, se recomienda esperar unos minutos, de seguir así apagar el escáner y reiniciar el proceso desde el paso 3 y en el último de los casos, reiniciar desde el paso 1.

8. En caso de haber realizado el paso 8 satisfactoriamente aparecerá en el lado izquierdo de la pantalla una imagen previa de lo escaneado, en caso de que la imagen sea borrosa, brillante u oscura, ajustar la configuración del escaneo mediante las opciones que aparecen en las 3 pestañas de la derecha de la pantalla y repetir el escaneo.

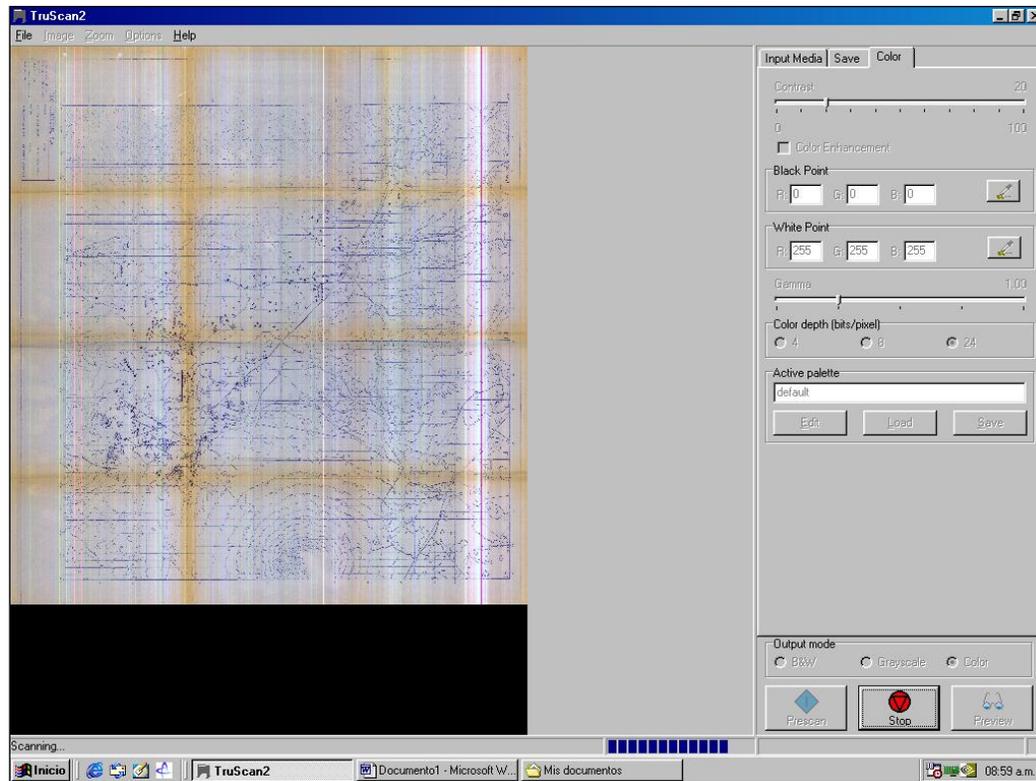


Figura 86.- Plano escaneado en VIDAR.

9. La imagen escaneada ya se encuentra guardada en la localización que se le asignó previamente, en caso que se desee repetir el escaneo se deberá modificar el nombre del archivo o en su caso guardar el nuevo escaneo en otra ubicación del equipo.

GEORREFERENCIACIÓN DE PLANOS UTILIZANDO ARCGIS.

El proceso de georreferenciación de planos es el siguiente:

1. Una vez escaneado el plano y conociendo su ubicación dentro del equipo, se analizará la información que hay en él para obtener puntos de referencia en la cuadrícula generada por las coordenadas que indican la ubicación del plano, las coordenadas pueden presentarse en sistema UTM o en geográficas.
2. Para este ejercicio trabajaremos con el siguiente plano denominado plano estructural 5-A del estudio GEOHIDROLÓGICO CAÑADA POBLANO OAXAQUEÑA-GEORSA-1981 del acuífero del Valle de Tehuacán, para este caso el plano ha sido editado previamente.

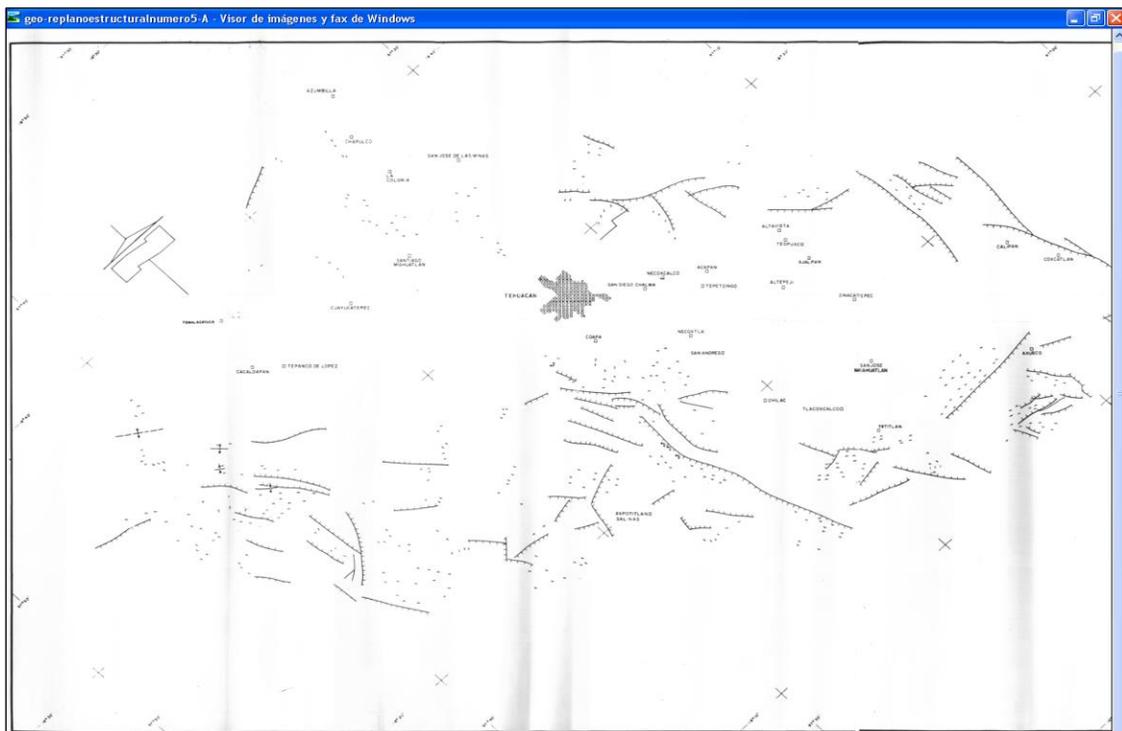


Figura 87.- Plano escaneado en VIDAR.

3. De la información del plano se obtuvieron las coordenadas de puntos de referencia en coordenadas geográficas.

4. La información obtenida del plano se ingresará en un bloc de notas de la siguiente forma para generar posteriormente un polígono de referencia en el programa ArcMap, cerrar y guardar este archivo de texto.

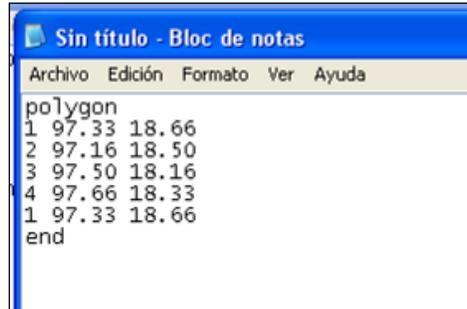


Figura 88.- Datos de Polígono.

5. Abrir ArcMap seleccionar y presionar el ícono “Arctool box” que nos desplegará un menú de herramientas que aparecerá en el centro de pantalla

6. Dentro del nuevo menú de “Arctool box” se selecciona la opción “Samples” dentro de la cual seleccionaremos el comando “Create Features From Text File”

7. Una vez realizado el paso 6 aparecerá la siguiente ventana donde se llenará la caja “*Input Text File*” con la localización del archivo en block de notas donde ingresamos la información geográfica obtenida del plano. Dentro de la caja “*Input Decimal Separator*” ingresaremos el número de decimales que deseamos contemplar en la información geográfica. En la caja “*Output Feature Class*” ingresaremos la localización y el nombre del nuevo archivo el cual importaremos para generar el polígono de referencia. Por último en la caja “*Output Feature Class Spatial Reference*” seleccionaremos el sistema de proyección geográfico en el cual trabajaremos.

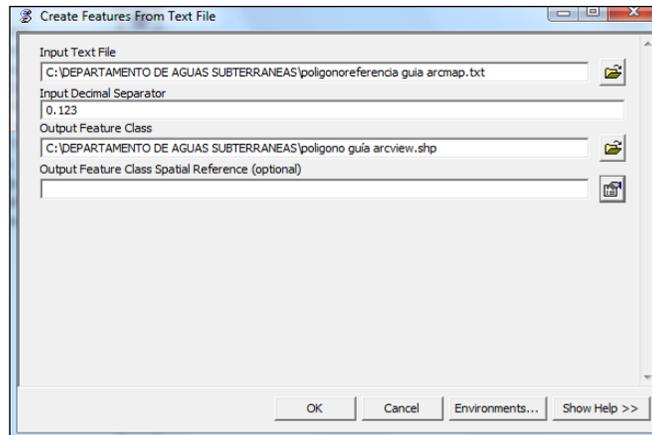


Figura 89.- Ingresar información geográfica.

8. Al seleccionar el sistema de proyección geográfica que utilizaremos aparecerá la siguiente ventana, donde daremos clic en el botón “*Select*”.

9. Al realizar el paso número 8 aparecerá la siguiente ventana donde seleccionaremos el sistema de proyección de acuerdo a la información del plano, que para este ejemplo seleccionaremos la carpeta “*Geographic Coordinate Systems*” y dentro de esta seleccionaremos la carpeta “*World*” ITRF 1992 y aceptar.

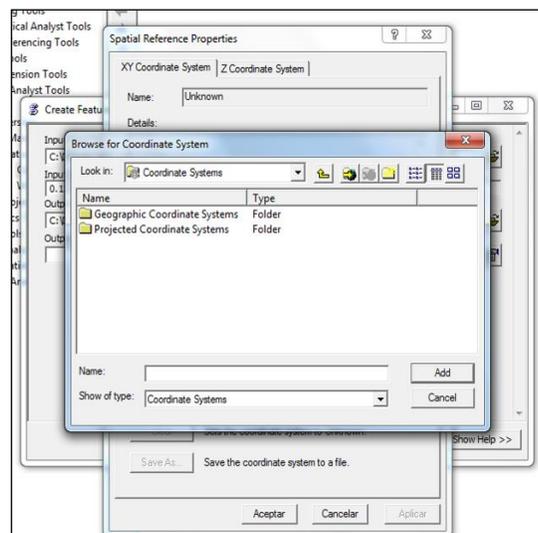


Figura 90.- Ingresar información geográfica.

10. En caso de que el paso nueve se haya presentado un error es importante revisar el archivo de texto, o la selección del sistema de proyección. En caso de que el paso 9 se realice sin problema aparecerá el polígono de referencia con un formato predeterminado que modificaremos para facilitar el proceso de georreferenciación.
11. Para dar formato al polígono daremos doble clic en el nuevo layer que se generó del polígono de referencia, se recomienda seleccionar *“Hollow”* y el borde con un color visible y aumentar el grosor de la línea.

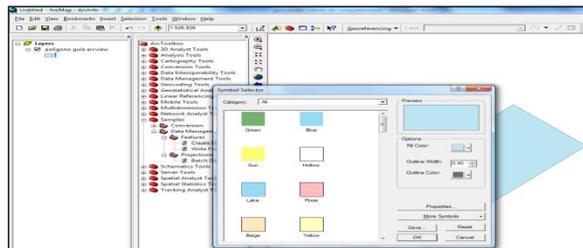


Figura 91.- Ingresar información geográfica.

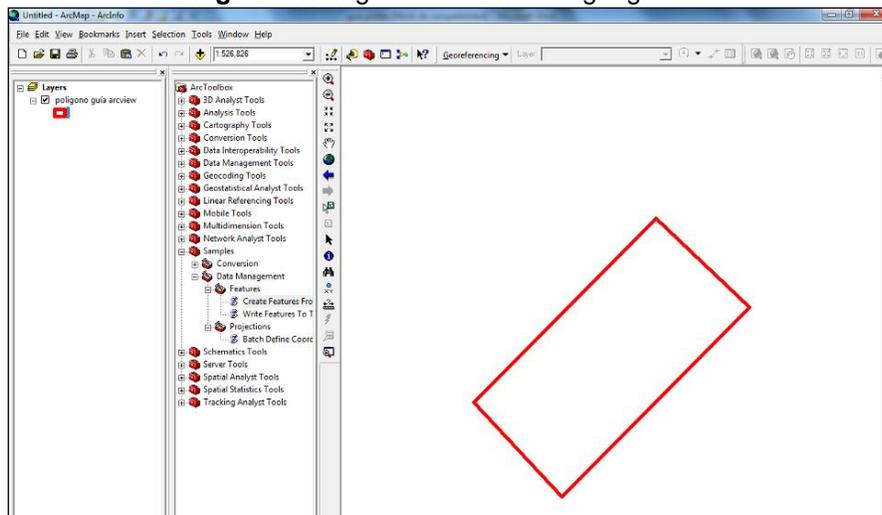


Figura 92.- Ingresar información geográfica.

12. Una vez que el polígono de referencia tiene el formato que deseábamos agregaremos la imagen del plano que previamente habíamos editado mediante el botón  *“Add Data”* que nos abrirá la siguiente ventana donde seleccionaremos el archivo del plano que editamos y le daremos agregar.

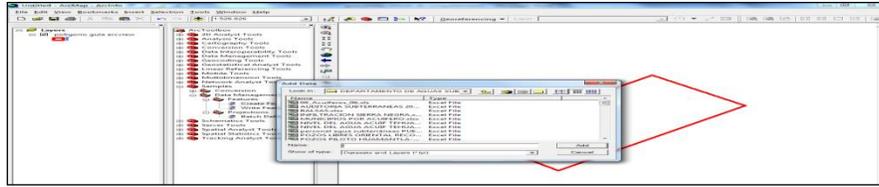


Figura 93.- Ingresar información geográfica.

13. Una vez agregada la imagen del plano editada damos clic en el botón “Add Control Points”  y se dará el primer clic sobre el primer punto en el plano y el segundo clic sobre el primer punto del polígono y así sucesivamente con cada punto en orden, en el sentido de las manecillas del reloj.

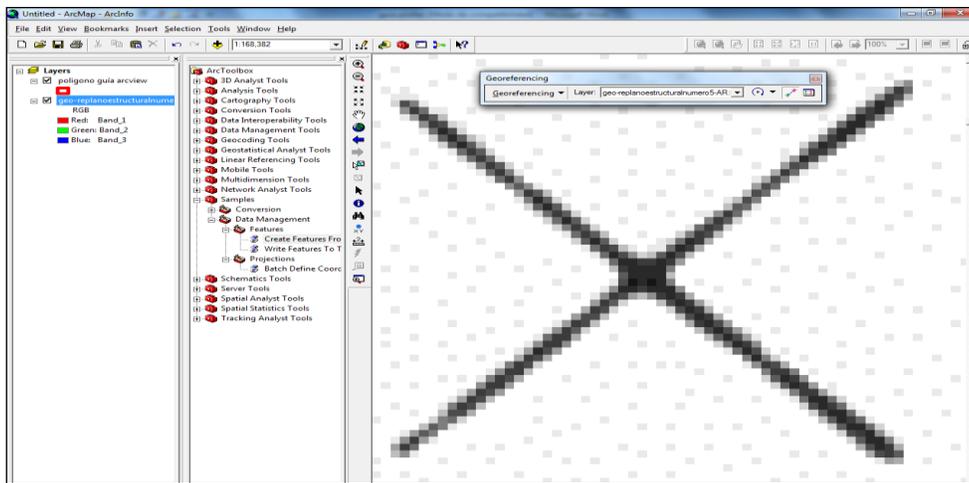


Figura 94.- Ingresar información geográfica.

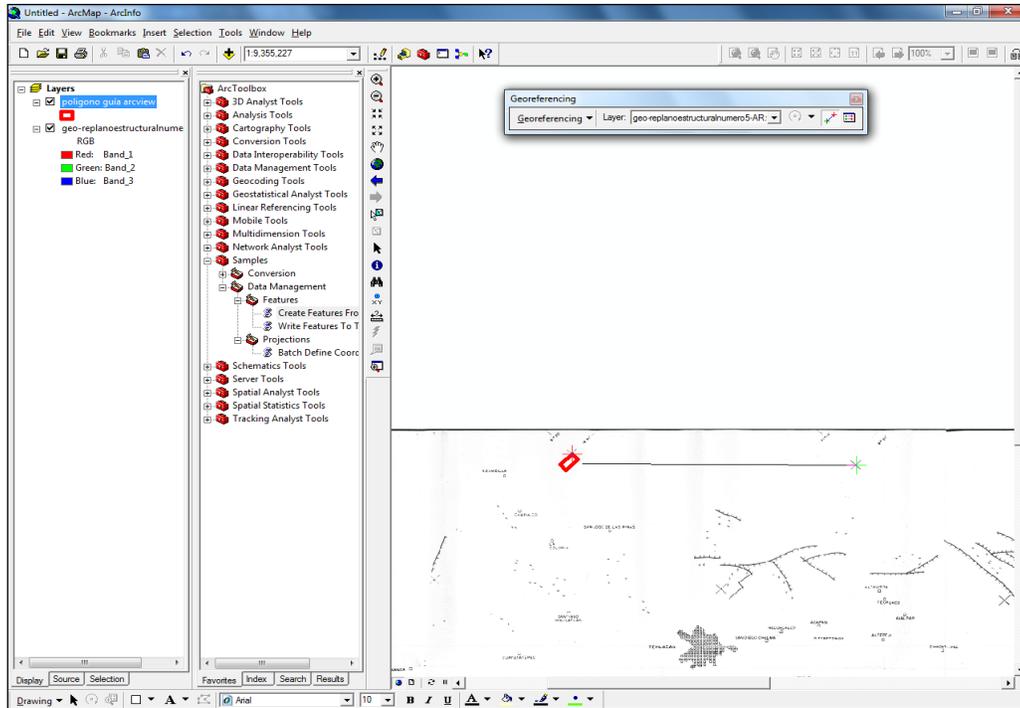


Figura 95.- Ingresar información geográfica.

