

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Sistema de Información Geográfica aplicado al
Catastro de Agua Potable del Cantón Paute,
ECUADOR**

Hugo Tarcisio López Espinoza

**Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Maestría
internacional en Sistemas de Información Geográfica**

Quito, julio 2012

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Sistema de Información Geográfica aplicado al
Catastro de Agua Potable del Cantón Paute,
ECUADOR**

Hugo Tarcisio López Espinoza

Richard Resl, MSc.
Director de Tesis
Director del Programa de Maestría en
Sistemas de Información Geográfica

Anton Eitzinger, MSc.
Miembro del Comité de Tesis

Stella de la Torre, Ph.D.,
Decana del Colegio de
Ciencias Biológicas y Ambientales

Victor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, julio 2012

@ Derechos del autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior

Firma:

Hugo Tarcisio López Espinoza

C.I.: 0102112299

Fecha: 30/11/2012

Dedicatoria

Dedico a mi madre, ser maravilloso que DIOS me premia con sus presencia, ella mi faro, mi guía, fuente de inspiración de mis éxitos.

Resumen

En la mayoría de los casos, los municipios de los cantones rurales en la provincia del Azuay, manejan los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, como parte de la gestión municipal debido a la limitación en sus recursos. Razón por la que, se cuenta con un catastro deficiente, manejado en papel y que carece de información actualizada.

Este proyecto presenta una solución para la gestión de redes de agua potable mediante el uso de un Sistema de información Geográfico, proponiendo un método de levantamiento que permita que los datos del SIG reflejen exactamente la realidad, georreferenciando las redes y sus elementos de manera exacta, incorporando las tecnologías necesarias para determinar su ubicación.

Luego de un análisis de requerimientos y de la información de la Ilustre Municipalidad del cantón Paute, se sugiere el levantamiento y digitalización de la información existente, además de la creación de una base de datos para la gestión de las redes de Agua Potable y sus clientes asociados.

Se presenta un método para georeferenciar los planos, un modelo de datos que se pueda vincular a los planos, y una aplicación SIG para mostrar de manera visual el modelo.

La aplicación SIG se implementará usando software desarrollado bajo el lenguaje de programación .NET y el módulo de MAP OBJECT de ESRI, la base de datos se manejará con Access para el almacenamiento de información alfanumérica. El sistema de información Geográfica permitirá la manipulación de información de las redes de Agua potable referenciada con cartografía del cantón de manera organizada permitiendo administrar de manera eficiente el sistema de Agua potable.

Abstract

In most cases, the municipalities of the rural counties in Azuay province manage the Water and Sewage services as part of municipal management, due to limited resources. Because of this, land registries are in poor condition, managed only in paper form and lacking updated information.

This project offers a solution for the management of potable water networks through the use of a Geographic Information System (GIS), which proposes a survey method that permits the GIS data to accurately reflect reality, geo-referencing networks and their elements accurately, and incorporating the technologies needed to determine their location.

After an analysis of the requirements and the information of the local municipality of Paute, a survey and digitalization of existing information is recommended, in addition to the creation of a database for the management of drinking water systems and their customers.

We present a method for geo-referencing the plans, a data model that can be linked to the plans, and a GIS application to visually demonstrate the model.

The GIS application will be implemented using software developed in the programming language .NET and the module of ESRI Map Object; the database will be handled with Access to store alphanumeric information. The geographic information system will allow for the manipulation of information about the potable water networks referenced with county maps in an organized manner, allowing efficient management of the drinking water system.

Palabras Claves

GIS, Catastros, Tecnología.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| PORTADA | I |
| HOJA DE APROBACION DE TESIS | II |
| Derechos del autor..... | iii |
| Dedicatoria..... | iv |
| Resumen | v |
| Abstract..... | vi |
| Palabras Claves | vii |
| TABLA DE CONTENIDO..... | viii |
| LISTA DE ANEXOS..... | xi |
| LISTA DE FIGURAS | xii |
| LISTA DE TABLAS | xiv |
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. JUSTIFICACION | 1 |
| 1.2. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 2 |
| 1.3.1. Objetivos Generales | 2 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 3 |
| 1.4. ALCANCE..... | 3 |
| 1.5. METODOLOGIA | 4 |

| | | |
|--------|---|-----------|
| 1.6. | MEDICIÓN TERRESTRE | 4 |
| 1.7. | GPS (Global Positioning System)..... | 5 |
| 1.8. | CAD | 8 |
| 1.9. | SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) | 9 |
| 1.10. | CAD vs SIG..... | 12 |
| 1.11. | SISTEMA DISTRIBUIDO | 13 |
| 1.12. | CLIENTE SERVIDOR..... | 15 |
| 1.13. | SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS (SGBD) | 18 |
| 2. | EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS | 21 |
| 2.1. | DESCRIPCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE DISPONIBLE..... | 21 |
| 2.2. | INSTALACIÓN DE SOFTWARE | 22 |
| 3. | DISEÑO DE AGUA POTABLE | 33 |
| 3.2. | ANTECEDENTES | 33 |
| 3.3. | FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 35 |
| 3.3.1. | Recolección de información..... | 35 |
| 3.3.2. | Recolección de información gráfica..... | 35 |
| 3.4. | ENTIDADES GRÁFICAS..... | 35 |
| 4. | METODOLOGIA..... | 37 |
| 4.1. | PROCEDIMIENTO..... | 37 |
| 5. | ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS..... | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 5.1. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS | 43 |
| 5.2.1. Entidades..... | 43 |
| 5.2. FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA | 51 |
| 5.3. CONSULTAS GRÁFICAS | 52 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 56 |
| 6.1. CONCLUSIONES..... | 56 |
| 6.2. RECOMENDACIONES..... | 57 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 59 |
| ANEXO A: SOFTWARE | 61 |
| A.1. INTRODUCCIÓN..... | 61 |
| A.2. ÁMBITO DEL SOFTWARE | 61 |

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: SOFTWARE

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIG. 1 METODOLOGÍA DEL PROYECTO | 4 |
| FIG. 2 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL..... | 6 |
| FIG. 3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG). 9 | |
| FIG. 4 FUNCIONES DE CADA COMPONENTE DE UN SIG..... | 11 |
| FIG. 5 SISTEMA DISTRIBUIDO | 13 |
| FIG. 6 CLIENTE-SERVIDOR | 15 |
| FIG. 7 ESQUEMA CLIENTE-SERVIDOR EN UNA BASE DE DATOS | 18 |
| FIG. 8 COMPONENTES DEL ARCGIS..... | 25 |
| FIG. 9 PLATAFORMA NET | 27 |
| FIG. 10 .NET FRAMEWORK..... | 28 |
| FIG. 11 COMPILADOR DE LENGUAJE | 32 |
| FIG. 12 SISTEMA DE AGUA POTABLE | 33 |
| FIG. 13 SIMBOLOGÍA DE AGUA POTABLE..... | 36 |
| FIG. 14 PROCESOS DE LA METODOLOGÍA..... | 37 |
| FIG. 15 FUNCIONALIDADES DE UN SIG | 38 |
| FIG. 16 MODELO E/R DE DATOS ESPACIALES..... | 40 |
| FIG. 17 METADATOS..... | 41 |
| FIG. 18 TABLAS BASE DE DATOS | 47 |
| FIG. 19 CONSULTA DE REDES POR MATERIAL | 52 |

| | |
|--|-----------|
| FIG. 20 CONSULTA DE REDES POR LONGITUD..... | 53 |
| FIG. 21 CONSULTA DE VÁLVULAS DE CONTROL | 53 |
| FIG. 22 CONSULTA DE HIDRANTES | 54 |
| FIG. 23 CONSULTA DE REDES POR DIÁMETROS..... | 54 |
| FIG. 24 CONSULTA DE RED Y SUS ACCESORIOS | 55 |
| FIG. 25 CONSULTA DE REDES POR NODOS | 55 |
| FIG. 26 IDENTIFICACIÓN USUARIO | 61 |
| FIG. 27 ENTORNO DEL PROGRAMA | 62 |
| FIG. 28 TABLAS DE SHP | 62 |
| FIG. 29 FUNCIONES DEL SUBMENÚ MAPA | 63 |
| FIG. 30 FUNCIONES DEL SUBMENÚ CONFIGURACIÓN | 64 |
| FIG. 31 CONFIGURACIÓN DEL SHAPE | 65 |
| FIG. 32 CONFIGURACIÓN DEL SHAPE PARA LA RED | 65 |
| FIG. 33 CONFIGURACIONES GENERALES | 66 |
| FIG. 34 IMPRESIÓN PÁGINA | 67 |
| FIG. 35 IMPRESIÓN SELECCIÓN | 68 |
| FIG. 36 CONSULTA DE DATOS | 70 |
| FIG. 37 RESULTADOS DE LA CONSULTA | 71 |
| FIG. 38 ETIQUETAS | 71 |
| FIG. 39 BÚSQUEDA DE CALLES | 73 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS..... | 22 |
| TABLA 2: TRAMOS DE TUBERÍA | 48 |
| TABLA 3: TIPO DE OBRA..... | 48 |
| TABLA 4: TIPO DE UNIÓN | 48 |
| TABLA 5: CLASE DE PRESIÓN | 49 |
| TABLA 6: TIPO DE ACCESORIO | 49 |
| TABLA 7: TIPO DE MATERIAL | 50 |
| TABLA 8: TIPO DE CALZADA..... | 50 |
| TABLA 9: TUBOS Y ACCESORIOS..... | 50 |
| TABLA 10: ACCESORIOS | 51 |

1. INTRODUCCION

1.1. JUSTIFICACION

La instalación de los elementos de infraestructura básica, es la que establece las condiciones de habitabilidad de la población en la ciudad, con las redes de infraestructura, como agua potable, alcantarillado, vías, etc., se determina mediante su inversión, la base del costo del terreno urbanizado, cabe analizar además, el radio de influencia en la dotación y servicio de cada uno de esos elementos, mismos que dependen de las redes matrices de distribución, de alimentación y de recolección dispuestas en la red urbana de la ciudad.

La presencia física de las redes se registra mediante la observación de campo y la verificación de la información en los departamentos técnicos municipales, o empresas encargadas de la administración y control de cada una de las redes de infraestructura básica, la información de la red existente se levanta mediante GPS, este registro será mapeado por cada una de las redes de infraestructura básica, información de carácter cualitativo registrada en planos temáticos que tiene que ser procesada o transformada a información cuantitativa mediante el manejo de un Sistema de Información Geográfica.

1.2. ANTECEDENTES

La ciudad de Paute está ubicada en el cantón del mismo nombre, perteneciente a la provincia del Azuay, en la región oriente de la Sierra Ecuatoriana, se localiza a una distancia aproximada de 42 km de la Ciudad de Cuenca.

La población que habita el centro cantonal de Paute cuenta con las siguientes coberturas en servicios básicos:

- El 98 % de la población, con servicio de agua potable, y
- 80 %, con servicio de alcantarillado,

- El 76,6% con servicio de recolección de basura, a cargo de la I. Municipalidad de Paute;
- El 91.6 % de la población, con servicio de energía eléctrica, a cargo de la Empresa Eléctrica regional Centro Sur, y
- El 35 % de la población, con servicio telefónico, a cargo de Pacifictel.

El centro cantonal de Paute no goza del servicio de agua potable las 24 horas del día y la vida útil del proyecto se encuentra en su fase de término. La I. Municipalidad de Paute considerando la importancia del agua como un bien natural no renovable, escaso y de consumo ilimitado ha visto la necesidad de mejorar la administración de su Sistema de Agua Potable mediante la optimización de su red de distribución, además del manejo del catastro, contando así con información oportuna para toma de decisiones.

En el caso del catastro del servicio de Agua Potable, la información de esta infraestructura, es manejada por la empresa en planos analógicos y formato CAD, que se utilizan solo para la ubicación referencial y caracterización de su infraestructura, no se encuentran georeferenciados, lo cual hace que las distancias y las consultas cartográficas no generen información exacta de la realidad, se mantiene un grado de estandarización mínimo, y la sectorización es teórica no se encuentra comprobada en campo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos Generales

Implementar un Sistema de Información Geográfica para redes de Agua Potable del Cantón Paute.

Integrar mediante un sistema informático (cliente/servidor) la información espacial y temática para gestionar de manera eficiente y oportuna los distintos requerimientos de nuestros usuarios.

1.3.2. Objetivos Específicos

Analizar la información catastral de Agua Potable existente en la Ilustre Municipalidad del cantón Paute

Georeferenciar y Digitalizar la infraestructura hidrosanitaria del Catastro de Servicio de Redes de Agua Potable para manejo en CAD

Crear entidades gráficas que permitan identificar los componentes de la Red de Agua Potable.

Establecer un proceso de Estandarización de la información de redes de Agua Potable del Cantón Paute.

Implementar una base de datos para el manejo de la información normalizada de Agua Potable.

Crear una herramienta que permita enlazar la información digital con la base de datos del catastro de Agua Potable.

1.4. ALCANCE

El alcance del proyecto, inicia con la identificación y evaluación de la situación actual, así como definir los procedimientos y metodologías sobre las cuales se desarrollará el presente proyecto. Para el efecto será necesario ejecutar las siguientes actividades:

Recopilación y análisis de información del sistema de catastros de la infraestructura de Agua Potable

Identificación de cada uno de los componentes del catastro de redes de Agua Potable mediante GPS.

Digitalización y validación de la información levantada con GPS durante la fase de identificación.

Creación de base de datos para infraestructura de Agua Potable.

Implementación de la herramienta para el manejo de la información geoespacial con la base de datos previamente creada.

Definición de los procedimientos que deberán seguirse para mejorar y optimizar los procesos de mantenimiento catastral.

1.5. METODOLOGIA

El proyecto se realizará de acuerdo a la siguiente metodología

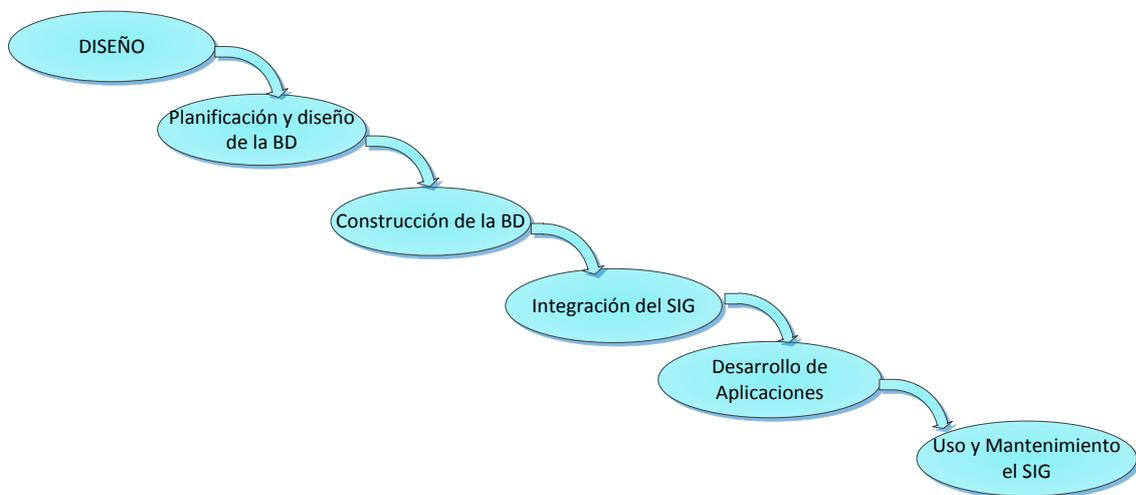


Fig. 1 Metodología del proyecto

1.6. MEDICIÓN TERRESTRE

La Cartografía se dedica a la representación lo más verídicamente posible de la superficie terrestre, mediante proyecciones ortogonales, cilíndricas y cónicas.

La Topografía es la ciencia que se dedica a la medición y representación de partes de la superficie terrestre relativamente pequeñas, de tal forma que para su representación se puede prescindir de la esfericidad terrestre. Porque para tal pequeñez comparada con las dimensiones del globo, podemos tomar el arco por su tangente; y el casquete esférico correspondiente podemos representarlo sobre un plano tangente al mismo sin grave error en las mediciones.

