PUMAGUA

Agua saludable, acción de todos

Sistema de Información Geográfica

Anexo 2010

Red del Agua

UNAM

Sistema de Información Geográfica
Anexo

Director
Dr. Fernando González Villarreal

Coordinador Ejecutivo
Dr. Rafael Val Segura

Coordinador Balance Hidráulico
Ing. José Daniel Rocha Guzmán

Coordinadora de Calidad del Agua,
Instituto de Ingeniería
Dra. María Teresa Orta Ledesma

Calidad del Agua, Instituto de Ecología
Dra. Marisa Mazari Hiriart

Calidad del Agua, Facultad de Medicina
Dra. Yolanda López Vidal

Coordinadora Comunicación / Participación
M. en C. Cecilia Lartigue Baca

Coordinador Sistema de Información Geográfica
M. en C. Javier Osorno Covarrubias

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Rector
Dr. José Narro Robles

Secretario General
Dr. Sergio M. Alcocer De Castro

Secretario Administrativo
Lic. Enrique Del Val Blanco

Abogado General
Lic. Luis Raúl González Pérez

Coordinadora de Humanidades
Dra. Estela Morales Campos

Coordinadora de la Investigación Científica
Dr. Carlos Arámburo de la Hoz

Secretario de Desarrollo Institucional
Mtro. Javier De la Fuente Hernández

Secretario de Servicios a la Comunidad
M. C. Ramiro Jesús Sandoval

Dirección General de Comunicación Social
Lic. Enrique Balp Díaz

Índice de Contenido

ÍNDICE DE CONTENIDO **1**

ÍNDICE DE FIGURAS **3**

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA **5**

A. INTRODUCCIÓN 5
1. *Modelación* *5*
2. *Bases de Datos Geoespaciales* *6*
3. *Modelación de Redes de infraestructura* *8*

B. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA UNAM (SIG PUMAGUA) 9
1. *Administración y mantenimiento de la red* *9*
2. *Análisis y planeación* *9*
3. *Movilidad para los equipos de trabajo en campo* *10*
4. *Monitoreo operativo* *10*
5. *Involucramiento de las partes interesadas* *10*

C. TRABAJO REALIZADO EN EL PERIODO DE SEPTIEMBRE DE 2010 – ENERO 2011 11
1. *Estandarización* *11*
2. *Estructura de la base de datos* *12*
3. *Cartografía digital y productos impresos* *14*
4. *Trabajo en curso* *18*

D. TRABAJO PARA EL 2011 20

E. ANEXO SIG 20
1. *Implementación de una red hidráulica bajo el modelo de base de datos geoespacial* *20*
2. *Procesos de estandarización* *23*
1. *Creación y configuración de la base de datos geoespacial* *27*

PARTICIPANTES **37**

Índice de Figuras

Ilustración 1. Estructura de la base de datos espacial PUMAGUA..... 12
Figura 2. Elementos cartográficos que integran la red de PUMAGUA..... 12
Figura 3. Organización de los elementos contextuales..... 13
Figura 4. Acceso a la base de datos..... 13
Figura 5. Ventana de conexión remota..... 14
Figura 6. Representación del relieve..... 15
Figura 7. Uso del suelo en CU..... 16
Figura 8. Tuberías y válvulas sobre al ortofoto de CU..... 17
Figura 9. Sectorización de la red de agua potable 18
Figura 10. Prototipo del Atlas de PUMAGUA 19
Figura 11. Visualización de la red en 3D..... 19
Figura 12. Tablas para almacenar geometría y topología de la red..... 22
Figura 13. Al agregar un nodo a una arista simple, se crea una nueva arista..... 22
Figura 14. Al agregar un nodo a una arista compleja, la arista continua siendo representada en la tabla de rasgos por un solo elemento..... 22
Figura 15.Ejemplo nodo complejo: Estación de bombeo en una red hidráulica 22

Sistema de Información Geográfica

A. Introducción

En términos amplios un Sistema de Información Geográfica (SIG) es cualquier sistema que sirva para capturar, integrar, almacenar, analizar, administrar y presentar datos ligados a su ubicación geográfica. La tecnología SIG integra conceptos y tecnologías de la cartografía digital, el análisis estadístico, el procesamiento de imágenes y los sistemas administradores de bases de datos.

Un SIG presenta información a través de mapas. Examinando el mapa se puede saber donde están las cosas, sus características geométricas (forma, tamaño, superficie), sus relaciones topológicas con otros objetos (conexidad, superposición, adyacencia, inclusión...) y espaciales (distancia, orientación)

El SIG permite también, diseminar información mediante sesiones interactivas. A través de la interacción el usuario obtiene información que no es aparente en el mapa estático: por ejemplo, puede consultar todos los atributos de un objeto, crear una lista de objetos conectados entre dos punto de una red, o realizar simulaciones para cuantificar procesos como flujos de agua, tiempos de recorrido o procesos de dispersión de contaminantes

1. Modelación

En un SIG hay una variedad de formas de modelar un sistema. En un sistema hidrológico, por ejemplo, los ríos y cauces de agua tienen diversas connotaciones según el contexto:

- Se pueden modelar como un conjunto de segmentos interconectados. Para cada segmento se puede registrar la dirección de flujo el caudal y otros atributos. Se puede utilizar un modelo de red lineal para analizar los cursos de agua desde el punto de vista hidráulico o desde el punto de vista del flujo de embarcaciones.
- Se puede modelar como un borde que delimita áreas: un río puede delimitar países o municipios o marcar el límite de una área natural protegida
- Como un conjunto de rasgos con superficie con una representación precisa bancos y canales de interconexión como en una delta intrincada
- Como una línea sinuosa que se forma en un modelo digital del terreno superficie. En esta representación se puede derivar el perfil del cauce, la tasa de descenso, la cuenca que drena y el potencial de inundación para un régimen de precipitación determinado.

Claramente un rasgo geográfico común, como los cursos de agua, se puede modelar en un SIG en una variedad de formas. Ninguna de estas alternativas de diseño es intrínsecamente superior. El tipo de mapas que se desea producir, el contexto y la problemática a resolver definen que modelo es más adecuado.

Independientemente del modelo lógico que utilicemos para representar la realidad está el modelo físico de los datos. Este describe la forma en que se almacenan los datos en el sistema y evoluciona en el tiempo. Para entender mejor las ventajas de almacenar la información en una base de datos geoespacial revisaremos los modelos de datos CAD (Computer Aided Design), el modelo georrelacional y en la sección siguiente el modelo híbrido relacional-orientado-a-objetos por el que optamos para la base de datos espacial de PUMAGUA. Esta secuencia corresponde a su desarrollo cronológico y define un orden flexibilidad creciente. Conviene entenderlos porqué incluso en el proyecto PUMAGUA se pueden observar esquemas de implementación bajo las tres perspectivas.

En el modelo de datos CAD se almacena la información en archivos binarios que incluyen formas de representación para puntos líneas y áreas. La información referente a los atributos

se mantiene en estos archivos. La representación de los atributos de los objetos se realiza principalmente separándolos en capas y anotaciones. Se almacena información detallada de las propiedades visuales y/o las propiedades de impresión de los elementos gráficos. Este esquema de organización de la información funciona bien para la administración, despliegue e impresión de planos de tipo arquitectónico.

El modelo de datos georrelacional presenta dos mejoras esenciales:

- Para cada rasgo se almacena información espacial e información referente a sus atributos. Los datos espaciales se guardan en archivos binarios indexados optimizados para su despliegue y acceso. Los atributos se almacenan en tablas que tienen un registro para cada rasgo en y se mantienen unidos a través de un identificador común.
- Mediante este diseño se habilita la posibilidad de almacenar las relaciones topológicas entre los rasgos. Se definen las líneas como una secuencia de nodos conectados y los polígonos como una secuencia de líneas que empiezan y terminan en un mismo punto. Se puede saber entonces, que líneas están conectadas o que polígonos están a cada lado de la línea. Es fácil analizar entonces las relaciones de conexidad, contigüidad y otras propiedades topológicas

El mayor avance en este modelo reside en que permite al usuario definir los atributos asociados a cada tipo de rasgo. El modelo relacional hizo factible el desarrollo de aplicaciones SIG de alto desempeño y a través de la topología almacenada, facilitó el análisis de las relaciones topológicas

Sin embargo el modelo georrelacional presenta una limitación importante: los rasgos se agregan en colecciones homogéneas de puntos, líneas y polígonos con una “comportamiento” genérico indiferenciado. El “comportamiento” de una línea que representa un camino es idéntico al comportamiento de una línea que representa una tubería.

El comportamiento genérico del modelo relacional refuerza la integridad topológica del conjunto de datos. Por ejemplo, al agregar una línea que corta un polígono, este se segmenta en dos automáticamente. Más allá de esto es deseable que el modelo refleje el comportamiento especial de objetos como cursos de agua, caminos y otros. Por ejemplo, los cursos de agua fluyen cuesta abajo. Cuando se unen dos flujos el flujo resultante es la suma de los dos que lo originan. Otro ejemplo lo ilustra la modelación de dos caminos que se cruzan. En el punto de cruce debe definirse una intersección de tráfico a menos que exista un puente o un túnel. Estas características son difíciles de implementar en un modelo georrelacional.

En la siguiente sección examinamos las características particulares de las bases de datos espaciales que justifican la migración que realizamos en el SIG de PUMAGUA a un modelo geoespacial orientado a objetos.

2. Bases de Datos Geoespaciales

La finalidad de este modelo emergente es habilitar el almacenamiento y manipulación de objetos con “respuestas” (o “comportamientos”) que permitan modelar de manera más adecuada los objetos reales que representan. El modelo geoespacial extiende sustancialmente el repertorio de relaciones entre rasgos.

Una parte relevante de los “comportamientos” se pueden definir sin necesidad de escribir código a través de dominios, reglas de validación, subtipos y otros atributos característicos.

Para dar una idea de la relevancia y pertinencia del modelo orientado a objetos en el que se basan las bases de datos geoespaciales considérense los siguientes escenarios de interacción:

- Al crear y editar rasgos en muchos casos interesa garantizar que los valores asignados a un atributo estén dentro del rango permisible. Por ejemplo en un mapa particular los valores del campo "TipoTuberia" se pueden acotar al conjunto de valores {concreto, hierro, PVC, cobre}.
- Se puede agregar un rasgo en la proximidad de otro o se puede conectar un rasgo con otro si y solo si se satisfacen ciertas condiciones. Por ejemplo: No puede conectar un medidor a una tubería de 20 pulgadas.
- La geometría de los rasgos obedece a restricciones particulares: por ejemplo los ríos siempre fluyen cuesta abajo. Las esquinas de edificios a menudo forman ángulos rectos.

Desde el punto de vista de la modelación de datos en un SIG las relaciones pueden clasificarse en tres tipos generales: relaciones topológicas, espaciales y generales (integridad referencial). Algunos ejemplos de relaciones de cada cada tipo son los siguientes:

- Al editar los rasgos de una red eléctrica interesa garantizar que el punto donde empieza una subred coincida hasta el último dígito en el punto de conexión con otra subred. De otra manera no sería posible rastrear las consecuencias de un corte en cualquier punto elegido arbitrariamente.
- Una función fundamental de un SIG es determinar si un rasgo esta dentro, toca, traslapa o está fuera de otro. Por ejemplo si trabajas con un mapas de edificios, manzanas y jurisdicciones escolares podrías estar interesado en averiguar que manzana contiene un edificio en particular, el conjunto de edificios dentro de una jurisdicción o las manzanas que no tienen edificios.
- Algunos objetos presentan relaciones que no se expresan en el mapa. Por ejemplo el objeto predio está relacionado con su dueño, pero el objeto dueño no se representa en el mapa.