14. Al finalizar la referenciación en los cuatro puntos de control del polígono con los cuatro puntos del plano dentro de la barra “Georeferencing”, en el menú del mismo nombre seleccionaremos “Update Georeferencing” para finalizar el procedimiento y quede almacenada la referencia geográfica del plano para poder agregarla en cualquier nuevo proyecto que se requiera en ArcMap.
15. Al finalizar la georreferenciación, es posible apagar o remover el polígono de referencia.

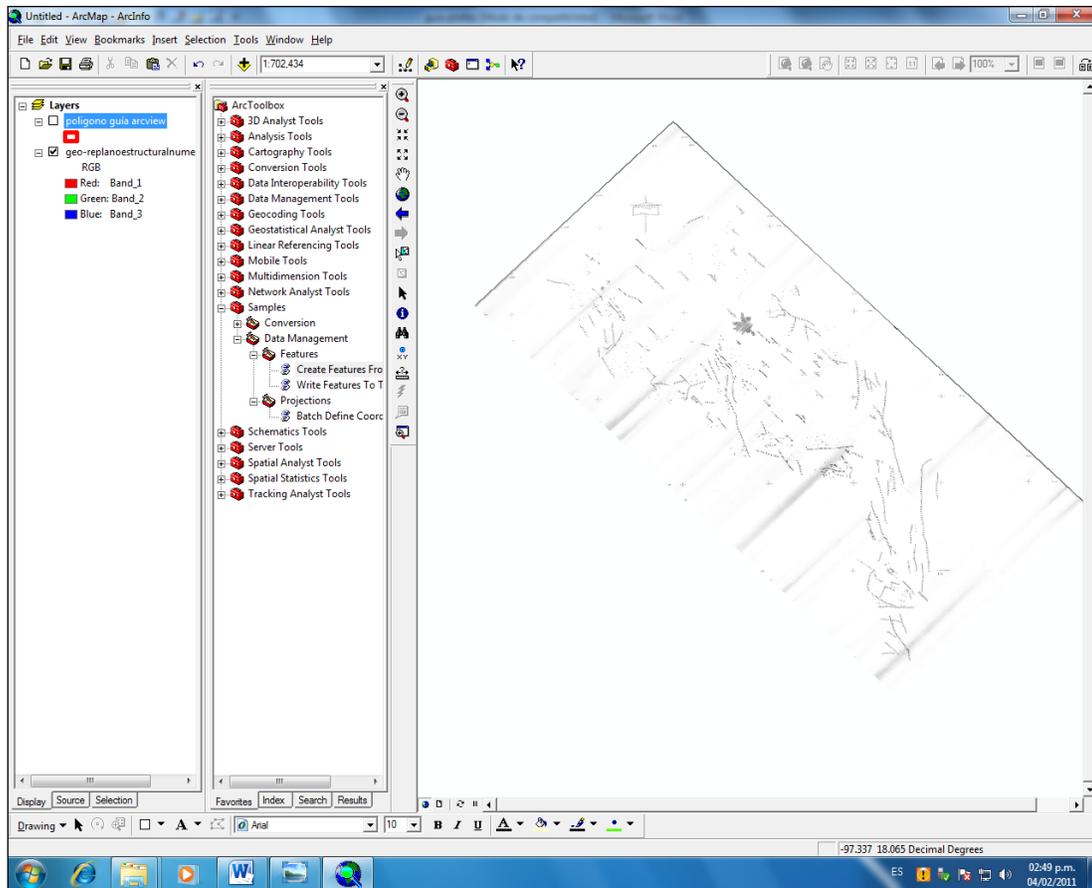


Figura 96.- Ingresar información geográfica.

GEORREFERENCIACION DE PLANOS UTILIZANDO ERDAS IMAGINE 9.1

Comenzaremos ejecutando Erdas Imagine 9.1 Tendremos a la vista el Visor de la imagen y la barra de herramientas principal. Daremos un clic en el botón DataPrep, para dejar nuestro escritorio de trabajo como la imagen a continuación:

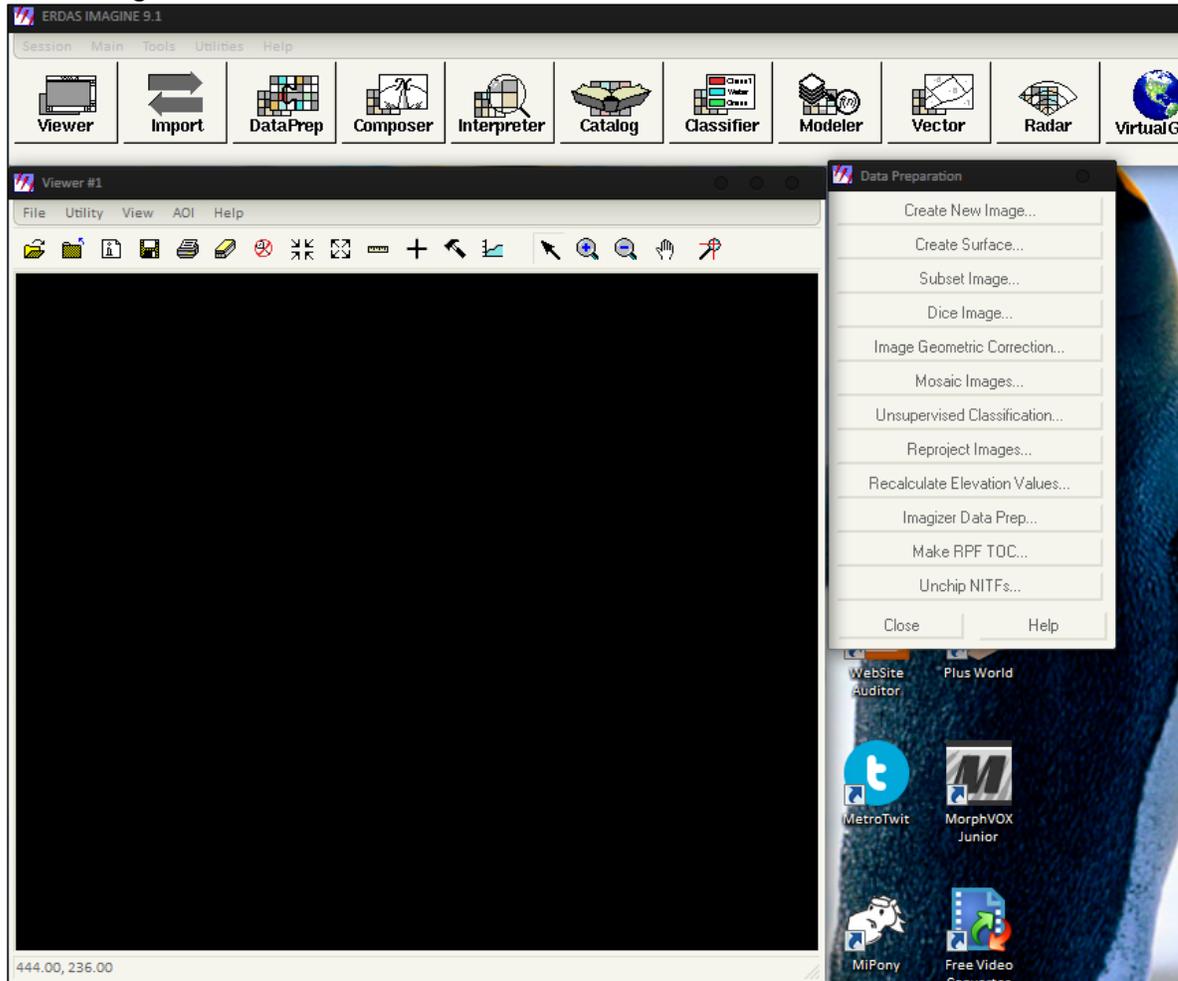


Figura 97.- Mostrar el escritorio de trabajo para comenzar la tarea. Visor y la barra de Preparación de Datos

A continuación, procedemos abrir la imagen que deseamos georreferenciar. En el cuadro de diálogo emergente, seleccionar el archivo deseado. Acto seguido, el visor desplegará la imagen en la zona dibujable.

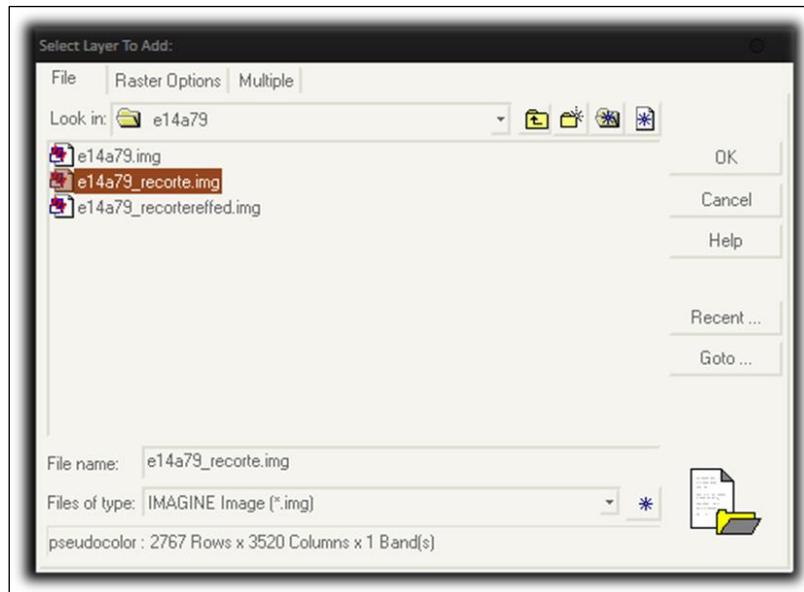


Figura 98.- Dialogo de apertura de archivo. Seleccionar el archivo a usar.

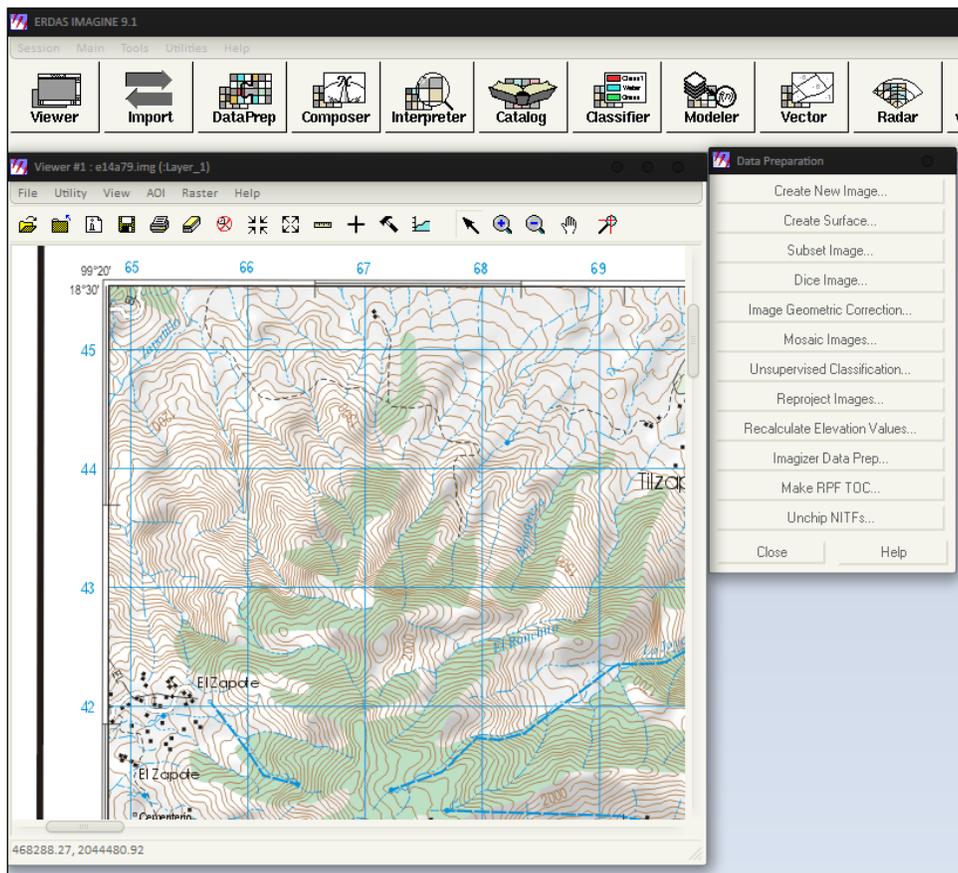


Figura 99.- Archivo desplegado en el visor.

A continuación, del cuadro de opciones “Data Preparation”, hacemos clic sobre “Image Geometric Correction”. Comenzará a ejecutarse la herramienta. Para iniciar el proceso, debemos seleccionar una imagen a procesar. Puesto que ya

la hemos abierto previamente, dejamos seleccionada la opción From Viewer y presionamos en el botón Select Viewer. A continuación, seleccionamos el visor en el que previamente habíamos abierto la imagen.

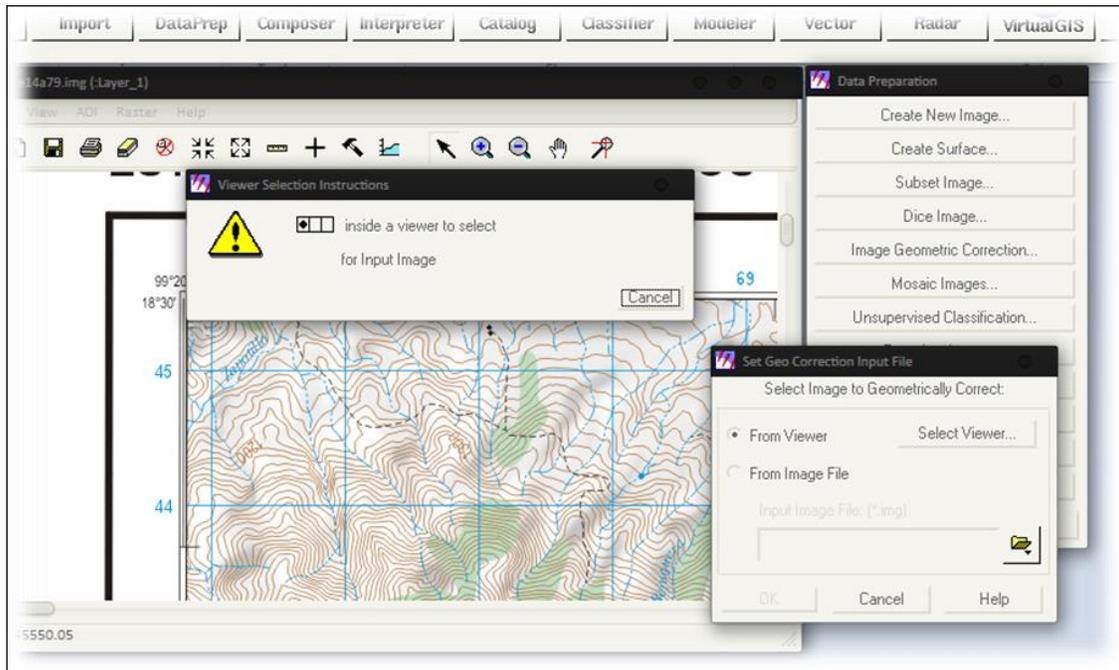
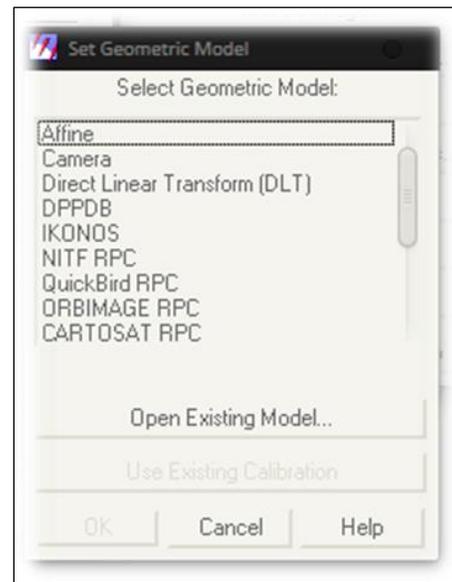


Figura 100.- Escoger un visor para procesar la imagen dentro del mismo.

Posteriormente, nos pedirá escoger un modelo geométrico para nuestra imagen. Seleccionaremos “Polynomial”, y damos clic en Ok.