También podíamos decir que la topografía es la ciencia que opera sobre una pequeña superficie terrestre, midiéndola con instrumento de precisión variable, en sus dimensiones lineales y angulares. Representándola con medidas proporcionales sobre plano horizontal, haciendo constar en él cuantos accidentes interesantes hubiese en la zona medida. Así como su cota o altitud, en este caso si se tiene en cuenta la esfericidad terrestre.

El replanteo es parte de la topografía que nos permite dibujar a escala natural 1:1 sobre el terreno. Siendo los instrumentos topográficos en aplicación a los métodos y procedimientos los que nos van a situar en el espacio, los elementos calculados en el plano.

1.7. GPS (Global Positioning System)

El sistema **GPS** (Global Positioning System) o Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de posicionamiento terrestre, la posición la calculan los receptores GPS gracias a la información recibida desde satélites en órbita alrededor de la Tierra.

Consiste en una red de 24 satélites, propiedad del Gobierno de los Estados Unidos de América y gestionada por el Departamento de Defensa, que proporciona un servicio de posicionamiento para todo el globo terrestre.

Cada uno de estos 24 satélites, situados en una órbita geoestacionaria a unos 20.000 km. de la Tierra y equipados con relojes atómicos, transmiten ininterrumpidamente la hora exacta y su posición en el espacio.

Esto es, a grandes rasgos, el sistema GPS. A partir de esto, los receptores GPS reciben esos datos que, una vez procesados, nos muestran en el equipo.

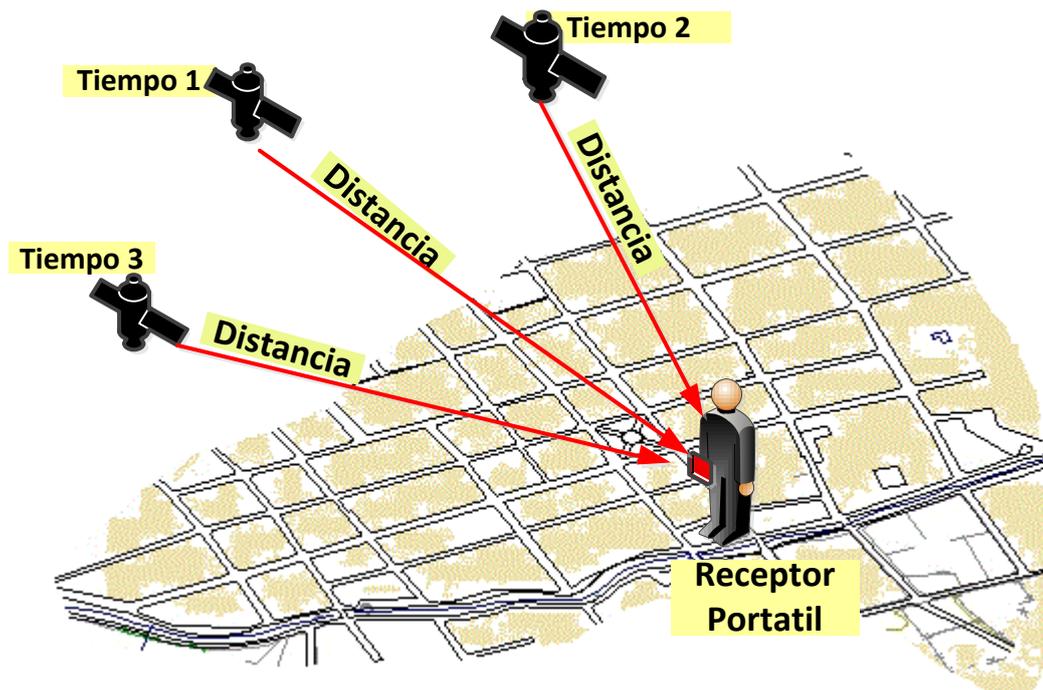


Fig. 2 Sistema de posicionamiento global

Como funciona un receptor GPS

Como hemos dicho anteriormente, los receptores GPS reciben la información precisa de la hora y la posición del satélite. Exactamente, recibe dos tipos de datos, los datos del Almanaque, que consiste en una serie de parámetros generales sobre la ubicación y la operatividad de cada satélite en relación al resto de satélites de la red, esta información puede ser recibida desde cualquier satélite, y una vez el receptor GPS tiene la información del último Almanaque recibido y la hora precisa, sabe donde buscar los satélites en el espacio; la otra serie de datos, también conocida como Efemérides, hace referencia a los datos precisos, únicamente, del satélite que está siendo captado por el receptor GPS, son parámetros orbitales exclusivos de ese satélite y se utilizan para calcular la distancia exacta del receptor al satélite. Cuando el receptor ha captado la señal de, al menos, tres satélites calcula su propia posición en la Tierra mediante la triangulación de la posición de los satélites captados, y nos presentan los datos de Longitud, Latitud y Altitud calculados. Los receptores GPS pueden recibir, y habitualmente lo hacen, la señal de más de tres satélites

para calcular su posición. En principio, cuantas más señales recibe, más exacto es el cálculo de esta posición.

Teniendo en cuenta que la concepción inicial de este sistema era hacer un uso militar del mismo, debemos señalar que los receptores que podemos encontrar en el mercado son para uso civil, y que éstos quedan sujetos a una degradación de precisión que oscila de los 15 a los 100 metros RMS o 2DRMS en función de las circunstancias geoestratégicas del momento, según la interpretación del Departamento de Defensa de los EE.UU., que es quien gestiona y proporciona este servicio. Esta degradación queda regulada por el Programa de Disponibilidad Selectiva del Departamento de Defensa de los EE.UU. o SA (Selective Availability) y, como hemos indicado antes, introduce un error en la transmisión de la posición para los receptores de uso civil. Esto es, naturalmente, para mantener una ventaja estratégica durante las operaciones militares que lo requieran.

De todo esto se deduce que, habitualmente, los receptores GPS tienen un error nominal en el cálculo de la posición de aprox. 15m. RMS que puede aumentar hasta los 100 m. RMS cuando el Gobierno de los EE.UU. lo estime oportuno. Esto no es ningún problema, puesto que nuestra posición siempre mantiene un error de valor casi constante, y en cuanto a la orientación, no nos supone ninguna pérdida de fiabilidad, puesto que es un error de dimensiones muy reducidas que, incluso en las condiciones más extremas de falta de visibilidad, nunca excederá nuestro campo visual. Normalmente, cuando el error en la posición aumenta de los 15m., sólo lo hace de forma temporal, y responde a operaciones de tipo militar o estratégico que coinciden con nuestro uso del receptor.

Si la utilización que vamos a dar a nuestro receptor GPS requiere más precisión aún, como trabajos topográficos, levantamientos cartográficos, carreras de orientación, situación de balizas, etc., casi todas las firmas disponen de antenas opcionales con dispositivos DGPS para algunos de sus receptores que corrigen mediante cálculo diferencial este error, disminuyéndolo hasta un margen de 1 a 3 metros RMS.

1.8. CAD

CAD son las siglas de Computer Aided Design, en castellano, diseño asistido por ordenador, y de ahí, las menos conocidas siglas **DAO**. Se trata de una tecnología de software aplicada al diseño de geometrías, basada en las matemáticas y extensas bases de datos, y que dispone de múltiples herramientas o programas, para realizar el diseño de piezas y conjuntos (**3D**) y sus planos (**2D**). De esta manera se sustituyen las herramientas tradicionales del proyectista, mesas de dibujo, paralex, regla, escuadra, cartabón, lápices, gomas y compás, por computadores y otros dispositivos.

Como sus siglas indican, este software no deja de ser un asistente para el desarrollo de las tareas típicas del delineante o proyectista, con lo que a parte de requerirse un manejo del software, se requieren conocimientos específicos por parte de la persona, en la especialidad que desarrolla, pero básicamente, en dibujo técnico.

Las primeras herramientas de CAD, estaban basadas en geometrías que se generaban sobre el plano que conforman las direcciones **X** e **Y** del espacio, o sea las dos dimensiones (**2D**), que para entendernos, es la representación que puede hacer una persona escribiendo sobre un papel, y que han ido evolucionando posteriormente, a las tres dimensiones (**3D**), donde se ha añadido la dirección **Z**.

Del cambio de las herramientas tradicionales, al software **CAD**, se derivan una serie de ventajas:

Sustitución de enormes archivos de planos en papel (normal, cebolla, poliéster, etc), economizando en espacio y tiempo, ya que el soporte pasó a ser magnético. Al principio fueron cintas, pero han ido evolucionando hasta las actuales copias en discos duros de servidores.

Desarrollo de productos con mayor precisión y velocidad.

Actualmente el **CAD** se ha convertido en algo más que la plasmación de un proyecto o pieza en un papel, para pasar a ser una parte imprescindible de cualquier proceso de

industrialización de un producto. Existen multitud de procesos de fabricación que no podrían llevarse a cabo sin un archivo **CAD**, tales como el prototipado rápido, el **CAM**, el control dimensional, etc.

1.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. Una definición más sencilla es: “Un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre.

Un sistema de información geográfica es una herramienta de análisis de información. La información debe tener una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación.

Componentes de un SIG



Fig. 3 Componentes de un Sistema de Información Geográfico (SIG)

Todos los recursos tangibles donde opera el SIG. Hoy por hoy, programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o que trabajan en modo “desconectado”.

a) Programas (Software):

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica
- Un sistema de manejador de base de datos (DBMS).
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfaz gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

b) Datos:

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso, utilizar los manejadores de base de datos más comunes para usar la información geográfica.

c) Recurso Humano:

La tecnología del SIG está limitada si no se cuenta con el personal adecuado para operar, desarrollar y administrar el sistema, que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

d) Métodos:

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

Funciones de los componentes de un SIG

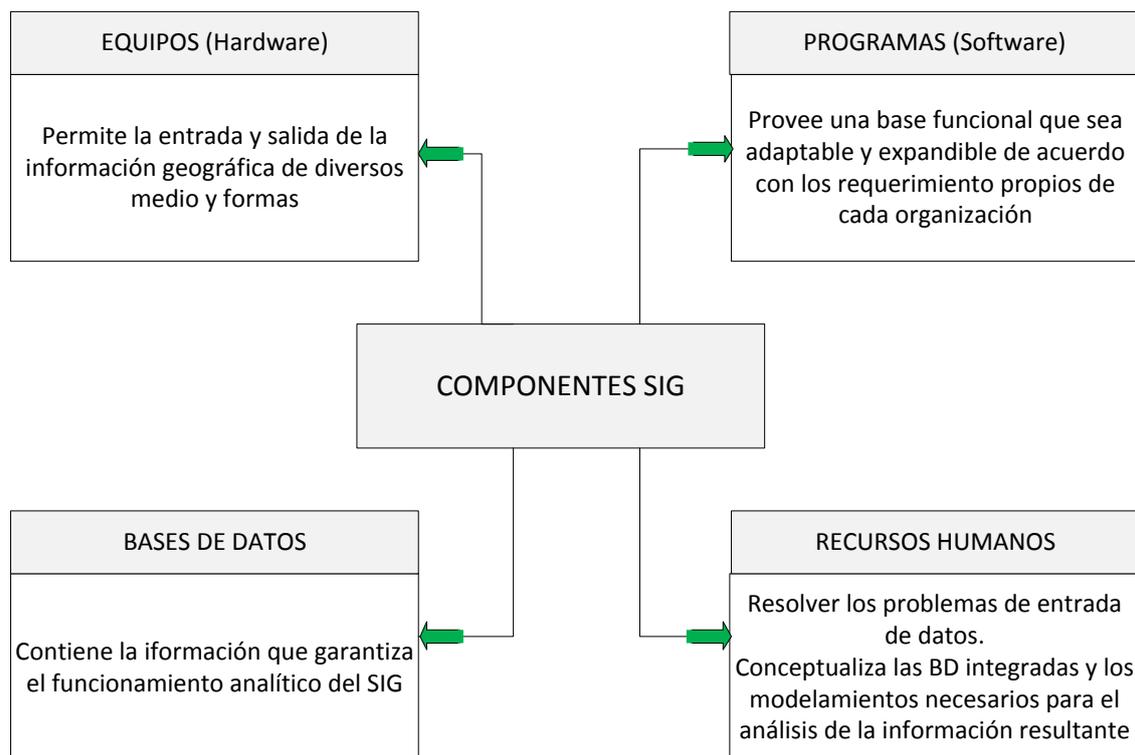


Fig. 4 Funciones de cada componente de un SIG.

Dentro de las funciones básicas de un sistema de información podemos describir la captura de la información, que se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, procesos aerofotogramétricos, entre otros.

La definición formal del concepto categoría o cobertura, queda determinado como una unidad básica de agrupación de varios mapas que comparten algunas características comunes en forma de temas relacionados con los objetos contenidos en los mapas. Sobre un mapa se definen objetos (tienen una dimensión y localización respecto de la superficie

de la tierra), estos poseen atributos, y estos últimos pueden ser de tipo gráfico o de tipo alfanumérico.

A un conjunto de mapas relacionados se le denomina entonces categoría, a un conjunto de categorías se les denomina un tema y al conjunto de temas dispuesto sobre una área específica de estudio se agrupa en forma de índices temáticos o geoíndice del proyecto SIG. Entonces la arquitectura jerárquica de un proyecto queda expuesta por el concepto de índice, categoría, objetos y atributos.

Las categorías definidas pueden ser los puntos de control, el modelo de formación y conservación catastral, la categoría transporte, las coberturas vegetales, la hidrología, el relieve y áreas en general.

1.10. CAD vs SIG

Los sistemas **CAD** se basan en la computación gráfica, que se concentra en la representación y el manejo de información visual (líneas y puntos). Los **SIG** requieren de un buen nivel de computación gráfica, pero un paquete exclusivo para manejo gráfico no es suficiente para ejecutar las tareas que requiere un **SIG** y no necesariamente un paquete gráfico constituye una buena base para desarrollar un **SIG**.

El manejo de la información espacial requiere una estructura diferente de la base de datos, mayor volumen de almacenamiento y tecnología de soporte lógico (software) que supere las capacidades funcionales gráficas ofrecidas por las soluciones **CAD**.

Los **SIG** y los **CAD** tienen mucho en común, dado que ambos manejan los contextos de referencia espacial y topología. Las diferencias consisten en el volumen y la diversidad de información, y la naturaleza especializada de los métodos de análisis presentes en un **SIG**. Estas diferencias pueden ser tan grandes, que un sistema eficiente para **CAD** puede no ser el apropiado para un **SIG** y viceversa.

1.11. SISTEMA DISTRIBUIDO

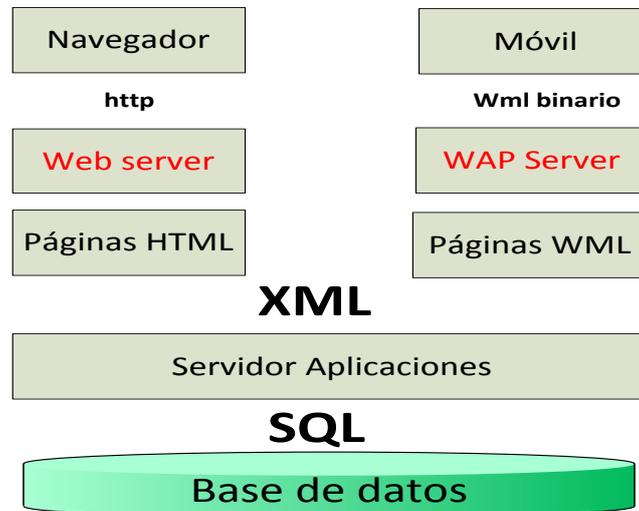


Fig. 5 Sistema distribuido

Son sistemas cuyos componentes hardware y software, que están en ordenadores conectados en red, se comunican y coordinan sus acciones mediante el paso de mensajes, para el logro de un objetivo. Se establece la comunicación mediante un protocolo prefijado por un esquema cliente-servidor".

