

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA EN  
COMPUTACION

"SISTEMA DE INFORMACION  
GEOGRAFICO AMBIENTAL"

TOPICO DE GRADUACION  
SISTEMAS AM/FM

Previa a la Obtención del Título de:  
*INGENIERO EN COMPUTACION*

PRESENTADO POR:

Alberto Geovanni Carriel Saltos  
Loren Ivon Resabala Intriago  
Fanny Adriana Miranda Del Pozo  
María Paola Vera Alvarado

GUAYAQUIL - ECUADOR

1997

# INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
1. GIS	4
1.1 Sistema De Información Geográfico	4
1.2 Aplicaciones	4
1.3 Sistemas CAD	5
1.4 Diferencias de un G.I.S y un CAD	6
1.5 Sistemas AM - FM	7
1.6 Analogía de ambos conceptos	8
1.7 Diferencias ( G.I.S - AM /FM )	9
1.8 Ventajas	10
1.8.1 Diseño	10
1.8.2 Construcción	12
1.8.3 Operación	13
1.8.4 Mantenimiento	13
1.9 Software SIG Disponible	14
1.10 Metodología para la creación definitiva del GIS	15
1.11 GPS	16
2. AGIS	17
2.1 Antecedentes	17

2.2 Definición	19
2.3 Requerimientos	20
2.4 Digitalización	21
2.4.1 Datum	29
2.4.2 Datums Locales	30
2.4.3 Datums del Satélite	30
2.4.4 Transformaciones de Datums	31
2.4.5 Consideraciones Básicas	32
2.4.6 Proyección Mercator Transversa	34
2.4.7 Sistemas de Coordenadas	36
2.4.7.1 Unidades y formatos	36
2.4.7.2 Proyección Cartográfica	37
2.4.7.3 Datums Geodésicos	38
2.4.7.4 Datums Horizontales	38
2.4.7.4.1 Sistema Absoluto	38
2.4.7.5 Datums Mundial	39
2.4.7.6 Datums Regional	39
2.4.7.7 Datums Vertical	39
2.5 Mapix	40
2.5.1 Mapix	40
2.5.1.1 Elaboración de los Iconos	42
3. Colección	43

3.1 Ezdb	44
3.1.1 Bases de Datos	44
3.1.1.1 Diseño	44
4. ASPECTOS GEOFISICOS	44
4.1 Isoyetas	44
4.2 Isotermas	45
4.3 Evapotranspiración	45
5. AGIS	45
5.1 Archivo	46
5.2 Join	47
5.3 Modifica	48
5.4 Consulta	48
5.5 Generales por Año	49
5.6 Generales por Estación	49
5.7 Descriptiva por Estación	49
5.8 Consulta de Evapotranspiración	50
5.9 Ayuda	50
CONCLUSIONES	

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial para la ESPOL, El INAMHI, IGM, FUNDACION NATURA, instituciones que de una o otra manera colaboraron para el desarrollo exitoso de este proyecto.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y mis padres ANGELICA Y ALBERTO, mis hermanos EDISON Y ROCIO que supieron apoyarme durante todos estos años. Sin ellos no lo hubiera logrado.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, a Jesús y a la Virgen María, por escuchar mis oraciones y mis ruegos, por su infinito amor, por derramar innumerables bendiciones para conmigo y para con mi familia; y por sobre todo, por haberme regalado la vida y la dicha de tener a mis padres, quienes a su vez, supieron inculcarme los valores de una vida cristiana y justa, por su apoyo incondicional, por su dedicación, desvelos, y por darme todo lo que estuvo a su alcance, para que yo pudiera culminar con éxito, mi carrera universitaria. Y finalmente, a aquellos que me ayudaron de una u otra forma, a los que me apoyaron, me aconsejaron y me acompañaron, durante todo este tiempo, les expreso mi sincero y profundo agradecimiento

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a SHEYLA INTRIAGO LOPEZ.....MI MADRE quién ha sido la base fundamental para mantenerme en alto todos estos años de estudios y además la fuerza sin límites para continuar con el desarrollo del Sistema de Información cuando las cosas se visualizaban sin solución y a Dios porque es quién sin duda alguna me ha ayudado en una forma oculta e invisible en todos los que me rodean y me apoyaron de alguna u otra manera facilitando mi camino para ésta meta tan anhelada.



## DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo a nuestro profesor y amigo; el Ing. Javier Urquiza Calderón que con sus enseñanzas y comprensión nos guió hacia las herramientas para que este proyecto sea una realidad

# TRIBUNAL DE GRADUACION

---

Ing. Carlos Villafuerte  
DECANO DE LA FIEC

---

Ing. Javier Urquizo  
DIRECTOR DE TOPICO

---

Ing. Roberto Urquizo  
VOCAL

---

Ing. Raúl Rivas  
VOCAL

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Alberto Carriel Saltos

Loren Resabala Intriago

Adriana Miranda Del Pozo

Paola Vera Alvarado

## INTRODUCCION

El presente proyecto es una consecuencia de la gran Problemática que vive hoy por hoy el mundo y aún mas nuestro país el Ecuador ante la falta de atención adecuada a los problemas ambientales. Es preocupante ver como todavía en el Ecuador los gobiernos de turno llevan a cabo obras sin el previo estudio de impacto ambiental; quizás sea por que no les interesa, no les conviene o simplemente por que no cuentan con los recursos necesarios para llevar a cabo estos estudios. Y es que la imposibilidad de controlar el crecimiento de la ciudad y el asentamiento humano no planificado da origen a los problemas ambientales de la ciudad y del cantón en general. Por lo que sin llegar a desestimar el hecho de que todos los habitantes del Ecuador y todas sus regiones geográficas son importantes para el desarrollo nacional, es indudable que el cantón Guayaquil constituye la región mas trascendente de la nación, por la cantidad de población allí asentada, por la riqueza de sus recursos, por sus actividades económicas, por sus especiales problemas sociales y por la probablemente mas grande y compleja acumulación de problemas ambientales que dentro de sus aspectos mas relevantes podemos nombrar: Inundaciones, Deslaves, hundimiento del suelo rellenado por basura, asentamientos cercanos a áreas de camaroneras e industrias y áreas de

protección ecológica, obras en áreas de asentamientos informales sin control, sismos, etc.

Ante esta situación y al observar que aquí no existe un organismo con los recursos técnicos adecuados para brindar un estudio previo del impacto ambiental que puede llevar a cabo una determinada obra ejecutada o por ejecutar por el gobierno o el municipio en la provincia o el país. Hemos desarrollado un software que servirá como herramienta de trabajo el cual si bien no va a solucionar todos los problemas servirá para que las personas adecuadas, (expertas en la materia del medio ambiente) puedan realizar estudios ambientales con mayor efectividad y prontitud.

El **AGIS** (SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO AMBIENTAL) va a servir como una poderosa herramienta de trabajo para expertos en el estudio del medio ambiente y usuarios en general. Utilizando para ello los diferentes parámetros que conforman los factores ambientales a través de una base de datos muy amplia y un sistema georeferenciado de todo el cantón de Guayaquil.

Para ello utilizamos un programa georeferenciado como Mapix que nos permitió gran facilidad para la digitalización y colección, debido a su fácil aprendizaje y su ayuda en línea. Se utilizó un programa de base de datos

EZDB que es un programa que tiene un enlace directo con Mapix, para el entorno del sistema de reportes manejamos Visual Basic debido a el conocimiento de nosotros de esta herramienta y su facilidad para generar interfaces gráficas, que son de gran ayuda para el fin que persigue el sistema.

# 1. GIS

## 1.1 SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO

Un G.I.S (Geografic Información System) un sistema de información geográfico es un tipo especializado de datos que se caracteriza por su capacidad de manejar datos geográficos es decir especialmente referenciados, los cuales se pueden representar gráficamente como imágenes. Cada punto esta relacionado con un registro en una base de datos por lo que es capaz de mostrar la entidad de acuerdo a una consulta.

## 1.2 APLICACIONES

Las áreas de uso practico de un G.I.S son muy variadas, desde el inventario de los recursos naturales y humanos hasta el control y la gestión de los datos catastrales y de propiedad urbana rústica (catastro), la planificación y la gestión urbana y de los equipamientos, la cartografía y el control de grandes instalaciones, el marketing geográfico, etc. En realidad un G.I.S es útil en cualquier área que sea necesario el manejo de información espacial.

### 1.3 SISTEMAS CAD

A partir de la introducción de los ordenadores se ha adaptado la tecnología de los CAD (Computer Aided Design); que se volvió de gran interés para el empleo en múltiples actividades que involucran el manejo de datos gráficos puesto que los CAD están primordialmente destinados a la creación, almacenamiento, manejo y representación de una variedad de símbolos gráficos del mapa o carta y de hecho, trata los elementos geográficos relaciones a un sistema de posicionamiento, como archivos gráficos en lugar de archivos analíticos topológicamente correctos.

Este tipo de sistemas CAD tienen muchas aplicaciones, especialmente en instituciones de carácter público y que tienen bajo su responsabilidad elaborar cartografía de uso topográfico o náutico. Además en el campo fotogramétrico, permite la conexión con estéreo -restituidores para desarrollar actividades cartográficas básicas.