Figura 101.- Selección de un modelo geométrico para la Georreferencia.



Al dar clic en OK, se desplegarán una serie de cuadros de diálogo destinados a comenzar la edición y georrectificación de la imagen.

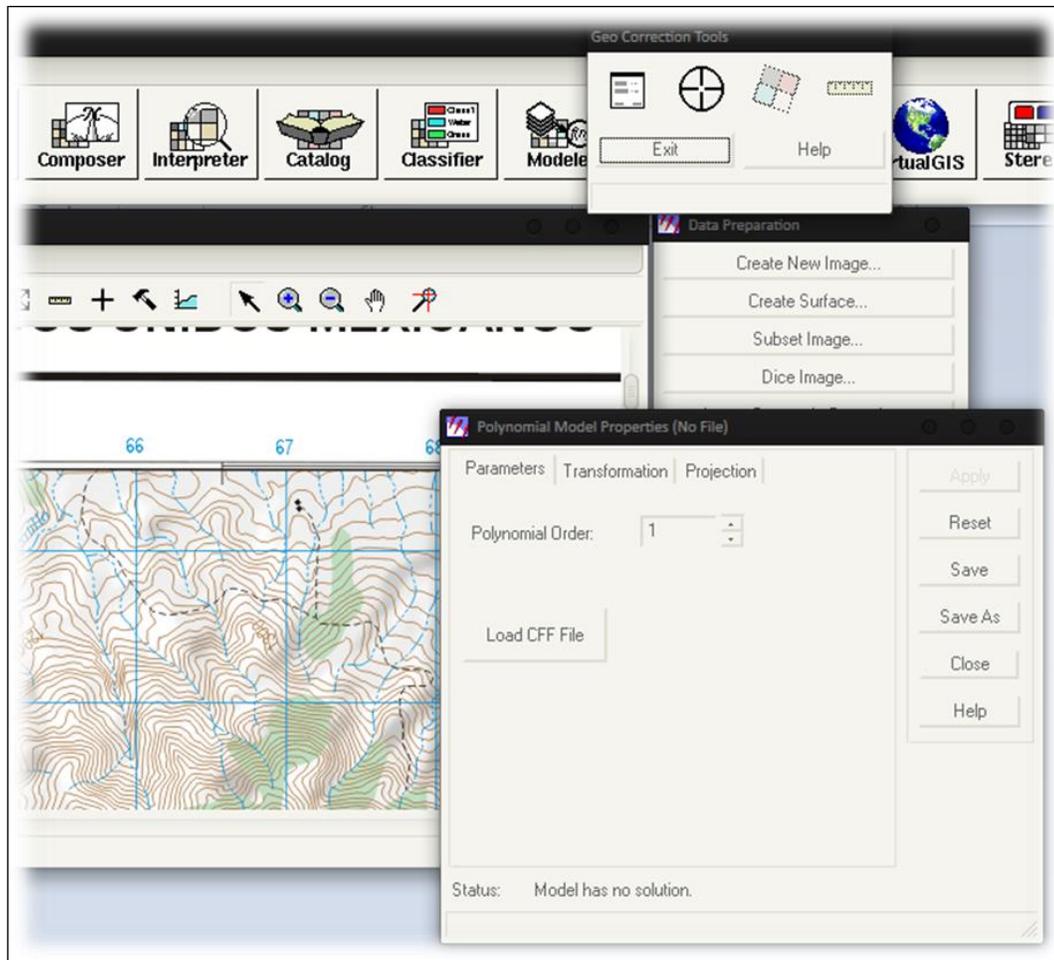


Figura 102.- Herramientas para Georectificación Polinomial.

En el cuadro de diálogo: Polynomial Model Properties elevamos el orden del polinomio a 2 (Debido a que trabajaremos con Latitudes y Longitudes, o siendo más precisos, con un conjunto de pares ordenados). Hacemos a continuación clic sobre la pestaña Projection. Damos clic sobre el botón Set Projection from GCP Tool...

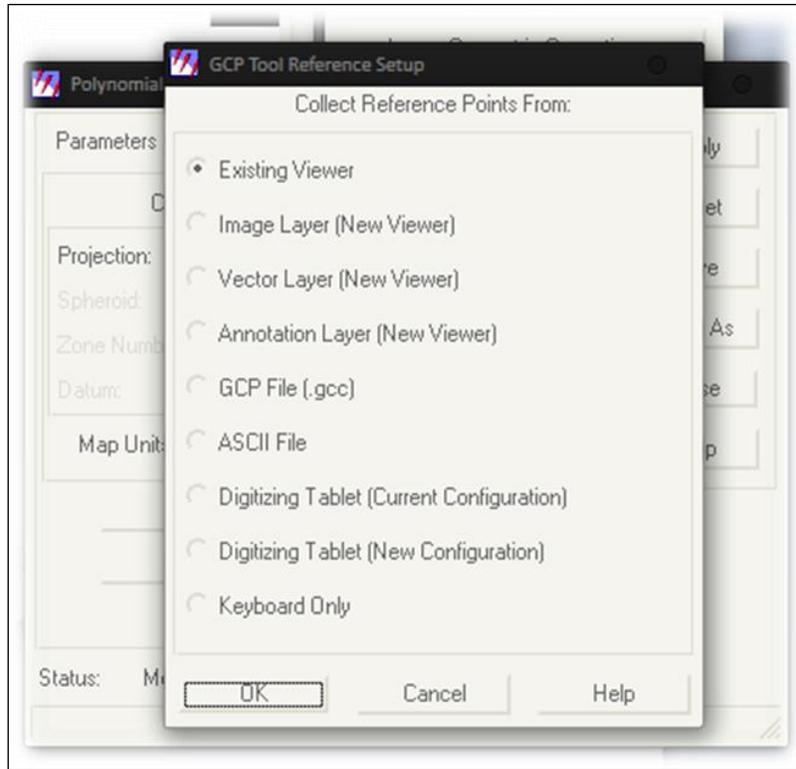


Figura 103.- Configurar la herramienta GCP.

En el cuadro de diálogo que aparece, seleccionar Existing Viewer. Nos pedirá que seleccionemos el Viewer que deseamos usar para la herramienta GCP.

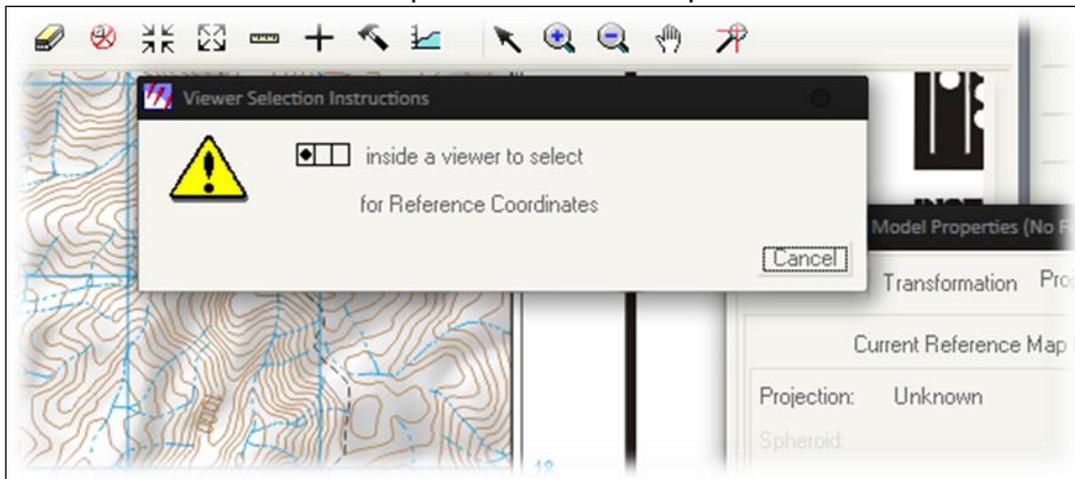


Figura 104.- Seleccionar un Viewer.

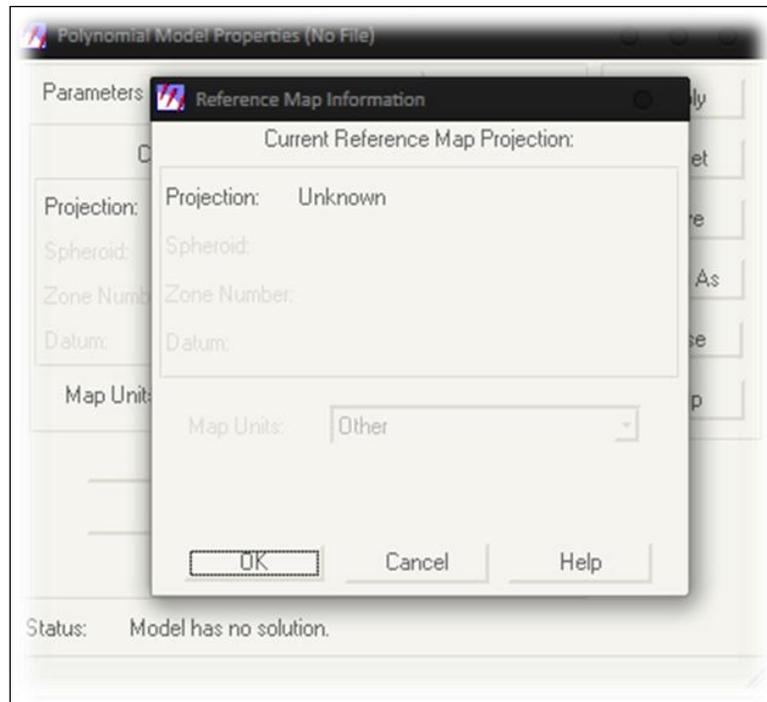


Figura 105.- Cuadro de Proyección actual del mapa.

Al seleccionar el Viewer a usar, nos mostrará seguidamente la proyección actual que posee el Mapa (Fig. 11). Solo debemos dar clic en OK para comenzar a editar.

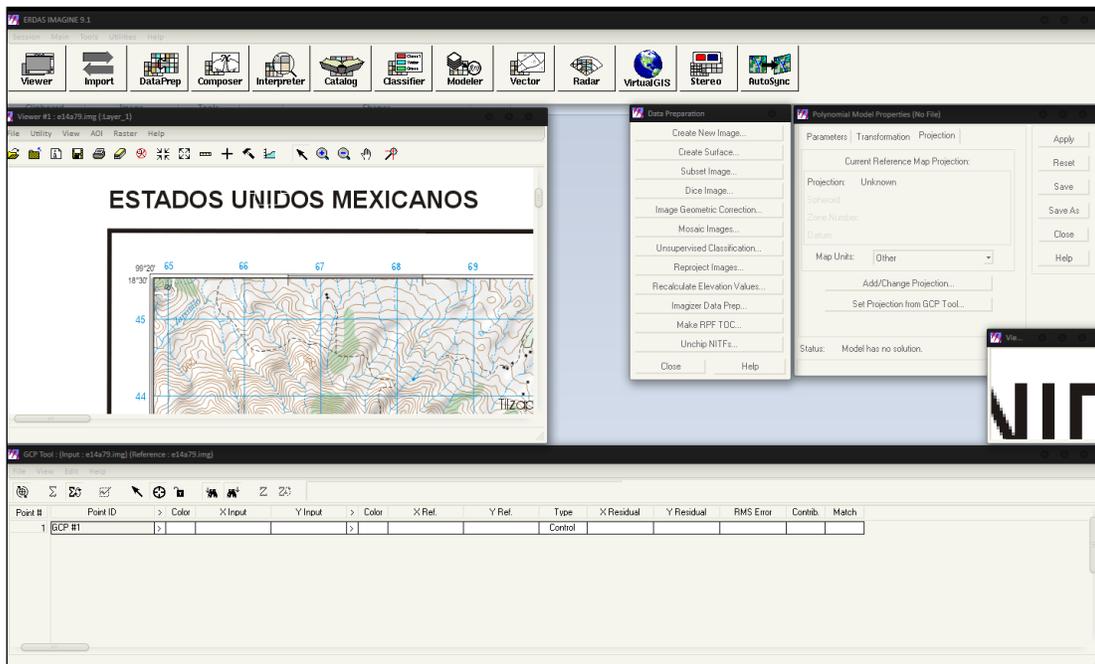


Figura 106.- Escritorio de trabajo preparado para la georreferenciación.

Con el mouse buscamos el visor para poder posicionar los puntos de referencia. Para ello, nos apoyamos de la herramienta Select GCP

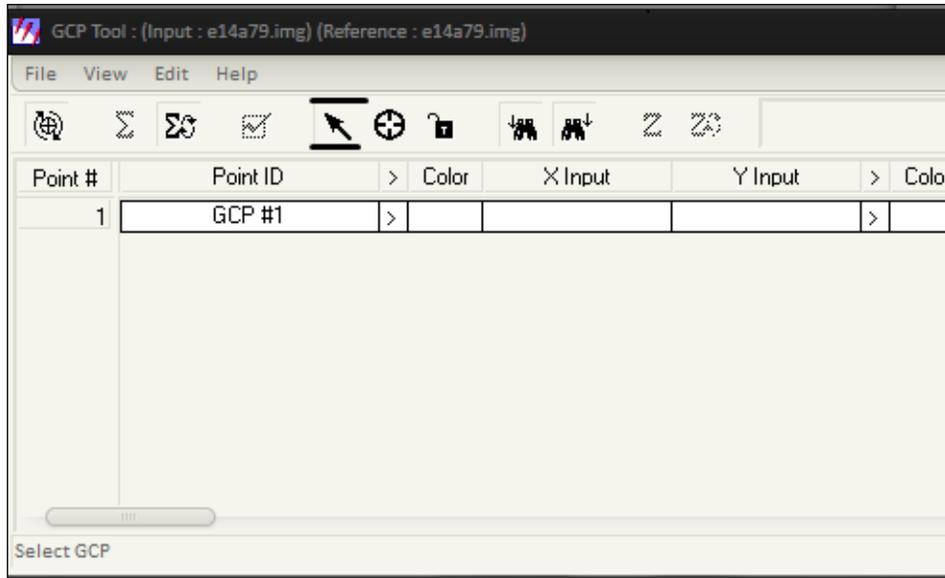


Figura 107.- Herramienta de selección GCP en la ventana de manejo GCP.

Una vez posicionado correctamente el cursor y la zona de edición, cambiamos la herramienta a Create GCP.

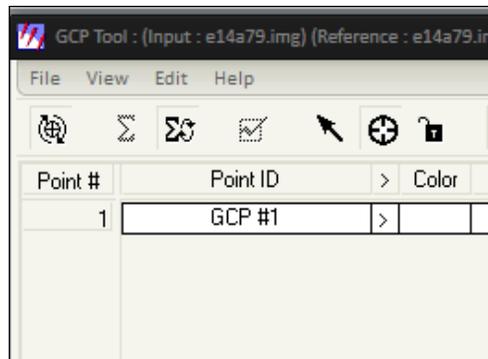


Figura 108.- Herramienta de creación de puntos GCP.

Damos clic a continuación sobre la zona en donde vamos a colocar el punto de control. Para poder diferenciarlo, cambiamos su color en la columna Color de la tabla de puntos.

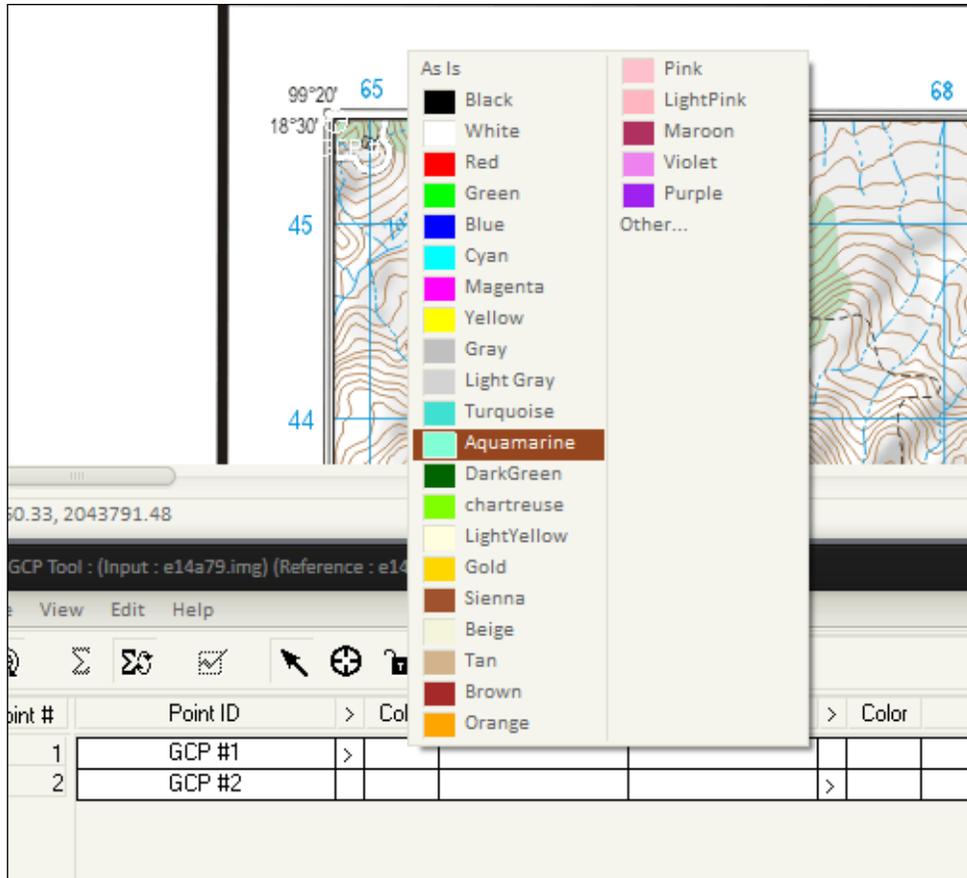


Figura 109.- Cambiar color al punto GCP.