Características:

Concurrencia.- Esta característica de los sistemas distribuidos permite que los recursos disponibles en la red puedan ser utilizados simultáneamente por los usuarios y/o agentes que interactúan en la red.

Carencia de reloj global.- Las coordinaciones para la transferencia de mensajes entre los diferentes componentes para la realización de una tarea, no tienen una temporización general, esta más bien distribuida a los componentes.

Fallos independientes de los componentes.- Cada componente del sistema puede fallar independientemente, con lo cual los demás pueden continuar ejecutando sus acciones. Esto

permite el logro de las tareas con mayor efectividad, pues el sistema en su conjunto continua trabajando.

Evolución:

Procesamiento central (Host).- Uno de los primeros modelos de ordenadores interconectados, llamados centralizados, donde todo el procesamiento de la organización se llevaba a cabo en una sola computadora, normalmente un Mainframe, y los usuarios empleaban sencillos ordenadores personales.

Problemas del modelo:

Cuando la carga de procesamiento aumentaba se tenía que cambiar el hardware del Mainframe, lo cual es más costoso que añadir más computadores personales clientes o servidores que aumenten las capacidades.

El otro problema que surgió son las modernas interfaces gráficas de usuario, las cuales podían conllevar a un gran aumento de tráfico en los medios de comunicación y por consiguiente podían colapsar.

Grupo de Servidores.- Otro modelo que entró a competir con el anterior, también un tanto centralizado, son un grupo de ordenadores actuando como servidores, normalmente de archivos o de impresión, poco inteligentes para un número de Minicomputadores que hacen el procesamiento conectados a una red de área local.

Los problemas de este modelo son:

Podría generarse una saturación de los medios de comunicación entre los servidores poco inteligentes y los minicomputadores, por ejemplo cuando se solicitan archivos grandes por varios clientes a la vez, podían disminuir en gran medida la velocidad de transmisión de información.

La Computación Cliente Servidor.- Este modelo, que predomina en la actualidad, permite descentralizar el procesamiento y recursos, sobre todo, de cada uno de los servicios y de la visualización de la Interfaz Gráfica de Usuario. Esto hace que ciertos servidores estén dedicados solo a una aplicación determinada y por lo tanto ejecutarla en forma eficiente.

1.12. CLIENTE SERVIDOR

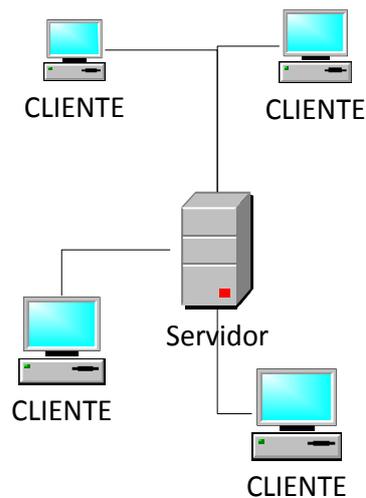


Fig. 6 Cliente-Servidor

Sistema donde el cliente es una máquina que solicita un determinado servicio y se denomina servidor a la máquina que lo proporciona. Los servicios pueden ser:

- Ejecución de un determinado programa.
- Acceso a un determinado banco de información.
- Acceso a un dispositivo de hardware.

Es un elemento primordial, la presencia de un medio físico de comunicación entre las máquinas, y dependerá de la naturaleza de este medio la viabilidad del sistema.

Categorías de Servidores:

A continuación se presenta una lista de los servidores más comunes:

Servidores de archivos.- Proporciona archivos para clientes. Si los archivos no fueran tan grandes y los usuarios que comparten esos archivos no fueran muchos, esto sería una gran opción de almacenamiento y procesamiento de archivos. El cliente solicita los archivos y el servidor los ubica y se los envía.

Servidores de Base de Datos.- Son los que almacenan gran cantidad de datos estructurados, se diferencian de los de archivos pues la información que se envía está ya resumida en la base de datos. Ejemplo: El Cliente hace una consulta, el servidor recibe esa consulta (SQL) y extrae solo la información pertinente y envía esa respuesta al cliente.

Servidores de Software de Grupo.- El software de grupo es aquel, que permite organizar el trabajo de un grupo. El servidor gestiona los datos que dan soporte a estas tareas. Por ejemplo: almacenar las listas de correo electrónico. El Cliente puede indicarle, que se ha terminado una tarea y el servidor se lo envía al resto del grupo.

Servidores WEB.- Son los que guardan y proporcionan Páginas HTML. El cliente desde un browser o link hace un llamado de la página y el servidor recibe el mensaje y envía la página correspondiente.

Servidores de correo.- Gestiona el envío y recepción de correo de un grupo de usuarios (el servidor no necesita ser muy potente). El servidor solo debe utilizar un protocolo de correo.

Servidor de objetos.- Permite almacenar objetos que pueden ser activados a distancia. Los clientes pueden ser capaces de activar los objetos que se encuentran en el servidor.

Servidores de impresión.- Gestionan las solicitudes de impresión de los clientes. El cliente envía la solicitud de impresión, el servidor recibe la solicitud y la ubica en la cola de impresión, ordena a la impresora que lleve a cabo las operaciones y luego avisa a la computadora cliente que ya acabo su respectiva impresión.

Servidores de aplicación.- Se dedica a una única aplicación. Es básicamente una aplicación a la que pueden acceder los clientes.

Componentes de Software:

Se distinguen tres componentes básicos de software:

Presentación.- Tiene que ver con la presentación al usuario de un conjunto de objetos visuales y llevar a cabo el procesamiento de los datos producidos por el mismo y los devueltos por el servidor.

Lógica de aplicación.- Esta capa es la responsable del procesamiento de la información que tiene lugar en la aplicación.

Base de datos.- Esta compuesta de los archivos que contienen los datos de la aplicación.

Las arquitecturas cliente-servidor más populares son:

Arquitectura Cliente-Servidor de Dos Capas: Consiste en una capa de presentación y lógica de la aplicación; y la otra de la base de datos. Normalmente esta arquitectura se utiliza en las siguientes situaciones:

Cuando se requiera poco procesamiento de datos en la organización.

Cuando se tiene una base de datos centralizada en un solo servidor.

Cuando la base de datos es relativamente estática.

Cuando se requiere un mantenimiento mínimo.

Arquitectura Cliente-Servidor de Tres Capas: Consiste en una capa de la Presentación, otra capa de la lógica de la aplicación y otra capa de la base de datos. Normalmente esta arquitectura se utiliza en las siguientes situaciones:

Cuando se requiera mucho procesamiento de datos en la aplicación.

En aplicaciones donde la funcionalidad este en constante cambio.

Cuando los procesos no están relativamente muy relacionados con los datos.

Cuando se requiera aislar la tecnología de la base de datos para que sea fácil de cambiar.

Cuando se requiera separar el código del cliente para que se facilite el mantenimiento.

Esta muy adecuada para utilizarla con la tecnología orientada a objetos.

1.13. SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS (SGBD)

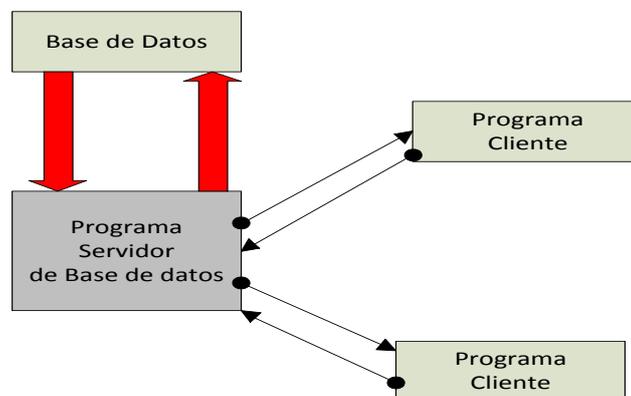


Fig. 7 Esquema cliente-servidor en una base de datos

Un **Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) o DBMA (DataBase Management System)** es una colección de programas cuyo objetivo es servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones. Se compone de un lenguaje de definición de datos, de un lenguaje de manipulación de datos y de un lenguaje de consulta. Un SGBD permiten definir los datos a distintos niveles de abstracción y manipular dichos datos, garantizando la seguridad e integridad de los mismos.

Algunos ejemplos de **SGBD** son Oracle, DB2, PostgreSQL, MySQL, MS SQL Server, etc.

Un **SGBD** debe permitir:

- Definir una base de datos: especificar tipos, estructuras y restricciones de datos.

- Construir la base de datos: guardar los datos en algún medio controlado por el mismo SGBD
- Manipular la base de datos: realizar consultas, actualizarla, generar informes.
- Las características de un Sistema Gestor de Base de Datos SGBD son:
- Abstracción de la información. Los SGBD ahorran a los usuarios detalles acerca del almacenamiento físico de los datos. Da lo mismo si una base de datos ocupa uno o cientos de archivos, este hecho se hace transparente al usuario. Así, se definen varios niveles de abstracción.
- Independencia. La independencia de los datos consiste en la capacidad de modificar el esquema (físico o lógico) de una base de datos sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que se sirven de ella.
- Redundancia mínima. Un buen diseño de una base de datos logrará evitar la aparición de información repetida o redundante. De entrada, lo ideal es lograr una redundancia nula; no obstante, en algunos casos la complejidad de los cálculos hace necesaria la aparición de redundancias.
- Consistencia. En aquellos casos en los que no se ha logrado esta redundancia nula, será necesario vigilar que aquella información que aparece repetida se actualice de forma coherente, es decir, que todos los datos repetidos se actualicen de forma simultánea.
- Seguridad. La información almacenada en una base de datos puede llegar a tener un gran valor. Los SGBD deben garantizar que esta información se encuentra securizada frente a usuarios malintencionados, que intenten leer información privilegiada; frente a ataques que deseen manipular o destruir la información; o simplemente ante las torpezas de algún usuario autorizado pero despistado. Normalmente, los SGBD disponen de un complejo sistema de permisos a usuarios y grupos de usuarios, que permiten otorgar diversas categorías de permisos.
- Integridad. Se trata de adoptar las medidas necesarias para garantizar la validez de los datos almacenados. Es decir, se trata de proteger los datos ante fallos de hardware, datos introducidos por usuarios descuidados, o cualquier otra circunstancia capaz de corromper la información almacenada.

- Respaldo y recuperación. Los SGBD deben proporcionar una forma eficiente de realizar copias de respaldo de la información almacenada en ellos, y de restaurar a partir de estas copias los datos que se hayan podido perder.
- Control de la concurrencia. En la mayoría de entornos (excepto quizás el doméstico), lo más habitual es que sean muchas las personas que acceden a una base de datos, bien para recuperar información, bien para almacenarla. Y es también frecuente que dichos accesos se realicen de forma simultánea. Así pues, un SGBD debe controlar este acceso concurrente a la información, que podría derivar en inconsistencias.

2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Hardware – Software

Un sistema de Información geográfica tiene entre sus componentes principales, Software y Hardware.

Software es el equipamiento lógico e intangible de un ordenador. En otras palabras, el concepto de software abarca a todas las aplicaciones informáticas, como los procesadores de textos, las planillas de cálculo y los editores de imágenes.

Hardware son todos los componentes físicos que lo conforman. En otras palabras, es todo aquello que se puede tocar: el monitor, el teclado, el ratón (mouse), la impresora, los cables, conexiones, etc.

2.1. DESCRIPCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE DISPONIBLE

Hardware: La I. Municipalidad cuenta con una red de datos, con un servidor y varias computadoras en diferentes departamentos, además de computadores portátiles dependiendo de las necesidades de cada usuario.

Software: Se tiene un sistema para manejo de catastro, que fue, entregado por el Gobierno Nacional a las Municipalidades Rurales para manejo entre otras cosas de:

- Solicitudes de instalaciones nuevas de Agua Potable
- Facturación y recaudación
- Reclamos y control de daños
- Censos de Agua Potable

A continuación detallaremos las características de los equipos con los que cuenta la I. Municipalidad para el desarrollo de nuestro sistema de información geográfica:

| | SERVIDOR | ESTACIONES DE TRABAJO |
|-----------------|---|----------------------------------|
| HARDWARE | 1024Mb de RAM | 512Mb de RAM |
| | 80 Gb de capacidad en disco | 40 Gb de capacidad en disco |
| | Monitor SVGA de 17 pulgadas | Monitor SVGA de 14 pulgadas |
| | Procesador PENTIUM IV de 3.2 Ghz | Procesador PENTIUM IV de 3.2 Ghz |
| | Disco Duro de 80 Gb | Disco Duro de 80 Gb |
| | 1 Gb de memoria en video | 1 Gb de memoria en video |
| | Unidad de CD ROM | Unidad de CD ROM |
| | Unidad de DVD ROM | |
| SOFTWARE | Sistema Operativo Windows | Microsoft Windows XP |
| | Base de Datos Oracle | CAD |
| | Manejadores de ODBC para acceso a la Base de Datos ORACLE | Office 2003 |
| | SOFTWARE GOBIERNO SECCIONAL | |

Tabla 1: Características de Equipos

2.2. INSTALACIÓN DE SOFTWARE

Para la instalación del software, tuvimos que analizar los diferentes programas a utilizar verificando su funcionamiento, compatibilidad con nuestro sistema operativo, y luego de haber realizado esta evaluación procedimos a la instalación del software.

Para mejor comprensión contaremos con algunas definiciones del software a utilizar:

a) Servidor de Base de Datos

Para la comunicación con Oracle se procedió a crear un usuario para lo cual contamos con la ayuda oportuna del departamento de Informática.

b) Estación de Trabajo

Para la estación de trabajo utilizaremos en siguiente software:

- **Sistema Operativo**

Windows XP, es la plataforma sobre la cual trabajaremos, ya que esta versión es compatible con el resto de software que utilizaremos.

- **Creación de ODBC**

Se debe realizar la creación del ODBC para que exista comunicación entre cliente/servidor. Para realizar este procedimiento se siguieron los pasos que a continuación se detallan.

- Se escoge la opción *agregar* en el administrador de orígenes de datos ODBC dentro del Panel de Control, seleccionando el controlador ODBC Driver para Oracle.
- Ingresamos el nombre del origen de datos, la descripción, sistema y el identificador del usuario dentro de los datos generales.

- **AutoCad**

Los instaladores de este software vienen en CD, ejecutados mediante el archivo en .exe.

- **ArcGIS 9.2**

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como smartphones y equipos de escritorio.

Si hace tiempo que utiliza ArcGIS, es posible que piense en el producto como una serie de programas de software y herramientas que le permiten realizar trabajo SIG profesional. Como la tecnología va evolucionando, le invitamos a ampliar la visión del funcionamiento del mundo con información geográfica tomando como base el sistema ArcGIS. El sistema ArcGIS hace posible que información geográfica autorizada creada por la comunidad SIG pueda ser aprovechada fácilmente y de forma gratuita por cualquier persona que lo desee (y con quien a su vez desee compartirla). Este sistema incluye software, una infraestructura on-line basada en la nube, herramientas profesionales, recursos configurables como plantillas de aplicación, mapas base listos para utilizar y contenido propio compartido por la comunidad de usuarios. La compatibilidad con las plataformas de servidor y de la nube posibilitan la colaboración y el uso compartido, lo que garantiza que la información vital para la planificación y la toma de decisiones está disponible de inmediato para cualquiera.

ArcGIS es una infraestructura para crear mapas:

El ArcGIS es una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella. Por ejemplo, trabajadores con dispositivos móviles pueden estar actualizando mediciones en tiempo real sobre el terreno, mientras que los especialistas analizan esta misma información en sus equipos de escritorio y los planificadores realizan evaluaciones de impacto sobre los resultados de este análisis utilizando aplicaciones basadas en la Web. Por último, los mapas y datos resultantes del proyecto pueden publicarse en Internet para que cualquier persona pueda acceder a ellos desde un navegador y aplicaciones en smartphones y dispositivos tablet. Esto permite no sólo ver los resultados del proyecto, sino también combinar la información con otros datos disponibles y así crear mapas adicionales que emplean la información geográfica de nuevas formas.