Frecuentemente se dibujan los rasgos en el mapa utilizando símbolos predefinidos, sin embargo en ocasiones se requiere mayor control sobre la forma en que se dibujan los rasgos. He aquí algunos ejemplos de requerimientos de dibujo especializados:

- Al "renderizar" curvas de nivel a menudo se prefiere dibujar las elevaciones a lo largo de secciones "planas" del contorno, a una distancia promedio de 10 cm (por ejemplo) y sin obstruir otros rasgos.
- Si un conjunto de tuberías coinciden en una canaleta sería conveniente representarlas como un conjunto de líneas paralelas con un desplazamiento estándar especificado en las unidades del mapa.

La representación dinámica en un mapa invita al usuario a tocar los rasgos, encontrar propiedades y relaciones y disparar diversos procesos. Considérense los siguientes ejemplos:

- Tocar un rasgo en un mapa e invoca un formato para desplegar sus atributos y editarlos

- Seleccionar una válvula en la red hidráulica que se desea cerrar para realizar operaciones de mantenimiento y calcular todos los usuarios afectados cuya conexión pasa por ese punto

El hilo conductor a través de los escenarios referidos es ilustrar la utilidad del modelado orientado a objetos de las características de los rasgos. El modelado de datos orientado a objetos permite especificar "el comportamiento" o las "respuestas" de los rasgo de una manera más natural habilitando la definición de clases de objetos, y de sus relaciones topológicas, espaciales y generales con otros rasgos.

En síntesis, algunas de las ventajas de las bases de datos geoespaciales son:

- Almacenamiento uniforme y centralizado
- Mecanismos automatizados de validación durante la edición
- Objetos definidos de manera más intuitiva
- Contexto definido en términos de relaciones topológicas, espaciales y generales
- Despliegue dinámico en el mapa
- Mapa continuo: no se requieren mosaicos u otras particiones
- Edición concurrente: el modelo de datos geoespacial habilita flujos de trabajo en los que una multitud de personas pueden editar rasgos de manera simultánea con la capacidad de resolver las inconsistencias que puedan generarse.

3. Modelación de Redes de infraestructura

Las base económica de nuestra sociedad se apoya en sus redes de infraestructura: las carreteras, las redes de cableado, los ductos canalizan el movimiento de personas, de energía, materiales y de información. La forma, estructura, capacidad y eficiencia de estas redes tiene un impacto sustancial en los estándares de vida, y en el funcionamiento de la sociedad.

El modelo orientado-a-objetos de las bases de datos geoespaciales habilita una nueva forma de representar estas redes de infraestructura denominado modelo de "red geométrica": sus principales ventajas son:

- Edición más simple: al agregar rasgos es posible validar nuevas conexiones a través de reglas de conectividad
- Algunos rasgos de la red pueden representar partes complejas como estaciones de bombeo o plantas de tratamiento por ejemplo. Esto simplifica la edición y simplifica la representación de la red.
- El modelo de red integra un conjunto de algoritmos, sencillos y avanzados, para el análisis eficiente, incluso en redes muy grandes

El modelo de red geométrica consta de dos componentes fundamentales, aristas y nodos; ejemplo de aristas: calle, línea de transmisión, tubería, afluentes de un río. Ejemplo de nodos: intersección de calles, fusibles, switches, válvulas, confluencia de afluentes.

Las redes de infraestructura pueden subdividirse en dos grandes tipos: redes de flujo pasivo y activo. En una red de flujo pasivo, el flujo (agua, electricidad etc) se canaliza hasta el punto donde se consume. Las redes de desacarga pueden verse como el caso inverso de una red de suministro: El flujo se va colectando en numerosos puntos de origen y se centraliza en un solo punto de descarga.

En una red de flujo activo los elementos discretos que integran el flujo (automóviles, locomotoras, botes, paquetes de información etc), son objetos autónomos que se pueden mover "libremente".

Tareas comunes en una red de flujo pasivo:

- establecer la dirección de flujo
- encontrar que objetos se ubican corriente arriba (o abajo) de un punto
- cerrar switches o válvulas para redirigir el flujo
- Identificar partes aisladas de la red
- encontrar el equipamiento que da servicio a un conjunto de consumidores

Tareas comunes en una red de transporte

- encontrar la ruta mas corta entre dos puntos
- establecer el área de influencia de un punto sobre la red en función de el tiempo de recorrido
- optimizar la secuencia de recorrido para visitar clientes

B. El Sistema de Información Geográfica de la Red de Agua Potable de la UNAM (SIG PUMAGUA)

La integración de la información referente a la red de agua potable en un SIG apoya y facilita la realización de taras de administración, mantenimiento, planeación y operación cotidiana de la red ¿Cuáles son los aportes específicos en cada uno de estos rubros?

1. Administración y mantenimiento de la red

El SIG coadyuva a mantener información actualizada sobre los múltiples componentes que integran la red. Esto incluye la descripción de las características de los componentes, su estado de operación actual e información sobre su desempeño.

El SIG ofrece un marco espacial para vaciar datos como el seguimiento de rupturas y fugas detectadas, las lecturas de medidores, y la integración de datos SCADA (Supervisory Control and Data Aquisition).

La administración eficiente de la red de parte de la compilación en una base de datos geográfica de los elementos de que la componen a partir de una variedad como fuentes de tales como, planos arquitectónicos en papel, archivos CAD, planos de urbanización, observaciones e inspecciones in sítu, rastreos GPS y reportes de mantenimiento.

2. Análisis y planeación

El SIG apoya las operaciones cotidianas relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo de la red. Algunas de estas tareas son:

- El análisis de las consecuencias de la apertura o cierre de una válvula durante las operaciones de mantenimiento
- La planeación de recorridos para realizar lecturas de medidores
- La ubicación de fugas y registros de mantenimiento

En cuanto al análisis y planeación a largo plazo, el SIG puede ayudar a estimar la demanda prevista y sustentar los planes de inversión para adecuar y extender las operaciones

3. Movilidad para los equipos de trabajo en campo

Al sistematizar la información en SIG, los equipos de campo cuentan con información más actualizada y completa para realizar sus tareas.

En sentido inverso, los equipos de trabajo en gabinete reciben datos de campo con mayor frecuencia y de mejor calidad. La integración ágil de ambos elementos facilita la organización eficiente de las operaciones

4. Monitoreo operativo

El SIG puede contribuir lograr un mejor entendimiento del sistema al facilitar la integración de datos referentes al desempeño, la logística, los requerimientos y como repercute todo esto sobre la calidad del servicio.

El administrador del sistema puede utilizar el SIG para "espacializar" la respuesta a preguntas como:

- Cuál es el desempeño actual de la red, integrando información de los sensores SCADA
- Que consumidores se ven afectados por una interrupción no planeada del servicio
- En donde esta las cuadrillas de campo y que tareas han completado el día de hoy
- Cuál es el estatus de cada uno de los proyectos de inversión

5. Involucramiento de las partes interesadas

La operación de redes urbanas de agua potable supone una interacción recurrente con una variedad: el público usuario, agencias reguladoras, operadores de otras infraestructuras, gobiernos locales, grupos ambientalistas, medios de comunicación entre otros

Los mapas estáticos y dinámicos generados por el SIG de PUMAGUA aportan una forma sencilla y entendible de compartir información con las partes involucradas. El análisis espacial de la infraestructura contribuye a un mejor entendimiento sobre la manera en que opera el servicio

El SIG se utiliza normalmente para apoyar la participación de las partes involucradas a través de actividades como las siguientes:

- La difusión de información para transparentar las operaciones y gastos del sistema
- El análisis espacial para difundir información sobre las condiciones actuales de operación y los planes de mejora
- El desarrollo de aplicaciones de mapas dinámicos por Internet para habilitar solicitudes de servicio y notificación de interrupciones por parte de los usuarios
- El desarrollo de aplicaciones de mapeo en línea para mejorar la atención a los usuarios
- El análisis espacial de contingencias y su notificación de a los consumidores

C. Trabajo Realizado en el periodo de Septiembre de 2010 – Enero 2011

1. Estandarización

a) Criterios para la estandarización de la nomenclatura

Con la finalidad de habilitar la integración de la información cartográfica del proyecto en una base de datos geoespacial multiusuario se realizaron las siguientes tareas de estandarización de nomenclatura de las capas.

- Se eliminaron los espacios en el nombre de los directorios y archivos
- Los nombres compuestos por varias palabras se combinan en una sola capitalizando la primera letra de cada palabra.

Ej: SIG PUMAGUA se convierte en SIGPumagua:

- En el caso de nombres que empiezan con un número se antepuso una letra como prefijo que alude al contenido de la capa.

Por ejemplo el nombre de archivo “1 Pulgada” se convierte en T1Pulgada

b) Referenciación Geográfica

Se realizaron tares de identificación y estandarización de los parámetros de proyección de cada una de las capas. En los casos que en que el archivo carecía de información de proyección explicita se averiguo la proyección por ensayo y error.

Se cambio el Sistema de Coordenadas de Referencia (SCR) de todos los archivos a una proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) zona14, con datum WGS84.

Se reproyectaron los archivos que lo requerían

2. Estructura de la base de datos

La base de datos consta de variedad de elementos que agrupamos en tres conjuntos principales: Mapa base, elementos contextuales y elementos de la red PUMAGUA

