

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA¹

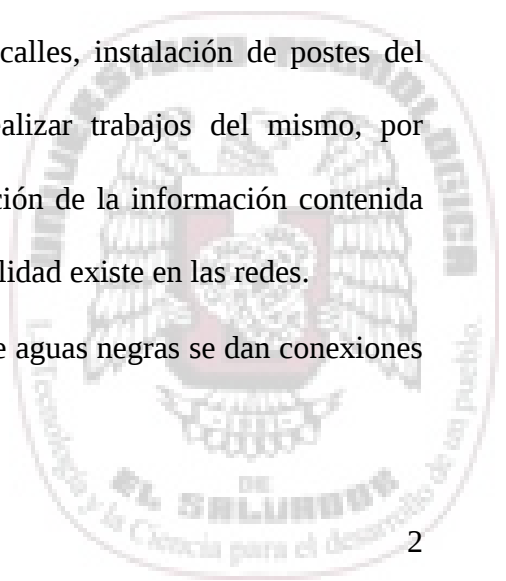
En respuesta a la política de descentralización de los servicios impulsada por el Gobierno del Presidente Francisco Flores, el Concejo Municipal de San José Villanueva, solicita a la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) que le sea transferido el servicio de agua potable; en respuesta, ANDA como único requisito para iniciar el proceso de descentralización, exige que debe de existir una institución especializada e independiente para que administre el servicio; y es así como el Concejo Municipal, después de haber recibido la orientación en cuanto a los diferentes modelos de instituciones por parte de organismos de apoyo tal como RTI (Research Triangle Institute) y ANDA, opta por el modelo de Empresa de Sociedad de Economía Mixta, dando origen a la “Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta de C.V.”; en donde la municipalidad forma parte de ésta con un 50% de las acciones y el sector privado (personas particulares usuarias del servicio) con el otro 50%. Concretándose la transferencia del servicio el día 1° de abril de 2000 a través de un Convenio entre la Empresa y ANDA (ver anexo 1 y 2).

En la actualidad, la Empresa cuenta con un sistema de Gestión de Cobro conocido como “Sistema de Administración de Servicio de Agua Potable (SASA)”.

¹ Entrevista realizada a la Ing. Sandra de Hernández, Administradora de la Empresa

No obstante, después de más de dos años de administrar los servicios de agua potable y alcantarillado, se han identificado causas que dan origen a la problemática de la administración de las redes, siendo éstas principalmente las siguientes:

- Crecimiento del número de usuarios en ambos servicios, siendo en el año 2000 en la red de agua potable 350 usuarios y en la actualidad 420 usuarios; en lo que respecta a la red de alcantarillado en el año 2000 el número de usuarios fue 320 y en la actualidad 365 usuarios.
- Desconocimiento de la ubicación física de los elementos (tuberías, válvulas, pozos, y otros elementos) que conforman las redes de agua potable y alcantarillado, dificultando que al momento de efectuar reparaciones se tenga que realizar múltiples exploraciones para identificar las fallas, tales como: obstrucción de tuberías, hundimiento de pozos, ruptura de tuberías, y otros.
- Falta de información técnica que describa las características (diámetro, tipo de material, profundidad de localización, marca, otros) de cada uno de los elementos instalados en las redes, ocasionando en la mayoría de los casos que los accesorios para reparaciones no coincidan con lo requerido.
- Que al realizar obras como: reparaciones de calles, instalación de postes del alumbrado eléctrico o de telefonía, o por realizar trabajos del mismo, por accidente se rompen las tuberías. Desactualización de la información contenida en planos originales con respecto a lo que en realidad existe en las redes.
- Por desconocimiento de ubicación de tuberías de aguas negras se dan conexiones cruzadas con las tuberías de aguas lluvias.



Esta situación da paso a plantear el siguiente problema.

B. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Qué herramienta tecnológica requiere el área técnica-operativa de la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta para apoyar la administración de las redes de agua potable y alcantarillado?.

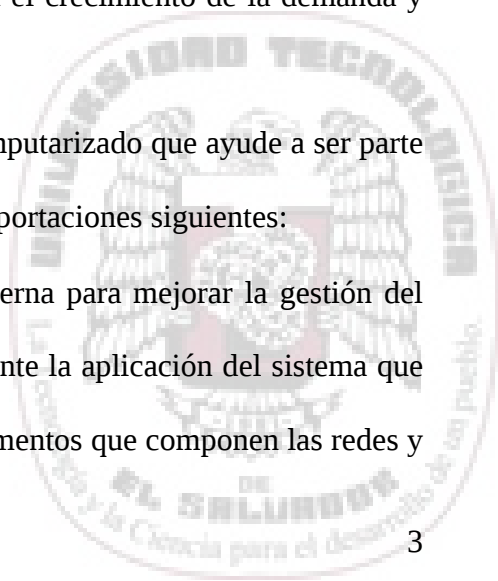
De acuerdo al enunciado, lo que se visualiza es la búsqueda de una solución que reúna las características de una herramienta técnica, moderna y viable por la cual se pueda optar; tal búsqueda se sustenta en una serie de justificaciones que den paso a la investigación, como se muestra en el siguiente literal.

C. JUSTIFICANTES DE LA INVESTIGACIÓN

Después que la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta, tomó la administración del servicio se han experimentado cambios notorios en cuanto al crecimiento del número de usuarios, como también el crecimiento de la demanda y por ende el crecimiento de ambas redes.

Para ello se propone el desarrollo de un sistema computarizado que ayude a ser parte de la solución de los problemas existentes, con las aportaciones siguientes:

- Se contará con una herramienta tecnológica alterna para mejorar la gestión del servicio de agua potable y alcantarillado; mediante la aplicación del sistema que controle la ubicación georeferenciada de los elementos que componen las redes y



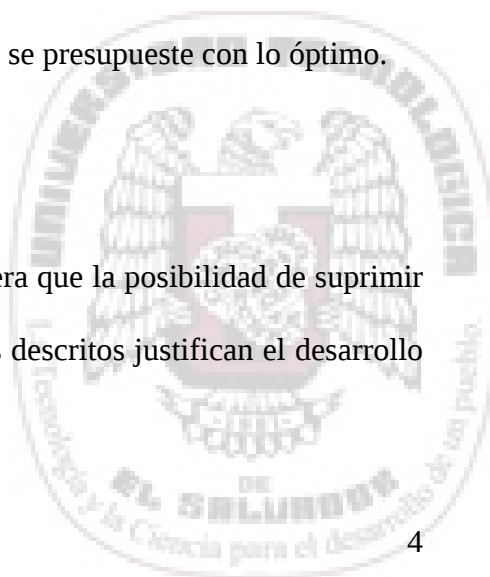
las reparaciones realizadas en fechas puntuales; además se podrán hacer actualizaciones de los planos existentes en cuanto a las ampliaciones en las mismas.

- Se estará en la capacidad de mantener información veraz y oportuna; mediante la actualización constante de los datos y reportes con información de detalle (ubicación de elementos, fechas de reparación, descripción del elemento y otros).
- El sistema será un valor agregado para la Empresa; en el sentido que ésta se volverá más competitiva en la prestación del servicio por contar con esta herramienta de apoyo.

De implantar el sistema, la Empresa podrá obtener los beneficios siguientes:

- Planos con puntos georeferenciados e información actualizada, que permitirá planificar trabajos de reparaciones de las redes sin afectar en lo posible el servicio.
- Un registro de trabajos de reparaciones, a fin de mantener una bitácora de las obras realizadas, permitiendo determinar la antigüedad de las redes.
- Optimizar los recursos requeridos para efectuar reparaciones; es decir permitirá que al momento de hacer cualquiera de las obras se presupueste con lo óptimo.
- Sistema de fácil manejo para el usuario.

Basado en lo anterior, el grupo investigador considera que la posibilidad de suprimir los problemas señalados y de obtener los beneficios descritos justifican el desarrollo



del presente estudio. Sin embargo, se considera que debe delimitarse como se muestra a continuación.

D. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

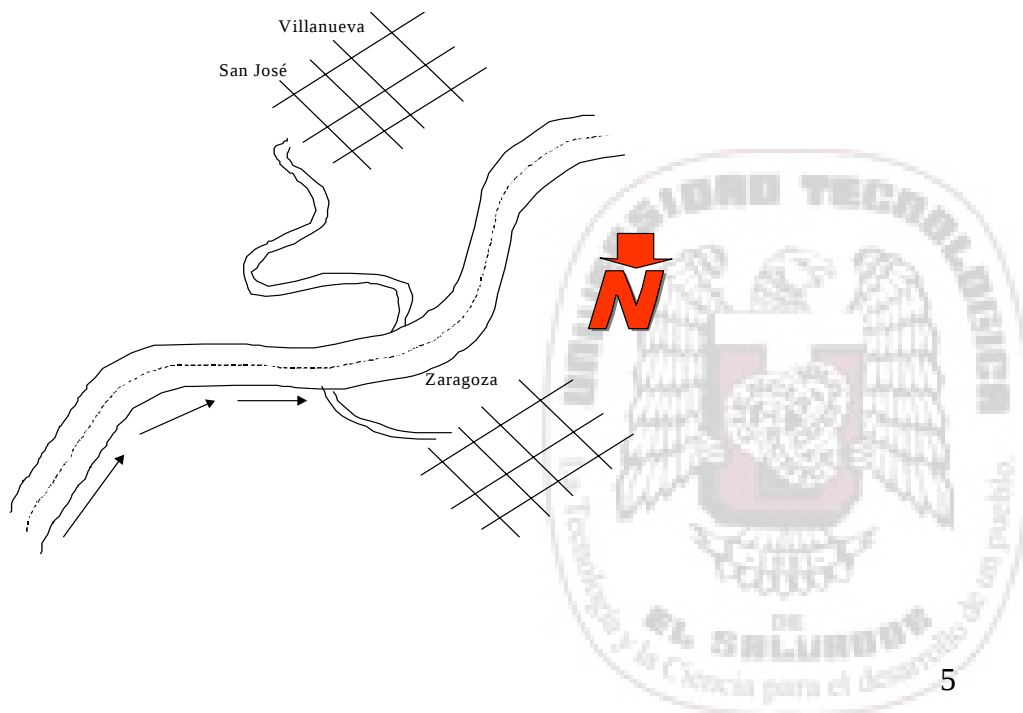
1. Delimitación Espacial

El trabajo de investigación se realizará en el casco urbano del Municipio de San José Villanueva, Departamento de La Libertad, República de El Salvador.

a. Delimitación Geográfica

El trabajo de investigación se efectuará en la Empresa Sociedad de Economía Mixta, ubicada en Barrio el Centro, San José Villanueva, Contiguo a la Alcaldía Municipal de San José Villanueva, La Libertad.

CROQUIS DE UBICACIÓN



b. Delimitación Específica

La investigación se centrará en el área Técnica-Operativa de la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta, en vista que esta área es la responsable de la administración de las redes.

c. Delimitación Temporal

En lo que respecta al tiempo para el desarrollo de la investigación se considerara desde dos puntos de vista: primero el tiempo de duración de la investigación, la cual se realizará en el período comprendido del 17 de agosto de 2002 al 31 de agosto de 2003; y segundo el tiempo de vida del objeto de estudio, que es la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta la cual se constituyó en el año 1999, por lo que las referencias se harán considerando ese año como punto de partida.

d. Delimitación Social

Considerando que existen trece empresas constituidas en diferentes zonas del país, de las cuales once son Empresas Municipales Descentralizadas y dos Empresas de Sociedad de Economía Mixta. La investigación va dirigida al sector que constituyen las empresas de Sociedad de Economía Mixta, enfocando el estudio a la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta, y beneficiando a los usuarios del área técnica-operativa de ésta.



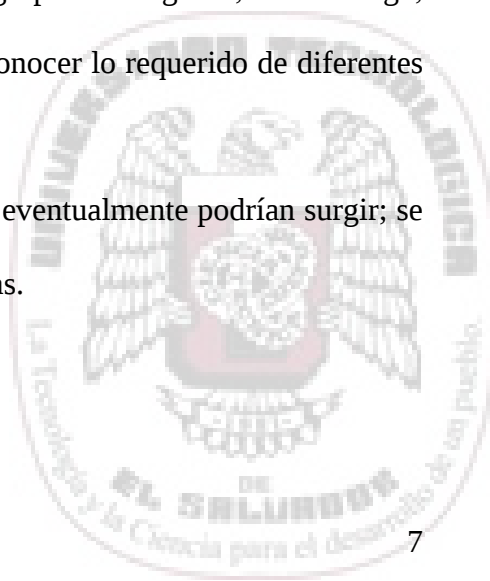
Habiendo definido delimitaciones al proceso investigativo, es importante reconocer que existen limitantes que pueden afectar el desarrollo del estudio como se muestra en el siguiente apartado.

E. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el presente proyecto, se considera que existen elementos que pueden afectar el resultado perseguido, considerando los mostrados a continuación:

- No se cuenta con toda la disposición de los recursos técnicos, tales como GPS, mesa digitalizadora y licencias de software; no obstante se tiene el apoyo del Departamento de Catastro de redes de ANDA, en donde poseen toda esta tecnología y se procurará el acceso a la misma.
- Se considera que existe limitado número de personas conocedoras del tema, pero se cuenta con el apoyo del personal especializado de ANDA para solventar las consultas que se requieran.
- El tema seleccionado en ningún momento fue parte de los conocimientos académicos obtenidos en la formación del grupo investigador; sin embargo, se ha buscado los medios necesarios para conocer lo requerido de diferentes fuentes.

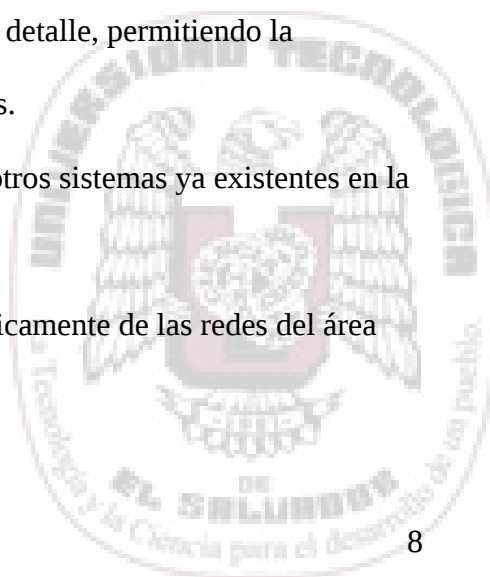
Las limitaciones planteadas son situaciones que eventualmente podrían surgir; se está buscando una solución para cada una de ellas.



F. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio busca obtener los productos siguientes:

- Documento que contenga la investigación preliminar que de a conocer las necesidades de la empresa, y la propuesta de solución a la problemática que existe en la misma.
- Documento que contenga la modelación del sistema, por medio del Análisis y Diseño, representando los diferentes procesos a través de diagramas, mediante una herramienta orientada a objetos.
- Diseño de las estructuras de datos, desarrollándose la aplicación en un software visual.
- Manual de usuario del sistema.
- El sistema informático construido en un lenguaje de programación que utilice las técnicas de objetos y ambiente visual; cuyas características básicas serían:
 - a) El sistema permitirá realizar actualizaciones de cambios en las redes y tener un mejor control de esos recursos.
 - b) El sistema generara reportes impresos de detalle, permitiendo la documentación de los trabajos efectuados.
 - c) Este sistema trabajará independiente de otros sistemas ya existentes en la empresa, y será del tipo monousuario.
 - d) El sistema manejará información específicamente de las redes del área urbana.



- e) El producto será entregado en CD-ROM conteniendo toda la información detallada, al presidente de la Empresa.

Teniendo claro los alcances del proyecto, se formulan los objetivos a fin de lograr lo propuesto, como se muestra en el siguiente apartado.