Fig. 8 Componentes del ARCGIS¹

¹ Componentes del ARCGIS. ArcGIS Resources. ESRI, 1995-2012

Ver cómo se usa un SIG en diferentes comunidades de usuarios:

Personas de miles de organizaciones de muchos sectores diferentes emplean ArcGIS en una variedad de aplicaciones, entre las que se incluyen de planificación y análisis, administración de activos, comprensión del funcionamiento de las operaciones, operaciones de campo como inspección móvil e implementación de respuestas, investigación de mercado, administración de recursos, logística, educación y divulgación. En general, las personas utilizan ArcGIS porque les permite:

- Resolver problemas
 - Tomar mejores decisiones
 - Planificar adecuadamente
 - Utilizar los recursos más eficientemente
 - Anticipar y administrar los cambios
 - Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
 - Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
 - Aumentar la comprensión y los conocimientos
 - Comunicar de forma más efectiva
 - Educar y motivar a otros
-
- **Lenguajes de Programación .NET**

La plataforma .NET de Microsoft está diseñada para que se puedan desarrollar componentes software utilizando casi cualquier lenguaje de programación, de forma que lo que escribamos en un lenguaje pueda utilizarse desde cualquier otro de la manera más transparente posible (utilizando servicios web como middleware). Esto es, en vez de estar

limitados a un único lenguaje de programación, permitimos cualquier lenguaje de programación, siempre y cuando se adhiera a unas normas comunes establecidas para la plataforma .NET en su conjunto. De hecho, existen compiladores de múltiples lenguajes para la plataforma .NET: Visual Basic .NET, C#, Managed C++, Oberon, Component Pascal, Eiffel, Smalltalk, Cobol, Fortran, Scheme, Mercury, Mondrian/Haskell, Perl, Python, SML.NET...

La plataforma .NET apuesta por un futuro en el que las aplicaciones se ejecutan de manera distribuida en Internet. Así, una aplicación se ejecuta en un solo servidor y no existen múltiples copias de la misma. Además, una misma aplicación puede "adornarse" con distintas interfaces para que, desde diferentes dispositivos (teléfonos móviles, PDAs, portátiles, etc.) pueda accederse a la misma. La plataforma .NET no es más que un conjunto de tecnologías para desarrollar y utilizar componentes que nos permitan crear formularios web, servicios web y aplicaciones Windows.

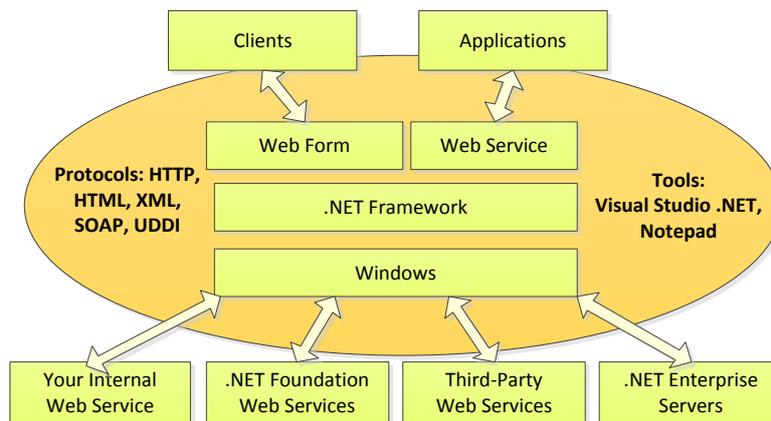


Fig. 9 Plataforma NET

Para crear aplicaciones para la plataforma .NET, tanto servicios Web como aplicaciones tradicionales (aplicaciones de consola, aplicaciones de ventanas, servicios de Windows NT, etc.), Microsoft ha publicado el denominado kit de desarrollo de software conocido como **.NET Framework**. Contiene el CLR (Common Language Runtime), el .NET Framework Clases y características avanzadas como ADO.NET (para acceso a bases de datos), ASP.NET (para generar páginas activas) y WinForms (para construir aplicaciones Windows).

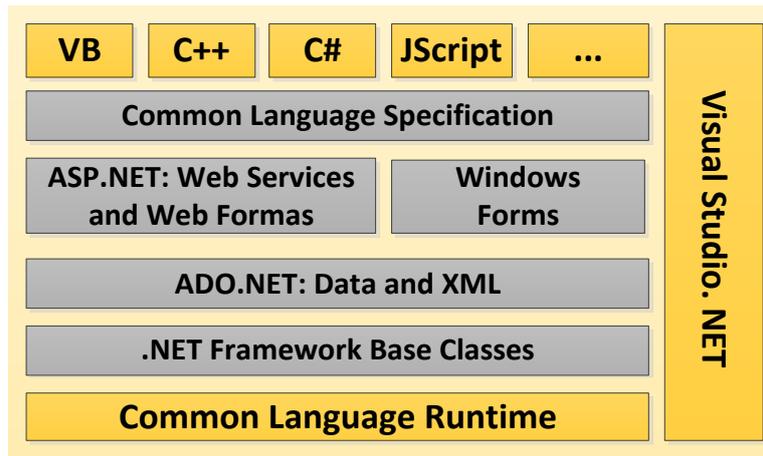


Fig. 10 .NET Framework

El Common Language Runtime (CLR) es el núcleo de la plataforma .NET ya que es el encargado de gestionar la ejecución de código compilado para la plataforma .NET. Puede asimilarse a la máquina virtual de Java.

Las dos principales características del CLR son:

Ejecución multiplataforma: El CLR actúa como una máquina virtual, encargándose de ejecutar las aplicaciones diseñadas para la plataforma .NET. Su especificación está abierta, por lo que cualquier plataforma para la que exista una versión del CLR podrá ejecutar cualquier aplicación .NET. Microsoft ha desarrollado versiones del CLR para la mayoría de las versiones de Windows. Por otro lado Microsoft ha firmado un acuerdo con Corel para portar el CLR a Linux y también hay terceros que están desarrollando de manera independiente versiones de libre distribución del CLR para Linux. Asimismo, dado que la arquitectura del CLR está totalmente abierta, es posible que en el futuro se diseñen versiones del mismo para otros sistemas operativos.

Integración de lenguajes: Desde cualquier lenguaje para el que exista un compilador que genere código para la plataforma .NET es posible utilizar código generado para la misma usando cualquier otro lenguaje tal y como si de código escrito usando el primero se tratase.

Otras características destacables son:

Modelo de programación consistente: A todos los servicios y facilidades ofrecidos por el CLR se accede de la misma forma: a través de un modelo de programación orientado a objetos.

Eliminación del "infierno de las DLLs": En la plataforma .NET desaparece el problema conocido como "infierno de las DLLs" que se da en los sistemas operativos actuales de la familia Windows ya que en la plataforma .NET las versiones nuevas de las DLLs pueden coexistir con las viejas.

Gestión de memoria: El CLR incluye un **recolector de basura** que evita que el programador tenga que tener en cuenta cuándo ha de destruir los objetos que dejen de serle útiles.

Este recolector es una aplicación que se activa cuando se quiere crear algún objeto nuevo y se detecta que no queda memoria libre para hacerlo. Entonces el recolector recorre la memoria dinámica asociada a la aplicación, detecta qué objetos hay en ella que no puedan ser accedidos por el código de la aplicación, y los elimina para limpiar la memoria de "objetos basura" y permitir la creación de otros nuevos. Gracias a este recolector se evitan errores de programación muy comunes como intentos de borrado de objetos ya borrados, agotamiento de memoria por olvido de eliminación de objetos inútiles o solicitud de acceso a miembros de objetos ya destruidos.

Seguridad de tipos: El CLR facilita la detección de errores de programación difíciles de localizar comprobando que toda conversión de tipos que se realice durante la ejecución de una aplicación .NET se haga de modo que los tipos origen y destino sean compatibles.

Aislamiento de procesos: El CLR asegura que desde código perteneciente a un determinado proceso no se pueda acceder a código o datos pertenecientes a otro, ni se permite acceder a posiciones arbitrarias de memoria.

Tratamiento de excepciones: En el CLR todo los errores que se puedan producir durante la ejecución de una aplicación se propagan de igual manera: mediante excepciones.

Soporte multihilo: El CLR es capaz de trabajar con aplicaciones divididas en múltiples hilos de ejecución que pueden ir evolucionando por separado en paralelo o intercalándose, según el número de procesadores de la máquina sobre la que se ejecuten. Las aplicaciones pueden lanzar nuevos hilos, destruirlos, suspenderlos por un tiempo o hasta que les llegue una notificación, enviarles notificaciones, sincronizarlos, etc.

Distribución transparente: El CLR ofrece la infraestructura necesaria para crear objetos remotos y acceder a ellos de manera completamente transparente a su localización real, tal y como si se encontrasen en la máquina que los utiliza.

Seguridad avanzada: El CLR proporciona mecanismos para restringir la ejecución de ciertos códigos o los permisos asignados a los mismos según su procedencia o el usuario que los ejecute.

Como se puede deducir de las características comentadas, el CLR lo que hace es gestionar la ejecución de las aplicaciones diseñadas para la plataforma .NET. Por esta razón, al código de estas aplicaciones se le suele llamar **código gestionado**, y al código no escrito para ser ejecutado directamente en la plataforma .NET se le suele llamar código no gestionado.

Assemblies

Constituyen la unidad lógica de despliegue en la plataforma .NET. Un assembly incluye metadatos acerca de los componentes incluidos en el assembly (versiones, tipos, dependencias...), metadatos acerca de los tipos incluidos (propiedades, atributos, métodos, firmas, clases base...), el código intermedio MSIL (Microsoft Intermediate Language, similar a los bytecodes de Java) y los recursos adicionales que sean necesarios (imágenes, textos...). En definitiva, viene a ser algo parecido a los ficheros JAR (Java archives) de Java.

En la plataforma .NET, una aplicación está formada por uno o varios assemblies. Al poder coexistir distintas versiones de un assembly, se eliminan muchos de los problemas que

caracterizan a las aplicaciones típicas de Windows, facilitando el despliegue, actualización y eliminación de aplicaciones. De hecho, una aplicación concreta podría utilizar simultáneamente varias versiones de un assembly.

ADO.NET

Similar a ADO, proporciona acceso a datos de forma independiente al lenguaje de programación que utilizemos. Los datos se pueden ver y procesar de forma relacional (tablas) o jerárquica (XML).

Desarrollo de aplicaciones

Formularios Windows: Los formularios Windows están contruidos sobre la base de la plataforma .NET y permiten construir complejas aplicaciones Windows en un entorno de desarrollo visual de aplicaciones (RAD: Rapid Application Development), tal como hasta ahora se venía haciendo con lenguajes del estilo de Visual Basic o Delphi.

Formularios web: Los formularios web, que se construyen con ASP.NET, constituyen la evolución natural y lógica de ASP. Siguiendo el mismo estilo que su antecesor (editar una página y listo), ASP.NET permite utilizar controles complejos, facilita la gestión de sesiones, permite separar la interfaz de la lógica interna, elimina la distinción entre ASP e ISAPI y nos permite emplear cualquier lenguaje de programación que esté soportado por la plataforma .NET.

Soporte para múltiples lenguajes

Para permitir el desarrollo de componentes utilizando múltiples lenguajes de programación, la plataforma .NET establece un sistema de tipos común (CTS: Common Type System) y una especificación que permite que puedan interactuar fragmentos de código escritos en distintos lenguajes (CLS: Common Language Specification).

La plataforma .NET permite utilizar una amplia gama de lenguajes de programación, como es el caso de

C#: Un nuevo lenguaje creado para la plataforma .NET. Se puede considerar una versión "segura" de C++ y viene a ser un híbrido entre Java (de Sun) y Delphi (de Borland). Es un lenguaje de programación orientado a objetos que pretende facilitar el desarrollo de componentes software robustos y duraderos que preserven la inversión realizada en su desarrollo (en palabras de Microsoft).

Visual Basic .NET: Moderniza y simplifica el lenguaje de programación Visual Basic, con algunas novedades sintácticas, herencia simple, tratamiento de hebras y manejo de excepciones.

Ejecución de código

Para que un lenguaje de programación sea soportado por la plataforma .NET, ha de existir un compilador que traduzca de este lenguaje a MSIL ("managed code"). A la hora de ejecutar el código intermedio, éste es siempre compilado a código nativo.

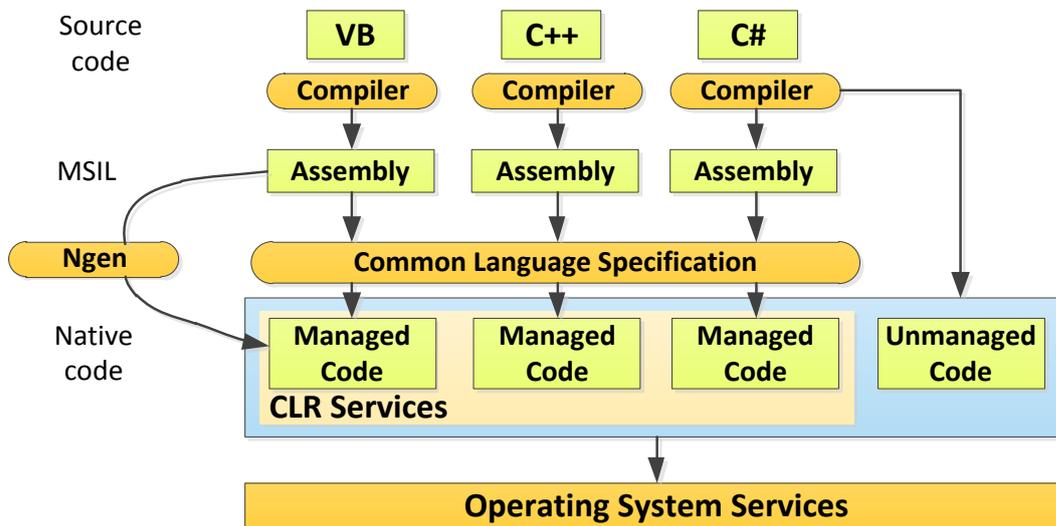


Fig. 11 Compilador de lenguaje

3. DISEÑO DE AGUA POTABLE

En esta parte del proyecto se establecerá la estructura que comprende la Red de Agua Potable del cantón Paute.

3.2. ANTECEDENTES



Fig. 12 Sistema de Agua Potable²

El sistema de Agua Potable se encuentra establecido de la siguiente manera:

CAPTACIÓN: Ubicada en la quebrada de Chorro Blanco, en la cota 2794 msnm aproximadamente a 10 km al Norte de la Ciudad, es de tipo convencional para ríos de

² Sistema de Agua Potable. Emagister, 1999-2000

montaña, construida en el año de 1977. La captación consta de: azud, rejilla lateral, desarenador, vertedero rectangular de excesos, vertedero triangular para medir el caudal de ingreso a las conducciones y cajón de carga. El caudal bruto de captación es de 31 lt/seg. El caudal enviado a la conducción es de 30 lt/seg.

CONDUCCIÓN: Dispone de dos líneas que conducen el agua a gravedad mediante tuberías de AC y PVC, con diámetros de 75, 100 y 150mm en AC y 63, 90, 110 y 160mm en PVC. En el trayecto existen cuatro tanques rompedores en cada una de las conducciones. Las dos conducciones están dotadas con 38 válvulas de aire, las válvulas de purga o desfogue son de hierro fundido, protegidas con cajas de hormigón con tapas del mismo material, 6 válvulas en la conducción antigua y 3 en la nueva.

La capacidad hidráulica de la tubería, luego del primer tanque rompe presiones es de 24 lt/seg, lo que significa que en este componente se produce un rebosamiento o pérdida de 6 lt/seg.

TRATAMIENTO: La planta está ubicada en la cota 2269 msnm al lado Este de la Ciudad, a una distancia aproximada de 2 km. Está conformada por una estructura de llegada, dosificación de químicos, dos filtros rápidos ascendentes, dos filtros lentos convencionales y desinfección.