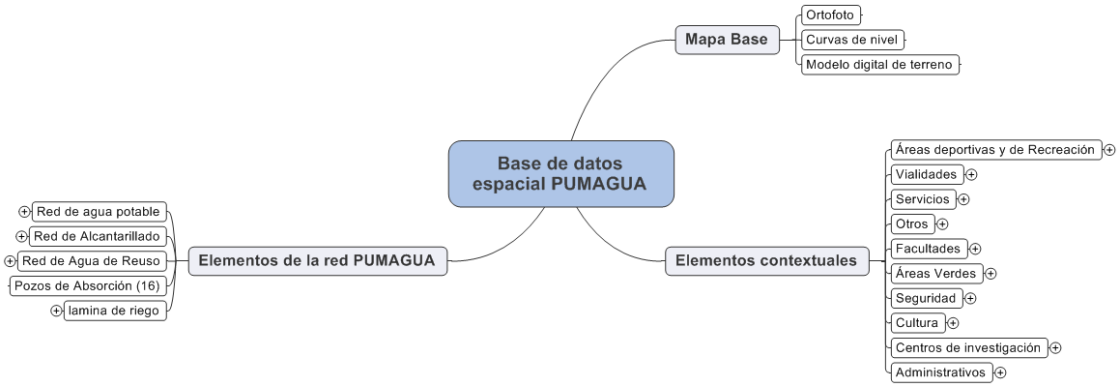


Ilustración 1. Estructura de la base de datos espacial PUMAGUA

La red PUMAGUA contiene las siguientes clases de objetos

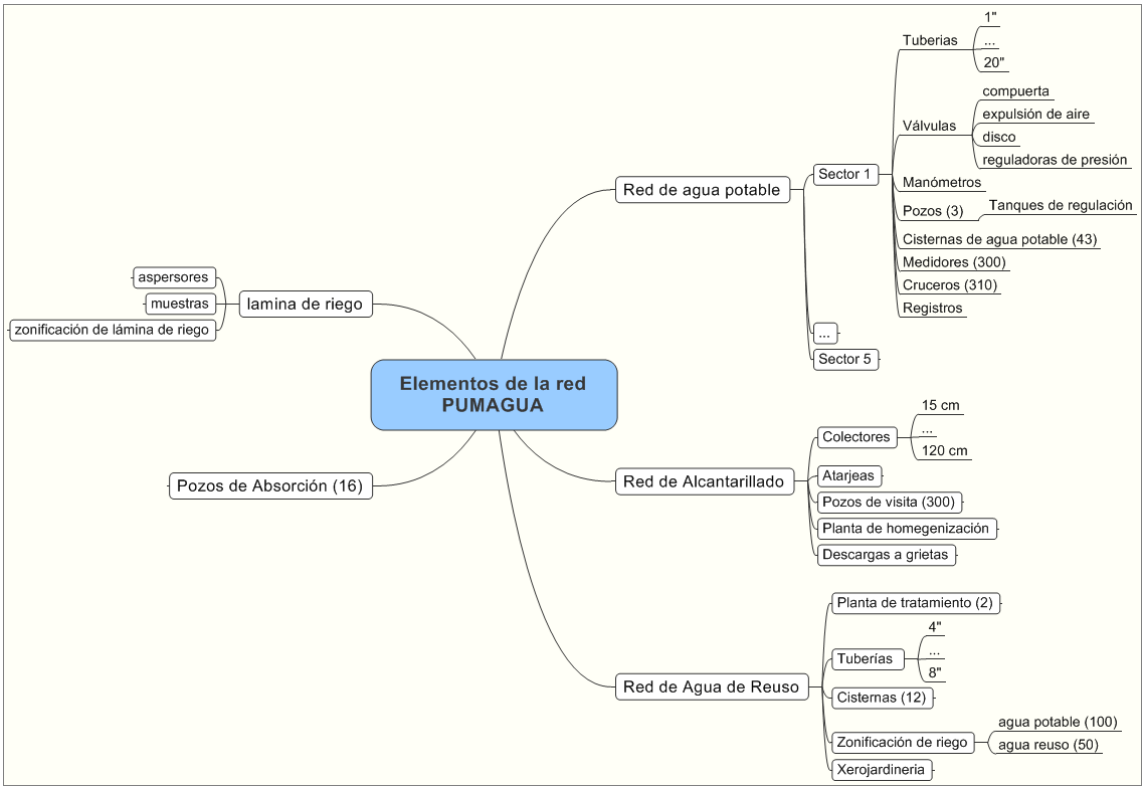


Figura 2. Elementos cartográficos que integran la red de PUMAGUA

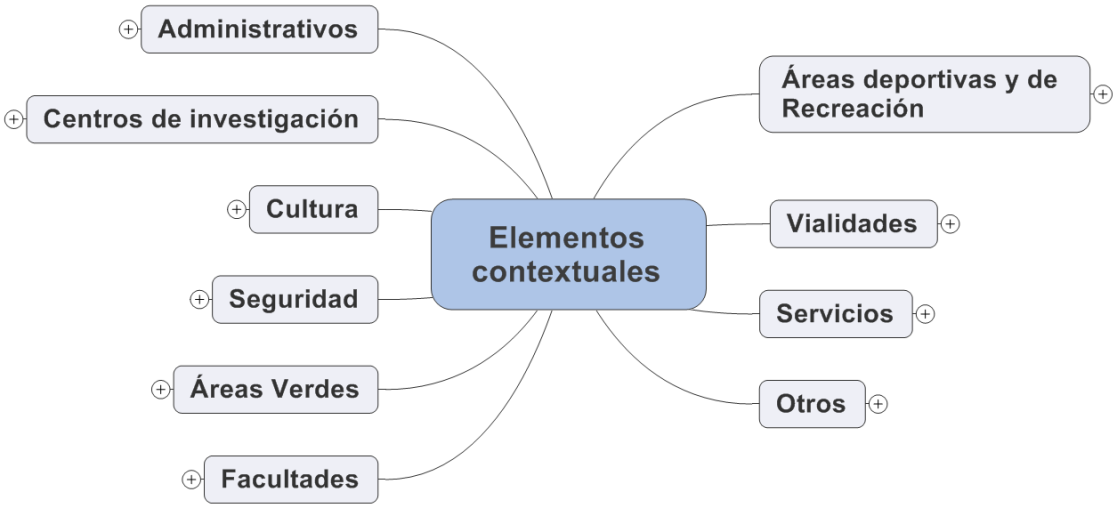


Figura 3. Organización de los elementos contextuales

Los elementos contextuales los agrupamos en 10 categorías que incluyen cientos de capas

a) Implementación

El acceso a la base de datos se implementa a través de ArcCatalog. Este esquema permite el acceso distribuido y concurrente a la información del proyecto

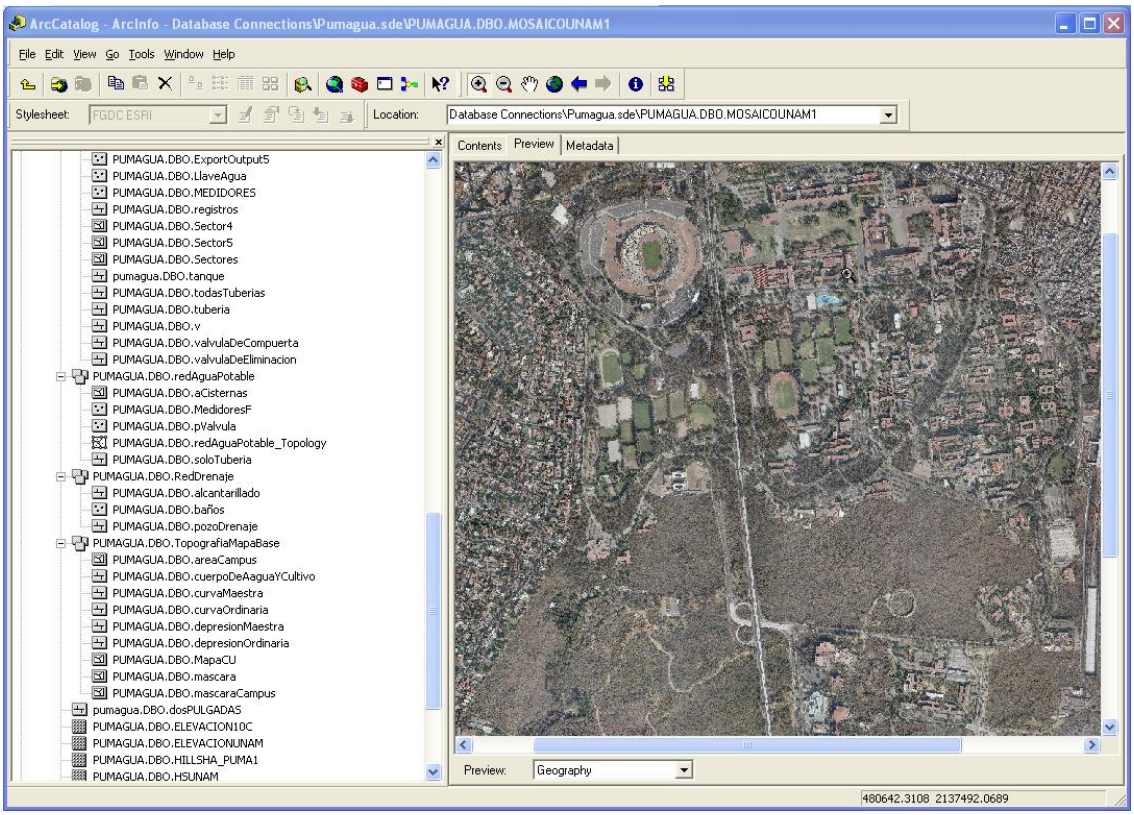


Figura 4. Acceso a la base de datos

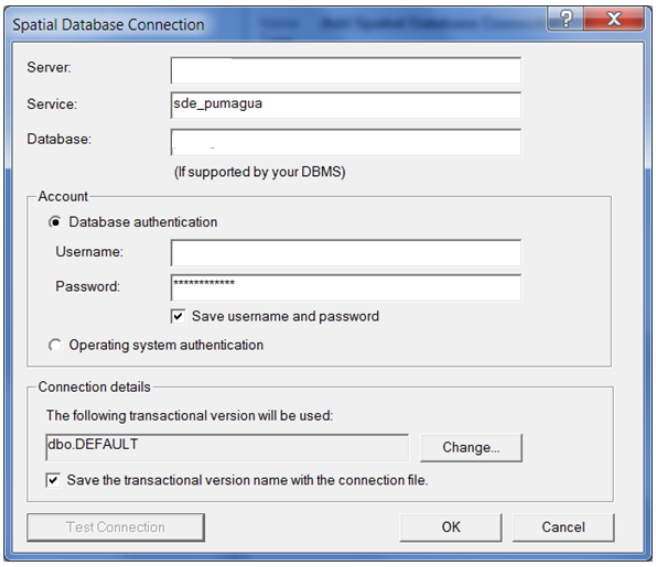


Figura 5. Ventana de conexión remota

El procedimiento de conexión remota incluye la especificación de versiones transaccionales

b) Capas representativas

3. Cartografía digital y productos impresos

A continuación se muestran algunos ejemplos de la integración y digitalización de la información obtenida sobre Ciudad Universitaria y la red Hidráulica.