Los sistemas CAD y los sistemas CADD (Computer Aided Drafting and Design), los cuales almacenan información espacial como información gráfica.



Estos sistemas involucran procesos donde el usuario interactúa con una imagen visual sobre una pantalla gráfica para crear, modificar o manipular diseños.

El Diseño Asistido por Computador (CAD/CADD), utiliza datos referenciados a un sistema de coordenadas, los cuales están definidos por símbolos, líneas, textos. La información gráfica es estructurada por niveles los cuales son seleccionados por el usuario.

#### **1.4 DIFERENCIAS DE UN G.I.S Y UN CAD**

Un sistema de Información Geográfica es mucho mas que un sistema de diseño asistido por computador (CAD), y lo es por su capacidad de relacionar los elementos gráficos( puntos, líneas, poligonos), con los elementos de una base de datos, característica que no presenta un CAD, el cual únicamente se dedica a manejar elementos gráficos. Además, es importante señalar que, las diferencias con los programas de Cartografía asistidos por computador estriban en su posibilidad de manejar mas de un conjunto de elementos gráficos al mismo tiempo y, sobre todo, la capacidad de construir nuevos datos a partir de los ya existentes

en la base de datos, lo cual es poco habitual en los programas CAD.

## 1.5 SISTEMAS AM - FM

Los programas CAD fueron evolucionando y pronto se pudo acceder a bases de datos no gráficas(alfanuméricas) y enlazarlas con elementos gráficos, extendiéndose de esta forma el alcance de esta tecnología para que puedan ser utilizados en organismos de administración de servicio publico, por ejemplo Compañías o empresas telefónicas. A esta nueva tecnología se le dio el nombre de AM/FM (Automated / Facilities Management) y constituyen en una fase previa a los G.I.S.

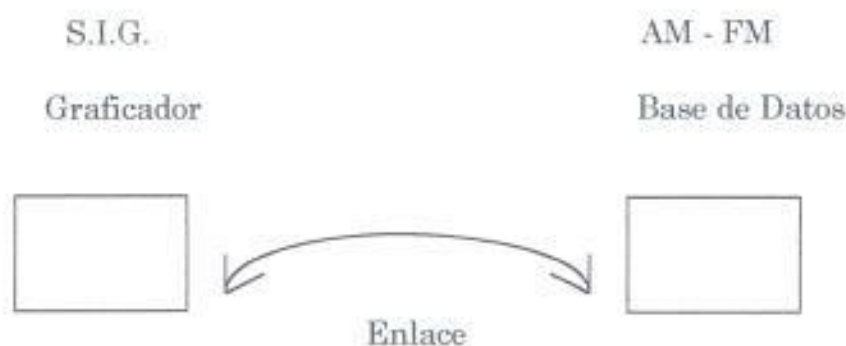
La importancia de los sistema AM/FM radica en el almacenamiento, consulta(de los elementos gráficos que se encuentren enlazados), análisis y reportes de datos.

Estos sistemas combinan un conjunto de bondades que nos brindan los sistemas CAD como gráficos interactivos, entradas y técnicas de almacenamiento con opción para el enlace de base datos alfanuméricos. Este sistema cumple con la función de

administradores de servicios; y su utilización se halla difundido en entes públicos y privados donde su necesidad inicial no abarca el análisis geográfico.

Si la aplicación a usar esta relacionada con un inventario lo que usaremos será un AM o un FM, AM significa Automatic Mapas y FM significa Facilities Management o Administración de Recursos, generalmente lo usan las empresas de Servicio Publico, por ejemplo en Redes Telefónicas.

### 1.6 ANALOGÍA DE AMBOS CONCEPTOS:



El "Enlace" entre el Graficador y la base de datos viene dada por el fabricante del programa.

Por ejemplo un fabricante de este estilo es INTERGRAPH, el paquete completo tiene su Graficador que es MICROSTATION, análogo a Autocad, del enlace se encarga MGE que significa MODULAR GIS ENVIRONMENT y la base de datos es ORACLE.

Mapix tiene su Graficador y su base de datos que es DBASE, no es tan poderoso como los dos anteriormente mencionados, es mas útil par aplicaciones mas pequeñas y para pocos clientes.

## **1.7 DIFERENCIAS (G.I.S.-AM/FM)**

Las aplicaciones de los sistemas AM/FM son orientadas con fines específicos.

Un G.I.S. esta soportado por una estructura topología (raster, vector), mientras que un sistema AM/FM esta basado en vectores.

Un G.I.S. esta orientado a polígonos (áreas cerradas: regulares, irregulares) y un AM/FM a puntos o líneas.

Estos dos sistemas están enfocados para satisfacer las necesidades de los diferentes usuarios.