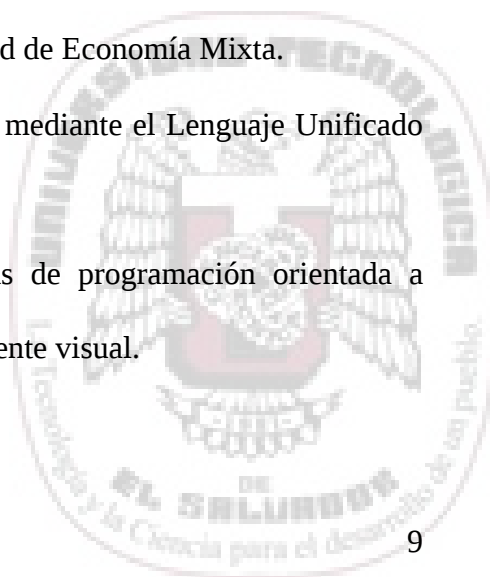
G. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de información georeferenciado para apoyar la administración de las redes de agua potable y alcantarillado para la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta, ubicada en la localidad de San José Villanueva, departamento de La Libertad.

2. Objetivos Específicos

- Ejecutar una investigación preliminar que ayude a determinar las necesidades y proponer una solución a la problemática que existe en el área Técnico-Operativa de la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta.
- Analizar y Diseñar la propuesta de sistema, mediante el Lenguaje Unificado de Modelado (UML).
- Construir código fuente utilizando técnicas de programación orientada a objetos, que funcionen en lenguajes de ambiente visual.
- Elaborar Manual de usuario del sistema.



- Realizar pruebas que permitan verificar la funcionalidad del sistema.

Con estos cinco numerales se busca dar un conocimiento básico de los temas mostrados, y no se pretende profundizar en los detalles técnicos de los mismos.

H. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y TEÓRICOS

Hasta este punto, se ha establecido la problemática existente en la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta, como también, las justificaciones, delimitaciones y limitantes para el proceso de investigación; además, se establecieron los alcances y objetivos para apoyar a dicha empresa; sin embargo, ahora resulta necesario analizar algunos aspectos históricos y teóricos que servirán de marco referencial para todo el estudio, por lo que en los siguientes cinco numerales se muestran los siguientes tópicos:

1. Teoría de los Sistemas de Información
2. Métodos para el Desarrollo de los Sistemas de Información
3. Lenguaje de Modelamiento Unificado (UML)
4. Lenguajes Visuales de Programación
5. Bases de Datos
6. Herramientas CAD



1. Teoría de los Sistemas de Información

Un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí, con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio.

Elementos Básicos de un Sistema de Información

El equipo computacional: el hardware necesario para que el sistema de información pueda operar.

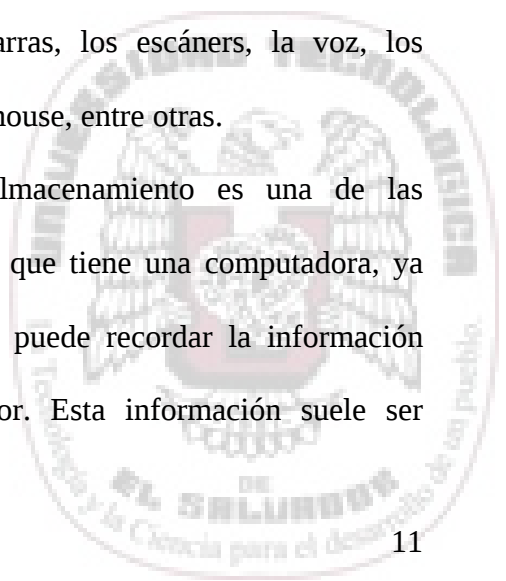
El recurso humano que interactúa con el Sistema de Información, el cual está formado por las personas que utilizan el sistema.

Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información (ver figura 1).

Entrada de Información: Es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Esto último se denomina interfases automáticas.

Las unidades típicas de entrada de datos a las computadoras son las terminales, los lectores de códigos de barras, los escáners, la voz, los monitores sensibles al tacto, el teclado y el mouse, entre otras.

Almacenamiento de información: El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sección o proceso anterior. Esta información suele ser



almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La unidad típica de almacenamiento son los discos magnéticos o discos duros, los discos flexibles o disquetes y los discos compactos (CD-ROM).

Procesamiento de Información: Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente, en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

Salida de Información: La salida es la capacidad que tiene un Sistema de Información para sacar la información procesada, o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales y los plotters, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interfase automática de salida.



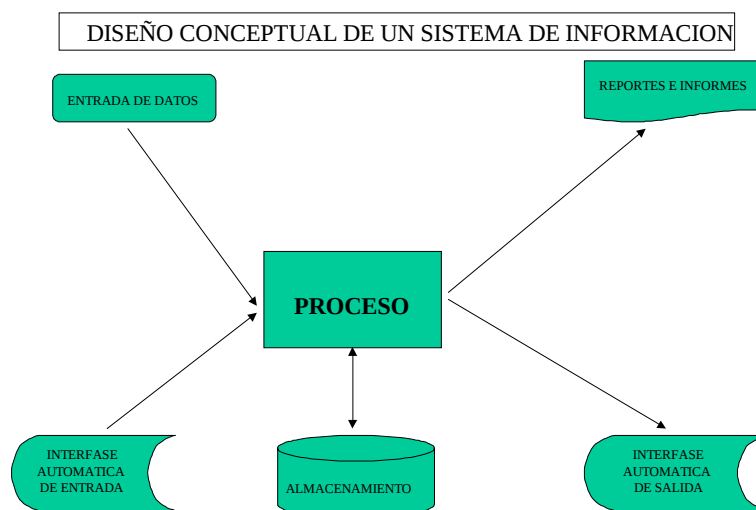


Figura 1

1.1 Tipos y Uso de los Sistemas de Información²

En la actualidad, los Sistemas de Información cumplen con tres objetivos básicos dentro de las organizaciones:

- Automatización de procesos operativos.
- Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.
- Lograr ventajas competitivas a través de su implantación y uso.

Para Daniel Cohen los Sistemas de Información se clasifican en:

- Sistemas Transaccionales
- Sistema de Apoyo a las Decisiones
- Sistemas Estratégicos

A continuación se describe la utilidad de cada uno de ellos.

² Cohen Daniel, "Sistemas de Información para la Toma de Decisiones", McGraw Hill, Págs.5-9

1.1.1 Sistemas Transaccionales

Los sistemas transaccionales son aquellos que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización.

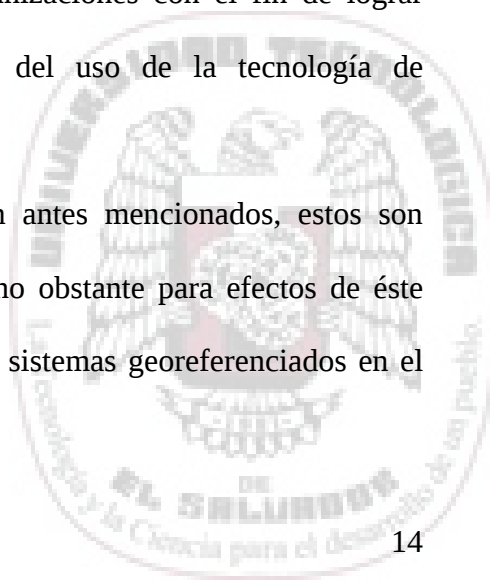
1.1.2 Sistemas de Apoyo a las Decisiones

Sirven para organizar la información que eventualmente se usará en la toma de decisiones, estos apoyan dicho proceso mediante la presentación de la información deseada. Permite que el tomador de decisiones se relacione de una manera natural por medio de un diseño cuidadoso de la interfase con el usuario. Suelen introducirse después de haber implantado los Sistemas Transaccionales más relevantes de la empresa, ya que estos últimos constituyen su plataforma de información.

1.1.3 Sistemas Estratégicos

Estos se desarrollan en las organizaciones con el fin de lograr ventajas competitivas a través del uso de la tecnología de información.