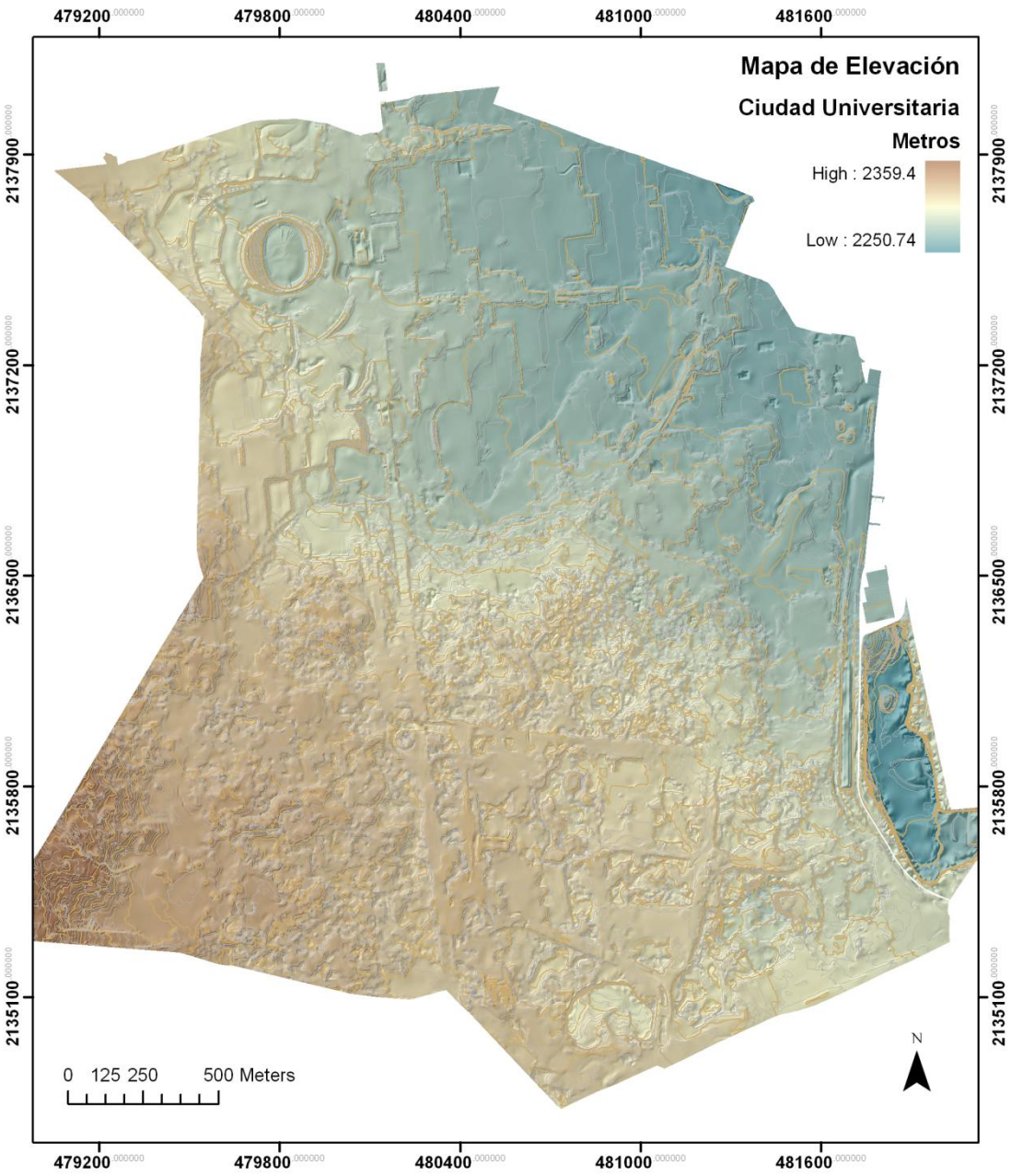


Figura 6. Representación del relieve

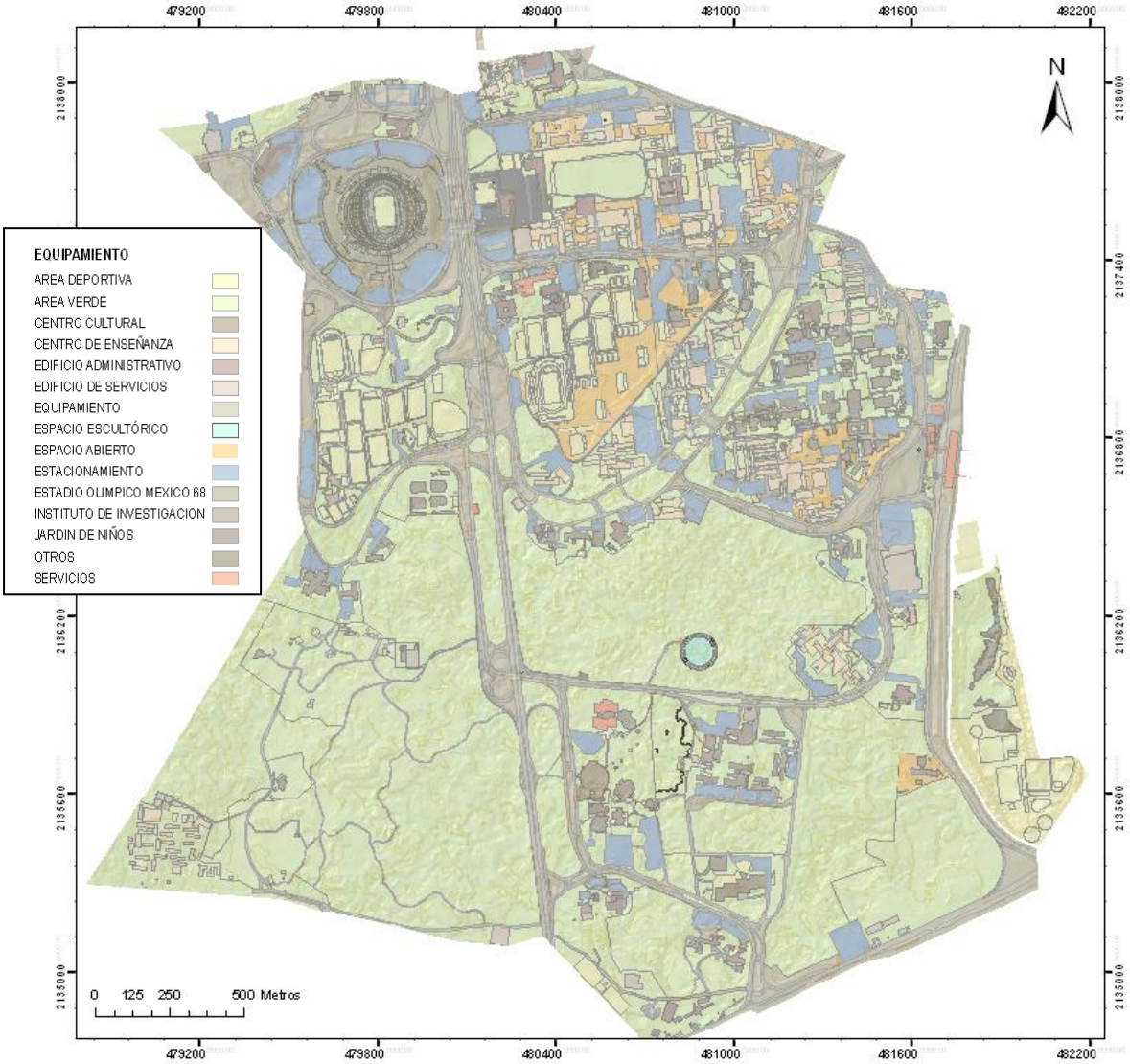


Figura 7. Uso del suelo en CU

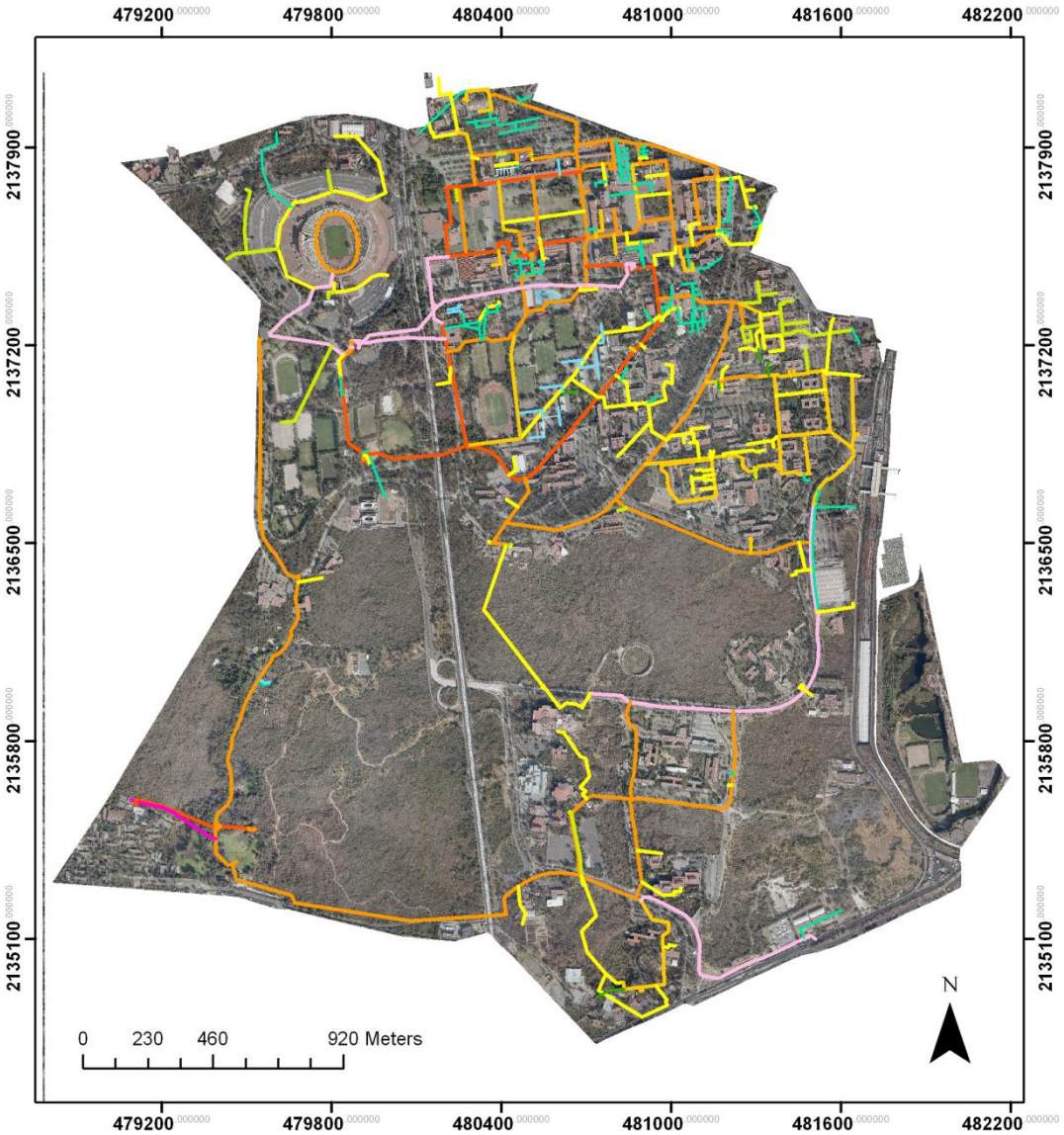


Figura 8. Tuberías y válvulas sobre al ortofoto de CU

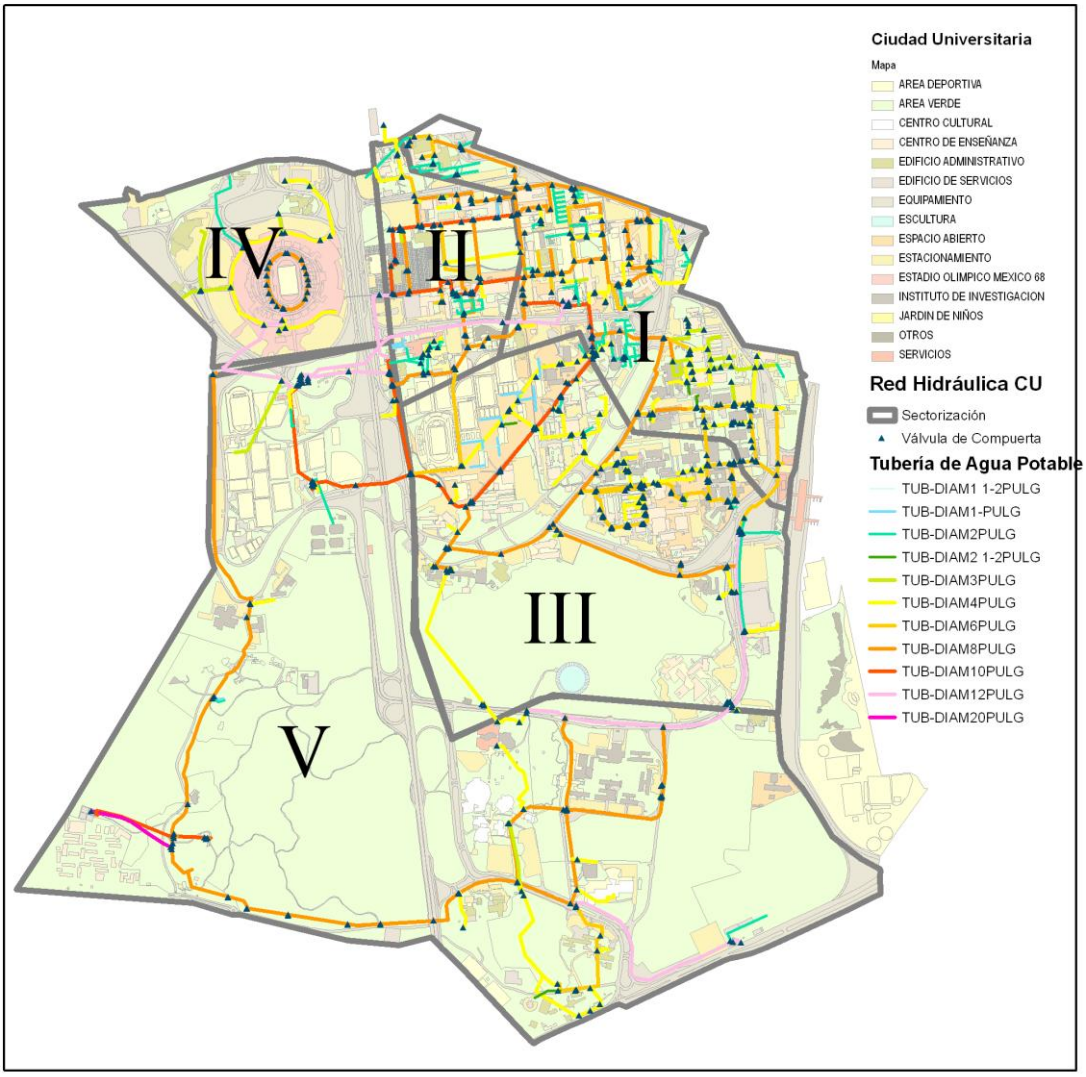


Figura 9. Sectorización de la red de agua potable

4. Trabajo en curso

a) Atlas en línea

Actualmente se cuenta con un prototipo del atlas en línea que permitirá visualizar las capas de PUMAGUA desde un navegador de Internet. El diseño contempla la visualización interactiva de las capas del proyecto sobre las imágenes de alta resolución de Google Maps. El usuario podrá encender y apagar capas de la red PUMAGUA, seleccionar objetos para examinar sus atributos y consultar los metadatos.