RESERVA: Está constituida por dos tanques rectangulares adosados, de un total de 300 m³ de capacidad, ubicados al norte de la Ciudad en la cota 2240msnm; un tanque circular tipo IEOS de 200 m³ de capacidad ubicada junto a la planta de tratamiento en la cota 2255 msnm construida en el año 1994 y además de una nueva reserva de 500 m³, junto a la planta de tratamiento en una cota de 2241msnm que cubre la demanda de la zona baja del Cantón.

RED DE DISTRIBUCIÓN: Se encuentra conformada por tuberías de asbesto cemento, en una longitud de 980 m. Por sus características físicas químicas y mecánicas, ofrecen un comportamiento diferente a la tubería de PVC, constituyéndose en puntos frágiles y de conflicto. Se localizan especialmente en la parte central, con diámetros que varían entre 75,

100 y 150mm. La red está constituida en su mayor parte por tuberías de PVC, con diámetros de 50, 63, 90 y 110mm en una longitud de 17.300 m.

3.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

3.3.1. Recolección de información

Luego de establecer las necesidades de los departamentos, se analizó detenidamente la información para establecer las entidades gráficas y de datos que se crearán para este sistema.

3.3.2. Recolección de información gráfica

La recolección de la información gráfica se obtuvo de diferentes fuentes provenientes de los departamentos del área de agua potable de la Ilustre Municipalidad, entre ellas tenemos:

- Mapas y dibujos en papel (analógicos) y formatos PDF.
- Información geográfica proveniente de otras fuentes.

Los mapas geográficos son representaciones planas de la superficie terrestre en dos dimensiones: largo y ancho. El mapa geográfico representa toda la superficie terrestre (Planisferio) así como una parte de ella (plano cantón Cuenca)

Información geográfica referente a los servicios de Agua Potable y su sectorización, se encuentra manejada en formato .DWG, además de la cartografía del cantón Paute en escala 1:50.000, que no se encuentra geo referenciada.

3.4. ENTIDADES GRÁFICAS

Para la representación de la red de Agua Potable creamos las siguientes entidades gráficas:

- Tubería: Entidad lineal comprendida entre dos elementos gráficos que representan, por lo general, válvulas ubicadas en las esquinas o los conocidos tapones.
- Tapones: Entidad gráfica tipo punto, indica el final de un tramo de red.
- Válvulas: Entidad gráfica tipo punto, representa a un dispositivo de control de la red que regula, cierra y abre el servicio de agua a diferentes sectores de la ciudad.
- Hidrantes: Entidad gráfica tipo punto, generalmente va unido a una válvula de pie.
- Conectores: Entidades gráficas tipo punto, se encuentran almacenadas en librerías y comprenden elementos como: Tees, Uniones, Codos, collarines, etc.

| SIMBOLO | NOMBRE SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------|---------------------|---------------------------------------|
| | 100_val_aislamiento | Válvula de control (aislamiento) |
| | 100_val_air | Válvula de aire |
| | 100_val_op | Válvula de operación o seccionamiento |
| | 100_val_rom_pre | Válvula rompedora de presión |
| | 100_Hid | Hidrante |
| | 100_val_pur | Válvula de purga |
| | 100_tap | Tapón |
| | 100_red | Reductor |
| | 100_uni | Unión |
| | 100_est_bom | Estación de bombeo |
| | 100_trp | Tanque rompe presión |
| | 100_tan_res | Tanque de reserva |
| | 100_pla_tra | Planta de tratamiento |
| | 100_cap | Captacion |

Fig. 13 Simbología de Agua Potable

4. METODOLOGIA

Un diseño de los SIG que se debe desarrollar bajo un marco metodológico. El objetivo principal es conseguir un desarrollo de calidad que se base en la realización de controles de calidad, definiendo de especificaciones de metadatos, realizar un buen análisis de modelado, diseño lógico, planificación y construcción de la BD, y definición de especificaciones de integración, implantación y mantenimiento.

4.1. PROCEDIMIENTO

En el caso de la metodología del este proyecto tenemos los siguientes procesos:

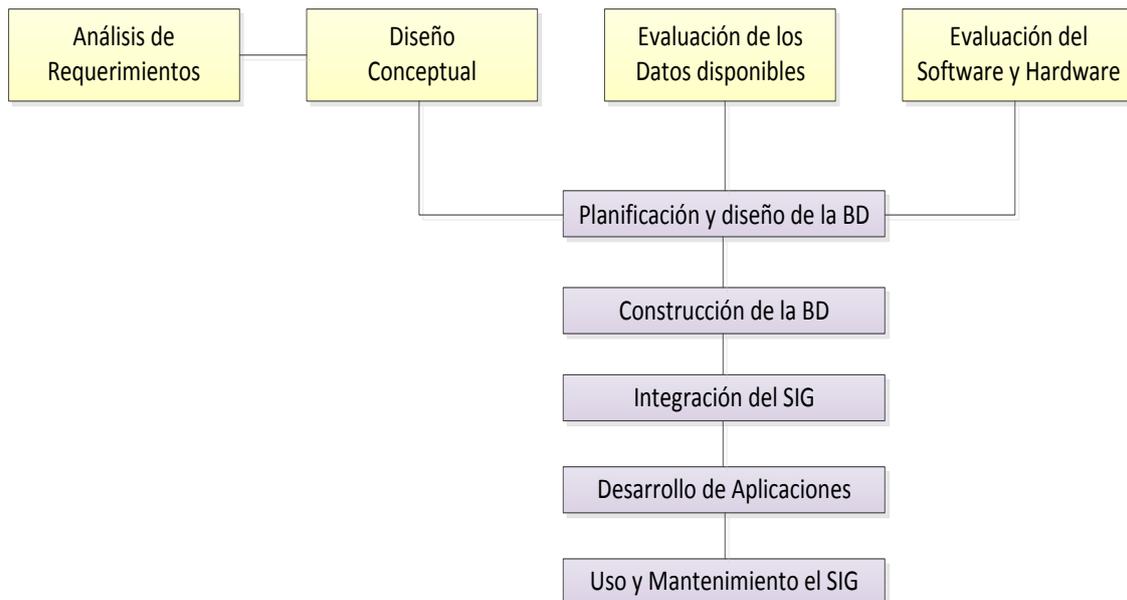


Fig. 14 Procesos de la metodología

Análisis de requisitos

Es recomendable realizar una abstracción sobre la manera que se producen los fenómenos en los que se centra en el desarrollo de la aplicación. Es necesario registrar las funcionalidades esperadas y analizar los datos, tanto espaciales como no espaciales, necesarios para modelar dichos fenómenos y desarrollar la aplicación.

La información obtenida durante esta fase es fundamental para el desarrollo eficiente de un SIG. En ella se delimitan dos conjuntos muy importantes de información:

Las funcionalidades y objetivos a cubrir por el SIG

En el caso de las funcionalidades tenemos:

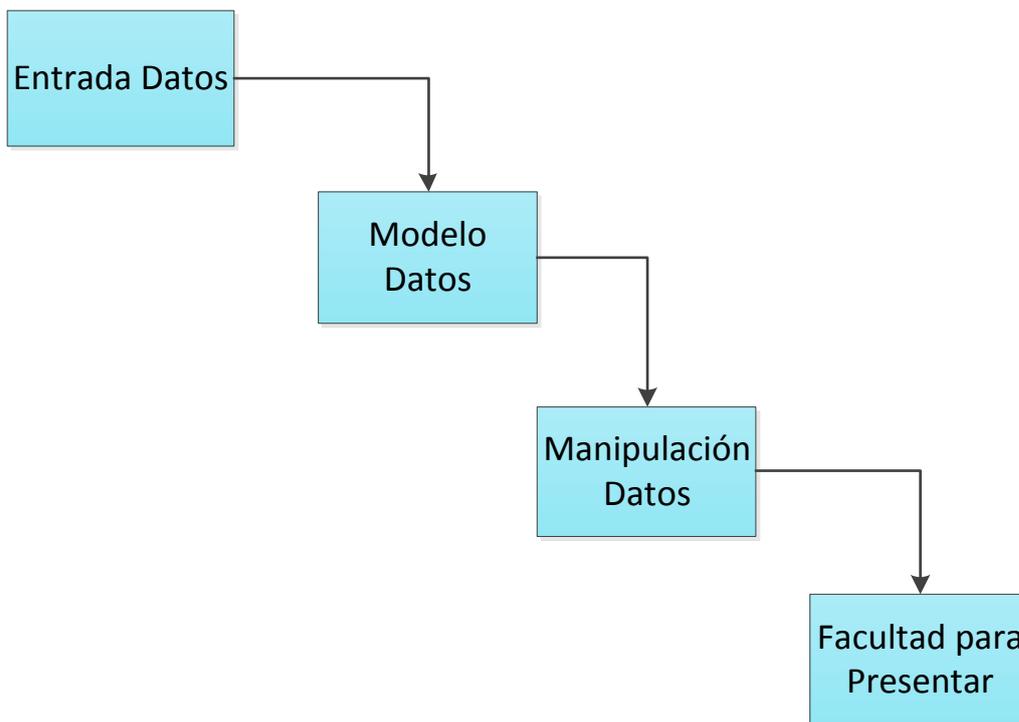


Fig. 15 Funcionalidades de un SIG

En el caso de los objetivos a cubrir, la base es la implementación de un GIS con todos sus pasos.

Los datos necesarios para cubrir los citados aspectos funcionales.

La información de la red de agua se encontraba en formato de AutoCAD pero el ingreso de datos debe realizarse mediante toma en campo con GPS, obteniendo la georeferenciación de la información.

El GIS de agua potable estará implementado en varias capas entre las cuales tenemos: cartografía, tubería, válvulas, plantas, tanques, etc. Para cada una de las entidades se identificara la geometría y topografía

La información digital permitirá obtener relación entre los objetos, ubicación de un objeto con respecto a otro, distancia entre objetos.

El sistema GIS debe presentar toda la información visual es decir mapas.

Con esto se puede obtener una visión profunda de las situaciones a controlar. Esto es vital para crear un modelo de conceptual y para el diseño posterior del diseño de la base de datos.

Modelo conceptual de datos

Es necesario, identificar y definir un modelo de entidades que de soporte a los fenómenos y a las interrelaciones que se generan. Con ellas, se realiza un modelo conceptual. Lo más habitual es fijar un modelo de datos entidad- relación extendida destinada al soporte de las peculiaridades de los sistemas de información geográfica. Con ello se obtiene:

Un modelo E/R extendido a datos espaciales de la porción de la realidad que interesa.

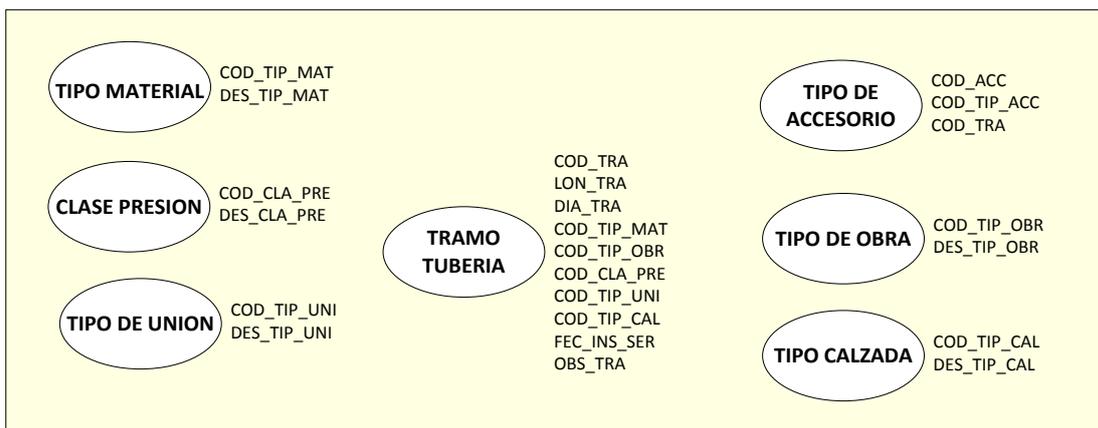


Fig. 16 Modelo E/R de datos espaciales

- Listas estructuradas con los atributos de cada entidad

Está emplazada en el diccionario de datos (capítulo 5).

Definición de metadatos

Los metadatos por definición son el componente de los datos, que incluye la descripción de las fuentes materiales a partir de las que derivan los datos mismos. Resulta necesario definir la estructura de metadatos que va a exigirse para que podamos trazar un mapa de datos completo.

Es conveniente almacenar información sobre:

Identificación

Título, área incluida, temas, actualidad, restricciones, etc.

Calidad de los datos

Precisión, a qué nivel están completos los datos, linaje, etc.

Organización de los datos espaciales

Vector, raster, punto.

Referencia espacial

Proyección, datum, sistemas de coordenadas, etc.

Entidad y atributos

Información acerca de entidades, atributos, dominio de valores de los atributos, etc.

Distribución

Distribuidor, formatos, medios, estatus, etc.

Referencia de los metadatos

Nivel de actualización, institución o persona responsable, etc.

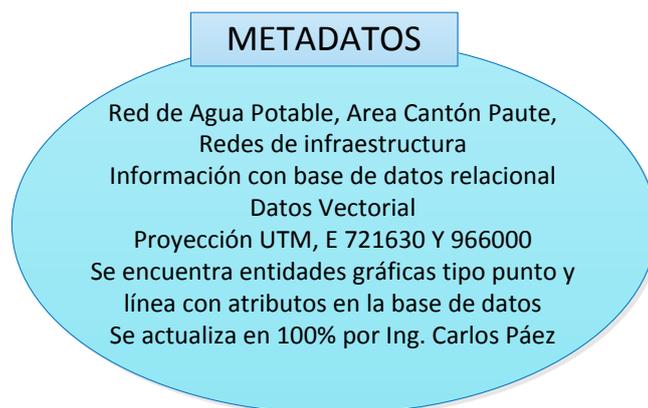


Fig. 17 Metadatos

Diseño y construcción de la base de datos

La construcción de una base de datos geográfica es un proceso complejo. En primer lugar, hay que realizar un esfuerzo por alcanzar el diseño lógico para realizar la traslación del modelo conceptual al modelo de datos de un software específico. Hay que tener claro que los objetivos de una buena base de datos GIS son:

- Mantener la coherencia y evitar redundancias.
- Permitir recoger relaciones entre entidades.
- Gestión y recuperación de datos eficaz.

Hay que evaluar los datos de los que se disponen para seleccionar las fuentes que alimentaran la base de datos. Es importante garantizar una entrada de datos sencilla e intuitiva se recomienda desarrollar interfaces gráficas accesibles para los usuarios.

En ocasiones es interesante utilizar datos coherentes que no son los obtenidos de forma segura. Es muy importante resaltar que los resultados obtenidos utilizando estos datos no son válidos para sacar conclusiones o tomar decisiones de ningún tipo sobre la zona, pero sí que son perfectamente válidos para realizar pruebas, demostrar las posibilidades de la aplicación SIG, y estimar las dificultades y reducir los riesgos de implementación. Esta es una práctica muy extendida cuando se pretende demostrar la potencialidad de una aplicación sin que la organización tenga que sufrir el alto coste y tiempo que puede conllevar la captura de los datos necesarios.

5. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

A continuación, se detallarán las entidades que formarán parte del Sistema de Información Geográfica para la red de Agua Potable, así también sus estructuras, el modelo Entidad – Relación, el diccionario de datos y consultas.

5.1. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

La estructura de una base de datos hace referencia a los tipos de datos, los vínculos o relaciones y las restricciones que deben cumplir esos datos Integridad de datos, Redundancia de datos. La estructura de una base de datos es diseñada empleando algún tipo de modelo de datos.

5.2.1. Entidades

En **base de datos**, una entidad es la representación de un objeto o concepto del mundo real que se describe en una base de **datos**.

Una entidad se describe en la **estructura de la base de datos** empleando un **modelo de datos**. Por ejemplo, nombres de entidades pueden ser: Alumno, Empleado, Artículo, etc.