De los sistemas de información antes mencionados, estos son algunos de los más conocidos; no obstante para efectos de éste estudio se hace referencia a los sistemas georeferenciados en el siguiente apartado.



1.1.4 Sistemas de Información Georeferenciados³

En el siglo XVIII los estados romano y griego reconocieron la importancia de organizar y sistematizar de alguna manera la información espacial; se crearon organismos comisionados exclusivamente para ejecutar la recopilación de información y producir mapas topográficos al nivel de países enteros, organismos que han subsistido hasta el día de hoy.

En el siglo XIX con su avance tecnológico basado en el conocimiento científico de la tierra, se produjo grandes volúmenes de información geomorfológica que se debía cartografiar. La orientación espacial de la información se conservó con la superposición de mapas temáticos especializados sobre un mapa topográfico base.

Recientemente la fotografía aérea y particularmente las imágenes de satélite han permitido la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie de la corteza terrestre. La información producida por este tipo de sensores ha exigido el desarrollo de herramientas para lograr una representación cartográfica de este tipo de información.

En el año 1962, en Canadá, se diseñó el primer sistema "formal" de información geográfica para el mundo de recursos naturales a

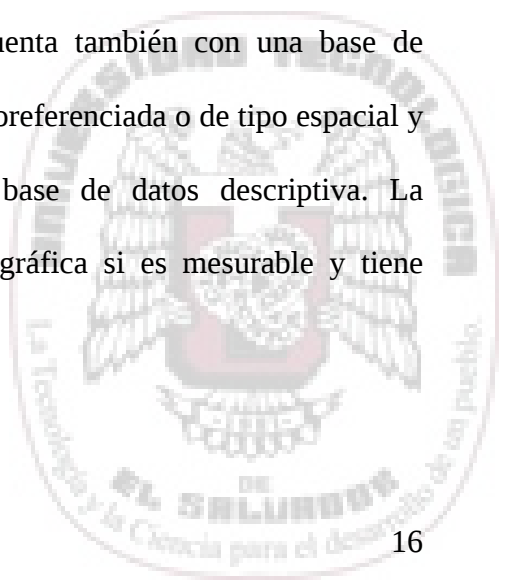
³ www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml

escala mundial. En el Reino Unido se empezó a trabajar en la unidad de cartografía experimental. No fue hasta la época de los 80's cuando surgió la comercialización de los Sistemas de Información Georeferenciados.

¿Qué es un Sistema de Información georeferenciado?

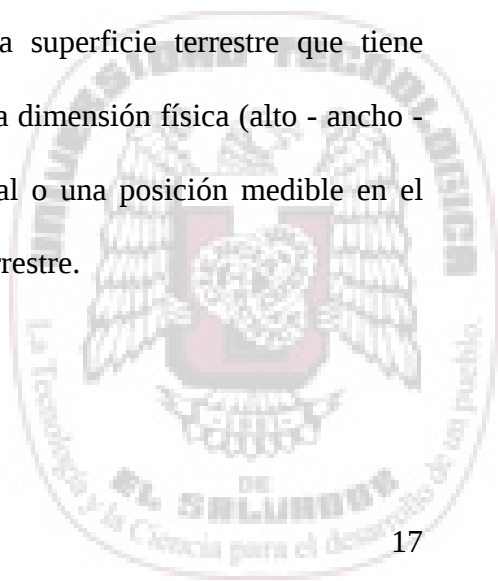
Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración.

Un Sistema de Información Geográfico particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no gráfica el Sistema de Información Georeferenciado cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene localización.



En un Sistema de Información Georeferenciado se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información (Ver figura 2).

Dentro de las funciones básicas de un sistema de información está la captura de la información y el análisis de la misma. La captura de la información se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías y videos; en cuanto al análisis, este se realiza con los datos gráficos y no gráficos (alfanuméricos), se puede especificar la función de que tan cerca en base a una distancia los objetos pueden encontrarse sobre una área determinada, del mismo modo, se puede especificar la función de coincidencia que se refiere a la superposición de objetos dispuestos sobre un mapa. Se dice que un objeto en un Sistema de Información Georeferenciado es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene tamaño es decir, que presenta una dimensión física (alto - ancho - largo) y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.



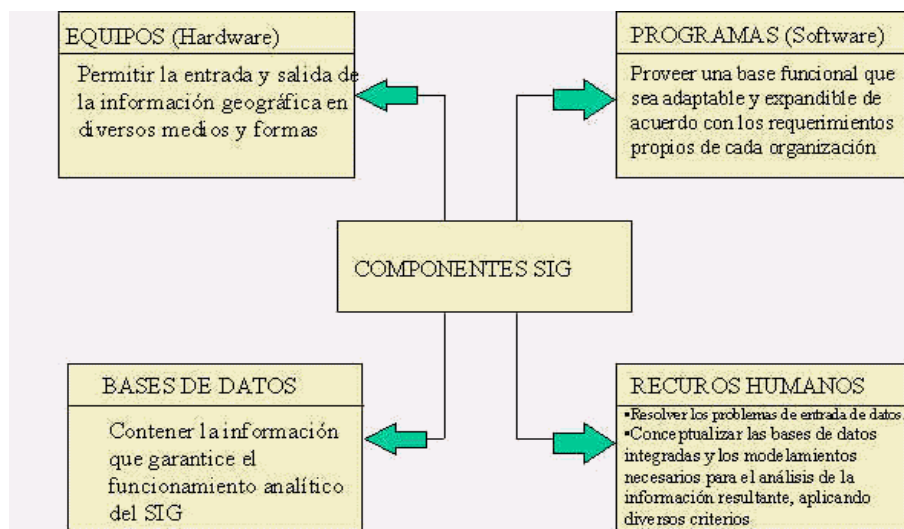


Figura 2

La esencia de un Sistema de Información Georeferenciado está constituida por una base de datos geográfica, esta es, una colección de datos acerca de objetos localizados en una determinada área de interés en la superficie de la tierra, organizados en una forma tal que puede servir eficientemente a una o varias aplicaciones. Una base de datos geográfica requiere de un conjunto de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella tanto desde el punto de vista de su documentación como de su administración. La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras. El vínculo entre las diferentes estructuras se obtiene mediante el campo clave que contiene el número identificador de los elementos. Tal número identificador aparece

tanto en los atributos gráficos como en los no gráficos. Los atributos no gráficos son guardados en tablas y manipulados por medio de un sistema manejador de bases de datos; los atributos gráficos son guardados en archivos y manejados por el software de un sistema georeferenciado. Los objetos geográficos son organizados por temas de información, o capas de información, llamadas también niveles.

2. Métodos para el Desarrollo de los Sistemas de Información

Existen diferentes métodos que son aplicables al desarrollo de los sistemas, la selección depende de los requerimientos o necesidades de la organización; dentro de los cuales se mencionan el Método del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Sistemas, Método del Desarrollo del Análisis Estructurado y la Herramienta de Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

Método del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Sistemas (SDLC)⁴. Es el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios realizan para desarrollar e implantar un sistema de información.

Las diversas partes del proyecto pueden encontrarse al mismo tiempo en distintas fases de desarrollo; algunos componentes en la fase de análisis y otras en la fase de diseño. El método consta de las siguientes actividades:

⁴ Senn A James, “Análisis y Diseño de Sistemas de Información”, 2ª. Edición McGraw Hill, Pag. 33

- Investigación preliminar.
- Determinación de los requerimientos del sistema.
- Diseño del sistema.
- Desarrollo de software.
- Prueba de los sistemas.
- Implantación y evaluación.

Método del Desarrollo del Análisis Estructurado⁵. Este método permite al analista conocer un sistema en una forma lógica y manejable mediante la división del sistema en componentes y la construcción de un modelo del sistema, al mismo tiempo que proporciona la base para asegurar que no se omite ningún detalle.

El objetivo que persigue el análisis estructurado es organizar las tareas asociadas con la determinación de requerimientos para obtener la comprensión completa y exacta de una situación dada; es decir no establece como se cumplirán los requerimientos o la forma en que se implantará la aplicación.