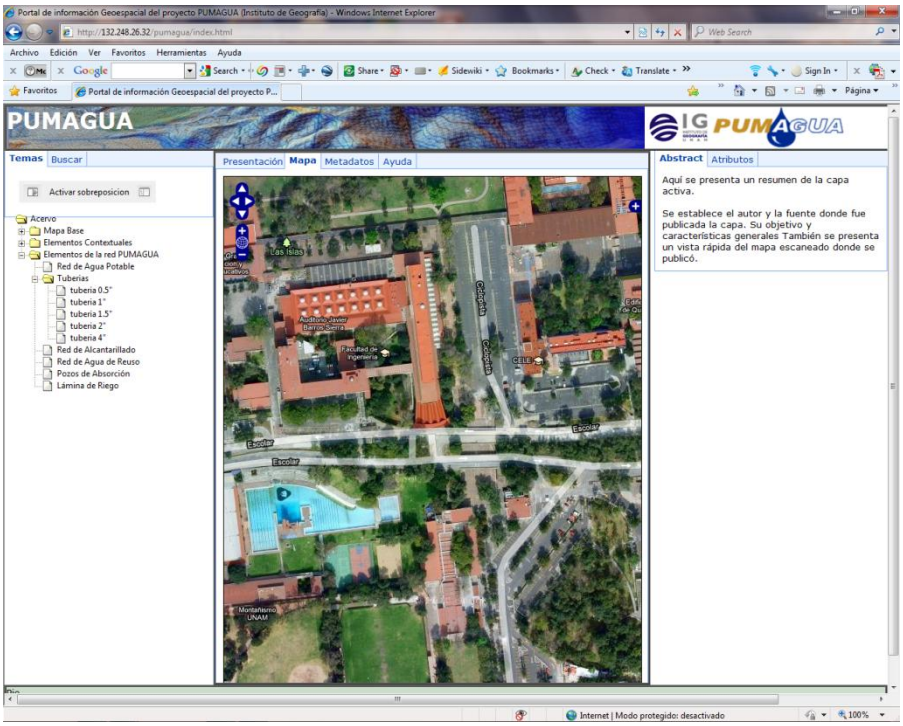


Figura 10. Prototipo del Atlas de PUMAGUA

Se trabaja también en la visualización tridimensional de los elementos de la base de datos y la visualización dinámica de estadísticas

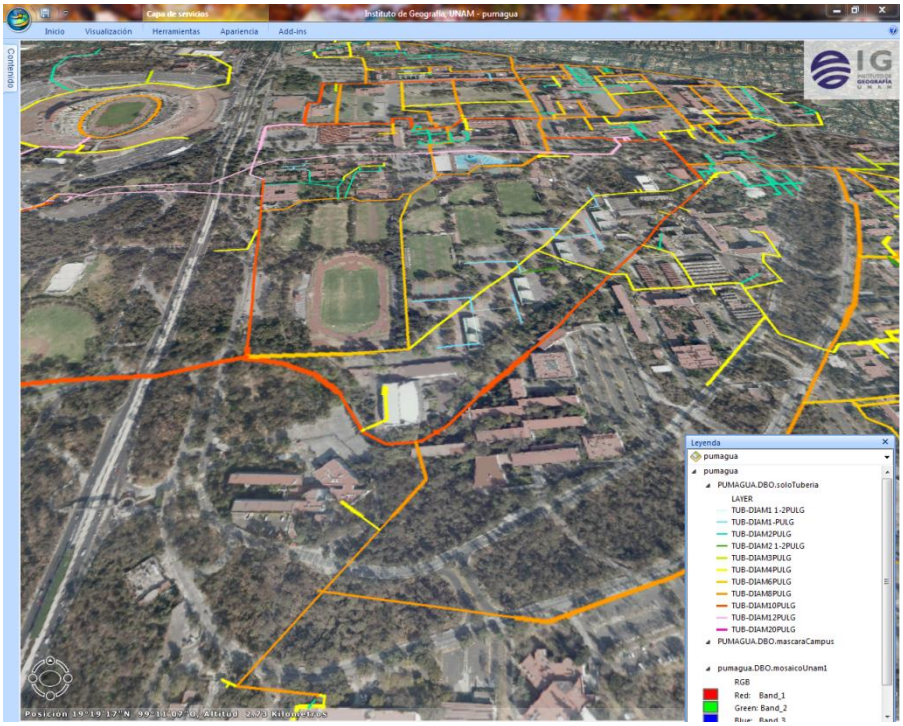


Figura 11. Visualización de la red en 3D

D. Trabajo para el 2011

Durante el 2011 se avanzarán en los siguientes rubros

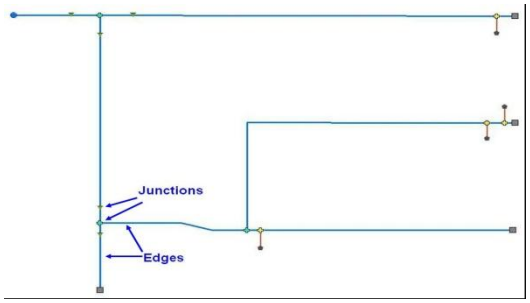
- Datos: Se realizarán recorridos de campo para verificar la precisión posicional de los elementos definidos en la cartografía.
- Base de datos: Se afinará el modelo de datos para convertir las capas CAD a una representación de red geométrica con topología planar con el objeto de facilitar las tareas de modelación
- Cartografía impresa y digital: se elaborarán mapas digitales e impresos para apoyar las tareas de los otros grupos de trabajo
- Servicios web: Se implementarán servicios Web bajo los estándares de la OGC, para habilitar el consumo de los datos desde una variedad e aplicaciones
- Visualización: existe la propuesta de integrar el atlas en línea
- Documentación: se elaborará el metadato básico de cada capa (origen, propósito, creador etc…)

E. Anexo SIG

1. Implementación de una red hidráulica bajo el modelo de base de datos geoespacial

La implementación de redes en una base de datos geoespacial consta de grandes grupos de elementos la red geométrica y la red topológica

La red geométrica consta de rasgos puntuales (nodos, "junctions") y rasgos lineales (aristas, "edges").



La red se modela como un conjunto de clases de rasgos (feature dataset). Una clase de rasgos que participa en una red geométrica no puede estar en otro dataset.

La tabla de atributos de un rasgo de la red puede tener varios campos que denotan propiedades relevantes para el análisis de flujos. El atributo "enabled" (habilitado/deshabilitado), el atributo

Campos de Red

OBJECTID*	Shape*	TIPOVALVU	Enabled
1	Point	Válvula de corte - 6"	True
2	Point	Válvula de corte - 6"	True
3	Point	Válvula de corte - 6"	True
4	Point	Válvula de corte - 6"	True
5	Point	Válvula de corte - 6"	True

“ancillary role” (fuente o sumidero), y el atributo “weight” (costo, resistencia)

Los elementos de la red se almacenan en tres tablas, una de aristas, una de nodos y una de conexiones que describe la topología de la red.

La red topológica no tiene coordenadas o geometría. Solo las relaciones de conectividad entre les elementos

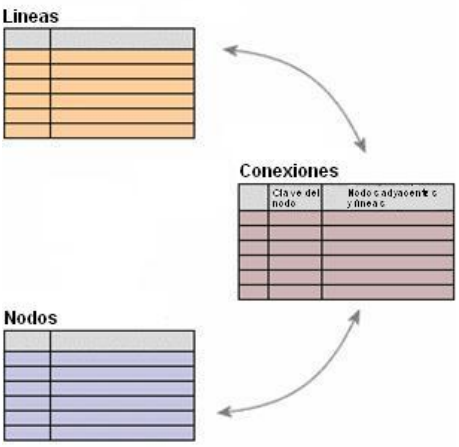


Figura 12. Tablas para almacenar geometría y topología de la red

La red geométrica consta de rasgos puntuales (nodos) y rasgos lineales (aristas).

Los rasgos se pueden clasificar en cuatro tipos:

- Rasgos con un elemento geométrico un elemento lógico
  - Nodos simples
  - Aristas simples

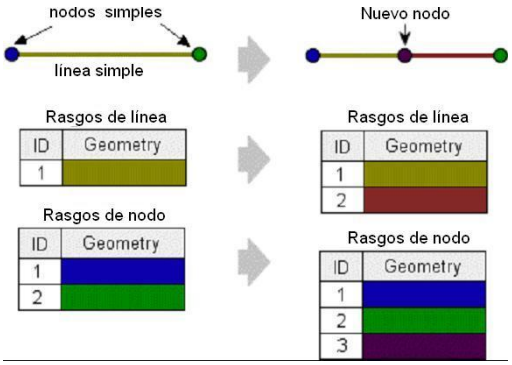


Figura 13. Al agregar un nodo a una arista simple, se crea una nueva arista

- Rasgos con un elemento geométrico y varios elementos lógicos
  - Nodos complejos
  - Aristas complejas

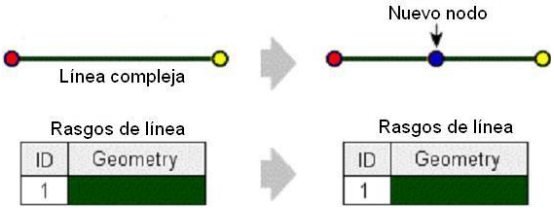


Figura 14. Al agregar un nodo a una arista compleja, la arista continua siendo representada en la tabla de rasgos por un solo elemento