Cada entidad está constituida por uno o más **atributos**. Por ejemplo, la entidad "Alumno" podría tener los atributos: nombre, apellido, año de nacimiento, etc.

En el **modelo de entidad-relación** se emplean dos tipos de entidades: entidad fuerte y entidad débil.

Las entidades fuertes tienen atributos claves, en tanto las entidades débiles no tienen atributos claves propios.

a. Estructura del Diccionario de Datos

El diccionario de datos tiene como objetivo presentar la estructura y composición de cada una de las tablas que lo conforman.

b. Estructura de Cabecera

Contiene la información general de cada una de las tablas:

| | |
|-----------------------|--|
| Número: | Contiene el número de la tabla a la que se hace referencia. |
| Descripción: | Muestra la descripción de la tabla. |
| Nombre de la Entidad: | Nombre que tendrá en el Modelo Entidad-Relación |
| Nombre de la Tabla: | Nombre que tendrá la tabla |

c. Estructura del Detalle:

El detalle del diccionario se describe a continuación:

Código: Describe que tipo de relación tiene este campo en esta tabla, pudiendo ser los siguientes:

- **AID** = Llave propia, que significa atributo identificador.
- **DEP** =Dependencia de otra entidad cuyas llaves pueden ser a su vez propias o de dependencia.
- **REF** = Referencia a otra entidad.
- **ATR** = Atributo propio.

Llave: Indica si en esa tabla el campo es llave propia, foránea o alterna.

Tipo: Indica el tipo de edición del campo. Ejemplo:

Alfanumérico o carácter, numérico, etc

Tamaño: Contiene el tamaño del campo.

Descripción del elemento: Nombre descriptivo largo del elemento datos

d. El Modelo Entidad - Relación:

Cuando se utiliza una base de datos para gestionar información, se está plasmando una parte del mundo real en una serie de tablas, registros y campos ubicados en un ordenador; creándose un modelo parcial de la realidad. Antes de crear físicamente estas tablas en el ordenador se debe realizar un modelo de datos.

Entidades y Relaciones

El modelo de datos más extendido es el denominado ENTIDAD/RELACIÓN (E/R) En el modelo E/R se parte de una situación real a partir de la cual se definen **entidades** y **relaciones** entre dichas entidades:

Entidad.- Objeto del mundo real sobre el que queremos almacenar información (Ej: una persona). Las entidades están compuestas de *atributos* que son los datos que definen el objeto (para la entidad persona serían DNI, nombre, apellidos, dirección,...). De entre los atributos habrá uno o un conjunto de ellos que no se repite; a este atributo o conjunto de atributos se le llama **clave** de la entidad, (para la entidad persona una clave sería DNI). En toda entidad siempre hay al menos una clave que en el peor de los casos estará formada por todos los atributos de la tabla. Ya que pueden haber varias claves y necesitamos elegir una, lo haremos atendiendo a estas normas:

- Que sea única.
- Que se tenga pleno conocimiento de ella.- ¿Por qué en las empresas se asigna a cada cliente un número de cliente?.
- Que sea mínima, ya que será muy utilizada por el gestor de base de datos.

Relación.- Asociación entre entidades, sin existencia propia en el mundo real que estamos modelando, pero necesaria para reflejar las interacciones existentes entre entidades. Las relaciones pueden ser de tres tipos:

- **Relaciones 1-1.-** Las entidades que intervienen en la relación se asocian una a una (Ej: la entidad HOMBRE, la entidad MUJER y entre ellos la relación MATRIMONIO).
- **Relaciones 1-n.-** Una ocurrencia de una entidad está asociada con muchas (n) de otra (Ej: la entidad EMPERSA, la entidad TRABAJADOR y entre ellos la relación TRABAJAR-EN).
- **Relaciones n-n.-** Cada ocurrencia, en cualquiera de las dos entidades de la relación, puede estar asociada con muchas (n) de la otra y viceversa (Ej: la entidad ALUMNO, la entidad EMPRESA y entre ellos la relación MATRÍCULA).

e. Representación

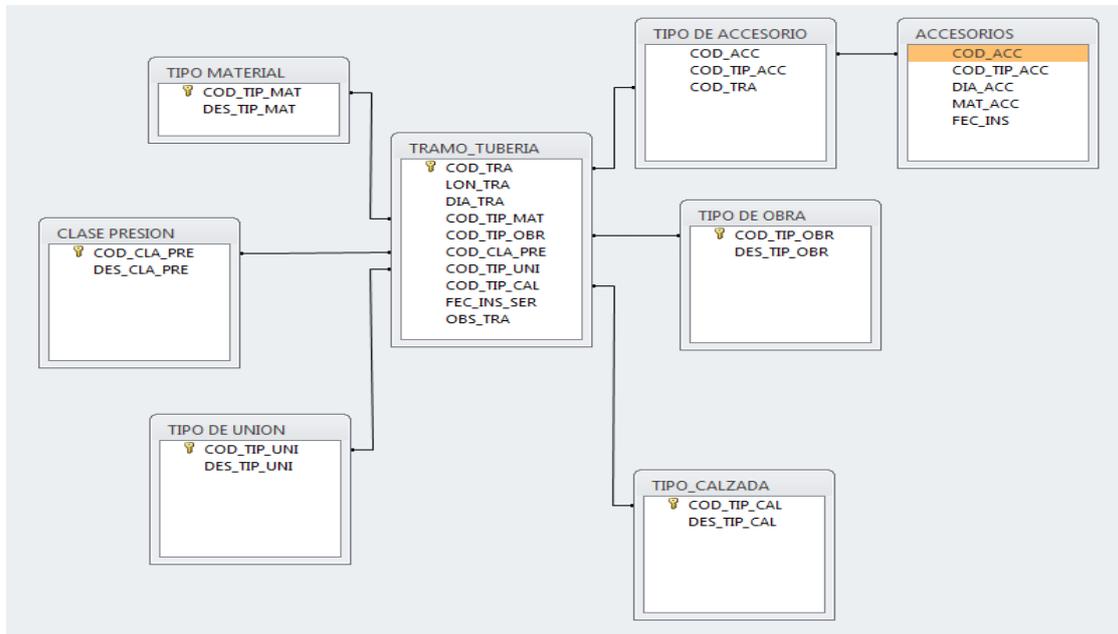


Fig. 18 Tablas base de datos

| NUMERO: | 1 | | | | |
|----------------------------|------------------|---------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| DESCRIPCION: | TRAMO DE TUBERIA | | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | TRAMO_TUBERIA | | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | TRAMO_TUBERIA | | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| AID | | COD_TRA | Número | Entero largo | CODIGO TRAMO |
| ATR | | LON_TRA | Número | Simple | LONGITUD DEL TRAMO |
| ATR | | DIA_TRA | Número | Entero largo | DIAMETRO |
| DEP | | COD_TIP_MAT | Texto | 255 | TIPO MATERIAL |
| DEP | | COD_TIP_OBR | Texto | 255 | TIPO DE OBRA |
| DEP | | COD_CLA_PRE | Texto | 255 | CLASE PRESION |
| DEP | | COD_TIP_UNI | Texto | 255 | TIPO UNION |

| | | | | |
|------------|-------------|-------|-----|------------------------------|
| DEP | COD_TIP_CAL | Texto | 255 | TIPO CALZADA |
| ATR | FEC_INS_SER | Texto | 255 | FECHA INSTALACION Y SERVICIO |
| ATR | OBS_TRA | Texto | 255 | OBSERVACIONES DEL TRAMO |

Tabla 2: Tramos de Tubería

| | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| NUMERO: | 2 | | | | |
| DESCRIPCION: | TIPO DE OBRA | | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | TIPO_OBRA | | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | TIPO_OBRA | | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| AID | | COD_TIP_OBR | Texto | 255 | CODIGO TIPO OBRA |
| ATR | | DES_TIP_OBR | Texto | 255 | DESCRIPCION TIPO OBRA |

Tabla 3: Tipo de Obra

| | | | | | |
|----------------------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| NUMERO: | 3 | | | | |
| DESCRIPCION: | TIPO DE UNION | | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | TIPO_UNION | | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | TIPO_UNION | | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| AID | | COD_TIP_UNI | Texto | 255 | CODIGO TIPO DE UNION |
| ATR | | DES_TIP_UNI | Texto | 255 | DESCRIPCION DE LA UNION |

Tabla 4: Tipo de Unión

| NUMERO: | | 4 | | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|-------------|
| DESCRIPCION: | | CLASE DE PRESION | | | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | | CLASE_PRESION | | | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | | CLASE_PRESION | | | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | | |
| AID | | COD_CLA_PRE | Número | Entero largo | CODIGO CLASE PRESION | | |
| ATR | | DES_CLA_PRE | Texto | | 255 | DESCRIPCION PRESION | CLASE DE |

Tabla 5: Clase de Presión

| NUMERO: | | 5 | | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|-------------|
| DESCRIPCION: | | TIPO DE ACCESORIO | | | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | | TIPO_ACCESORIO | | | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | | TIPO_ACCESORIO | | | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | | |
| AID | | COD_CLA_PRE | Número | Entero largo | CODIGO CLASE PRESION | | |
| ATR | | DES_CLA_PRE | Texto | | 255 | DESCRIPCION PRESION | CLASE DE |
| DEP | | COD_TRA | Número | Entero largo | CODIGO TRAMO | | |

Tabla 6: Tipo de Accesorio

| NUMERO: | | 6 | | | |
|----------------------------|--------------|-------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| DESCRIPCION: | | TIPO DE MATERIAL | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | | TIPO_MATERIAL | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | | TIPO_MATERIAL | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| AID | | COD_TIP_MAT | Texto | 255 | CODIGO MATERIAL |
| ATR | | DES_TIP_MAT | Texto | 255 | DESCRIPCION TIPO MATERIAL |

Tabla 7: Tipo de Material

| NUMERO: | | 7 | | | |
|----------------------------|--------------|------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| DESCRIPCION: | | TIPO DE CALZADA | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | | TIPO_CALZADA | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | | TIPO_CALZADA | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| AID | | COD_TIP_CAL | Texto | 255 | CODIGO TIPO CALZADA |
| ATR | | DES_TIP_CAL | Texto | 255 | DESCRIPCION TIPO DE CALZADA |

Tabla 8: Tipo de Calzada

| NUMERO: | | 8 | | | |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| DESCRIPCION: | | TUBO Y ACCESORIOS | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | | TUB_ACC | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | | TUB_ACC | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| DEP | | COD_TUB | Número | Entero largo | CODIGO DE TUBO |
| DEP | | COD_ACC | Número | Entero largo | CODIGO DE ACCESORIO |

Tabla 9: Tubos y Accesorios

| NUMERO: | 9 | | | | |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| DESCRIPCION: | ACCESORIOS | | | | |
| NOMBRE ENTIDAD: | ACCESORIOS | | | | |
| NOMBRE DE LA TABLA: | ACCESORIOS | | | | |
| CODIGO | LLAVE | NOMBRE | TIPO | LONGITUD | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
| AID | | COD_ACC | Número | Entero largo | CODIGO ACCESORIO |
| ATR | | COD_TIP_ACC | Número | Entero | TIPO DE ACCESORIO |
| ATR | | DIA_ACC | Número | Entero largo | DIAMETRO DE ACCESORIO |
| DEP | | MAT_ACC | Texto | 255 | MATERIAL DE ACCESORIO |
| ATR | | FEC_INS | Fecha/Hora | | FECHA DE ACCESORIO |

Tabla 10: Accesorios

5.2. FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA

El sistema GIS creado para red de Agua Potable, tiene las siguientes funcionalidades:

Una base de datos alfanumérica de la Red de Agua Potable, que dependiendo de la calidad y precisión de la información catastral, serán los resultados mostrados.

Una base de datos geográfica que es una agrupación de entidades de la red de Agua Potable, las cuales tendrán una ubicación permanente en el espacio trabajado.

Análisis de la información para satisfacer una necesidad específica. Por ejemplo: cuáles son las tuberías de 63 de diámetro.

Resultados obtenidos del análisis y modelación de los datos, en forma de mapas, tablas de valores, etc. Los cuáles serán útiles tanto para los usuarios como para análisis de datos.

5.3. CONSULTAS GRÁFICAS

A continuación, nombramos algunas consultas que se pueden realizar clasificándolas de la siguiente manera:

Red de distribución: Forman la red de distribución de agua: La red Primaria que comprende todos los tramos cuyo diámetro es mayor a 110 y la Red secundaria está formada por los tramos con diámetros menores.

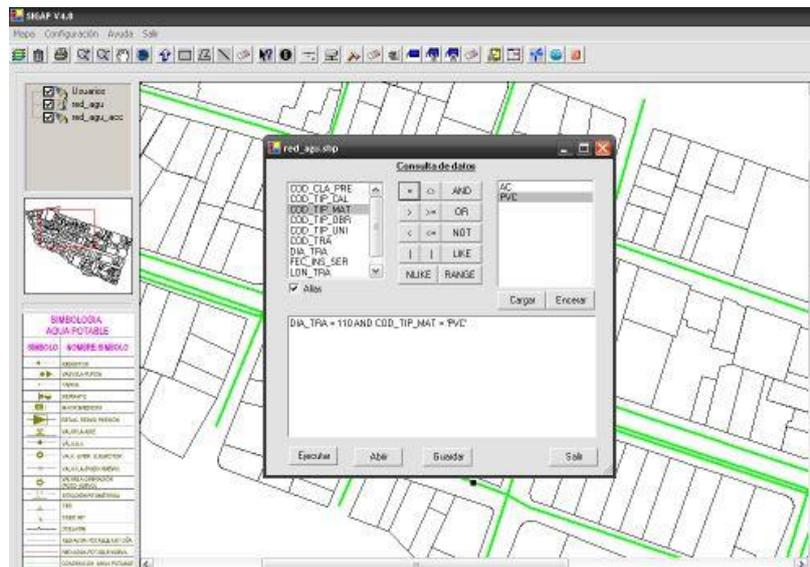


Fig. 19 Consulta de redes por material

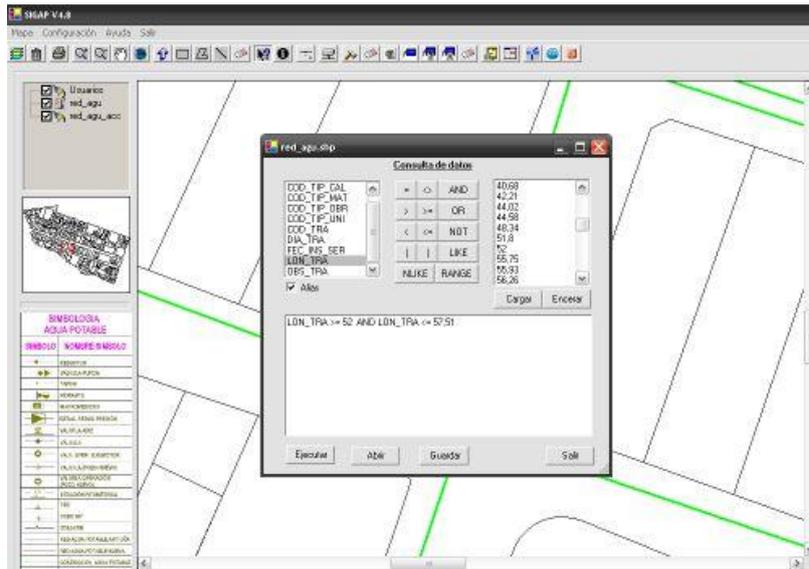


Fig. 20 Consulta de redes por longitud

Accesorios de la Red de Conducción: Al referirnos a este aspecto manifestamos que para hacer las consultas de accesorios podemos recurrir al estado, tipo, ubicación, etc. de las mismas.