En las columnas X Input e Y Input, ingresamos los valores de Lat/Lon correspondientes al punto de ingreso. Convertir a grados decimales.

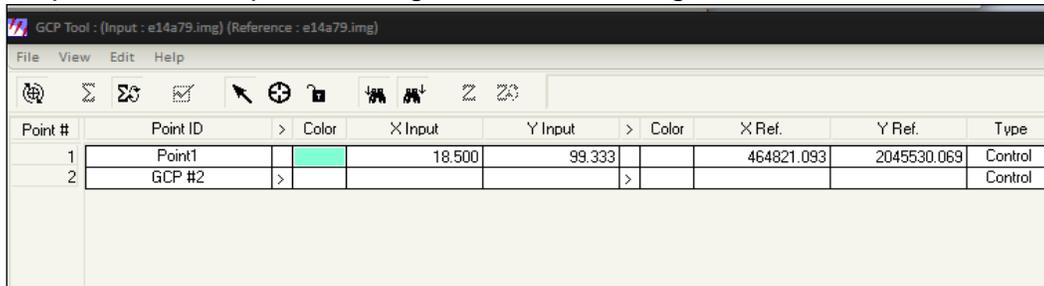
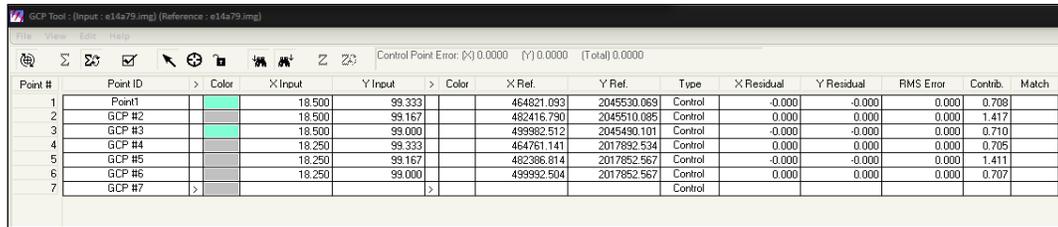


Figura 110.- Ingresar coordenadas decimales

Repetir el procedimiento tantas veces sea necesario (6 como mínimo). Una vez terminado, tendremos la posibilidad de aplicar la Georeferencia que hemos armado.



Point #	Point ID	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	Point1	18.500	99.333	464821.093	2045530.069	Control	-0.000	-0.000	0.000	0.708	
2	GCP #2	18.500	99.167	482416.790	2045510.085	Control	0.000	0.000	0.000	1.417	
3	GCP #3	18.500	99.000	499982.512	2045490.101	Control	-0.000	-0.000	0.000	0.710	
4	GCP #4	18.250	99.333	464761.141	2017892.534	Control	0.000	0.000	0.000	0.705	
5	GCP #5	18.250	99.167	482386.814	2017852.567	Control	-0.000	-0.000	0.000	1.411	
6	GCP #6	18.250	99.000	499992.504	2017852.567	Control	0.000	0.000	0.000	0.707	
7	GCP #7					Control					

Figura 111.- Datos de referencia listos para procesarse.

Aplicaremos los cambios hechos con el diálogo Polynomial Model Properties.

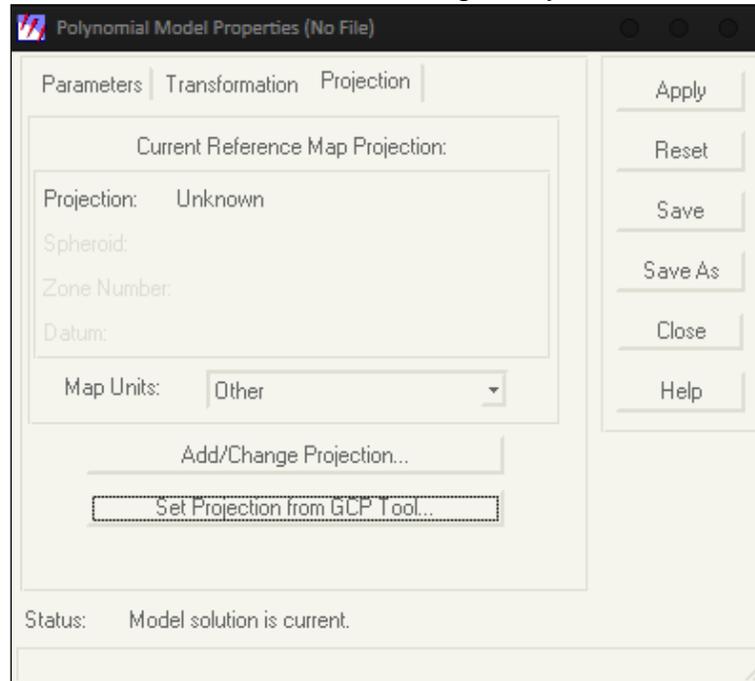


Figura 112.- Cuadro de diálogo de modelo del Polinomio.

En la barra flotante Geo Correction Tools Seleccionaremos la opción para rehacer la imagen referenciada. Si no aparece en nuestro escritorio, con dar clic en Save en el diálogo del Modelo Polinomial y cancelar la operación, aparecerá de nuevo la barra flotante en cuestión.

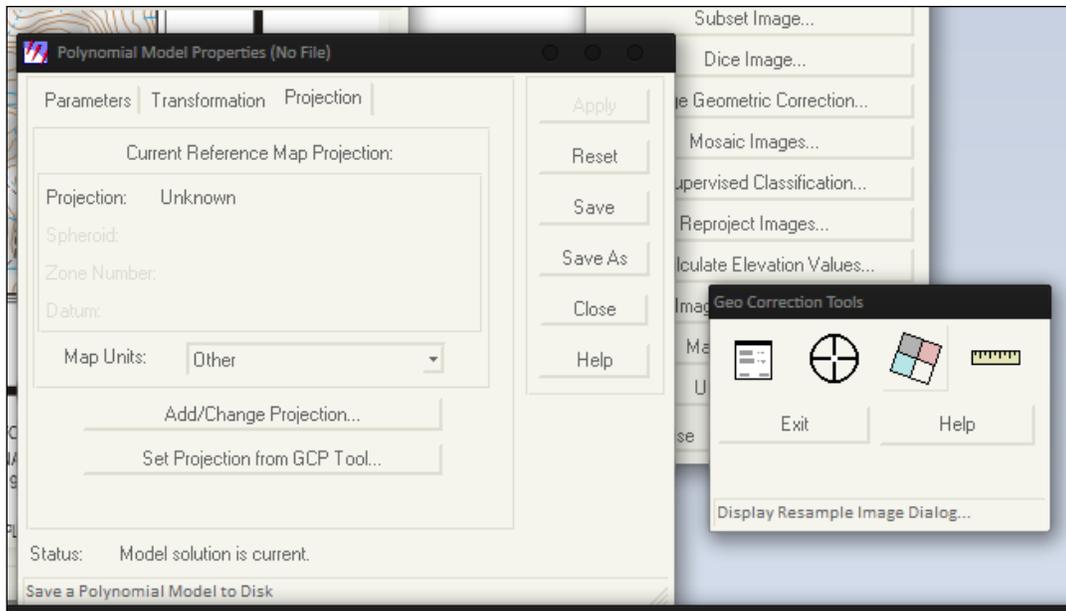


Figura 113.- Escogiendo la opción para hacer el “resample” a la imagen geográfica.

Escogemos un nombre de archivo para nuestra imagen a referenciar, y damos clic en OK.

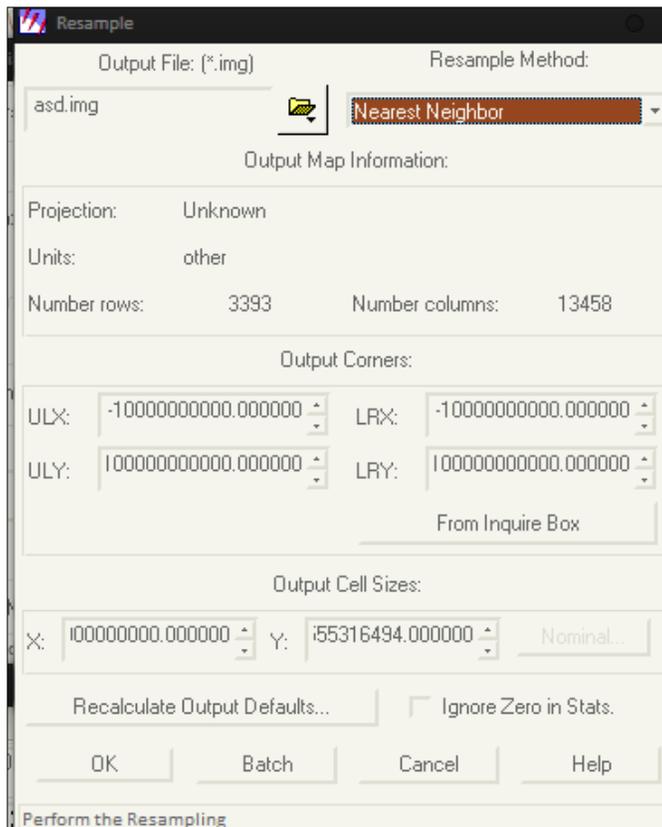


Figura 114.- Terminando la Georreferencia

Anexo D Definiciones de campos, formatos y ejemplos de los Metadatos en CONAGUA

Para el presente trabajo se tomó la siguiente definición de campos y formatos:¹⁰

Titulo

Definición: El título formal establecido de los datos o fuente de información que se describe. El título es siempre el nombre completo por el cual se conoce a la fuente. El título debe ser lo suficientemente descriptivo para permitir al usuario hacer una decisión razonable acerca de si la fuente es de interés o no. El título nunca se abrevia o cambia en el registro metadato. Si existe un acrónimo, se debe ponerlo en paréntesis, después del nombre completo.

Formato: Texto libre. (80 caracteres máximo)

Ejemplo:

Título: Base de datos general del agua (BDGA)

Title: Mapa base del D.F. escala 1:250,000

Title: Diccionario de datos geográficos

Fecha de ingreso de metadatos

Definición: La fecha ingreso de los metadatos a la base de datos del SIGA.

Formato: dd-mm-aaaa/hh:mm:ss (da-mes-ao/hora:minutos:segundos)

Ejemplo:

Fecha de ingreso: 02-07-1998

Origen

Definición: El nombre de la organización(es) o individuo(s) que desarrollaron, crearon o son autores del conjunto de datos o fuente de información. Se debe usar el nombre completo de la organización. Si existe un acrónimo, se debe poner en paréntesis delante del nombre completo. Si el nombre de los editores o quienes hicieron un compendio es provisto, el nombre debe ser seguido de "(ed.)" o "(comp.)" respectivamente.

El elemento creador (Originator) está diseñado para ser parte de una cita formal. para proveer el crédito apropiado para la creación, desarrollo, y/o autoría de una fuente en particular.

Generador de Información - Persona(s)

Generador de Información - (Información del (los) generador(es) de los datos). Debe contener el (los) nombre(s), posición (título) de la(s) personas asociadas con la fuente de información del conjunto de datos que se describe. Se permiten múltiples personas; se requiere un registro por separado para cada uno.

Este elemento de metadato comprende los siguientes sub-elementos:

¹⁰ CONAGUA – SIGA – Metadatos [24]

Nombre

Definición: El nombre del individuo a quien aplica como propietario de la información.

Formato: Texto libre. Nombre(s), y apellidos.

Ejemplo:

Nombre: Ing. Roberto Pérez Pérez

Puesto

Definición: El puesto que el individuo mencionado como propietario, tiene en la organización donde trabaja.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Puesto: Jefe de Proyecto

Organización

Organización contiene el nombre y departamento propietarios del conjunto de datos o fuente de información antes descrita. Se permiten múltiples organizaciones; se necesita un registro separado por cada organización.

Este elemento de metadato contiene los siguientes sub-elementos:

Nombre de la organización

Definición: El nombre de la organización a la cual se refiere como la propietaria de la información.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Organización: Comisión Nacional del Agua

Acrónimo de la Organización

Definición: El acrónimo de la organización, si existe.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Acronym: CNA

Dirección

Incluye información que describe el tipo de dirección y los componentes individuales de la dirección para la persona u organización a quien se refiere como propietarios de la información.

Este elemento de metadato, contiene los siguientes sub-elementos:

Tipo de Dirección

Definición: Información que describe la naturaleza de la dirección.

Formato: Seleccione de la lista: dirección de correo, dirección física, dirección física y de correo; o texto libre.

Dirección física

Definición: Detalles que definen la localización de la calle, número externo, colonia, etc. Formato: Texto libre.

Apartado Postal

Definición: El número de apartado postal, si existe.
Formato: Texto libre.

Ciudad

Definición: La ciudad de la dirección física.
Formato: Texto libre.

Estado y/o municipio

Definición: El estado y/o municipio de la dirección física. El nombre completo del estado y/o municipio (no usar abreviaciones).
Formato: Texto libre.

Código Postal

Definición: El Código Postal de la dirección física.
Formato: Texto libre.

País

Definición: El país de la dirección física.
Formato: Texto libre.

Detalles de comunicación

Incluye información que describe varios medios de contactar directamente a la persona u organización a la que se refiere como la propietaria de la información. Este elemento de metadato contiene los siguientes sub-elementos:

Teléfono de voz

Definición: El número de teléfono por medio del cual los individuos pueden hablar con la persona o la organización propietaria de la información.
Formato: Incluye código de país, región (rea) y número local.
Ejemplo:
Teléfono: 1-517-797-2700

Fax

Definición: El número de fax de la persona u organización.
Formato: Incluye código de país, región (área), y número local.
Ejemplo:
Fax: 1-517-797-2600

Correo electrónico

Definición: La dirección de correo electrónico (e-mail) de la persona u organización.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Correo electrónico: carlos.ruiz@cna.gob.mx

Información de la publicación

Contiene los detalles de un conjunto de datos referentes a la fuente de información.

Este elemento de metadato contiene los siguientes sub-elementos:

Fecha/hora de la publicación

Definición: La fecha cuando los datos o la fuente de información fue publicada (o estuvo disponible). Úsese la fecha de "Derechos Reservados" (Copyright) si está disponible.

- Si no existe fecha alguna para el objeto, utilícese la nomenclatura "[n.d]" entre corchetes. Si no existe fecha alguna en el objeto, pero el autor de los metadatos la conoce, utilícese la leyenda "cataloger supplied", y póngase la fecha entre corchetes (ej. "[1997]"). Si es relevante, inclúyase la hora del día cuando los datos fueron publicados o estuvieron disponibles.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Fecha/hora de la publicación: 1997

Fecha/hora de la publicación: [n.d.] (no disponible para este elemento)

Fecha/hora de la publicación: Septiembre de 1995

Fecha/hora de la publicación: [1997] (fecha especificada por el autor del metadato; definida a partir de la fuente o de cualquier otro medio)

Fecha/hora de la publicación: 20-01-1998/12:20:03 (fecha y hora)

Editor

Definición: El nombre de la organización(es) o individuo(s) que publica el conjunto de datos o fuente de información. Si existe un acrónimo, debe ponerse entre paréntesis -delante del nombre completo de la organización. Si no hay editor, o no es claro su origen, indíquelo usando "[s.n]".

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Editor: Banco Mundial

Editor: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Publisher: [s.e.] (Editor no definido).

Lugar de publicación

Definición: El nombre de la ciudad (estado/municipio y país si es necesario para identificar la ciudad) donde el conjunto de datos o fuente de información fue publicado. Si no se encuentra un lugar establecido de publicación, indíquese con "[s.l.>". Si no existe un lugar bien definido, pero el autor de metadata puede confirmar el lugar de publicación de otras fuentes, trátase como "cataloger supplied", e indique el lugar de publicación entre corchetes "[Nairobi]".

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Lugar de publicación: Londres

Lugar de publicación: University Center, Michigan, EUA

Lugar de publicación: [s.l.] (lugar de la publicación desconocido)

Lugar de publicación: [Paris] (información proporcionada por el generador de metadatos)

Idioma

Definición: El idioma(s) en el cual se presenta o está escrito el conjunto de datos o fuente de información.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Idioma(s): Francés, Alemán, Inglés Idioma(s): Español

Formato de Presentación de Datos

Definición: El medio, tipo de material, formato, o modo en el cual se presentan los datos o fuente de información.

Formato: Seleccione un tipo de la lista:

Ejemplos:

Formato de Presentación de Datos: Archivo de computadora

Formato de Presentación de Datos: Modelo

Fuente en línea

Definición: El nombre de una computadora en línea, que contiene el conjunto de datos.

Formato: Sigue la convención Uniform Resource Locator (URL) de Internet.

Ejemplo:

Fuente en línea: <http://www.sgp.cna.gob.mx>

Fuente en línea: <ftp://ehecat1.cna.gob.mx>

Información de Identificación

Provee detalles básicos y descriptivos acerca del conjunto de datos o fuente de información. Esta sección contiene definiciones y ejemplos para los siguientes elementos de metadato.