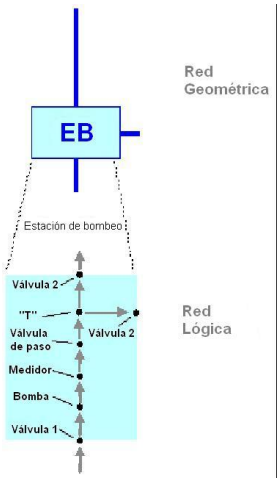


Figura 15.Ejemplo nodo complejo: Estación de bombeo en una red hidráulica

2. Procesos de estandarización

a) Estandarización de nomenclatura

(1) Lista inicial de nombres de capas sin estandarizar

C:\SIG PUMAGUA\1 PULGADA.shp
C:\SIG PUMAGUA\1 PULGADACopy.shp
C:\SIG PUMAGUA\1 y mdia pulgada.shp
C:\SIG PUMAGUA\10 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\12 PULGADAS - copia.shp
C:\SIG PUMAGUA\12 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\12PULGADAS - copia.shp
C:\SIG PUMAGUA\12PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\2 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\2 Y MDIA PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\3 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\4 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\6 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\8 PULGADAS.shp
C:\SIG PUMAGUA\ACTUAL.shp
C:\SIG PUMAGUA\ba¤os.shp
C:\SIG PUMAGUA\Export_Output - copia.shp
C:\SIG PUMAGUA\Export_Output.shp
C:\SIG PUMAGUA\Export_Output_2 - copia.shp
C:\SIG PUMAGUA\Export_Output_2.shp
C:\SIG PUMAGUA\Export_Output_3.shp
C:\SIG PUMAGUA\Export_Output_5.shp
C:\SIG PUMAGUA\IMAGENES.shp
C:\SIG PUMAGUA\LINEA PRINCIPAL.shp
C:\SIG PUMAGUA\LLAVEAGUA - copia.shp
C:\SIG PUMAGUA\LLAVEAGUA.shp
C:\SIG PUMAGUA\MEDIDORES.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\ba¤os.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\sector 2.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\sector 3.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\Sector 4.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\Sector 5.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\Sectores.shp
C:\SIG PUMAGUA\Actual PUMAGUA\areas mapa_cu\mapa_cu.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\0 y alberca.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\alcantarillado.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\andador.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\antena.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\arbol.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\arbotante y arena.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\banqueta.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\barda.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\canal.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\cancha.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\cerca.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\construccion.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\coordenadas y cotafotogametrica.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\cuerpo de agua y culltivo.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\curva maestra.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\curvaordinaria.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\depresion maestra.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\depresion ordinaria.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\domo.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\escalera.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\etiqueta de curva.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\fuente y gradas.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\jardines.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\luminaria.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\manzana.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\muro.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\plancha de concreto.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\poste.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\predios y puentes.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\registros.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\tanque.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\todas tuberias.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\torresalta tension.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\tuberia.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\vegetacion.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU geo FI\vereda y vias del metro.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU I. Geograf¡a\mapa_cu.shp
C:\SIG PUMAGUA\CU I. Geograf¡a\tuberias34.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\ENTREGA SIG.gdb\areas mapa_cu\mapa_cu.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\ANYTOWN\headmeters.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\ANYTOWN\links1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\ANYTOWN\nodes1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET1\links1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET1\nodes1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET2\links1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET2\nodes1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET3\links1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET3\nodes1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\Tutorial\links1.shp
C:\SIG PUMAGUA\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\Tutorial\nodes1.shp
C:\SIG PUMAGUA\LINEAS INTERCON PRINC\L_10_PULG.shp
C:\SIG PUMAGUA\LINEAS INTERCON PRINC\L_12_PULG.shp
C:\SIG PUMAGUA\LINEAS INTERCON PRINC\L_8_PULG.shp
C:\SIG PUMAGUA\PRESENTACIONES SIG\Export_Output.shp
C:\SIG PUMAGUA\PRESENTACIONES SIG\Junta 18-08-09\areas mapa_cu EN SHP\mapa_cu.shp
C:\SIG PUMAGUA\PRESENTACIONES SIG\Junta 18-08-09\areas mapa_cu EN SHP\mapa_cu_CalculateAreas.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\base.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\circuitos.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\cisternas.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\civil.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\cruceros.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\estadio.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\exteriores.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\manometro.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\medidor.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\muret.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\nivel 1.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\nivel 2.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\nivel 3.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\nivel 4.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\proy edifi y reg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\red.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\textos.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\todas tuberias.shp

C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 1 1-2 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 1-pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 12 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 2 1-2pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 2 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 20 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 3 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 4 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 6 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub-diam 8 pulg.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\tub.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\v.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\valvula de compuerta.shp
C:\SIG PUMAGUA\PUMAGUA RED CU\valvula de eliminacion.shp
C:\SIG PUMAGUA\Shape Drenaje Agua\pozo drenaje.shp
C:\SIG PUMAGUA\SIG PUMAGUA ACTUAL 03 AGO 09\areas mapa_cu EN SHP\122010.shp
C:\SIG PUMAGUA\SIG PUMAGUA ACTUAL 03 AGO 09\areas mapa_cu EN SHP\mapa_cu.shp
C:\SIG PUMAGUA\SIG PUMAGUA ACTUAL 03 AGO 09\TUBERIAS GEOR EN SHP\tuberiageo2.shp

(2) Lista de nombres estandarizados

C:\SIGPumagua\Actual.shp
C:\SIGPumagua\ba¤os.shp
C:\SIGPumagua\ExportOutput.shp
C:\SIGPumagua\ExportOutput2.shp
C:\SIGPumagua\ExportOutput2Copia.shp
C:\SIGPumagua\ExportOutput3.shp
C:\SIGPumagua\ExportOutput5.shp
C:\SIGPumagua\ExportOutputCopia.shp
C:\SIGPumagua\IMAGENES.shp
C:\SIGPumagua\LlaveAgua.shp
C:\SIGPumagua\LlaveAguaCopia.shp
C:\SIGPumagua\LlineaPrincipal.shp
C:\SIGPumagua\MEDIDORES.shp
C:\SIGPumagua\T10pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T12pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T12pulgadas1.shp
C:\SIGPumagua\T12pulgadas1Copia.shp
C:\SIGPumagua\T12pulgadasCopia.shp
C:\SIGPumagua\T1pulgada.shp
C:\SIGPumagua\T1pulgadaCopy.shp
C:\SIGPumagua\T1yMediaPulgada.shp
C:\SIGPumagua\T2pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T2yMediaPulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T3pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T4pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T6pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\T8pulgadas.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\ba¤os.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\sector2.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\sector3.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\Sector4.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\Sector5.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\Sectores.shp
C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\AreasMapaCU\MapaCU.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\0yalberca.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\alcantarillado.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\andador.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\antena.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\arbol.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\arbotanteYarena.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\banqueta.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\barda.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\canal.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\cancha.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\cerca.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\construccion.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\coordenadasYcotafotogametrica.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\cuerpoDeAaguaYCultivo.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\curvaMaestra.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\curvaOrdinaria.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\depresionMaestra.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\depresionOrdinaria.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\domo.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\escalera.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\etiquetaDeCurva.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\fuenteYgradas.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\jardines.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\luminaria.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\manzana.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\muro.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\planchaDeConcreto.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\poste.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\prediosYpuentes.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\registros.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\tanque.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\todasTuberias.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\torresAltaTension.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\tuberia.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\vegetacion.shp
C:\SIGPumagua\CUgeoFI\veredaYViasDelMetro.shp
C:\SIGPumagua\CUI.Geografia\mapaCU.shp
C:\SIGPumagua\CUI.Geografia\tuberias34.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\ENTREGA SIG.gdb\areas mapa_cu\mapa_cu.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\ANYTOWN\head meters.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\ANYTOWN\links1 .shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\ANYTOWN\node s1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET1\links1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET1\nodes1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET2\links1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET2\nodes1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET3\links1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\NET3\nodes1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\Tutorial\links1.shp
C:\SIGPumagua\jrpm\EXT32\GISRed\Examples\Tutorial\nodes1.s hp
C:\SIGPumagua\LineasInterconPrinc\L10pulg.shp
C:\SIGPumagua\LineasInterconPrinc\L12pulg.shp
C:\SIGPumagua\LineasInterconPrinc\L8pulg.shp
C:\SIGPumagua\PresentacionesSIG\ExportOutput.shp
C:\SIGPumagua\PresentacionesSIG\Junta18-08-09\areasMapaCUenShp\mapaCU.shp
C:\SIGPumagua\PresentacionesSIG\Junta18-08-09\areasMapaCUenShp\mapaCUCalculateAreas.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\base.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\circuitos.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\cisternas.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\civil.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\cruceros.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\estadio.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\exteriores.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\manometro.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\medidor.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\muret.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\nivel1.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\nivel2.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\nivel3.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\nivel4.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\proyEdifiYReg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\red.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\textos.shp

C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\todasTuberias.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tub.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam1-1-2Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam12Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam1Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam2-1-2Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam20Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam2Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam3Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam4Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam6Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\tubDiam8Pulg.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\v.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\valvulaDeCompuerta.shp
C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\valvulaDeEliminacion.shp
C:\SIGPumagua\ShapeDrenajeAgua\pozoDrenaje.shp
C:\SIGPumagua\SIGPumaguaActual03Ago09\areasMapaCUenSh
p\Fecha122010.shp
C:\SIGPumagua\SIGPumaguaActual03Ago09\areasMapaCUenSh
p\mapaCU.shp
C:\SIGPumagua\SIGPumaguaActual03Ago09\TuberiasGeorShp\tu
beriaGeo2.shp

b) Estandarización de la proyección cartográfica

Proyección	Archivo	Geometría
Projection: Transverse_Mercator False_Easting: 500000.000000 False_Northing: 0.000000 Central_Meridian: -99.000000 Scale_Factor: 0.999600 Latitude_Of_Origin: 0.000000 Linear Unit: Meter (1.000000) Geographic Coordinate System: GCS_GRS_1980 Angular Unit: Degree (0.017453292519943299) Prime Meridian: Greenwich (0.000000000000000000) Datum: D_GRS_1980 Spheroid: GRS_1980 Semimajor Axis: 6378137.000000000000000000 Semiminor Axis: 6356752.314140356100000000 Inverse Flattening: 298.257222101000020000	C:\SIGPumagua\Actual.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\ba¤os.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\ExportOutput5.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\LlaveAgua.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\LlaveAguaCopia.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\LlineaPrincipal.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\MEDIDORES.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\MEDIDORESCopy.prj	Punto
	C:\SIGPumagua\T12pulgadas1.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\T12pulgadas1Copia.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\T1pulgadaCopy.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\sector2.prj	---
	C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\sector3.prj	---
	C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\Sector4.prj	Polígono
	C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\Sector5.prj	Polígono
	C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\Sectores.prj	Polígono
	C:\SIGPumagua\ActualPUMAGUA\AreasMapaCU\MapaCU.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\CUI.Geografia\mapaCU.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\CUI.Geografia\tuberias34.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\jrpm\ENTREGA SIG.gdb\areas mapa_cu\mapa_cu.prj	NA
	C:\SIGPumagua\LineasInterconPrinc\L12pulg.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\PresentacionesSIG\Junta18-08-09\areasMapaCUenShp\mapaCU.prj	Línea
	C:\SIGPumagua\PresentacionesSIG\Junta18-08-09\areasMapaCUenShp\mapaCUCalculateAreas.prj	Polígono
	C:\SIGPumagua\SIGPumaguaActual03Ago09\areasMapaCUenShp\Fecha122010.prj	Polígono
	C:\SIGPumagua\SIGPumaguaActual03Ago09\areasMapaCUenShp\mapaCU.prj	Polígono
Projection: Transverse_Mercator False_Easting: 500000.000000 False_Northing: 0.000000 Central_Meridian: 3.000000 Scale_Factor: 0.999600 Latitude_Of_Origin: 0.000000 Linear Unit: Meter (1.000000) Geographic Coordinate System: GCS_European_1950 Angular Unit: Degree (0.017453292519943299) Prime Meridian: Greenwich (0.000000000000000000) Datum: D_European_1950 Spheroid: International_1924 Semimajor Axis: 6378388.000000000000000000 Semiminor Axis: 6356911.946127946500000000 Inverse Flattening: 297.000000000000000000	C:\SIGPumagua\PumaguaRedCU\todasTuberias.prj	

Todos los demás archivos carecían de información de proyección explicita

c) Estandarización de los Mapas digitales

(1) Lista de mapas

Para los documentos de mapa (archivos .mxd) los nombres de archivo y directorios se modificaron utilizando los mismos criterios de nomenclatura que para le nombre de los archivos shape (shp).

- Se eliminaron los espacios en el nombre de los directorios y archivos

- Cuando el nombre está compuesto de varias palabras de capitaliza la primera letra de cada palabra

Ej: SIG PUMAGUA se convierte en SIGPumagua:

TUBERIAS GEOR EN SHP se convierte en TuberiasGeorEnShp

- El nombre de la capa debe comenzar con una letra.

Por ejemplo el "1 Pulgada" se convierte en T1Pulgada

C:\SIGPumagua\Agua.mxd

C:\SIGPumagua\AguaCopia.mxd

C:\SIGPumagua\AguaPotable1.mxd

C:\SIGPumagua\AguaPotableTubDiv.mxd

C:\SIGPumagua\AguaPotableTubDivCopia.mxd

C:\SIGPumagua\AguaPotableTubDivYValvulas.mxd

C:\SIGPumagua\AguaPotableTubDivYValvulasCopia.mxd

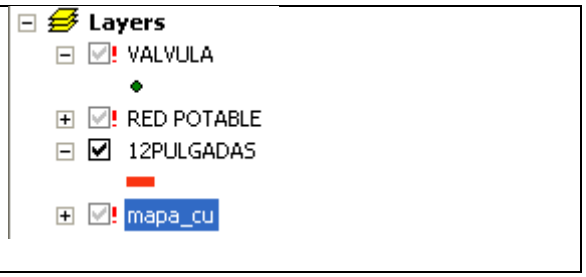
C:\SIGPumagua\Ba¤os.mxd

C:\SIGPumagua\VerificaProyeccionCapas.mxd

C:\SIGPumagua\PresentacionesSIG\Junta18-08-09\AGUA POTABLE.mxd

(2) Correcciones a las capas dentro de los documentos de mapa (mxd)

A continuación, se muestra un ejemplo del contenido del mapa "Agua". En las capas donde se muestra un signo de admiración no se encontraron archivos de referencia.