En lo que respecta al diseño estructurado se dedica a la creación de una jerarquía apropiada de módulos de programas y de interfaces entre ellos, para implantar la especificación creada durante el análisis. Además, la actividad del diseño se ocupa de la transformación del modelo de datos de entidad-relación en un diseño de base de datos.

⁵ Senn A James, “Análisis y Diseño de Sistemas de Información”, 2ª. Edición McGraw Hill, Pags. 40,41

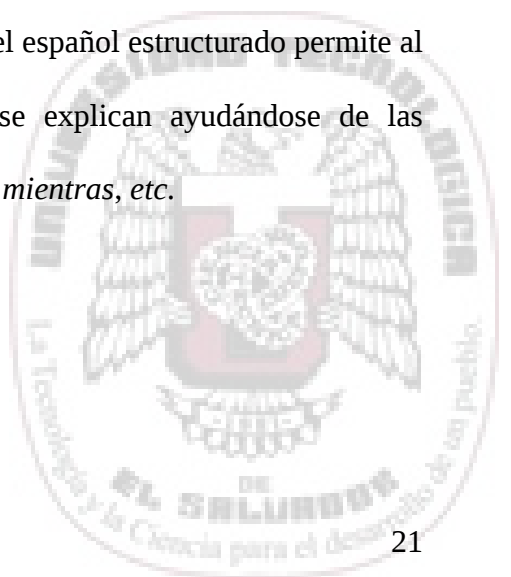
Respecto a este método, se engloban una serie de aportaciones de diversos autores entre los que cabe citar, por orden cronológico, a De Marco, Yourdon, Gane & Sarson, Ward & Mellor y Hatley & Pirbhai. Cada uno de ellos ha desarrollado su propio método de análisis, mejorando, ampliando o adaptando los anteriores a algún campo de aplicación específico.

Los componentes de este método son los siguientes:

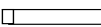
Símbolos Gráficos: Sirven para identificar y describir los componentes de un sistema y las relaciones entre éstos.

Diccionario de Datos: Descripción de todos los datos utilizados en el sistema puede ser manual o automatizado. Primeramente se deben agrupar dependiendo la información que se obtenga. El empleo del diccionario de datos debe ser generado tanto para la fase del análisis y diseño, ambos son de gran importancia, debido a que en esta etapa permite identificar los elementos del sistema.

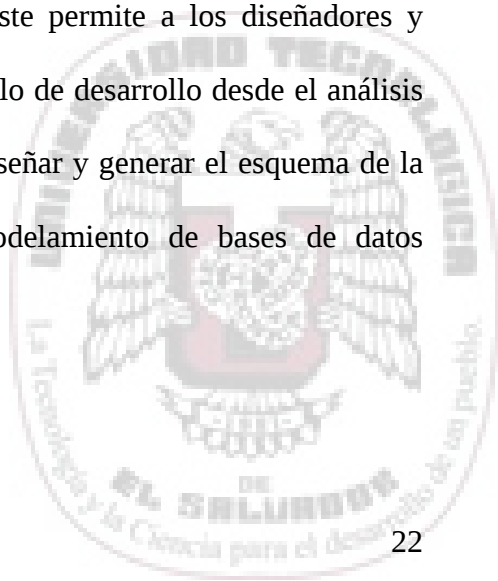
Descripción de Procesos y Procedimientos: emplean técnicas y lenguajes que permiten describir actividades del sistema. Los procesos pueden ser representados por el español estructurado, por árboles de decisión o por diagramas de flujo. Por lo general, la técnica del español estructurado permite al usuario entender los procesos ya que estos se explican ayudándose de las estructuras de control: *como si...entonces, hacer mientras, etc.*



Los métodos estructurados tienen notaciones similares, a continuación se presentan las dos notaciones más utilizadas:

AUTOR	NOTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Edward Yourdon		Entidad Externa
	 	Flujo de Información
		Procesos
		Almacenamiento de la Información
Gane/Sarson		Entidad Externa
	 	Flujo de Información
		Procesos
		Almacenamiento de la Información.

Una de las herramientas de software utilizadas por los desarrolladores de sistemas como apoyo para el modelamiento de sistemas utilizando el método del análisis estructurado, es el Power Designer; éste permite a los diseñadores y desarrolladores mejorar la productividad del ciclo de desarrollo desde el análisis hasta el diseño; así como también permite el diseñar y generar el esquema de la base de datos a través de un verdadero modelamiento de bases de datos relacionales.



3. Lenguaje Unificado de Modelado (UML)⁶

La herramienta UML se inicia en el año 1995 con la unión de ideas de Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, siendo hasta el año de 1997 que se adopta esta herramienta como estándar.

UML es un lenguaje para especificación, visualización y construcción de artefactos de los sistemas de software. Cuyo objetivo es el modelado de sistemas utilizando conceptos orientados a objetos.

UML indica que es lo que hará el sistema, más no como lo hará. Esta herramienta esta compuesta por diversos elementos gráficos que se combinan para confrontar diagramas, la finalidad de los diagramas es presentar diversas perspectivas de un sistema las cuales se les conoce como modelo. A continuación se describen los diagramas más utilizados y su simbología:

Diagrama de Clases: muestra las entidades en un sistema o dominio y la forma en que tales entidades se relacionan entre sí. Cada clase se representa como un rectángulo con nombre (ver Figura 3).

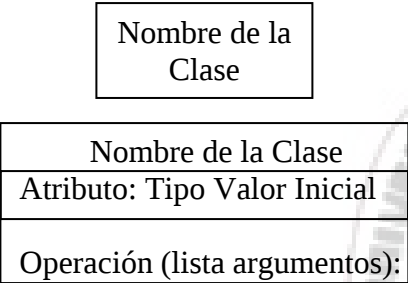


Figura 3

⁶ Schumuller Joseph, Aprendiendo UML en 24 horas, Págs.7-11, 92,104,120.



Diagrama de objetos: muestra las instancias de las clases y sus relaciones entre sí. Cada objeto se representa como un rectángulo con nombre. (ver Figura 4).

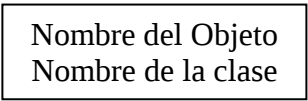


Figura 4

Diagrama de casos de uso: Es una descripción de las acciones de un sistema desde el punto de vista del usuario, ésta es una herramienta valiosa ya que es una técnica de acierto y errores para obtener los requerimientos del sistema. Cada caso aparece como una elipse, y cada actor como una figura representativa (ver Figura 5).

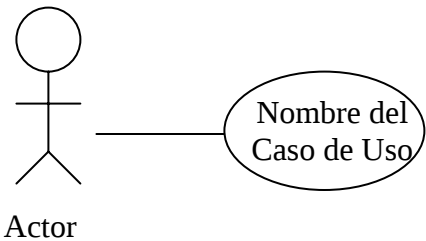
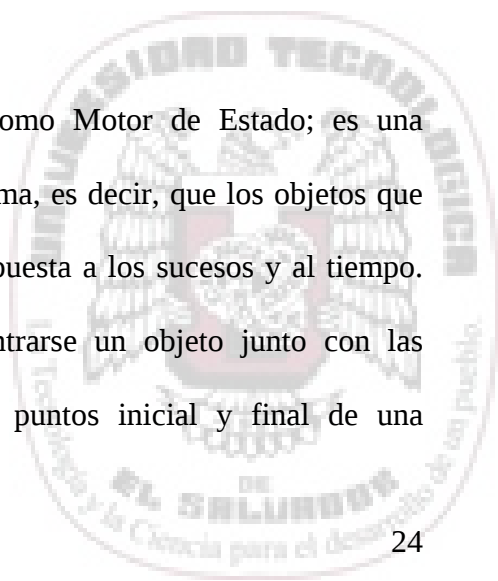


Figura 5

Diagrama de Estados: También conocido como Motor de Estado; es una manera para caracterizar un cambio en un sistema, es decir, que los objetos que lo componen modificaron sus estado como respuesta a los sucesos y al tiempo. Presenta los estados en los que puede encontrarse un objeto junto con las transiciones con los estados, y muestras los puntos inicial y final de una



secuencia de cambios de estado. Un estado se representa como un rectángulo de vértices redondeados, y una transición entre estados como una línea que los conecta (ver Figura 6).