Descripción

Description provee una caracterización del conjunto de datos o fuente de información. Incluye detalles acerca de lo que trata la fuente, porque es creada, y permite información adicional de la fuente que no es incluida en otra parte del registro de metadato.

Este elemento de metadato contiene los siguientes sub-elementos:

Resumen

Definición: Una descripción concisa e informativa del conjunto de datos o fuente de información. Información valiosa debe ser incluida para proveer una descripción exacta de la fuente descrita, tal como los objetivos de la colección de datos o estudio, el enfoque, y una indicación del contenido, dominio del tema, y uso. La primera oración de un abstract debe siempre identificar completamente el objeto que se describe. Vea el apéndice B para ver más detalles y una guía de la construcción de abstracto.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Resumen: "GIS Cobertura de la República Mexicana, es una cobertura en Arc/Info (formato vectorial) de los estados de México con su base de datos asociada. Esta cobertura digital fue digitalizada por la compañía Environmental Research Institute de Michigan (ERIM) en Estados Unidos; a partir de mapas base en una escala de 1:1,000,000 generados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1982. Cada unidad administrativa (32 estados en total) tiene las siguientes características asociadas a la base de datos (obtenidas también de INEGI): población en 1990; kilómetros cuadrados; densidad de población; población por género; población entre 6 y 14 años que puede leer y escribir.

Propósito

Definición: Un breve resumen de la intención con que el conjunto de datos o fuente de información se desarrolló.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Propósito: Proveer acceso al uso de la información a nivel mundial, avanzando en el entendimiento humano y sus interacciones con su medio ambiente y los servicios que presta a la ciencia, al público y a las decisiones de mercadeo privado.

Periodo

El periodo contiene detalles acerca de la hora y fecha de un evento y provee medios para ubicar información temporal. Como tal, el periodo es usado por múltiples secciones del metadato.

Esta sección contiene definiciones y ejemplos de los siguientes elementos de metadato.

Calendario sencillo de fecha/hora

Definición: Una forma de codificar una fecha y hora. Incluye el año (y opcionalmente el mes y el día), seguido de la hora (opcionalmente minutos y segundos).

Formato: dd-mm-aaaalhh:mm:ss (da-mes-aol hora:minutos:segundos)

Ejemplo:

Calendario sencillo de fecha/hora: 24-07-199614:02:09

Calendario sencillo de fecha/hora: 21-01-1998

Rango Sencillo de Fechas y Horas

Definición: Una forma de codificar un rango de fechas y horas. Incluye la fecha y hora de inicio "beginning date and time" y la fecha y hora de terminación "ending date and time". Tiene el mismo formato de fecha y hora sencillos.

Formato: yyyy-mm-ddlhh:mm:sslyyy-mm-ddThh:mm:ss(year-monthdayhours: minutes: seconds)

Ejemplo:

Rango Sencillo de Fechas y Horas: 24-07-1998113:20:04113-12-1998110:27:14

Rango Sencillo de Fechas y Horas: 01-01-1995/1998-02-12

Referencia de Actualización

Estado actual

Estado actual, incluye el estado e información de mantenimiento del conjunto de datos o fuente de información.

Este elemento de metadato contiene los siguiente sub-elementos:

Progreso (avance)

Definición: El estado actual de la fuente.

Formato: Seleccione de la lista: completo, en progreso, en planeación.

Mantenimiento y frecuencia de actualización

Definición: La frecuencia con la que se cambia o se agrega información al conjunto de datos o fuente de información después de que la producción o publicación inicial esta completa.

Formato: Seleccione de la lista: Continuamente, diario, semanal, mensual, anual, desconocida, irregular, sin planear o texto libre.

Dominio Espacial

Spatial Domain provee el área geográfica de la fuente de datos.

Este elemento de metadato contiene los siguientes sub-elementos:

Coordenadas de frontera

Definición: Los límites de cobertura de los datos, expresados por latitud y longitud, en el orden mas-oeste, mas-este, mas-norte, mas-sur. Para conjuntos de datos que incluyen una región completa de latitud alrededor de la tierra, las frontera Oeste debe tener un valor de -180.0, y al Este de 180.0.

Formato: numérico con decimales

Ejemplo:

Coordenadas de frontera:

Coordenadas de frontera Oeste: -75.625

Coordenadas de frontera Este: -75.5

Coordenadas de frontera Norte: 39.75

Coordenadas de frontera Sur: 39.625

Palabras Clave

Palabras Clave son palabras o frases que son usadas para indicar las ideas principales y aspectos de una fuente de datos. También son usadas como palabras de contenido en índices. Hay dos categorías de palabras clave: controladas y sin control. Las controladas son tomadas de listas autorizadas (glosario) bien indexadas. Las sin control, están en texto libre y no provienen de una lista definida.

Palabras clave de tema

Definición: Una palabra o frase utilizada para describir el tema o materia de la fuente de información. Se permiten múltiples palabras o frases.

Formato: Controlado; debe seguir el formato de el glosario seleccionado.

Ejemplo:

Palabras clave de tema: distribución de presas

Glosario de palabras clave del tema

Definición: El título de un glosario formalmente registrado o alguna lista bien definida de palabras clave en el tema.

Formato: Texto libre; provee el título de la lista o glosario.

Ejemplo:

Glosario de palabras clave del tema: SIGA Vocabulario Indexado

Palabra clave de lugar

Definición: El nombre de la localización geográfica que caracteriza a la fuente de datos.

Se permiten múltiples.

Formato: Controlado; debe seguir el formato del glosario seleccionado.

Ejemplo:

Palabra clave de lugar: Municipio de San Juan

Palabra clave de lugar: Parque Nacional del Chico

Glosario de palabras clave de lugar

Definición: El título de un glosario o lista similar de lugares geográficos formalmente registrado.

Formato: Texto libre, Proveer el nombre la lista o glosario usado

Ejemplo:

Glosario de palabras clave de lugar: Nombres de Sistemas de Información Geográfica

Restricciones de Uso y Acceso

Las restricciones de acceso y uso proveen información acerca de cualquier restricción que pueda existir al adquirir y/o usar el conjunto de datos o fuente de información.

Este elemento de metadato contiene los siguientes sub-elementos:

Restricciones de Uso y Acceso

Definición: Restricciones y prerequisites legales para el acceso a la fuente. Incluye cualquier restricción de acceso para asegurar la privacidad o propiedad intelectual, y otras restricciones especiales al obtener el conjunto de datos o fuente de información.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Restricciones de Uso y Acceso: Ninguna.

Restricciones de Uso y Acceso: Este conjunto de datos et disponible solamente con el permiso de personal autorizado del gobierno federal de la República Mexicana.

Restricciones de Uso

Definición: Restricciones y prerequisites legales para utilizar la información después de que se garantizó el acceso. Incluye cualquier restricción que se refiera a la privacidad o propiedad intelectual., además de cualquier restricción o limitación al utilizar el conjunto de datos o fuente de información.

Formato: Texto libre.

Ejemplo:

Restricciones de Uso: Los datos son únicamente para uso no comercial. No se permite copiar ni editar parte o el total de la obra.

Anexo E Procedimiento para conexión a la Geobase de Datos Institucional del Agua (GEOAGUA) con Software ArcGis

En primer lugar, se debe modificar el archivo services, que se puede encontrar en C:\Windows\System32\drivers\etc. Para asegurarse de tener la ruta correcta, conviene ejecutar en una ventana de comandos la constante especial **%WINDIR%**, para conocer la ruta absoluta de instalación del Sistema Operativo.

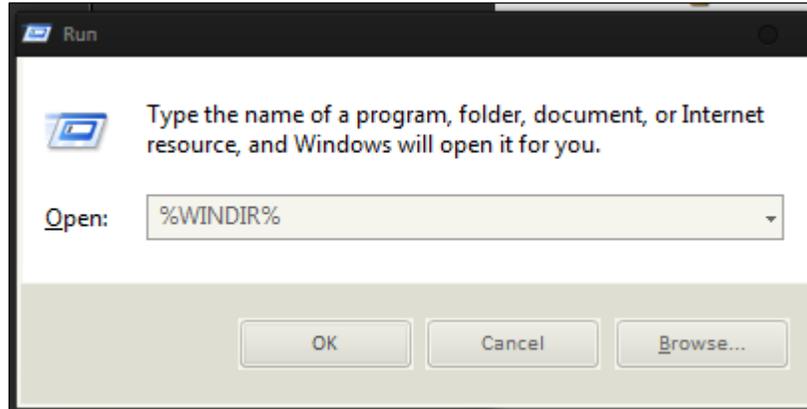


Figura 115.- Acceder al directorio absoluto de instalación del Sistema Operativo.

Conociendo nuestra ruta de instalación absoluta (En nuestro caso, resultó ser idéntica al ejemplo presentado arriba, es decir, C:\Windows), procedemos a buscar el directorio **system32**, para acceder luego a **drivers**, y posteriormente a **etc.**, donde encontraremos el archivo **services**, que deberemos abrir en modo administrador para editarlo con algún editor de textos (Bloc de notas, por ejemplo). Procedemos como sigue:

Ejecutaremos nuestro editor de texto (Notepad) en modo Administrador, para ello, desplegaremos el menú inicio, donde teclearemos en la barra de búsqueda el nombre del editor (Notepad). Una vez localizado, daremos clic derecho sobre su ícono, y haremos clic en la opción **Ejecutar como Administrador** o **Run as Administrator**.

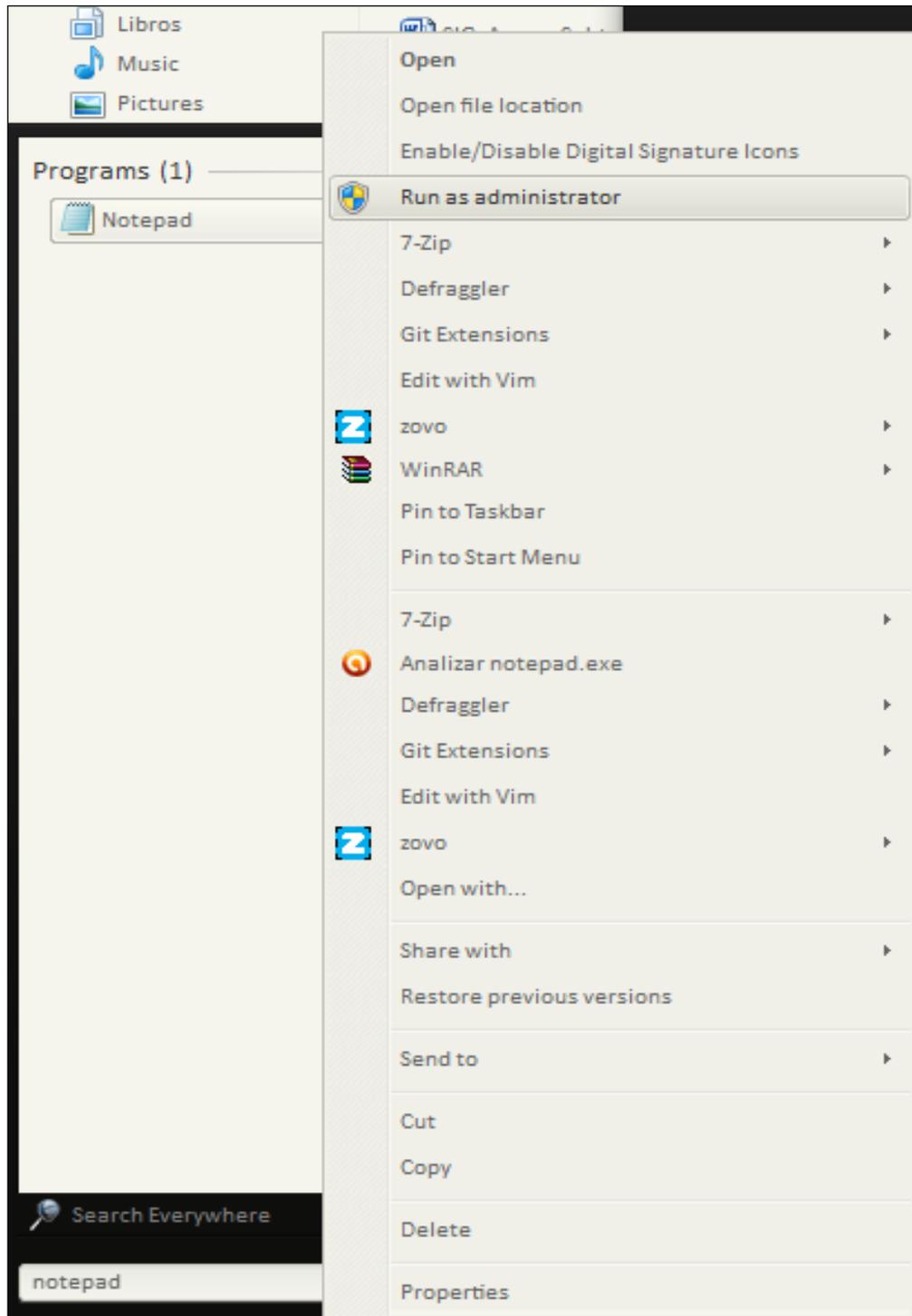


Figura 116.- Ejecutar como administrador el programa, accederemos a las funciones necesarias para editar archivos del sistema

A continuación, copiaremos la ruta del explorador de Windows donde teníamos el archivo services.

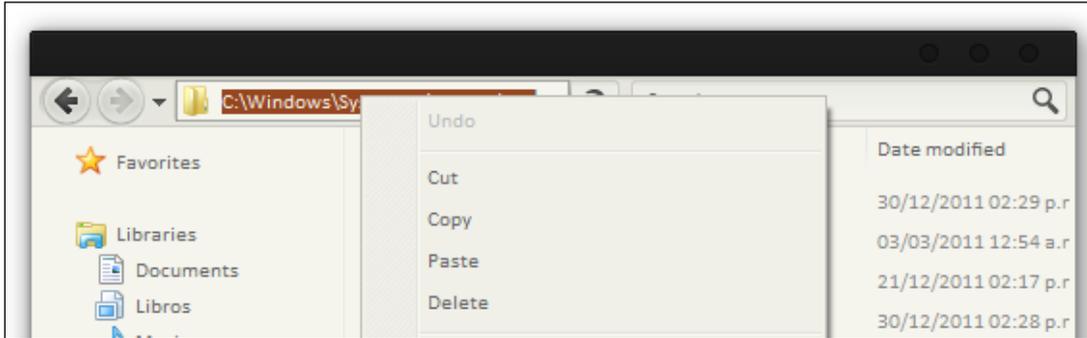


Figura 117.- Copiar la ruta del directorio que contiene services.

Tal ruta, la pegaremos en el diálogo de apertura de archivos de nuestro editor de textos (al cual accederemos vía Menú Archivo -> Abrir, o mediante el acceso directo de teclado **Ctrl + O**)

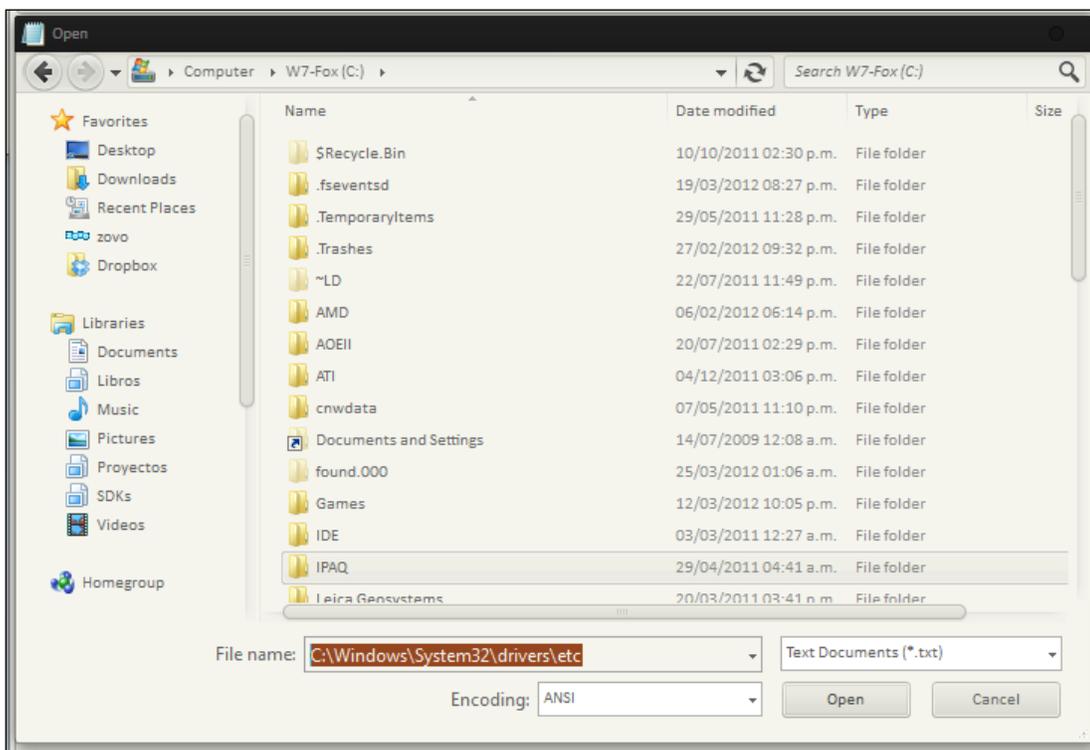


Figura 118.- Pegar la ruta del directorio que contiene al archivo services.