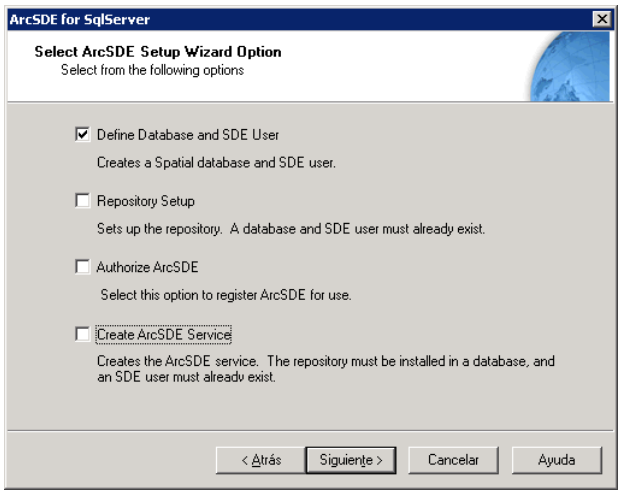
C:\SIGPumagua\Agua.mxd	

Se corrigieron estas incongruencias para todos los documentos de mapa (.mxd)

1. Creación y configuración de la base de datos geoespacial

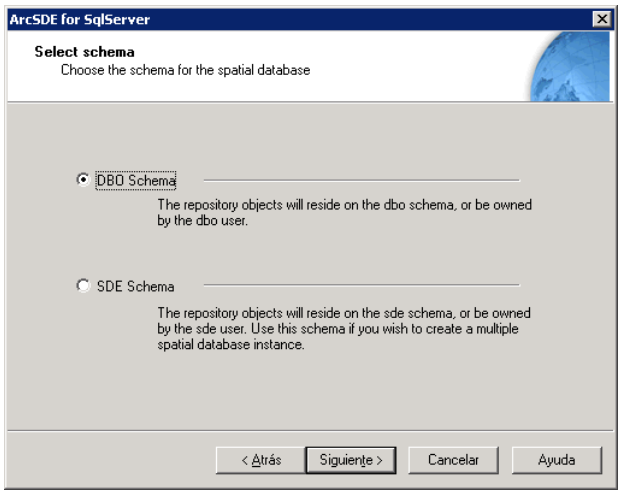
A continuación se presentan la secuencia de involucrados en el proceso de creación y configuración inicial de la base de datos geoespacial

(1) Definir la base de datos y el usuario de SDE



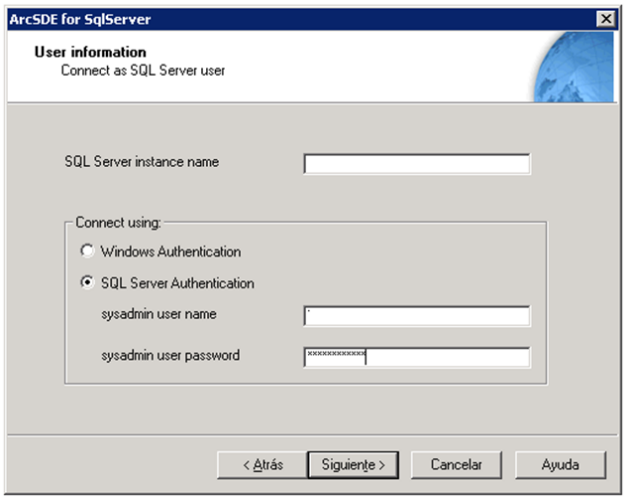
(a) Seleccionar esquema

Se selecciona el esquema de la base datos dbo. Alternativamente el esquema SDE se utiliza en caso de requerir una base de datos tipo “multiple spatial databas instance”



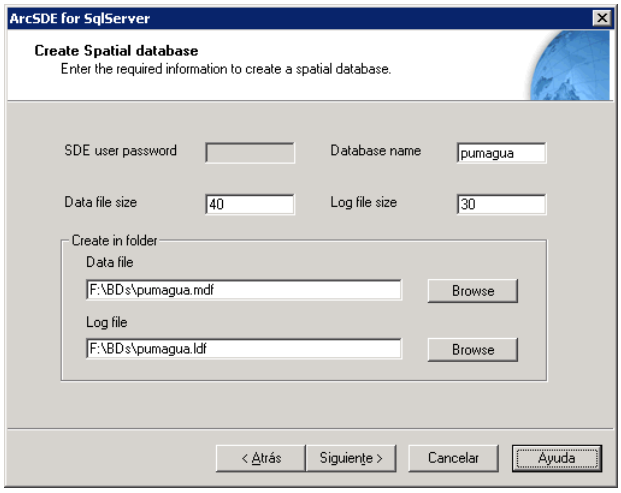
(b) Usuario para crear la base de datos

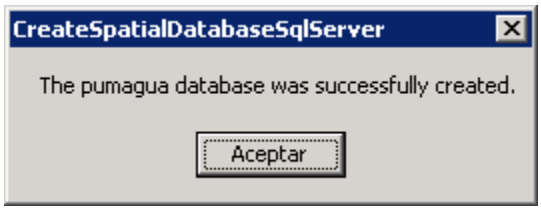
Se define un usuario con privilegio sysadmin en sqlserver. También se establece el nombre de la instancia en el password.



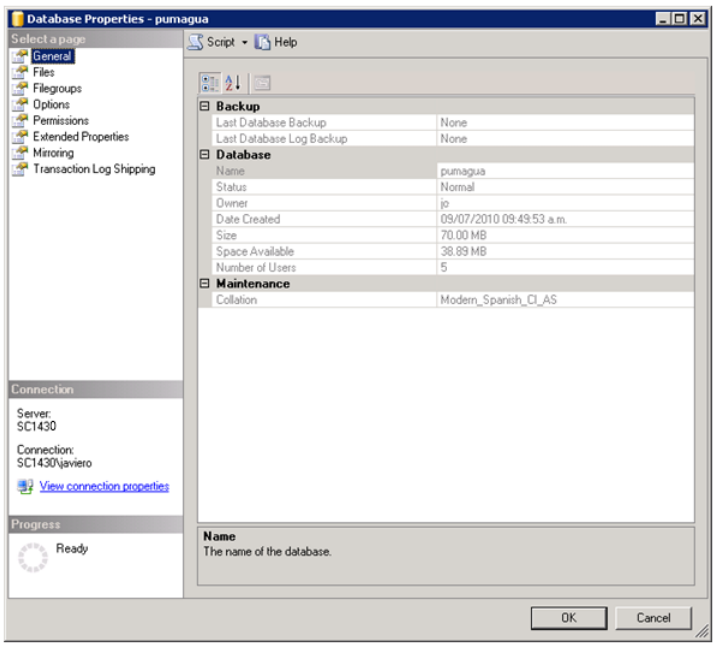
(c) Nombre y ubicación de la base de datos

Se define el nombre y ubicación de la base de datos geoespacial. Para el esquema DBO no se requiere especificar el usuario y password de sde.

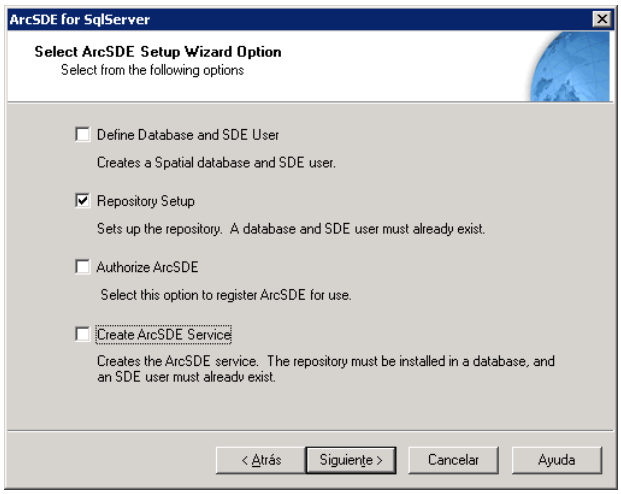




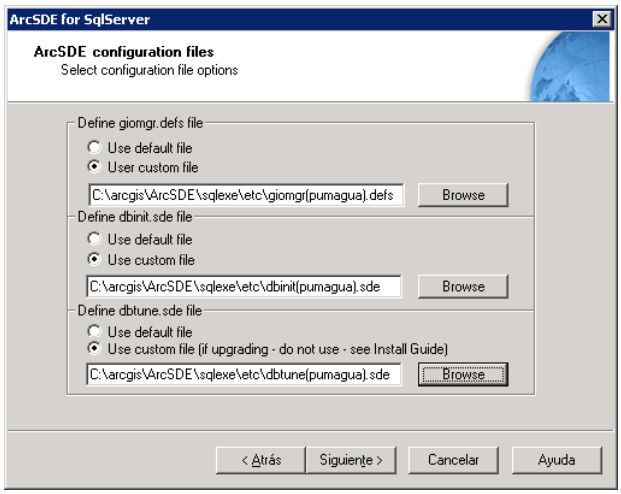
Esto crea la base de datos



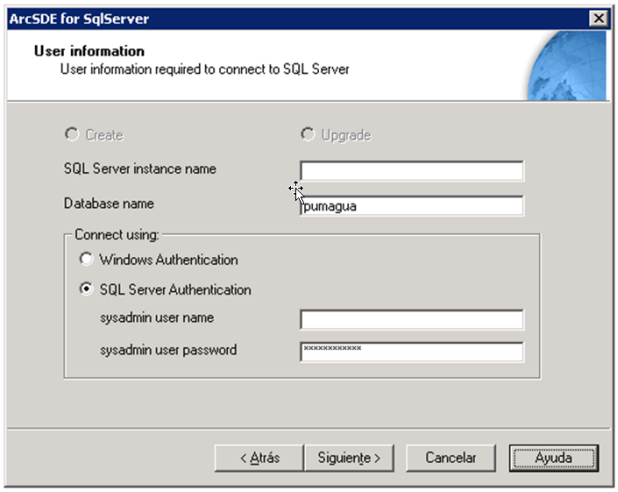
(2) Configuración del repositorio



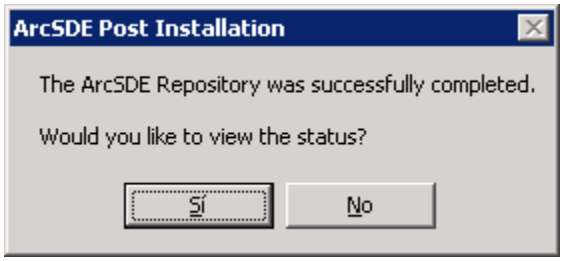
(a) Archivos de configuración de SDE



(b) Parámetros de conexión para crear el repositorio de la SDE



Se establece en nombre de la instancia, la base de datos y el usuario de SQL server, para crear la base de datos