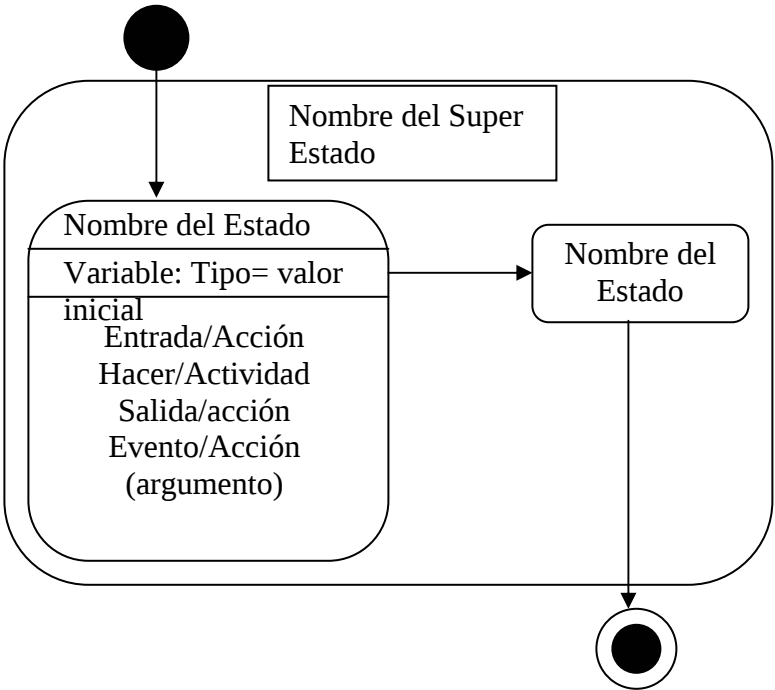
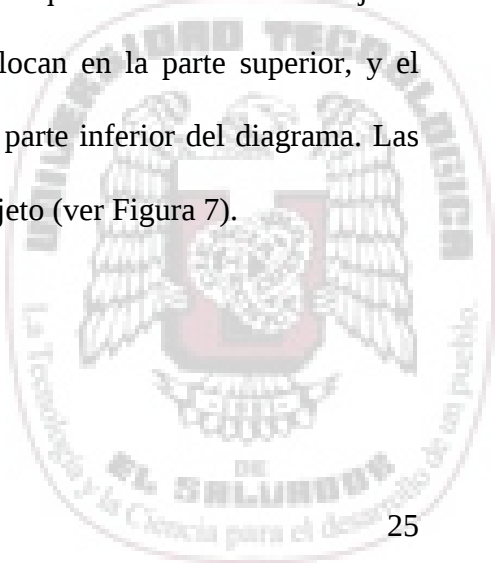


Figura 6

Diagrama de Secuencias: representa la forma en que interaccionan los objetos entre sí al paso del tiempo. Los objetos se colocan en la parte superior, y el tiempo procede desde la parte superior hacia la parte inferior del diagrama. Las flechas denotan mensajes que van de objeto a objeto (ver Figura 7).



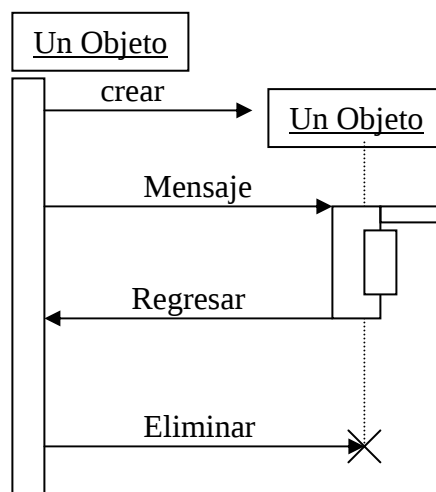


Figura 7

Diagrama de Actividades: Este ha sido diseñado para mostrar una visión simplificada de lo que ocurre durante una operación o proceso. Es una extensión de un diagrama de estado. Es decir que muestra los pasos y puntos de decisión que suceden dentro del comportamiento de un objeto o dentro de un proceso de negocios. Cada paso es un rectángulo de vértices redondeados (de una forma más ovalada que la representación de un estado) y cada punto de decisión es un rombo (ver Figura 8).

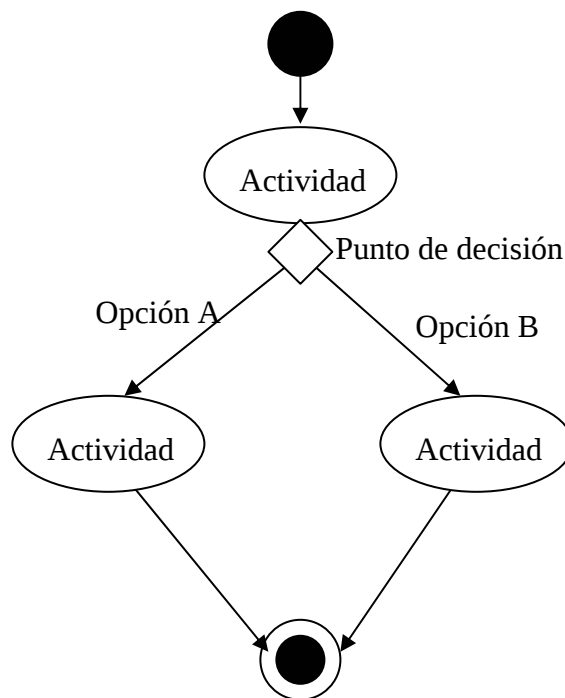


Figura 8

Diagrama de Colaboraciones: es otra forma de representar la manera en que los objetos trabajan en conjunto con el tiempo. Los objetos podrían estar en cualquier parte del diagrama. Los mensajes de un objeto a otro aparecen como líneas que conectan a los objetos. Cada línea está numerada de acuerdo con su ubicación en la secuencia de mensajes y muestra información que pertenece a la naturaleza del mensaje (ver Figura 9).

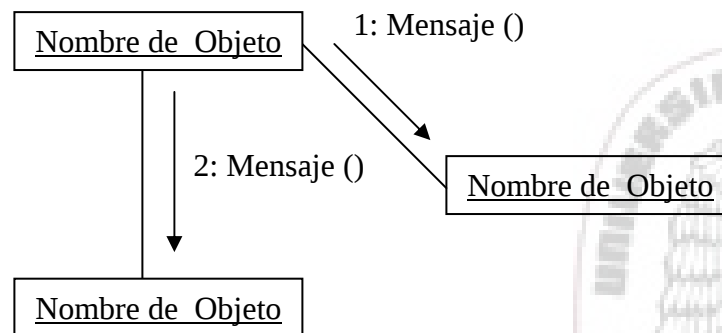


Figura 9



Distribución: representa la arquitectura física de un sistema de computo. Puede mostrar cada equipo de computo y dispositivo en el sistema y los componentes que en ellos residen. El equipo de computo o nodo se representa como un cubo con los componentes individuales dentro de él, y Cada componente aparece como un rectángulo con dos pequeños rectángulos sobrepuestos en su borde izquierdo (ver Figura 10).

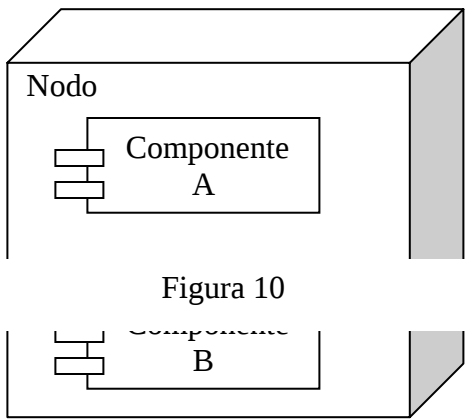


Figura 10

Después de conocer los diferentes métodos para el desarrollo de sistemas; es importante también conocer que lenguajes de programación cumplen con las características técnicas para llevar a cabo el proyecto.