Presionaremos abrir, o la tecla enter para acceder al directorio. Una vez allí, en el filtro de archivo, pasaremos el filtro de **Documentos de Texto (*.txt)** a **Todos los Archivos (*.*)**.

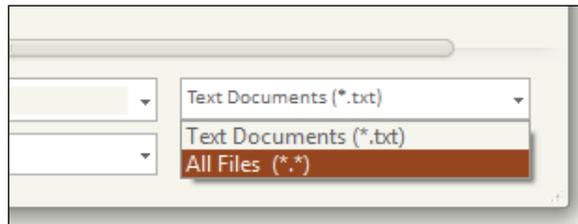


Figura 119.- Cambiar el filtro de archivo.

Una vez hecho esto, se mostrarán todos los archivos. Abriremos el archivo **services**. Al final del archivo, agregaremos dos servicios adicionales, para realizar la conexión a la base de datos. Estos serán

Sde_siga	5151/tcp	# ArcSDE
Sde_sina	5153/tcp	# ArcSDE SINA DB

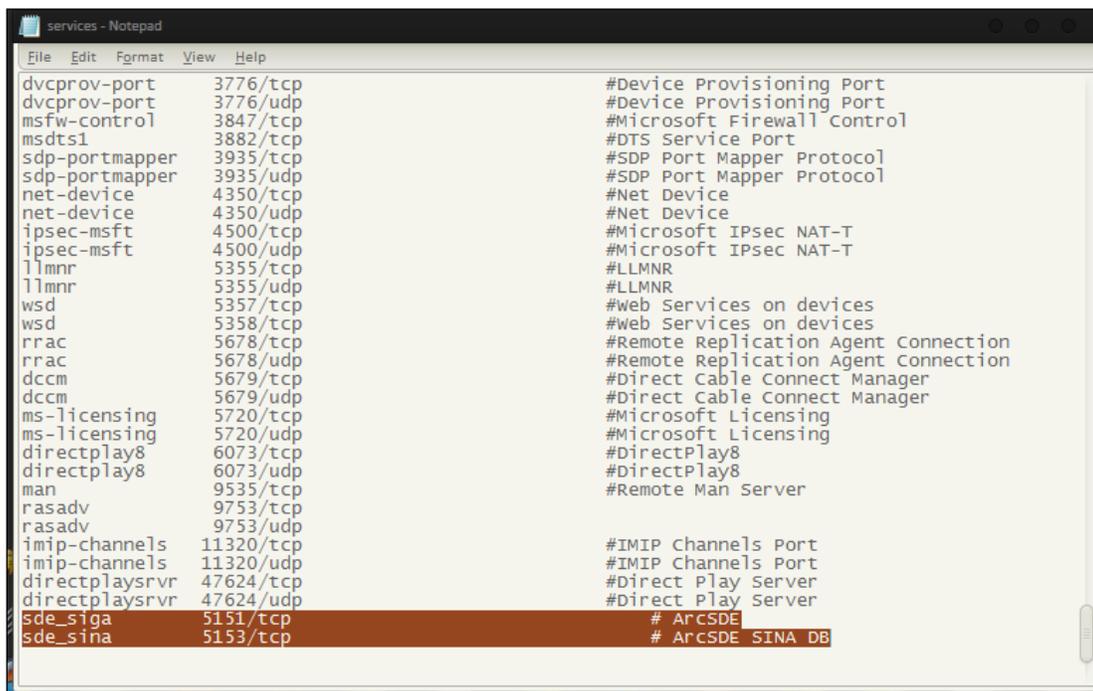


Figura 120.- Agregar servicios

Al terminar, guardamos y cerramos.

Una vez configurado nuestro servicio, solo queda configurarlo dentro de ArcCatalog. Abriremos ArcCatalog y desplegaremos el árbol de la Izquierda. Buscaremos la carpeta especial **Database Connections** y la desplegaremos para agregar una **Spatial Database**.

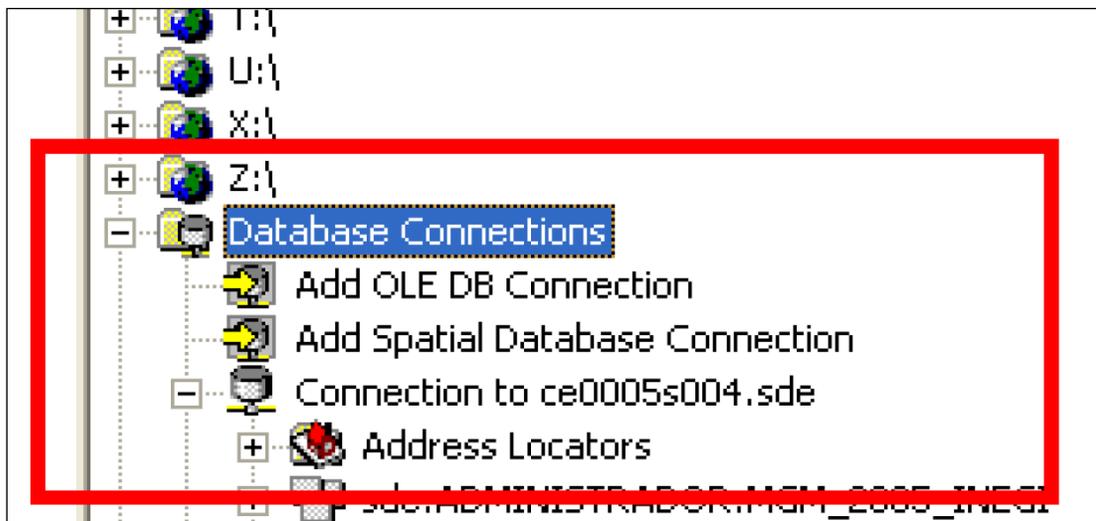


Figura 121.- Agregar un recurso Base de Datos Espacial nuevo.

Haremos doble clic sobre Spatial Database Connection, lo cual nos desplegará el cuadro de la figura 8, donde rellenaremos como se indica a continuación:

- Server:** [servidor asignado]
- Service:** sde_siga
- Database:** [base de datos asignada]
- Username:** cna\[usuario autorizado]
- Password:** Contraseña asignada.

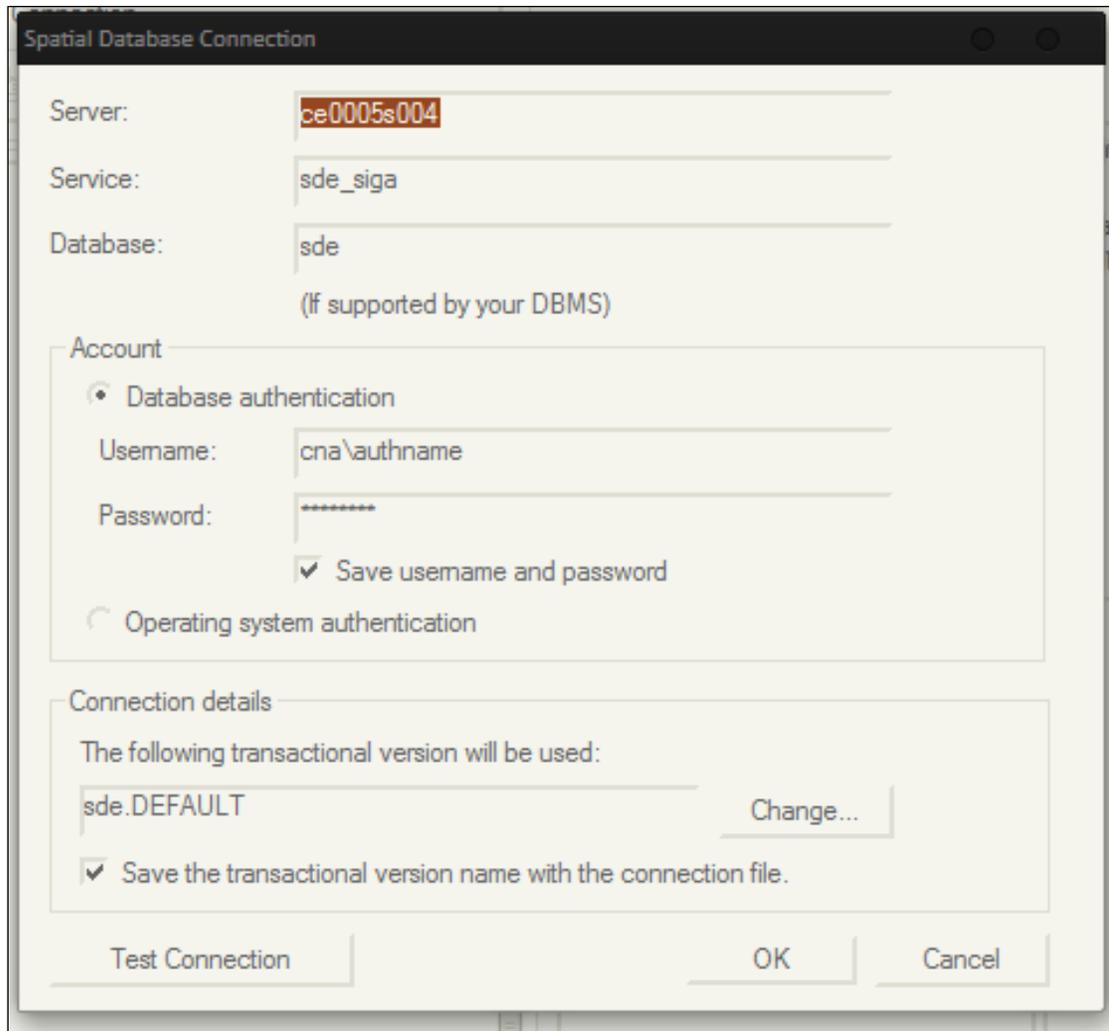


Figura 122.- Configurar Spatial Database nueva.

Anexo F Caso Práctico

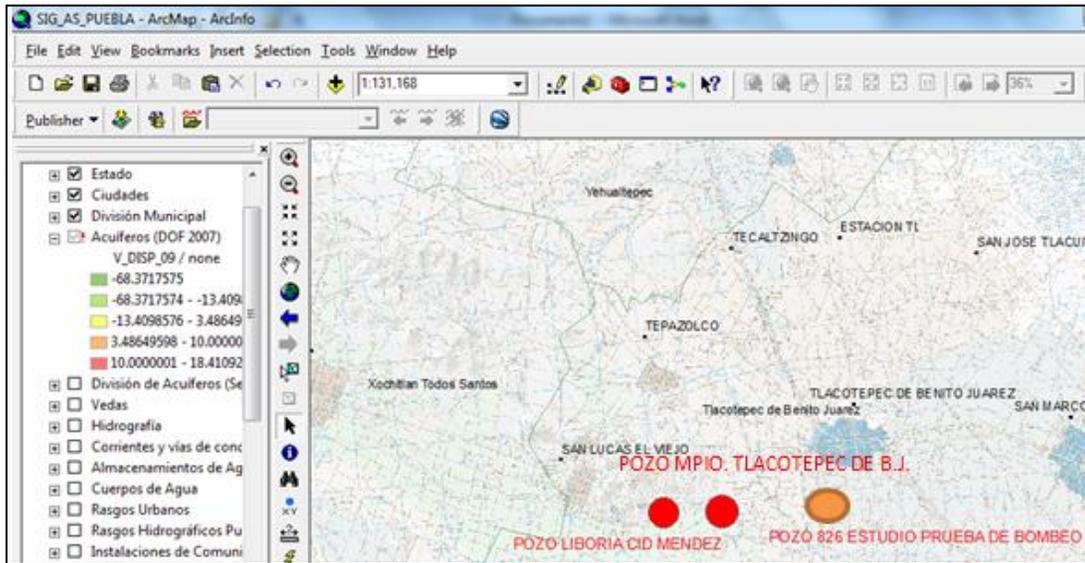


Figura 123.- Ubicación Geográfica de Aprovechamientos Involucrados.

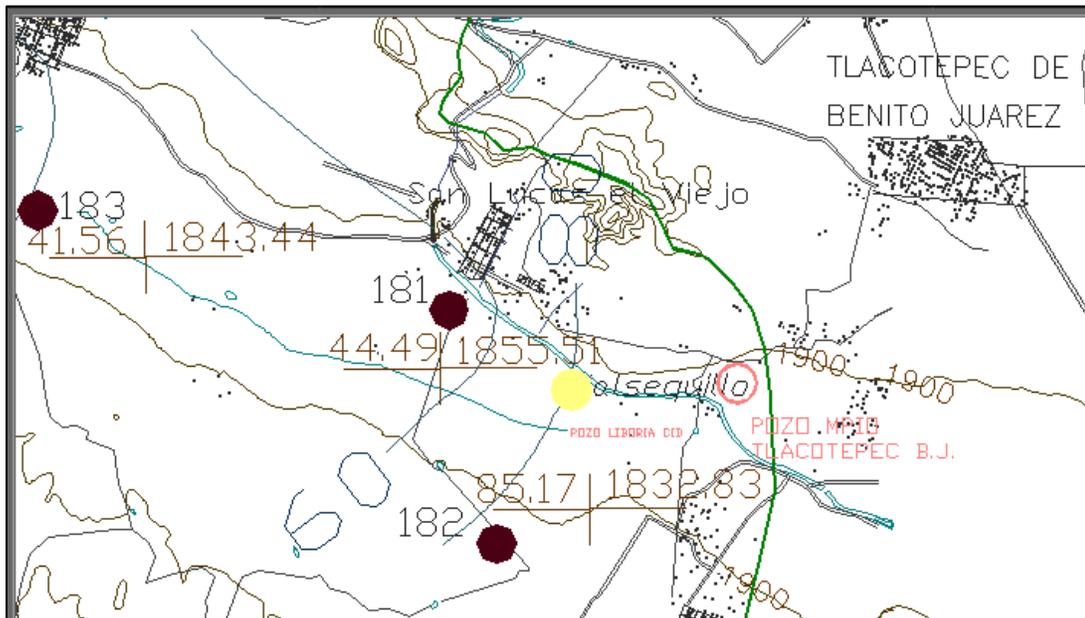


Figura 124.- Profundidad al Nivel Estático año 2000.

Acuífero.pdf - Adobe Acrobat Pro Extended

File Edit View Document Comments Forms Tools Advanced Window Help

Create Combine Collaborate Secure Sign Forms Multimedia Comment

1877 / 2865 81% coeficiente

Bookmarks

- Normas
- Vedas
- Disponibilidad
- Estudios
- Censos
- Memorandums

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, ACUÍFERO TECAMACHALCO, PUE			
			Todo
Área total del acuífero			km ² 3,280
RECARGA			
Área de valle		km ²	1,700
Coefficiente	i_1		0.085
Precipitación		mm/año	582.5
Recarga natural por lluvia		hm ³ /año	62.2
Recarga natural zonas altas		hm ³ /año	39.1
Entradas horizontales	E_h	hm ³ /año	2.0
Total de recarga natural			103.2
Público Urbano	i_2	hm ³ /año	0.200
Retorno del uso Público Urbano		hm ³ /año	12.0
Agrícola más otros agua subterránea	i_3		0.2400
Retorno de riego, agua subterránea		hm ³ /año	67.7
Agrícola, agua superficial (Presa Manuel Avila Camacho, 206.8 hm ³ /año)	i_4		0.300
Retorno de riego		hm ³ /año	62.0
Retorno total			141.7
Recarga vertical total			203.9
RECARGA TOTAL			Rt 245.0
DESCARGA			
Salidas horizontales			S_h hm ³ /año 19.0
Extracción total bruta			hm ³ /año 343.4
Agrícola			hm ³ /año 278.0
Público urbano			hm ³ /año 59.8
Industrial			hm ³ /año 1.4
Otros			hm ³ /año 4.2
DESCARGA TOTAL			362.4
Minado			ΔA hm ³ /año -117.4
Coeficiente de almacenamiento			S 0.10
Volumen drenado (m ³ /año)			V_d hm ³ /año 1,190
Abatimiento m/año			m 0.70

Figura 125.- Coeficiente de Almacenamiento del Acuífero Valle de Tecamachalco 2009.

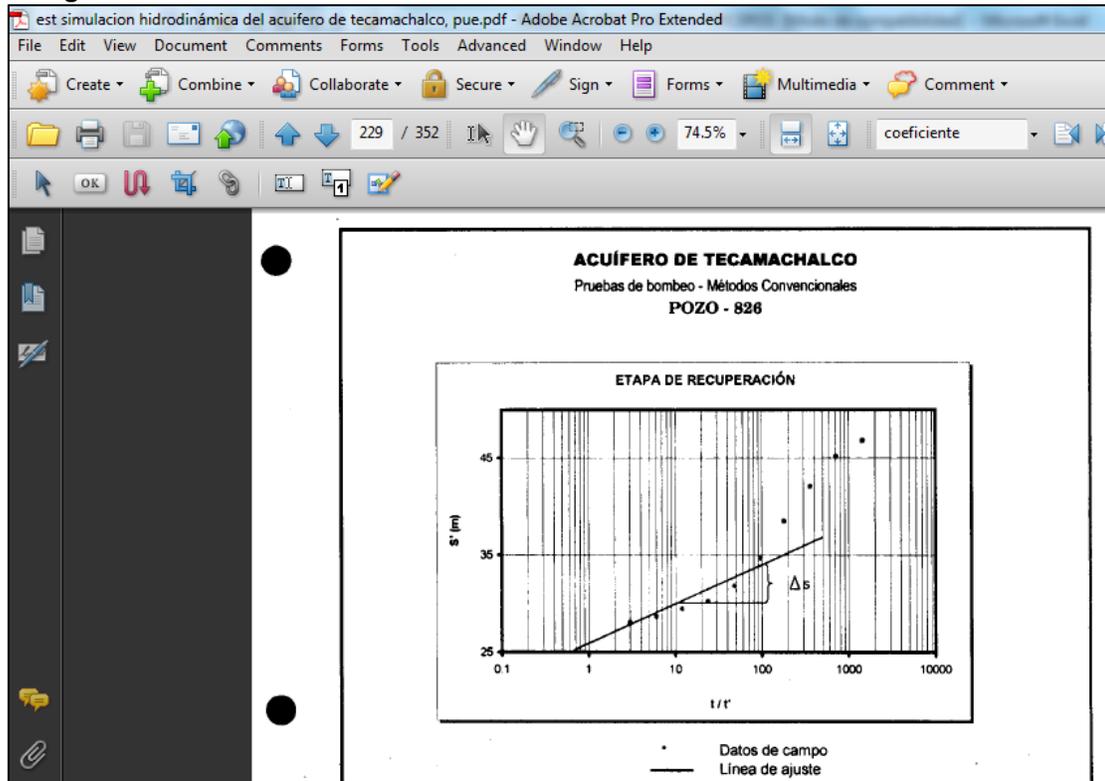


Figura 126.- Prueba de Bombeo Pozo 826. Parámetro Hidráulico de Transmisividad. Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero Valle de Tecamachalco 1999.