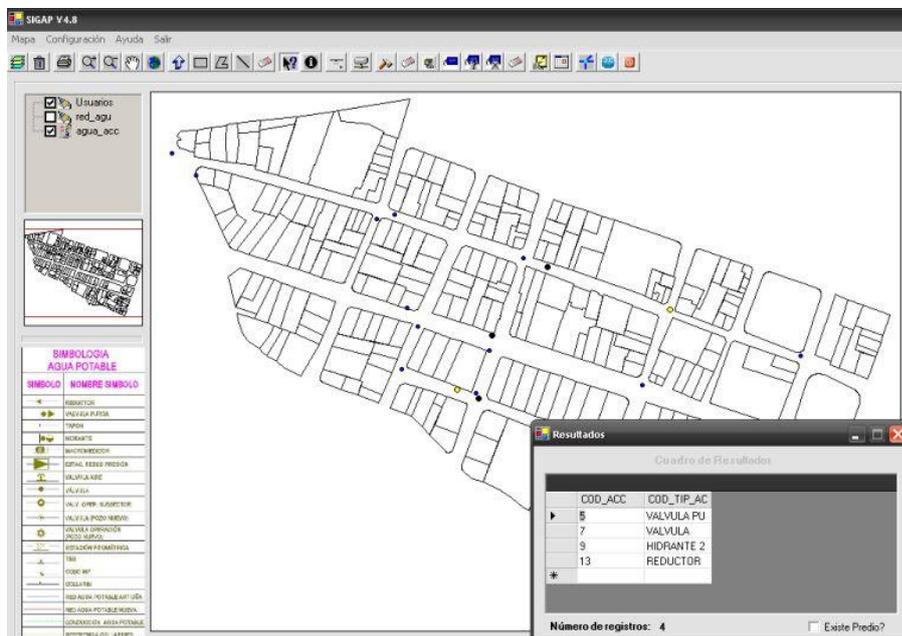


Fig. 21 Consulta de válvulas de control

Hidrantes.- En este caso podemos realizar consultas sobre marca, tipo, estado, válvula de pie, etc de los hidrantes.

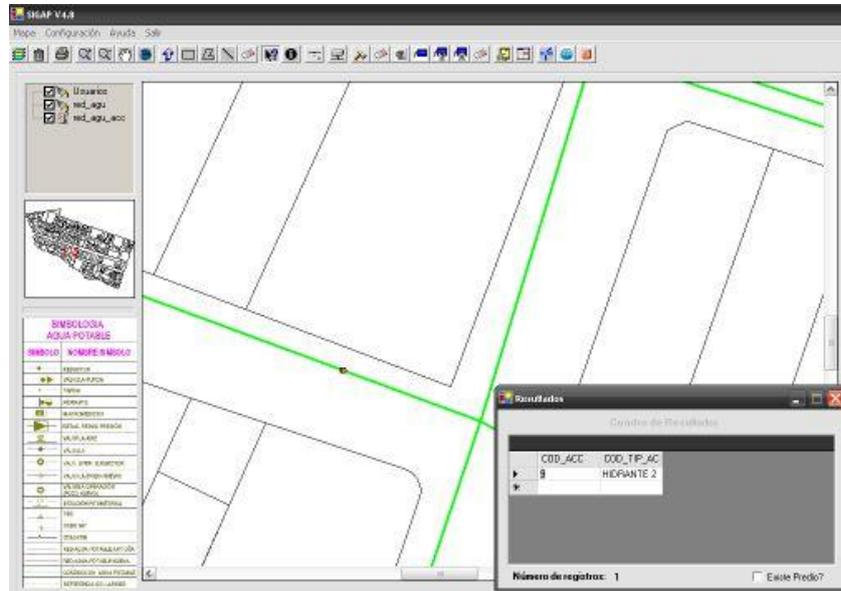


Fig. 22 Consulta de hidrantes

Tramos de tubería de acuerdo a la longitud.- Los tramos de tubería cuya longitud está comprendida de acuerdo a rangos para caso de mantenimiento del servicio.

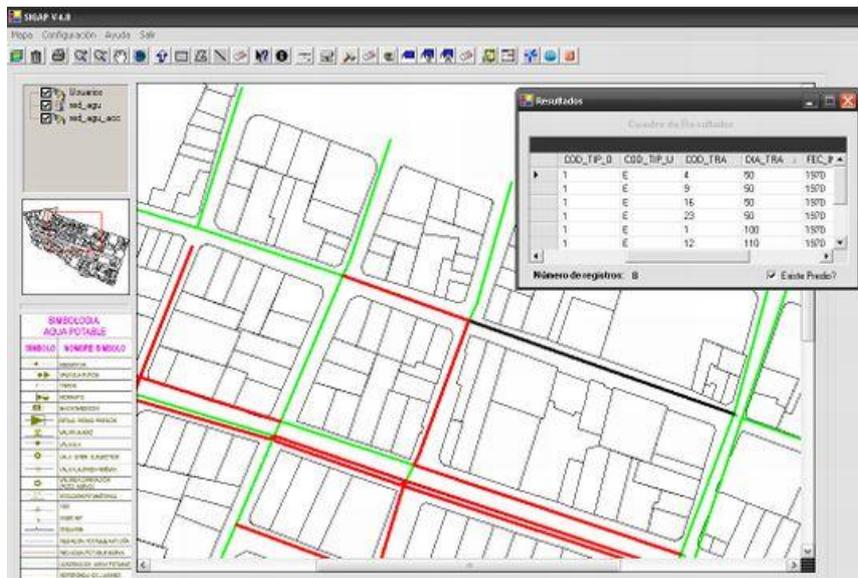


Fig. 23 Consulta de redes por diámetros

Dibujado de la Red de Servicios.- El programa nos permite dibujar la red y sus accesorios, enlazando los mismos a la base de datos.

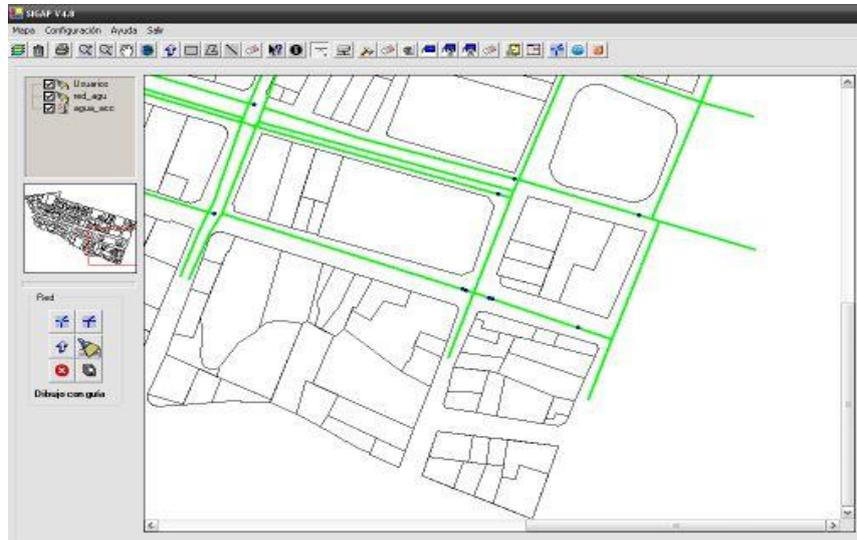


Fig. 24 Consulta de red y sus accesorios

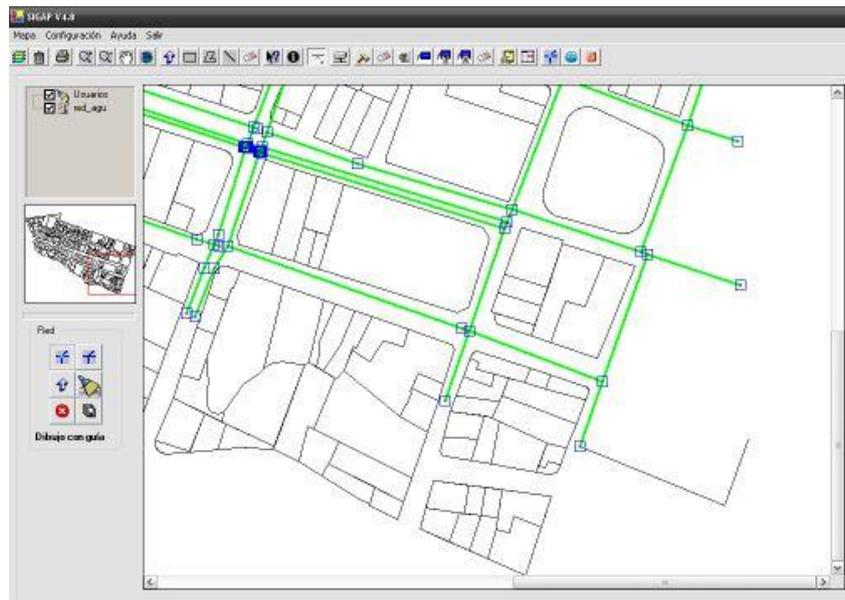


Fig. 25 Consulta de redes por nodos

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Como conclusiones podemos destacar los siguientes aspectos, en el caso de conocimientos: **Cartografía** se dedica a la representación lo más verídicamente posible de la superficie terrestre, mediante proyecciones ortogonales, cilíndricas y cónicas. **Topografía** es la ciencia que se dedica a la medición y representación de partes de la superficie terrestre relativamente pequeñas, de tal forma que para su representación se puede prescindir de la esfericidad terrestre. **CAD** se trata de una tecnología de software aplicada al diseño de geometrías, basada en las matemáticas y extensas bases de datos, y que dispone de múltiples herramientas o programas. **SIG** es un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre.

Sistemas Distribuidos son sistemas cuyos componentes hardware y software, que están en ordenadores conectados en red, se comunican y coordinan sus acciones mediante el paso de mensajes, para el logro de un objetivo, son conocidos. *Cliente Servidor* es el sistema donde el cliente es una máquina que solicita un determinado servicio y se denomina servidor a la máquina que lo proporciona

El Sistema Gestor de Bases de Datos (**SGBD**), es una colección de programas cuyo objetivo es servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones.

Un sistema de Información geográfica tiene entre sus componentes principales, Software y Hardware, el software es el equipamiento lógico e intangible de un ordenador. En otras palabras, el concepto de software abarca a todas las aplicaciones informáticas, como los procesadores de textos, las planillas de cálculo y los editores de imágenes.

Hardware son todos los componentes físicos que lo conforman. En otras palabras, es todo aquello que se puede tocar: el monitor, el teclado, el ratón (mouse), la impresora, los cables, conexiones, etc.

Para el desarrollo del proyecto como tal, se estableció la estructura básica que comprende la Red de Agua Potable del cantón Paute, conceptos, reseña histórica, entidades gráficas, etc; y por ende el diseño lógico del proyecto en el que debemos contemplar lo siguiente: A la hora de definir una base de datos GIS se debe mantener y evitar redundancias, se debe recoger relaciones entre entidades, se debe manejar un GIS con gestión y recuperación de datos de manera eficaz. Se debe almacenar información sobre datos de la fuente. Debe existir información sobre etapas de correcciones, conversiones y transformaciones, conocida como metadatos. Los sistemas de Base de Datos permiten gestionar grandes bloques de información orientadas a diferentes aplicaciones, a las cuales pueden acceder distintos usuarios.

6.2. RECOMENDACIONES

| | |
|--|--------------------|
| La información del catastro de agua potable se encuentra referenciada en campo mediante GPS, sería conveniente la adquisición de un equipo de precisión para continuar con el proceso de actualización | PRIORIDAD ALTA |
| Con respecto a la información digital del catastro se debe tener una guía metodológica para actualización | PRIORIDAD MEDIA |
| Todas la obras recibidas de la construcción de infraestructura deberían tener un catastro digital | PRIORIDAD ALTA |
| Si se maneja una herramienta gis, también sería necesario que los funcionarios tengan conocimientos de esta tecnología por ende una capacitación de la herramienta. | PRIORIDAD MEDIA |
| La información del catastro de agua potable debería está actualizada para servir como herramienta de análisis para los otros departamentos. | PRIORIDAD ALTA |
| En la infraestructura de Tanque y plantas podrían agregarse información de planos constructivos u otros datos necesarios | PRIORIDAD MEDIA |

| | |
|--|-------------------|
| La información catastral del mapa además de sus atributos tiene que tener coordenadas geográficas para su ubicación | PRIORIDAD BAJA |
| La información del catastro de agua potable se encuentra referenciada en campo mediante GPS, sería conveniente la adquisición de un equipo de precisión para continuar con el proceso de actualización | PRIORIDA BAJA |

7. BIBLIOGRAFIA

- Arquitectura, F. d. (2012). *El CAD*. Recuperado el 2012, de <http://www.arquitectura.com/cad/artic/elcad.asp>
- Corporación Andina de Fomento. (2007). Análisis del sector agua potable y saneamiento. En C. A. Fomento, *Análisis del sector agua potable y saneamiento* (págs. 2-17). Corporación Andina de Fomento.
- Gerardo, R. F. (2009). Los sistemas de información geográfica y la percepción remota: herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales. En R. F. Gerardo, *Los sistemas de información geográfica y la percepción remota: herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales* (págs. 44-48). Instituto Nacional de Ecología.
- Juan, P. L. (2010). Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9 (4a. ed.). En P. L. Juan, *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9 (4a. ed.)* (págs. 1-91). ECU.
- Lantada Zarzosa y N. Y Núñez Andrés, M. (. (2000). *Sistemas de información geográfica. Prácticas con ArcView*. Barcelona: Edición de la Universidad
- MICROSOFT.NET (2012). Introducción *Microsoft.NET*. Recuperado el 2012, de <http://www.devjoker.com/contenidos/programacion/25/mapaweb.aspx>
- SIG Y GEOPROCESAMIENTO. (2012). *Sistema de Información Geográfico*. Recuperado el 2012, de <http://es.scribd.com/doc/14202815/Conceptos-de-SIG-y-Geoprocesamiento>

GPS. (2012). *Sistema de posicionamiento global* . Recuperado el 2012, de <http://perut.org/index.php?topic=4.0>

ANEXO A: SOFTWARE

A.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen lenguajes de programación nos permiten desarrollar aplicaciones en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica, como el caso del lenguaje en Visual .Net y Map Objetc que fueron escogidos por su versatilidad.

A.2. ÁMBITO DEL SOFTWARE

El programa, inicia colocando el Perfil y la Contraseña correspondiente al grupo de trabajo, en este caso el perfil será USUARIO y la contraseña AGUA en mayúsculas o minúsculas.

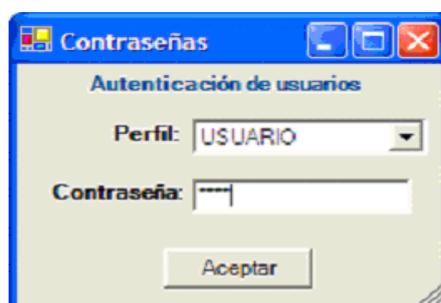


Fig. 26 Identificación Usuario

El entorno del programa consta de tres partes:

- Tabla para Shapes
- Ventanas de visualización
- Menú Principal
- Barras de botones

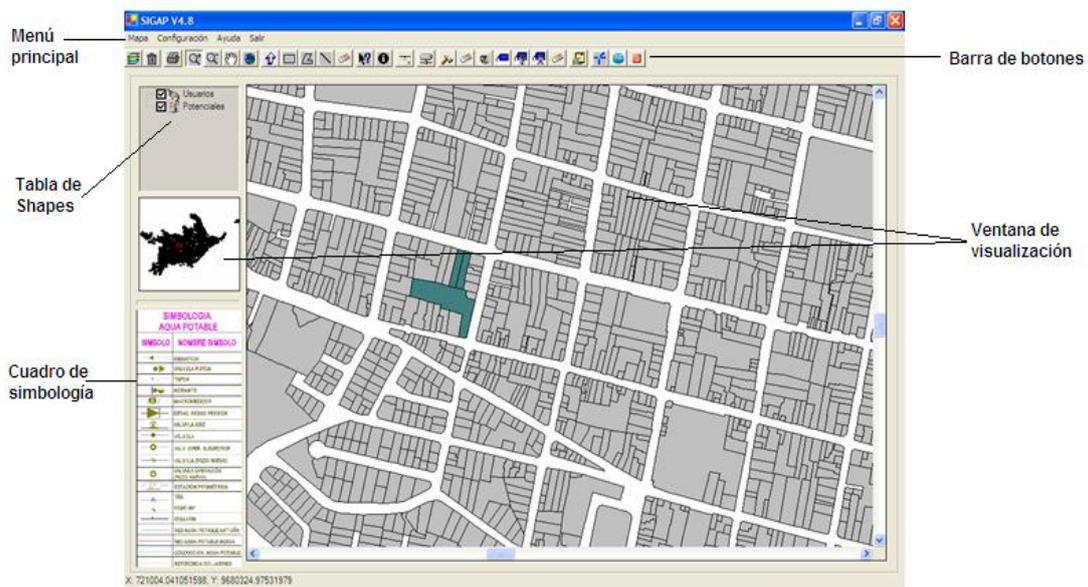


Fig. 27 Entorno del Programa

A.2.1. Tabla de shapes

En esta se encuentran todos los shapes o capas que contiene el programa ya sea visualizados o activados; una casilla de verificación, junto a la capa indica que esta o no visible, pero no es lo mismo activar un tema que hacerlo visible; cuando un tema es activado aparece con un icono diferente a cuando esta visible; al activarlo se le indica al programa que comience a trabajar con los elementos de dicho shape.