4. Lenguajes Visuales de Programación

En el mercado existen diversos lenguajes de programación, lo que permite a los desarrolladores de software optar por el que se acople a sus necesidades. Entre los cuales se mencionan:

Visual C++ Es un lenguaje de programación de nivel medio ya que combina los elementos de lenguaje de alto nivel con la funcionalidad del ensamblador, inicialmente fue creado para la programación de sistemas operativos, interprete, editores, compiladores. La mejora más significativa del lenguaje C++ es que soporta la Programación Orientada a Objetos (POO) e incorpora clases.

Visual Basic es un lenguaje de programación visual, basado en objetos, aunque no orientado a objetos como Visual C++, utiliza objetos con propiedades y métodos, pero carece de los mecanismos de herencia y polimorfismo propios de los verdaderos lenguajes orientados a objetos como Java y C++.

Visual FoxPro: Es un lenguaje basado en objetos, soporta interfaces MDI, barras de herramientas, ayuda sensible al contexto, múltiples fuentes, acceso a bibliotecas de enlace dinámico (DLL). Permite generar tablas, formularios, consultas e informes al gusto del usuario, permitiendo a este abrir varias ventanas a la vez, permite la creación de elementos de un proyecto por separado y luego agregarlos a un proyecto existente o crear un nuevo proyecto y desde éste ir agregando los elemento que deba contener.

Toda la interfaz de desarrollo incorporada por "Visual Foxpro" está orientada a la generación rápida de aplicaciones (RAD). El objetivo final es la generación de

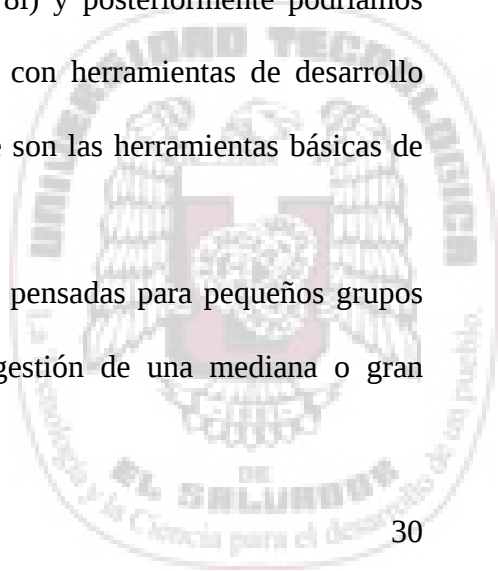
aplicaciones seguras en un tiempo razonablemente pequeño. Todo esto se consigue dejando que el trabajo a bajo nivel lo efectúe el sistema, quedando para el programador el aspecto visual y el análisis de la aplicación.

5. Bases de Datos

Una base de datos consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a dichos datos. Uno de los objetivos principales es proporcionar un entorno que sea tanto práctico como eficiente de usar en la recuperación y el almacenamiento de la información de la base de datos; asimismo estos se diseñan para gestionar grandes cantidades de información. Entre estos tenemos:

Oracle: Es básicamente una herramienta cliente/servidor para la gestión de Bases de Datos. Es un producto vendido a nivel mundial, aunque la gran potencia que tiene y su elevado precio hace que sólo se vea en empresas muy grandes y multinacionales. Oracle como antes se ha mencionado se basa en la tecnología cliente/servidor, pues bien, para su utilización primero sería necesario la instalación de la herramienta servidor (Oracle 8i) y posteriormente podríamos atacar a la base de datos desde otros equipos con herramientas de desarrollo como Oracle Designer y Oracle Developer, que son las herramientas básicas de programación.

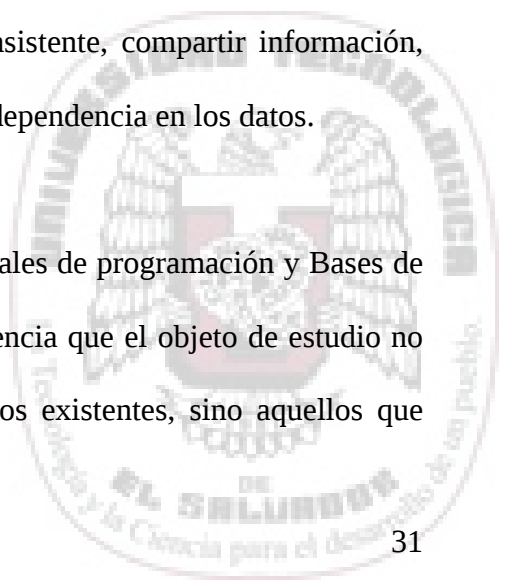
Access: las distintas versiones de access están pensadas para pequeños grupos de usuarios, pero nunca para llevar toda la gestión de una mediana o gran



empresa, ya que para tales menesteres tenemos gestores de bases de datos más potentes como SQL Server, Oracle, Visual Foxpro, entre otros. A lo largo de todas las versiones que han ido saliendo de acces, al intentar convertir una base de datos a otra de versión anterior o superior, se pueden producir algunas incompatibilidades. Una de las ventajas que presenta es que no siempre detecta cuando una base de datos esta dañada. Access es compatible con base de datos OLE, lo que permite a los usuarios combinar la facilidad del uso de la interfaz de este con una base de datos, como Microsoft SQL Server.

Visual FoxPro: es considerado por algunos como uno de los “gestores de Bases de Datos relacionales” más rápidos y flexible del mercado, facilitando la organización de los datos aparte del acceso a tablas en formato nativo de Visual FoxPro, se puede acceder virtualmente a cualquier fuente de datos cuyo acceso se pueda hacer a través de ODBC (Open Database Connectivity). Este estándar, definido como Conectividad Abierta de Bases de Datos, permite abrir y consultar diversas bases de datos a través de un conjunto de controladores, utilizando SQL como lenguaje de consulta. Este proporciona al sistema la globalización de la información, eliminación de información inconsistente, compartir información, mantener la integridad en la información y la independencia en los datos.

Cabe mencionar que existen más lenguajes visuales de programación y Bases de Datos en el ámbito informático, haciendo referencia que el objeto de estudio no es conocer todos los lenguajes y bases de datos existentes, sino aquellos que



reúnan las características, y optar por el que más se adecua al desarrollo de la aplicación.

6. Herramientas CAD⁷

Este se utiliza en la cartografía para aumentar la productividad en la generación y actualización de mapas. El modelo de base de datos de CAD maneja la información espacial como dibujos electrónicos compuestos por entidades gráficas organizadas en planos de visualización o capas. Cada capa contiene la información de los puntos en la pantalla (o píxeles) que debe encender para la representación por pantalla, así como la generalización del uso de microordenadores y estaciones de trabajo en la industria y la aparición y consolidación de las Bases de Datos relacionales, junto a las primeras modelizaciones de las relaciones espaciales o topología. Dentro de estas se mencionan:

Autodesk Map. Es un producto orientado a cartografía y sistemas de información geográfica (GIS). Es la versión de AutoCAD ideal para la elaboración de mapas interactivos, que pueden ser modificados de acuerdo a la información que se desee visualizar, ligando entidades gráficas a datos almacenados en diversas bases de datos. Permite la vinculación con la base de datos (Oracle, Sybase, dBase, Paradox, Visual FoxPro 6.0), originando así una comprobación de la integridad de los datos empleados y ofreciendo facilidad de gestión tanto de vinculación de los datos como de gestión de las consultas,

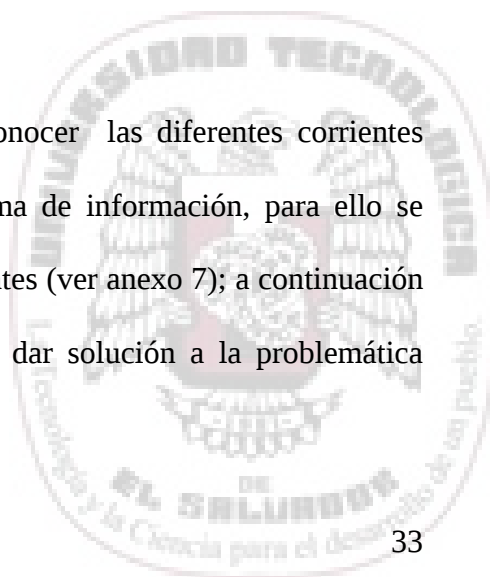
⁷ www.cesga.es/ca/defaultChtml/

existiendo la posibilidad de almacenar las consultas hechas en un momento dado para su posterior utilización. Permite crear, visualizar, gestionar, trazar, compartir y reutilizar proyectos con precisa y completa información de diseño.