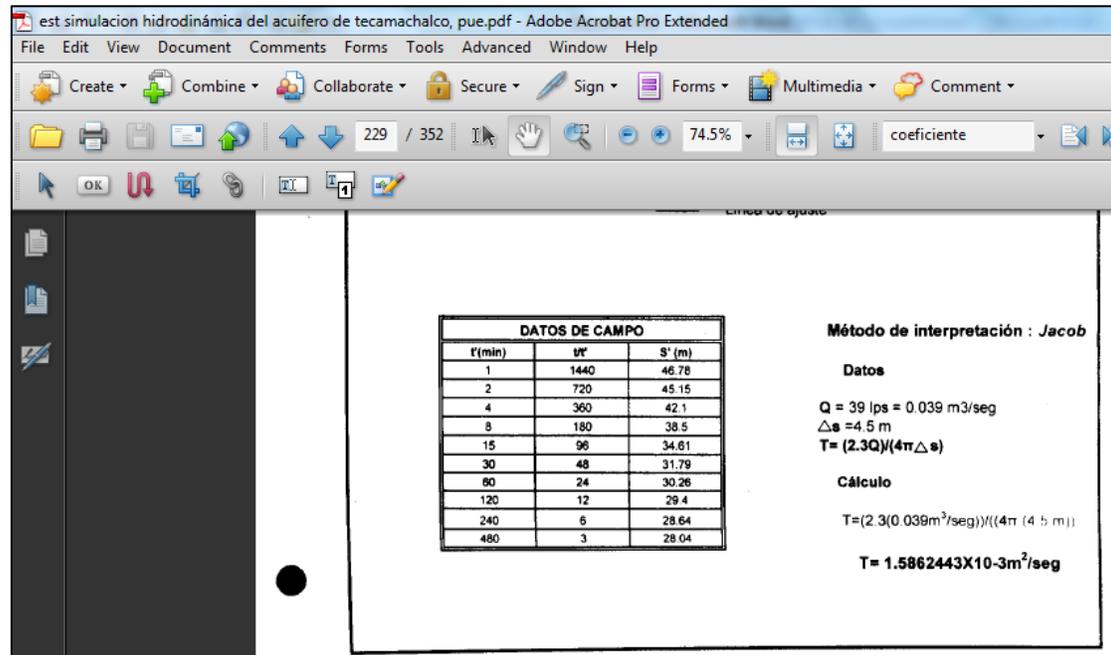


Figura 127.- Prueba de Bombeo Pozo 826. Parámetro Hidráulico de Transmisividad. Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero Valle de Tecamachalco 1999.

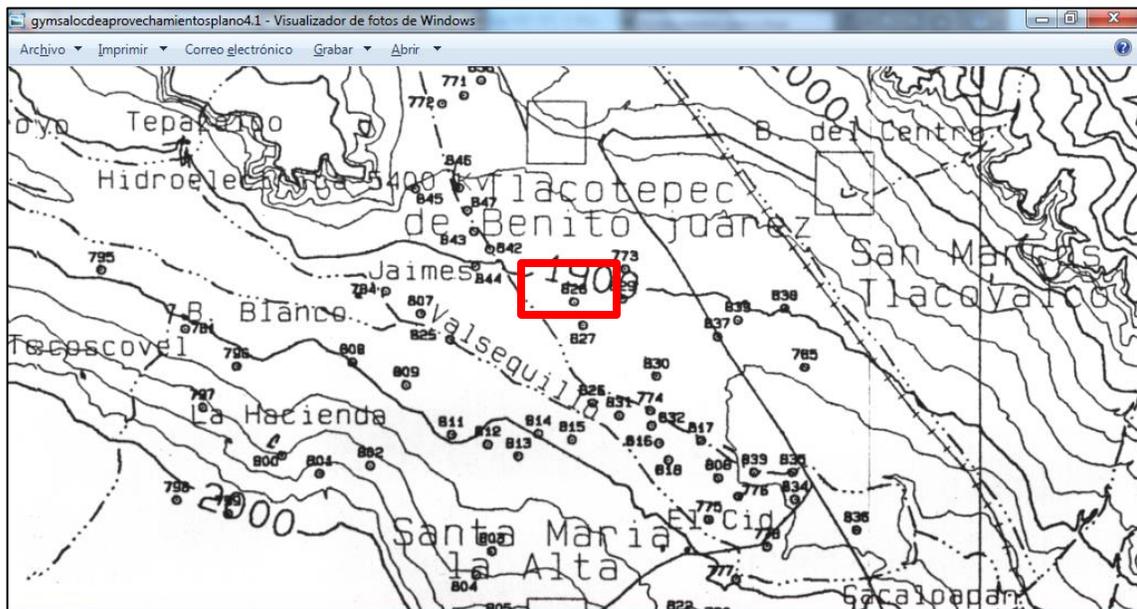


Figura 128.- Localización del Pozo 826. Parámetro Hidráulico de Transmisividad. Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero Valle de Tecamachalco 1999.

RADIO DE AFECTACION A TERCEROS									
Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista									
Pegar		Arial 10		N K S		Alineación		Número	
E39 fx									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4				SUBDIRECCION DE ASISTENCIA TECNICA OPERATIVA					
5				DEPTO. DE AGUAS SUBTERRANEAS					
6									
8				EXPEDIENTE: PUE-DL-0074-160212					
10	ANALISIS DE AFECTACION ENTRE OBRAS								
11	SOLICITANTE:	LIBORIA CID MENDEZ							
12	PREDIO	EL PAREDON							
13	LOCALIDAD	SANTO NOMBRE							
14	MUNICIPIO	TLACOTEPEC DE BENITO JUAREZ				ESTADO DE PUEBLA			
15	ACUIFERO	TECAMACHALCO							
16	REGIMEN DE OPERACION PROPUESTO POR EL USUARIO								
17	GASTO (l.p.s)	1.0	HORAS DE BOMBEO AL DIA			7			
18	DIAS AL AÑO	240	VOLUMEN ANUAL (m³)			4,000.0			
19	NIVEL ESTATICO	80.00	NIVEL DINAMICO (m)			130			
20	ESTIMACION DEL RADIO DE INFLUENCIA								
22	fórmula simplificada de Jacob	a=	2.3 Q	log	2.25 Tt				
23			4pT		r² S				
25	Q=	0.001	m³/seg						
26	T*=	0.0016	m²/seg			transmisividad			
27	S*=	0.1000				coef. Almacenamiento			
28	t =	25,200	seg			7 hora continua			
29	p=	3.1416							
30	a=	abatimiento	m						
31	r=	radio de influencia	m						
33	radio de influencia =		30	m					

Figura 129.- Determinación del Radio de influencia de afectación a Terceros con la Aplicación correspondiente. DVD entregado al usuario.

Anexo G Índice de figuras

Figura 1.- Delimitación geográfica y Denominación de los Acuíferos del Estado de Puebla.....	8
Figura 2.- Acuífero del Valle de Puebla y Municipios que lo conforman.....	11
Figura 3.- Acuífero del Valle de Atlixco-Izúcar de Matamoros y Municipios que lo conforman.	12
Figura 4.- Acuífero del Valle de Tecamachalco y Municipios que lo conforman.....	14
Figura 5.- Acuífero del Valle de Libres Oriental y Municipios que lo conforman.....	15
Figura 6.- Acuífero del Valle de Tecamachalco y Municipios que lo conforman.....	17
Figura 7.- Acuífero del Valle de Ixcaquixtla y Municipios que lo conforman.	18
Figura 8.- Acuífero Álamo-Tuxpan; Acuífero Poza Rica; Acuífero Acaxochitlán; Acuífero Tecocomulco; Acuífero Tecolutla; Acuífero Martínez de la Torre-Nautla y Municipios que los conforman.....	19
Figura 9.- Acuífero Tuxtepec; Acuífero Huahuapan de León y Municipios que los conforman.	20
Figura 10.- Disponibilidad de Aguas Subterráneas en el Estado de Puebla.	20
Figura 11.- Modelo Entidad-Relación para la Geodatabase	27
Figura 12.- Modelo Relacional de la Geodatabase	28
Figura 13.- Estructura FGDC-STD para Metadatos	35
Figura 14.- Estructura de la Geodatabase (ArcGis)	38
Figura 15.- Diálogo de inicio de ArcMap. Crear un mapa nuevo, por tanto, dejar seleccionada la opción “A new empty map”	40
Figura 16.- En la parte izquierda de la pantalla, damos clic derecho sobre “Layers”, y clic en la opción “Properties”	40
Figura 17.- Asignamos un nombre al MXD. Asimismo, las unidades básicas a usar en el mismo.....	40
Figura 18.- Configuramos nuestro sistema de Coordenadas. Vamos a la pestaña “Coordinate System” y presionamos el botón New, y damos clic sobre la opción “Projected Coordinate System...”	41
Figura 19.- Establecemos el nombre del sistema de Coordenadas. Y la proyección, la configuramos a Lambert Conformal Conic.	41
Figura 20.- Más abajo, en el mismo cuadro de diálogo, seleccionamos el sistema de Coordenadas Geográfico.	41
Figura 21.- Seleccionamos ITRF 1992, localizado en la carpeta World.	42
Figura 22.- La ventana general del Sistema de Coordenadas. Queda configurado de la siguiente manera.....	42
Figura 23.- Comenzamos a añadir datos al MXD. En la barra de herramientas principal, buscamos el ícono de Add Data y lo presionamos.	43
Figura 24.- Desglose general de la Geobase de datos.....	43
Figura 25.- Añadiendo los datos vectoriales al MXD	44
Figura 26.- Añadiendo los datos raster al MXD	44
Figura 27.- Añadiendo los vectores de los Acuíferos (DOF 2003 y 2007. Respectivamente)	45
Figura 28.- Guardando la estructura básica del MXD.	45
Figura 29.- Guardando la estructura básica del MXD. Lo llamaremos Sig_As_Pue.mxd. El nombre no afecta la estructura interna del proyecto.....	46
Figura 30.- Buscaremos acomodar todas las capas con la siguiente estructura común. En la parte superior, las capas más visibles, y en la inferior, las menos visibles (o a las que menos se tenga acceso documental)	46

Figura 31.- Para la capa de acuíferos, conviene categorizar los valores, por el nombre del acuífero, y en lugar de hacer una edición más dedicada, usar una rampa de color, que represente cada acuífero con un color distinto.	47
Figura 32.- Activación de hipervínculos asociados a un campo de la tabla de la capa de trabajo actual. En este caso, activamos la característica sobre el campo “Estudios en PDF”	48
Figura 33.- Selección del campo “Estudios en PDF” para la generación de Enlaces... ..	48
Figura 34.- Ventana principal de ArcGis con la herramienta hipervínculo activada.	49
Figura 35.- Mapa general, con el hipervínculo activado sobre el acuífero Libres Oriental.	49
Figura 36.- Árbol de archivos de la instalación de TeXLive. Instalar sobre texmf	53
Figura 37.- Árbol de archivos de la instalación de TeXLive. Instalar sobre texmf	54
Figura 38.- Ejecutar TeXnic Center	54
Figura 39.- Estructura ejemplo de generación de documental. Abrir el archivo Acuífero.tex	55
Figura 40.- Abrir el archivo, lo “construiremos” a doble pasada	56
Figura 41.- Copiar el archivo Acuífero.pdf generado a la Geobase.....	56
Figura 42.- Entrar a ArcGIS9.....	57
Figura 43.- Cuadro de dialogo abrir. Seleccionar nuestro archivo Mxd.....	57
Figura 44.- Abrir la tabla de atributos de Acuíferos DOF 2007	58
Figura 45.- Revisar el campo “Estudios en PDF”.....	58
Figura 46.- Estructura del subfolder “Libres” donde se encuentra contenido el archivo Acuífero.pdf, el cual es apuntado en la tabla de atributos de Acuíferos. DOF 2007.....	58
Figura 47.- Iniciar el editor en ArcGis.	59
Figura 48.- Editar la fila según la ruta relativa del archivo. (./PDF/Libres/Acuifero.pdf) ..	59
Figura 49.- Activar el Híper-enlace que conduce al archivo PDF de los Estudios.	60
Figura 50.- Documento PDF, ejecutado con Adobe Acrobat Reader.....	60
Figura 51.- Pantalla de información en ArcReader.	61
Figura 52.- Captura de pantalla. Página de la INTRANET de CONAGUA. Dirección Local Puebla	63
Figura 53.- Ingresar al SIG_AS Puebla. INTRANET de CONAGUA. Dirección Local Puebla.....	63
Figura 54.- Ingresar a SIG_AS_Pue.....	64
Figura 55.- Pantalla inicial del Sistema de Información Geográfica de Aguas Subterráneas (Puebla)	64
Figura 56.- Despliegue general de las capas que componen al SIG_AS.....	65
Figura 57.- Agregar capas a la interfaz de ArcGlobe.	67
Figura 58.- Capas cargadas a la izquierda de la pantalla, con su visualización en el Globo a la Derecha.	68
Figura 59.- Guardar nuestro modelo en ArcGlobe para su posterior visualización	68
Figura 60.- Guardar como SIG_AS_PUEBLA.3dd.....	69
Figura 61.- Mostrar la barra de herramientas de Publicación en ArcGis.....	69
Figura 62.- publicar nuestro mapa.....	70
Figura 63.- publicar nuestro mapa.....	70
Figura 64.- abrirlo para su lectura en ArcReader.....	71
Figura 65.- Habilitar la extensión para exportar a KML.....	71
Figura 66.- Google Earth vista con la capa de Acuíferos que fue exportada.....	72
Figura 67.- Tabla de Planos Georreferenciados actuales dentro de la Geodatabase. .	82
Figura 68.- Planos Georreferenciados actuales dentro de la Geodatabase.....	82
Figura 69.- Mapa de Vedas del Estado de Puebla.....	83
Figura 70.- Mapa de División Municipal Política del Estado de Puebla.....	83

Figura 71.- Mapa Geológico del Estado de Puebla.....	84
Figura 72.- Tablas Base de la Geodatabase.	85
Figura 73.- Agregar información a la Geodatabase.	86
Figura 74.- Agregar información a la Geodatabase.	87
Figura 75.- Agregando información a la Geodatabase.	87
Figura 76.- Agregar información a la Geodatabase.	88
Figura 77.- Agregar información a la Geodatabase.	89
Figura 78.- Agregar información a la Geodatabase.	90
Figura 79.- Agregar información a la Geodatabase.	90
Figura 80.- Agregar información a la Geodatabase.	91
Figura 81.- Agregar información a la Geodatabase.	92
Figura 82.- Agregando información a la Geodatabase.	93
Figura 83.- Scanner VIDAR.....	94
Figura 84.- Introducir de características del plano en VIDAR	95
Figura 85.- Introducir características del plano en VIDAR	96
Figura 86.- Plano escaneado en VIDAR.....	97
Figura 87.- Plano escaneado en VIDAR.....	98
Figura 88.- Datos de Polígono.....	99
Figura 89.- Ingresar información geográfica.	100
Figura 90.- Ingresar información geográfica.	100
Figura 91.- Ingresar información geográfica.	101
Figura 92.- Ingresar información geográfica.	101
Figura 93.- Ingresar información geográfica.	102
Figura 94.- Ingresar información geográfica.	102
Figura 95.- Ingresar información geográfica.	103
Figura 96.- Ingresar información geográfica.	104
Figura 97.- Mostrar el escritorio de trabajo para comenzar la tarea. Visor y la barra de Preparación de Datos.....	105
Figura 98.- Dialogo de apertura de archivo. Seleccionar el archivo a usar.	106
Figura 99.- Archivo desplegado en el visor.....	106
Figura 100.- Escoger un visor para procesar la imagen dentro del mismo.	107
Figura 101.- Selección de un modelo geométrico para la Georreferencia.	107
Figura 102.- Herramientas para Georectificación Polinomial.	108
Figura 103.- Configurar la herramienta GCP.	109
Figura 104.- Seleccionar un Viewer.....	109
Figura 105.- Cuadro de Proyección actual del mapa.	110
Figura 106.- Escritorio de trabajo preparado para la georreferenciación.	110
Figura 107.- Herramienta de selección GCP en la ventana de manejo GCP.	111
Figura 108.- Herramienta de creación de puntos GCP.	111
Figura 109.- Cambiar color al punto GCP.....	112
Figura 110.- Ingresar coordenadas decimales.....	112
Figura 111.- Datos de referencia listos para procesarse.	113
Figura 112.- Cuadro de diálogo de modelo del Polinomio.	113
Figura 113.- Escogiendo la opción para hacer el “resample” a la imagen geográfica.	114
Figura 114.- Terminando la Georreferencia.....	114
Figura 115.- Acceder al directorio absoluto de instalación del Sistema Operativo.	125
Figura 116.- Ejecutar como administrador el programa, accederemos a las funciones necesarias para editar archivos del sistema.....	126
Figura 117.- Copiar la ruta del directorio que contiene services.	127
Figura 118.- Pegar la ruta del directorio que contiene al archivo services.	127
Figura 119.- Cambiar el filtro de archivo.....	128