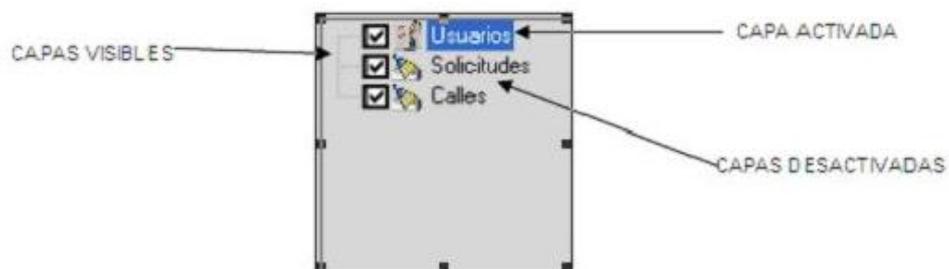


Fig. 28 Tablas de SHP

A.2.2. Ventanas de Visualización

Ventana pequeña: Es una guía de ubicación con respecto a la grande. En caso que el zoom sea muy amplio, es posible ubicarse en cualquier parte del mapa dando un clic en una ubicación específica del mapa pequeño.

Ventana grande: Donde se presentan la cartografía del proyecto, es en donde se realizarán todas las acciones de consulta y presentación de resultados.

A.2.3. Menú Principal

Despliega las principales funciones del programa, contiene los siguiente submenús: Mapa, Configuración, Ayuda y Salir

Mapa

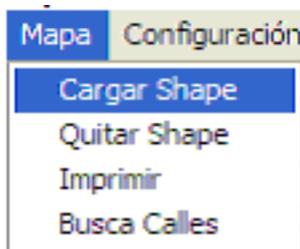


Fig. 29 Funciones del Submenú Mapa

Cargar Shape: Permite agregar nuevos mapas al área de trabajo.

Quitar Shape: Elimina mapas del área de trabajo.

Imprimir: Imprime el mapa, así como el resultado de una consulta o selección.

Busca Calles: Realiza la búsqueda de calles con su respectiva intersección.

Configuración



Fig. 30 Funciones del Submenú Configuración

Base de Datos: Permite establecer parámetros para la conexión con la base de datos. El acceso a esta opción está habilitado únicamente al administrador.

Shape: Nos permite modificar los colores en atributos en el mapa.

- Configuración del Shape. Que esta relacionado a los colores de mapa general, por omisión tenemos el color blanco para el fondo de los predios y para los bordes color negro.
- Configuración de la Consulta. Nos permite modificar los colores de la información consultada, por omisión tenemos el color amarillo para el fondo del predio y el negro para el borde
- Configuración de Selección. Se activa cuando utilizamos las herramientas de selección que serán vistas posteriormente, como color de omisión en el fondo del shape tenemos el color celeste y como borde el color negro
- Visibilidad etiquetas. Nos permite controlar la visibilidad de las etiquetas con respecto al zoom que se aplique al mapa, mientras menor es la visibilidad mayor el área en que se desplegarán las etiquetas.
- Símbolos: Sirve para configurar el tamaño y el color de los ítems en los shapes de símbolos, como por ejemplo los shapes de válvulas, hidrantes, etc.



Fig. 31 Configuración del Shape

Red: Tiene la misma funcionalidad de la pantalla anterior pero varia porque permite cambiar los atributos de las redes y accesorios de Agua.



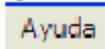
Fig. 32 Configuración del Shape para la Red

Rastreo: Esta opción permite cambiar los atributos de la pantalla más pequeña de visualización del mapa



Fig. 33 Configuraciones Generales

Ayuda

- Despliega la ayuda del programa.


Salir

 Sale de la aplicación

A.2.4. Barra de herramientas

A continuación se detallan las funciones de la barra de herramientas.

Agregar un nuevo shape

Pulsar el botón  para añadir una capa o shape, en el cuadro de dialogo que aparece a continuación; buscar el directorio Archivos en la Carpeta **SIGAP_RED** que esta en la raíz, ubicarse en el shape deseado y cargarlo con un doble click o pulsando en botón Abrir

Quitar shapes

Activar el shape deseado y pulsar el botón  para eliminarlo.

Imprimir

La selección Imprimir se divide en dos opciones:

Imprimir página

Imprime la pantalla seleccionada escogiendo el sentido de la hoja para la impresión.

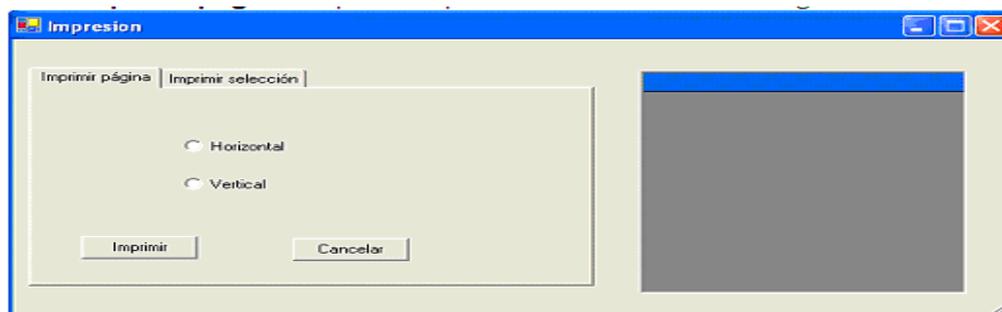


Fig. 34 Impresión Página

Imprimir Información

Imprime la información alfanumérica adicional. Para utilizar esta opción se escoge el campo requerido en la vista izquierda y se pulsa los botones de selección para enviar los campos a la vista derecha, finalmente se debe presionar el botón imprimir.

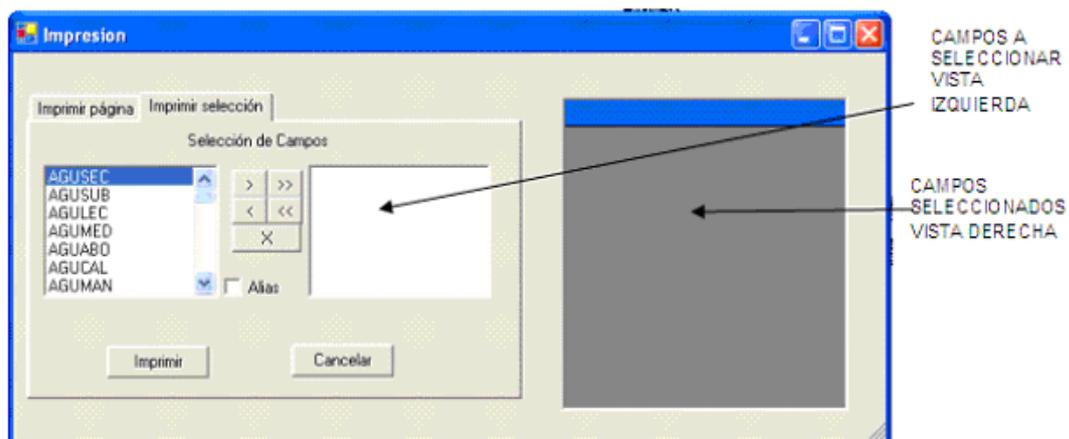
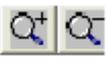


Fig. 35 Impresión Selección

Herramientas de Zoom para el Mapa

Los botones  permiten ampliar o reducir una determinada área de la vista, tomando como centro una posición. Si quiere ampliar un área de la vista se da click en el botón Zoom In  y se mantiene pulsado el botón izquierdo del ratón arrastrándolo hasta la esquina opuesta del recuadro que se quiere trazar. Para minimizar la zona deseada dar click en el botón Zoom out  del mapa y continuar el procedimiento hasta alcanzar la vista deseada.



Permite cambiar el encuadre de la vista arrastrando el campo de visualización en todas las direcciones mediante el ratón; para cambiarlo se debe mantener el botón izquierdo del ratón pulsado y moverlo hacia la dirección deseada.

 Para llevar el zoom a la extensión total.

Herramientas para Selección

 Selecciona los predios deseados uno a la vez; si necesita seleccionar varios predios se debe mantener la tecla control presionado y seguir seleccionado.

 Selecciona los predios deseados mediante un cuadrado haciendo un click izquierdo del ratón y arrastrándolo hasta seleccionar el área deseada.

 Selecciona mediante un polígono el área deseada con un click izquierdo del ratón y arrastrándolo hasta el punto deseado, continúa presionado y nuevamente realiza un click izquierdo y arrastra repitiendo el proceso hasta cerrar el polígono con doble click izquierdo.

 Selecciona mediante una línea los predios necesarios dando un click izquierdo del ratón y arrastrándolo hasta el punto deseado, terminando con un doble click izquierdo

 Borra la selección realizada

Información

Para obtener información de cada uno de los elementos se debe pulsar el botón  previo a mantener activa la capa del shape a consultar.

Herramientas de Consulta

 Sirve para activar el cuadro de dialogo que permite construir la expresión de consulta necesaria para encontrar la información solicitada.

En la lista de la izquierda encontramos los campos con sus respectivos alias, que utilizaremos para construir la mencionada consulta. Luego de establecer los valores de cada campo de consulta, hay que presionar la tecla “Enter” para terminar la expresión. Adicionalmente se dispone de una ventana en la parte superior derecha para cargar los valores existentes en el campo seleccionado, dicha información se la obtiene presionando el botón cargar.

Para ejecutar la consulta se debe presionar “Ejecutar”, también se dispone de las opciones para abrir y guardar consultas generadas.

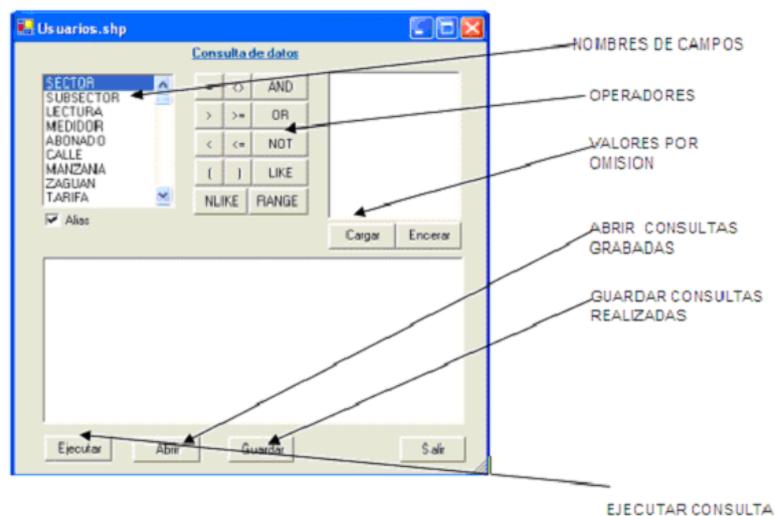


Fig. 36 Consulta de Datos



Borra la consulta realizada

El momento en que se realiza la consulta, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

| ABONADO | AGUACT | AGUALC | AGUA |
|----------------------|--------|--------|------|
| ANDRADE GUDINO JOSE | 6405 | 2.50 | 6385 |
| ANDRADE GUTIERREZ MA | 5642 | 3.16 | 5623 |
| SARMIENTO ANDRADE GE | 5621 | 0 | 5587 |
| QUINDE ANDRADE GENAR | 5458 | 4.23 | 5429 |
| QUINDE ANDRADE GONZA | 4211 | 2.90 | 4190 |
| VAZQUEZ ANDRADE GALO | 3848 | 5.14 | 3810 |

Número de registros: 23 Existe Predio?

Fig. 37 Resultados de la Consulta

Herramientas para etiquetar información

 Permite etiquetar la información que se encuentra en toda la pantalla, por ejemplo si estamos trabajando con el shape de Usuarios, presionando este botón etiquetará todos los predios que se encuentren visibles en la pantalla. Se desplegará la siguiente pantalla:

Etiquetas

AGUSEC
AGUSUB
AGULEC
AGUMED
AGUABO
AGUALC
AGUMAN

Alias

Alineamiento
Horizontal: Centro
Vertical: Arriba

Fondo: Microsoft Sans Serif
Color: 

Que campos: Shape Tabla

Rotación: 0

Operador para trasladar el campo de la lista izquierda a la derecha

Operador para eliminar los campos de la vista derecha

Eliminar los campos de la vista derecha

Etiqueta campos de las tablas que se relacionan con la base de datos

Etiqueta la Capa o el layer en particular.

Angulo de Rotación en el etiquetado

Fuente

Fuente: Microsoft Sans Serif
Ejemplo: AaBbYyZz

Colores

Colores básicos

Fig. 38 Etiquetas



Permite etiquetar solamente la información resultante de una consulta o selección.



En caso de que en un mismo predio exista más de un usuario, mediante esta función se puede escoger el usuario que se desea etiquetar. Esta función sirve para todos los shapes de tipo polígonos.



Este botón encera el predio que se escogió con el botón anterior. Una vez encerado se visualizará el primer usuario del predio en caso que existan dos o más usuarios en dicho predio.



Borra las etiquetas.

Atributos de letra como el color, el tipo, el tamaño, el ángulo de rotación, la alineación deben ser seleccionados, y por ultimo se pulsa el botón aceptar por realizar el proceso de etiquetado.

Búsqueda de calles

Esta opción sirve para ubicar en el mapa la intersección de dos calles. Funciona de la siguiente manera:

Verificar que el shape de calles esté activo, luego presionar el botón de búsqueda , en el cual se colocará el nombre de la calle y la intersección, finalmente pulsar el botón Buscar y el mapa realizará un zoom a la zona de la intersección.

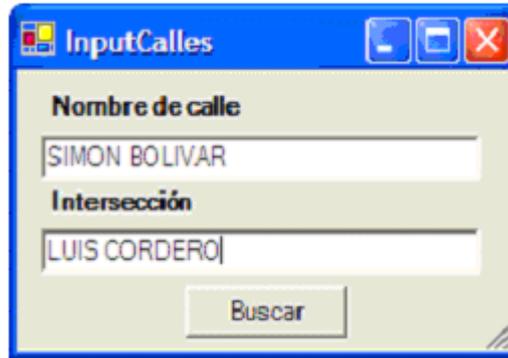


Fig. 39 Búsqueda de Calles

Información de Válvulas y Tuberías

Esta función es accedida por el botón , tiene la finalidad de relacionar las válvulas con sus respectivas tuberías y viceversa. El modo en que funciona es el siguiente: Se debe seleccionar una válvula específica en el shape de válvulas, luego presionar este botón y se encenderán las tuberías relacionadas a esta válvula, de igual manera se puede seleccionar una tubería para que se enciendan las válvulas correspondientes.

Salir del programa



Sirve para salir de la aplicación.