MicroStation: es particularmente útil en equipos de proyectistas que necesitan compartir datos de diseño. Sus principales características son las siguientes:

- Corre en las siguientes plataformas: x86 Windows, DOS, DEC Alpha NT, OS/2 Warp, HPUX, Solaris 2.x, IBM y Apple PowerMac.
- Herramientas para publicación interactiva y colaborativa de los diseños en Internet.
- Firmas digitales en los documentos generados.
- Importación/Exportación .
- Gestión inteligente de capas de dibujo.
- Herramientas avanzadas para el diseño y modificación de objetos tridimensionales.
- Potentes herramientas de ploteado e impresión.

Con lo expuesto en este literal, se dan a conocer las diferentes corrientes teóricas que llevan al desarrollo de un sistema de información, para ello se elaboraron cuadros comparativos de las corrientes (ver anexo 7); a continuación se plantea como en la actualidad se trata de dar solución a la problemática existente.



I. ACTUALES CONCEPCIONES TEÓRICAS

Para el caso del tema en estudio, la administración de la información de los sistemas de redes, ya sean estas de agua potable o de alcantarillado, se han hecho a través de métodos manuales o métodos tradicionales, en donde si la información no está registrada en planos u otros tipos de documentos, al menos existen una o varias personas que de manera empírica conocen el detalle de esa información.

Método Manual de Administración de Información de Redes de Agua Potable y Alcantarillado: Se dibuja y se rotula en papel el detalle de los elementos que forman o formarán parte de la red, tales como diámetros de tuberías, válvulas, pozos, etc. (ver anexo 3).

Dependiendo del tipo y cantidad de planos se les coloca una codificación para efectos de almacenarlos y buscarlos en el momento requerido. (ver anexo 3).

Cuando se finaliza un proyecto se elaboran planos finales de la obra, los cuales quedan para realizar la administración de las redes, sea esta reparación, mantenimiento, mejoras y ampliaciones de planos impresos en papel y para ello existen diferentes tipos de planos, planos de superficie, planos de perfiles, planos esquemáticos, planos generales y planos de detalle. Los planos se guardan extendidos en gavetas o bandejas, los cuales se organizan por nombre de proyecto, por fecha y por el código asignado por el dibujante, lo que facilita su búsqueda. Otra manera de disponer de ellos es guardándolos enrollados y preferiblemente en tubos rotulados con el nombre del proyecto y fecha de la ejecución del mismo tapados por los extremos y se colocan en ordenadores frecuentemente llamados “planeras”.

Cualquier modificación que sufran los sistemas de redes, sea esta reparación, mantenimiento o mejoras, se deben reflejar en los planos finales para que estos se mantengan actualizados; en el caso de ser una ampliación se elaboran los respectivos planos.

En la actualidad, el área técnica se ve en la necesidad de emplear tecnología que permita obtener información más exacta para lograr un mejor resultado en la administración de las redes, proporcionando así un mejor beneficio a la comunidad.

J. ADOPCIÓN DE CORRIENTE TEÓRICA

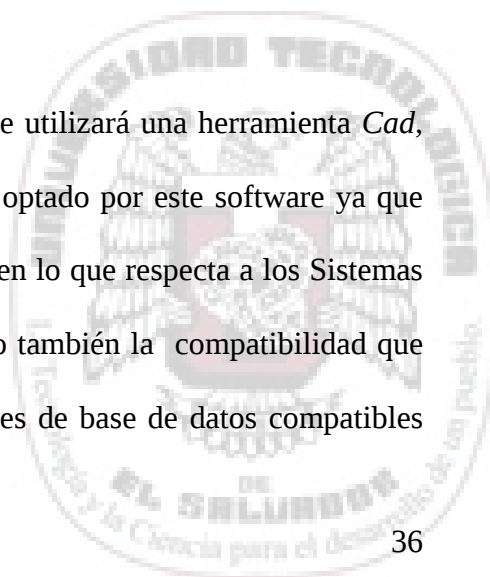
Después de revisar las anteriores teorías sobre desarrollo de sistemas, y entendido las características de la problemática analizada, el grupo investigador adopta la siguiente corriente teórica: “Desarrollar un Sistema de Información Georeferenciado que apoye la Administración de las redes de agua potable y alcantarillado para la Empresa Villanueva Sociedad de Economía Mixta”.

Esta teoría esta basada en el desarrollo de los componentes siguientes:

- Para el análisis y diseño se empleará el *Lenguaje Unificado de Modelado (UML)*; esta es una herramienta que ayuda con mucha claridad a los desarrolladores de software a entender los requerimientos de los usuarios, los cuales son plasmados por el analista o diseñador en el modelo del sistema propuesto. Dentro de las ventajas que ofrece UML es que no pretende definir un modelo estándar de desarrollo, sino únicamente un lenguaje de modelado; es decir es una técnica de modelado de objetos y como tal, supone una

abstracción de un sistema para llegar a construirlo en términos concretos. Además, mediante los diagramas, es decir; mediante representaciones gráficas, facilita el visualizar toda la información relevante del sistema.

- Para la construcción del código se empleará el *Lenguaje de Programación Visual FoxPro Versión 6.0*; se adopto este lenguaje ya que posee muchas características que son compatibles con el sistema a desarrollar, entre ellas podemos mencionar, que es uno de los lenguajes de programación mas conocidos en el mercado por la trayectoria que ha presentado desde sus primeras versiones para ambiente DOS hasta las ultimas versiones en ambiente visual. Además, cuenta con la potencia suficiente en el manejo de las bases de datos; permitiendo una conectividad abierta de bases de datos (ODBC, Open Database Connectivity) y acceso a la información de bases de datos remotas; lo cual da paso a la vinculación de los datos con la parte gráfica que se manejara con Autodesk Map. Asimismo, permite el utilizar sentencias SQL (Lenguaje de consulta estructurado), y de esta manera desarrollar programas que se basan en objetos, originando así un ambiente visual fácil de manejar para el usuario.
- Para la gestión de imágenes referenciadas se utilizará una herramienta *Cad*, específicamente *Autodesk Map 2002*, se ha optado por este software ya que es uno de los más conocidos en el mercado en lo que respecta a los Sistemas de Información Georeferenciados, así como también la compatibilidad que permite con Visual FoxPro 6.0 y los gestores de base de datos compatibles



ODBC; permitiendo así relacionar las imágenes de los planos de las redes con la aplicación desarrollada con Visual FoxPro.

Con esta teoría se espera que el sistema ayude en los siguientes tópicos:

- Permitirá que el usuario pueda identificar de manera exacta los elementos instalados en las redes, mediante la representación de cada uno de ellos en planos georeferenciados manejados por Autodesk Map.
- Brindar información que describa la ubicación física y características técnicas de los elementos representados; entre la información que el sistema brindará acerca de los elementos se encuentra: calle o avenida, tipo de superficie de la calle o avenida, profundidad, altitud y longitud (coordenadas geodésicas), diámetro, fecha de última reparación, entre otros; además, el sistema permitirá que el usuario pueda hacer actualizaciones cuando se realicen expansiones, cambios de tuberías de menor a mayor diámetro y de diferente material, anexar nuevos elementos, etc.
- Generar diferentes tipos de reportes, entres estos reportes gráficos y reportes estructurados de acuerdo a las necesidades del usuario.