Figura 120.- Agregar servicios	128
Figura 121.- Agregar un recurso Base de Datos Espacial nuevo.....	129
Figura 122.- Configurar Spatial Database nueva.....	130
Figura 123.- Ubicación Geográfica de Aprovechamientos Involucrados.....	131
Figura 124.- Profundidad al Nivel Estático año 2000.....	131
Figura 125.- Coeficiente de Almacenamiento del Acuífero Valle de Tecamachalco 2009.	132
Figura 126.- Prueba de Bombeo Pozo 826. Parámetro Hidráulico de Transmisividad. Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero Valle de Tecamachalco 1999.	132
Figura 127.- Prueba de Bombeo Pozo 826. Parámetro Hidráulico de Transmisividad. Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero Valle de Tecamachalco 1999.	133
Figura 128.- Localización del Pozo 826. Parámetro Hidráulico de Transmisividad. Estudio de Simulación Hidrodinámica del Acuífero Valle de Tecamachalco 1999.	133
Figura 129.- Determinación del Radio de influencia de afectación a Terceros con la Aplicación correspondiente. DVD entregado al usuario.....	134

ANEXO H Índice de Referencias de Página

1.- Actualización de la disponibilidad media del Acuífero del Valle de Puebla	Pg. 11
2.- Actualización de la disponibilidad media del Acuífero Valle de Atlixco-Izucar de Matamoros	Pg. 11
3.- Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero Valle de Tehuacán	Pg. 13
4.- Actualización de la Disponibilidad Media anual del Acuíferos Libres-Oriental	Pg. 15
5.- Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media del acuífero Valle de Tehuacán	Pg. 16
6.- Estudios de disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas de 58 acuíferos	Pg. 17
7.- About FGDC	Pg. 34
8.- Graphical Representation of Metadata Standard	Pg. 34
9.- Cada Carpeta_Acuífero debe contener el modelo TEX de los archivos mencionados...	Pg. 55
10.- CONAGUA – SIGA – Metadatos	Pg. 115
11.- Base de Datos – Wikipedia	Pg. 116
12.- Datum – Wikipedia	Pg. 116
13.- http://infoteca.semarnat.gob.mx/reunion_nal/Dwnl/Georreferencia_de_la_Información.doc	Pg. 116

Anexo I GLOSARIO

Base de Datos: Una base de datos es una colección de información organizada de forma que un programa de computadora pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Éstas se pueden clasificar de acuerdo a su modelo de administración de datos. Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los modelos de datos no son cosas físicas: son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos.¹¹

Sistema Gestor de Base de Datos (DMBS): Los sistemas de gestión de bases de datos (en inglés database management system, abreviado DBMS) son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan. El propósito general de los sistemas de gestión de bases de datos es el de manejar de manera clara, sencilla y ordenada un conjunto de datos que posteriormente se convertirán en información relevante para una organización.

GIS: El GIS (Geographic Information System) o SIG (Sistema de Información Geográfica) es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (NCGIA, 1990). También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la

¹¹ Base de Datos – Wikipedia [28]

información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.
- Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Tipos de Datos SIG: Los datos SIG representan los objetos del mundo real. Los objetos del mundo real se pueden dividir en dos abstracciones: objetos discretos (una casa) y continuos (cantidad de lluvia caída, una elevación). Existen dos formas de almacenar los datos en un SIG: raster y vectorial. Estos datos, pueden ser (entre otros):

- datos digitalizados y escaneados
- bases de datos
- muestreo de campo con GPS
- imágenes de satélite y fotografía aérea

Raster: Un tipo de datos raster es, en esencia, cualquier tipo de imagen digital representada en mallas. El modelo de SIG raster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un valor único. Los datos raster se componen de filas y columnas de celdas, cada celda almacena un valor único. Estos pueden ser imágenes (imágenes raster), con un valor de color en cada celda (o píxel). Otros valores registrados para cada celda puede ser un valor discreto, como el uso del suelo, valores continuos, como temperaturas, o un valor nulo si no se dispone de datos. Si bien una trama de celdas almacena un valor único, estas pueden ampliarse mediante el uso de las bandas del raster para representar los colores RGB (rojo, verde, azul), o una tabla extendida de atributos con una fila para cada valor único de células. La resolución del conjunto de datos raster es el ancho de la celda en unidades sobre el terreno.

Vectorial: Los datos vectoriales se pueden utilizar para representar variaciones continuas de fenómenos. En los datos vectoriales, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos geográficos sobre el espacio y donde los fenómenos a representar son discretos, es decir, de límites definidos. Cada una de estas geometrías está

vinculada a una fila en una base de datos que describe sus atributos. Para modelar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres elementos geométricos: el punto, la línea y el polígono. Los puntos se utilizan para las entidades geográficas que mejor pueden ser expresadas por un único punto de referencia. Las líneas unidimensionales o polilíneas son usadas para rasgos lineales como ríos, caminos, ferrocarriles, rastros, líneas topográficas o curvas de nivel. Los polígonos bidimensionales se utilizan para representar elementos geográficos que cubren un área particular de la superficie de la tierra.

Geobase de Datos (File Geodatabase): La Geobase de datos es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de archivos o en una colección de tablas en un RDBMS (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e Informix). Permite almacenar numerosos tipos de datos: Vectorial, Raster, CAD, Tablas, topología, información calibrada, etc. Cuando reside en este tipo de sistemas de gestión de base de datos, permite aprovechar todo el potencial de las herramientas que estos sistemas proveen, y completa la funcionalidad presente en la base de datos con funciones necesarias para el tratamiento de la información espacial.

El modelo de la Geobase de datos permite almacenar, además de elementos geográficos, el comportamiento de dichos elementos, lo que facilita la generación de una visión más completa de la realidad.

El modelo de datos de la Geobase de datos es escalable, y en función de las necesidades de cada organización, es posible diferenciar entre:

- Geobase de datos basada en Archivos
- Geobase de datos personal, implementada sobre Microsoft Access
- Geobase de datos Corporativa, implementada sobre Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 o Informix.

La Geobase de datos incluye numerosos beneficios respecto a otros modelos de datos:

Gestión de Datos Centralizada

Dado que todos los datos de una Geobase de datos son almacenados directamente en sistemas gestores de bases de datos comerciales, o en sistemas de archivos, éstos constituyen un repositorio común y centralizado para todos los datos geográficos de una organización.

Edición multiusuario

A través del mecanismo de versiones que se implementa sobre el Sistema Gestor de Bases de Datos, es posible realizar tareas de edición multiusuario.

Implementación de comportamiento

La implementación de comportamiento en los elementos geográficos incluidos en la Geobase de datos, permite trabajar con elementos más intuitivos, ya que la definición de su comportamiento les hace más cercanos a la realidad.

Acceso a Geobase de datos

El acceso a la Geobase de datos puede realizarse a través de los menús estándares de ArcCatalog, ArcMap y ArcToolbox. Los programadores pueden asimismo emplear los APIs (ArcObjects, OLE DB y SQL) incluidos con el software.

Replicación

La replicación permite distribuir la información geográfica en dos o más Geobase de datos, de manera que los datos estén sincronizados. Basado en el entorno de versiones, incluye el modelo completo de la geodatabase, incluyendo topologías y redes geométricas, y puede ser usado en entornos conectados y desconectados.

Históricos

Mediante un mecanismo que permite capturar todos los cambios realizados en la Geobase de datos original, se puede guardar un registro histórico de los mismos y del momento en el que se produjeron. De esta manera, es posible consultar una versión histórica que muestra el estado de la Geobase de datos en un momento dado.

Georreferencia (Georreferenciación): Refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado.

Datum: Posición del esferoide con relación al centro de la Tierra. Brinda un marco de referencia para medir ubicaciones en la superficie de la tierra. Define el origen y orientación de las líneas de latitud y longitud. Cada Datum esta compuesto por:

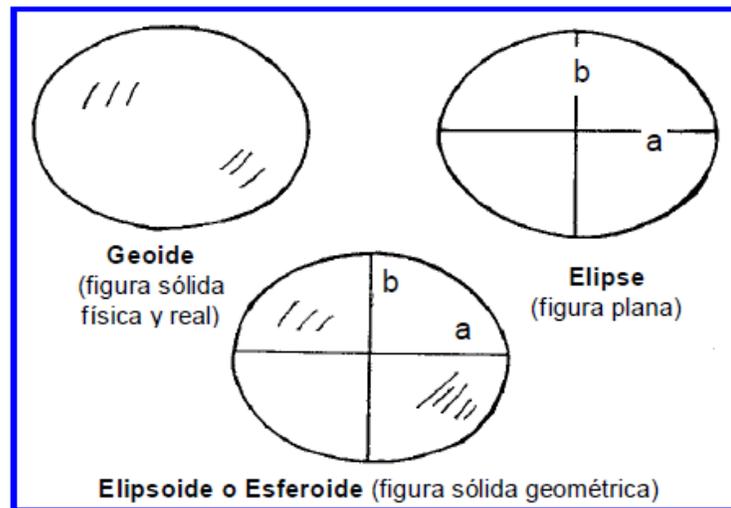
- a) Un elipsoide
- b) Un punto llamado "Fundamental" en el que el elipsoide y la Tierra son tangentes. De este punto se han de especificar longitud, latitud y el acimut de una dirección desde él establecida. En el punto Fundamental, las verticales de elipsoide y Tierra coinciden.

El datum puede ser Geodésico o de Referencia.

Datum Geodésico: Es una referencia de las medidas tomadas. En geodesia un datum es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre en base a los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico. Datums horizontales son utilizados para describir un

punto sobre la superficie terrestre. Datums verticales miden elevaciones o profundidades.¹²

Datum de Referencia: Es una superficie constante y conocida utilizada para describir la localización de puntos sobre la tierra. Dado que diferentes Datums tienen diferentes radios y puntos centrales, un punto medido con diferentes Datums puede tener coordenadas diferentes.



Proyección Cartográfica: La proyección cartográfica o proyección geográfica es un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla. En un sistema de coordenadas proyectadas, los puntos se identifican por las coordenadas $\langle x, y \rangle$ en una malla cuyo origen depende de los casos. Este tipo de coordenadas se obtienen matemáticamente a partir de las coordenadas geográficas (longitud y latitud), que son no proyectadas. Dependiendo de cuál sea el punto que se considere como centro del mapa, se distingue entre proyecciones polares, cuyo centro es uno de los polos; ecuatoriales, cuyo centro es la intersección entre la línea del Ecuador y

¹² Datum – Wikipedia [27]

un meridiano; y oblicuas o inclinadas, cuyo centro es cualquier otro punto. Cada proyección cartográfica preservará una o varias de las propiedades cartográficas a saber: Área, Forma, Dirección, Rumbo, Distancia y Escala.

PROYECCIONES

Se distinguen tres tipos de proyecciones básicas por superficie: cilíndricas, cónicas y azimutales.

Proyección Cilíndrica: Se refiere a una proyección en la que se asigna espacios verticales de la misma longitud a los meridianos y círculos paralelos horizontales a las líneas de latitud. Este tipo de proyección puede ser visto como un plano en forma de cilindro, que se envuelve alrededor del elipsoide terrestre.

Proyección Cónica: Esta proyección se obtiene proyectando los elementos de la superficie esférica terrestre sobre una superficie cónica tangente, tomando el vértice en el eje que une a los dos polos. Esta proyección distorsiona la simetría de los polos, pero ofrece una representación aceptable de las regiones de latitud media, por ser menor la distorsión resultante. De acuerdo a su tipo, puede tener uno o dos paralelos de referencia.

Proyección Azimutal: También denominada cenital, proyecta una porción del globo terrestre sobre un plano tangente a la esfera en un punto seleccionado, del que se obtiene una vista simulando el centro de la tierra o un punto del espacio exterior. Si se hace desde el centro de la tierra se le denomina Gnomónica, si es desde el exterior, Ortográfica. Este tipo de proyecciones tienen mayor distorsión cuanto mayor sea la distancia entre el punto proyectado en el plano tangente hasta el punto tangencial del globo terrestre.

Proyección Cónica Conforme de Lambert: La Proyección Cónica Conforme de Lambert (LCC). En esencia superpone un cono sobre la esfera de la Tierra,

con dos paralelos de referencia secantes al globo y que se cruzan. Esto reduce al mínimo la distorsión de la proyección de una superficie tridimensional a una superficie de dos dimensiones. No hay distorsión a lo largo de los paralelos estándar, pero aumenta la distorsión más lejos de los paralelos elegidos. Como su nombre lo indica, los mapas de uso de esta proyección son conformes.

Georreferencia de la información a usar

Para abordar este apartado con el metodismo adecuado, debemos hacer hincapié, previamente, en los acuerdos actuales, en materia de Sistemas Geodésicos.

Datums

La NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) es una agencia dedicada al estudio de la Geodesia, y los estándares de uso en cartografía y navegación. Ésta, en 1984, propuso el sistema Geodésico que actualmente rige a la mayor parte de sistemas GPS alrededor del planeta. La última revisión de tal sistema, data de 1984 (WGS 1984) y es válido hasta finales de 2010.

Hasta antes de 1998, el datum norteamericano de 1927 fue el datum oficial para México de acuerdo a las normas oficiales del INEGI y modificadas ese año. En la actualidad, el datum NAD1927, no es usado para sistemas modernos, pues tiene ciertas fallas de precisión, que fueron corregidas en el datum que usamos actualmente, el ITRF1992.¹³

Proyecciones

En nuestro país, son usados dos sistemas para la proyección de superficies a un plano. Por una parte, el sistema Universal Transversal de Mercator, y por otra, el de Cónica Conforme de Lambert. Para el primer sistema, México se encuentra localizado, en 6 zonas UTM de importancia (11 a 16). Para el segundo, cubre los siguientes parámetros:

¹³ [http://infoteca.semarnat.gob.mx/reunion_nal/Dwnl/Georreferencia de la Información.doc](http://infoteca.semarnat.gob.mx/reunion_nal/Dwnl/Georreferencia%20de%20la%20Informaci3n.doc)

- Latitud del Primer Paralelo Estándar: 17°30´N
- Latitud del Segundo Paralelo Estándar: 29° 30´ N
- Latitud del Origen de la Proyección: 12° N
- Longitud del Meridiano Central: 102° 00´ W
- Este del Origen: 2'500,000.00
- Norte del Origen: 0.00.

Referencias del Sistema de Información Geográfica

En nuestro caso usaremos la proyección Cónica Conforme de Lambert y el DATUM de referencia ITRF1992.

Modelo entidad-relación

Se consideran tres elementos: (a) Las Entidades, es decir, los objetos que son relevantes para la base de datos a elaborar. En un SIG lo integra cualquier hecho que pueda ser localizado espacialmente. (b) Los Atributos o características asociadas a cada entidad. Cada atributo tiene un dominio de valores posibles, por ejemplo, el estado de una carretera puede ser malo, regular, bueno, o muy bueno. (c) Las Relaciones o mecanismos que permiten relacionar unas entidades con otras. Algunos ejemplos son: “situado en”, “incluido en”, “cruzarse con”, etc.

SGBD

Por lo general las bases de datos utilizadas en un SIG son del tipo relacional. No obstante, las bases de datos orientadas a objetos se están incorporando progresivamente.

Bases de datos relacionales

En una base de datos relacional, los datos se almacenan en tablas en las que las filas se refieren a los objetos o entidades (registros) y las columnas a los atributos temáticos o variables asociados (tipo de registro). En otras palabras,

las filas son los registros de la tabla, y las columnas el tipo de registro esperado para cada caso. Normalmente una base de datos se compone de muchas tablas cuya interrelación es posible a través de un identificador común (denominado llave primaria) que es único para cada entidad. La mayoría de las bases de datos de los SIG tienen dos variables con identificadores, uno de ellos es único y correlativo, puede ser numérico o alfanumérico (Identificador único del objeto en toda la Geobase), y el segundo puede repetirse y ayuda a organizar la tabla de atributos (Podría denominarse como Identificador de relación entre el objeto y la Geobase).

Las ventajas de utilizar este tipo de base de datos son:

- El diseño se basa en una metodología con fundamentos teóricos importantes, lo que ofrece mayor confianza en su capacidad de evolucionar.
- Es muy fácil de implementar, sobre todo en comparación con los otros modelos como el jerárquico, en red, y el orientado a objetos.
- Es muy flexible. Las nuevas tablas se pueden añadir fácilmente.
- Por último, existen muchos SGBD potentes que usan este enfoque, dotados de lenguajes de consulta (como SQL) que facilitan incluir este instrumento en cualquier SIG. De este modo, algunos SIG comerciales incluyen SGBD preexistentes.