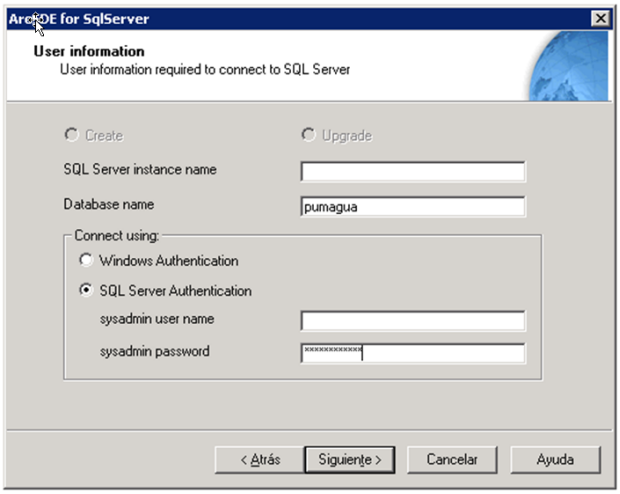


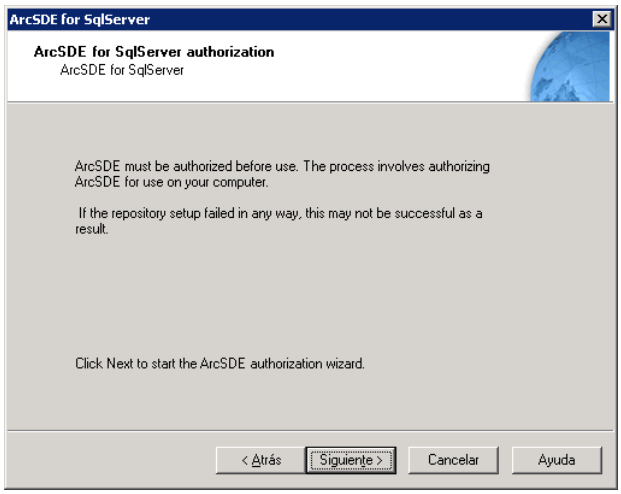

```
WARNING: Parameter "TEMP" not found in defaults file!
WARNING: Setting TEMP to "C"
```

```
ESRI ArcSDE Server Setup Utility Fri Jul 09 10:03:35 2010
-----------------------------------------------------------------
Creating ArcSde schema.....
Successfully created ArcSde schema.

Installing locators.....
Successfully installed locators.

Creating geodatabase schema.....
Successfully created GDB schema.


Successfully installed ArcSde.
Refer SDEHOME\etc\sde_setup.log for more details.
```

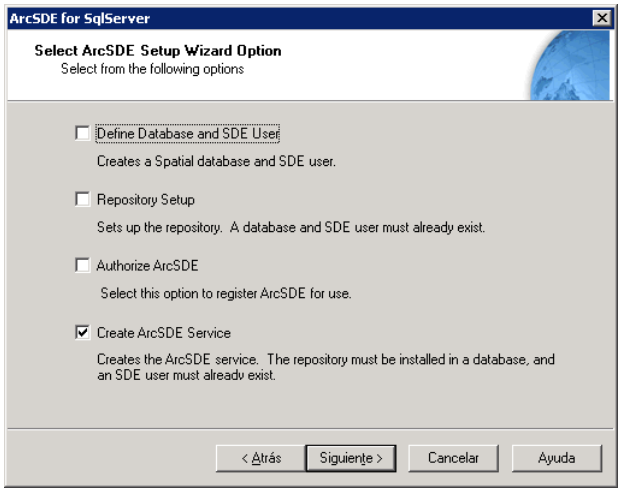
(3) Autorización de ArcSDE

(a) Parámetros de conexión



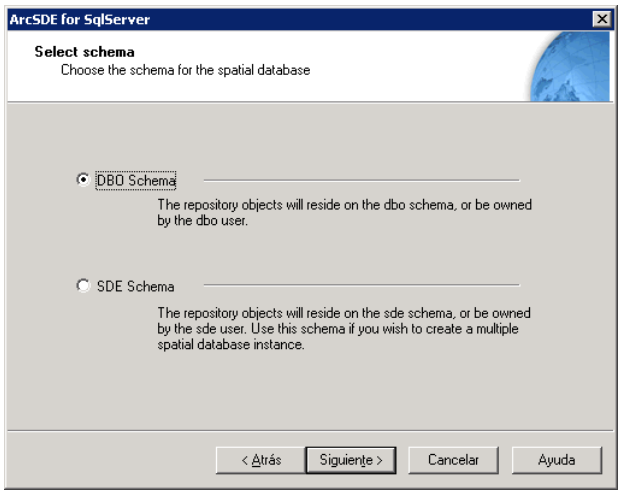


(4) Creación del Servicio de SDE

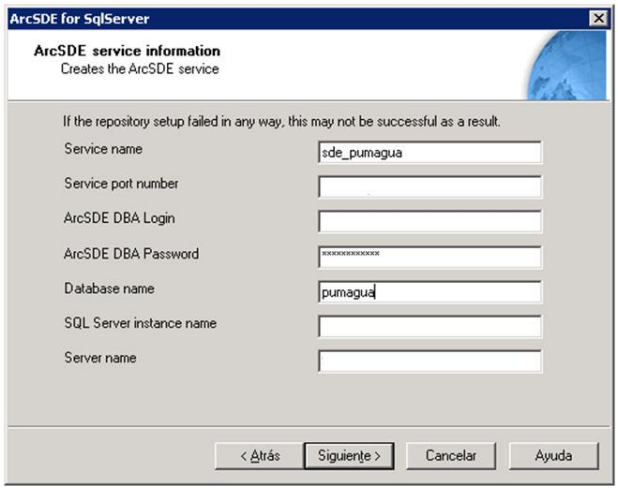


(a) Seleccionar el esquema

Esquema DBO



(b) Información para crear el servicio

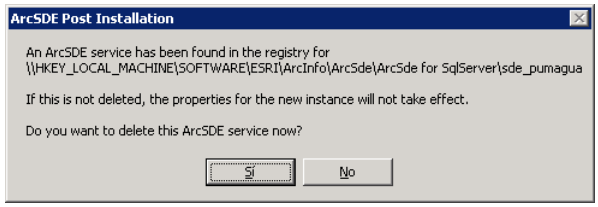


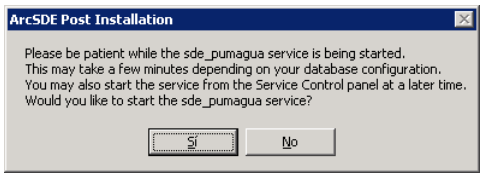
Nombre del servicio: sde_pumagua en lugar de esri_sde

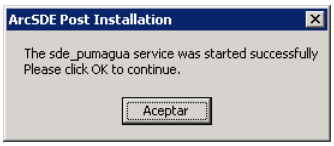
Puerto: XXXX

Dba login xxxx, pwd. xxxx

Base de datos: pumagua




ArcSDE Post Installation
Please be patient while the sde_pumagua service is being started.
This may take a few minutes depending on your database configuration.
You may also start the service from the Service Control panel at a later time.
Would you like to start the sde_pumagua service?
Sí
No


ArcSDE Post Installation
The sde_pumagua service was started successfully
Please click OK to continue.
Aceptar

Participantes

El trabajo desarrollado durante este año ha sido posible gracias a la participación de un grupo multidisciplinario universitario de profesionales y especialistas en la materia:

DIRECTOR DEL PROGRAMA PUMAGUA

Dr. Fernando J. González Villarreal.

COORDINADOR EJECUTIVO DE PUMAGUA

Dr. Rafael Val Segura.

BALANCE HIDRÁULICO

Ing. José Daniel Rocha Guzmán Coordinador

Ing. Víctor Alberto Parra Eguializ
Estudiante de Maestría en Ing. Civil. José Miguel Segundo Vázquez
Estudiante de Maestría en Ing. Mecánica. Ricardo Resendiz
Pas. Ing. Civil Maricela Ojeda Ramírez
Pas. Ing. Computación. Carlos David Servín
Estudiante Ing. Civil. Guillermo Alberto Montero Medel
Estudiante Especialidad en Ing. Civil. Tomás Torres Cruz.
Estudiante Ing. Civil. Ehecalt Caballero
Estudiante Ing. Civil. Fernando Reyes Soto
Estudiante Ing. Civil. Iván García Hernández
Estudiante Ing. Civil. Luis Antonio Dávila Borja
Estudiante Ing. Civil. Pablo Alberto Roa Ramírez
Estudiante Ing. Eléctrica. Daniel Mondragón Rodríguez
Estudiante Ing. Eléctrica. Nayeli Sánchez Peralta
Estudiante Ing. Industrial. Saúl Morales Rivera
Estudiante Ing. Tele comunicaciones. Alejandro Bernal Velázquez
Estudiante Ing. Tele comunicaciones. Mario Alberto Espinosa Téllez

CALIDAD DEL AGUA

Instituto de Ingeniería

Dra. Ma. Teresa Orta Ledesma Coordinadora

M. en C. Isaura Yáñez Noguez
Dr. Ignacio Monje Ramírez
I. Q. Erick Iván García Santiago
Pas. I. Q. Germán Castro Hernández
Pas. I. Q. María Teresa Valeriano González
Pas. Mario Alberto Ramírez Rivera
Pas. Biol. Fernando Bautista Arriaga
Pas. I. Q. Josele Rosas Nava

Pas. I. Q. Erik Montes Sevilla
Pas. I. Q. Ricardo Nava Shimada
Pas. I. Q. Gabriel Eduardo Olivares Watson

Instituto de Ecología

Dra. Marisa Mazari Hiriart Coordinadora

Dra. Ana Cecilia Espinosa García
Biol. Ma. Alejandra Fonseca Salazar
Pas. Biol. Miguel Atl Silva Magaña
Pas. Biol. Nallely Vázquez Salvador
Pas. Biol. Jaqueline Jeniffer Noguez Lugo

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas

Dr. Carlos Díaz Ávalos Coordinadora

Pas. Mat. Velvet Malvaez Orozco

Facultad de Medicina

Dra. Yolanda López Vidal Coordinadora

Dra. Antonia Isabel Castillo Rodal
Dr. Gonzalo Castillo Rojas
Dra. Lourdes Lloret y Sánchez
Pas. Biol. Germán Atzin Mora Roldán

COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN

M. en C. Cecilia Lartigue Baca Coordinadora

Estudiante de Biología Karen López Estrada
Estudiante de Comunicación Verónica Idalia Natal Cosío
Pas. Comunicación Marben Acosta Terán
Pas. Comunicación Berenice Hernández Mastache

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

M. en C. Javier Osorno Covarrubias Coordinador

Biól. Gabriela Haro Sedeño

ESTUDIOS ESPECÍFICOS

Dra. Ana Cecilia Espinosa García	*Estudio QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment) para PUMAGUA*
Estudiante de M. en Psic. Amb. Carolina Escobar Neira	*Campaña de prácticas eficientes de uso de agua en CU.*
Estudiantes de Pisc. Sandra Santiago Sandoval	*Campaña de prácticas eficientes de uso de agua en CU.*
Estudiante de Psic. Fernanda Ledesma Ortega	*Campaña de prácticas eficientes de uso de agua en CU.*
M. en C. I. D. Malinali Domínguez Mares	*Observatorio del Agua*
M. en C. Cecilia Lartigue Baca	*Observatorio del Agua*
Ing. José Daniel Rocha Guzmán	*Observatorio del Agua*
Pas. Comunicación Marben Acosta Terán	*Observatorio del Agua*

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS Y CONSERVACIÓN (DGOYC)

Ing. Francisco de Pablo Galán	Director General
Ing. Francisco Montellano Magra	Director de Planeación y Evaluación de Obra
Ing. Edgar Lizano Soberón	Director de Conservación

RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL (REPSA)

Dr. Antonio Lot Helgueras	Secretario Ejecutivo de la REPSA
Arq. Pedro Camarena Berruecos	

JARDÍN BOTÁNICO

Dr. Javier Caballero Nieto	Jefe del Jardín Botánico

RESPONSABLE DE ARQUITECTURA DEL PAISAJE

M. en U. Fabiola Pastor Gómez. Coordinadora

Arq. Psj. Esmeralda Castellanos Rojas
Arq. Psj. Karla García Estrada
Estudiante Arq. Psj. Gabriela Castillo Flores
Estudiante Arq. Psj. Gisela Varela Chavarría
Estudiante Arq. Psj. M. en C. María del Carmen Meza Aguilar
Estudiante Arq. Psj. Omaris Isadora Zúñiga Tores
Estudiante Arq. Psj. Paola Patricia González Ordaz

PUMAGUA

Red del Agua UNAM

www.pumagua.unam.mx

Febrero / 2011