El sistema de información geográfica es un componente de un sistema orientado a los datos geográficos basado en un concepto de banco de datos relacional, soportado por diferentes subsistemas dentro los cuales pueden estar los CAD y los AM/FM, dedicados a la captura y tratamiento de la información geográfica.

## **1.8 VENTAJAS**

Vamos a referirnos a las ventajas específicas que presenta la utilización de un G.I.S dentro de la planificación, diseño y construcción del proyecto realizado. Para que así se pueda tener una visión mas amplia de la aplicación de el .

### **1.8.1 DISEÑO - VENTAJAS DE UN SIG**

- Visión integrada de la red y sus modificaciones.
- Integración con bases de datos corporativas.
- Acceso transparente a la información única.

-Modelo de conectividad.

-Cartografía continua.

El SIG es capaz de mantener de modo integrado la gestión de la red existente, diseñada, en construcción o propuesta para desmontar, con el fin de disponer de toda la información al día sobre el estado de la planta. El sistema puede integrarse en el modelo corporativo de datos, evitando duplicidades.

Dado que el sistema es capaz de modelar la conectividad, de los elementos, resulta posible simular el comportamiento de la red en distintos escenarios.

La Gestión resulta mucho mas sencilla al contar con un fondo cartográfico continuo.

Un GIS que reúna todas esas características suele denominarse AM/FM Automated Mapping, Facilities Management.

## 1.6.2 CONSTRUCCION -VENTAJA DE UN G.I.S

- Extracción de la información de diseño.
- Creación de la orden de trabajo.
- Capacidad de seguimiento.
- Reglamentación con las modificaciones de la obra construida.

Un sistema GIS es capaz de optimizar el proceso de construcción porque habilita medios para, a partir de la información de diseño, obtener todos los datos necesarios para abrir la orden de trabajo, permitiendo ejercer el control sobre la obra según se realiza.

A continuación el proyecto actualiza con las modificaciones de obra de modo que un futuro proyecto se realiza en base a la información disponible, la cual refleja fielmente lo existente en el terreno.

### 1.6.3 OPERACION -VENTAJA DE UN G.I.S

Integración de sistemas:

- AM/FM/SIG
- SCADA
- Contabilidad
- Optimización de la red.
- Facturación
- Marketing

El concepto clave al hablar de operación de la red, en la que es habitual la existencia de otros sistemas informáticos tanto para monitorear la red, como para efectuar la contabilidad, facturación y marketing de clientes, es integración de sistemas.

### 1.6.4 MANTENIMIENTO -VENTAJA DE UN G.I.S

- Detección de averías
- Análisis de conectividad para el mercado afectado



- Análisis probabilístico de averías
- Alimentación a sistema de "dispatching"

Se puede crear a futuro un sistema AM/FM/GIS capaz de localizar el problema mediante su integración con los sistemas de monitorización de red.

El modelado de la conectividad de los elementos permite en circunstancias de fallo determinar la zona afectada y posibles redireccionamiento para mantener el servicio.

Finalmente, se cuenta con un sistema de análisis estadístico de averías y con modulo que alimenta el sistema de "dispatching", para la reparación del elemento averiado.

## 1.7 SOFTWARE SIG DISPONIBLE.

En la actualidad existe una oferta muy grande y variada de programas SIG. el conjunto de programas disponibles para SIG se puede dividir en tres tipos: comerciales, de dominio publico y de enseñanza. Los comerciales han sido elaborados por empresas

que los mantienen y desarrollan continuamente, entre ellos se pueden mencionar ARC/INFO, MICROSTATION; TIGRIS; SICAD; MGE; SYSTEM 9; SPANS; ARGIS 4GE; STRINGS; GEOBLOCKS; GIMMS; PHOCUS; ERDAS, entre otros. La existencia de esta amplia variedad de programas SIG comerciales esta ligada al uso de diferentes plataformas de hardware para su desarrollo.

Ante esta gran variedad de software SIG y analizando cual de ellos nos brinda las facilidades (tales como su rápido aprendizaje y su gran ayuda en línea) y el ambiente necesario para trabajar con áreas y elementos de tipo rural. Decidimos utilizar Mapix.

## **1.8 METODOLOGIA PARA LA CREACIÓN DEFINITIVA DEL G.I.S ( Sistema De Información Geográfico)**

Uno de los pasos importantes dentro de la elaboración de un GIS, es la selección del sistema administrador de Base de Datos DBMS, es un programa que controla la entrada de datos, salida,

almacenaje, organización y recuperación desde una base de datos.

El sistema de manejo de base de datos permite la colocación de datos interrelacionados, almacenados conjuntamente sin redundancia para servir a varias aplicaciones; los datos están almacenados de forma tal que son independientes de programas que usan estos datos, además estos son utilizados para añadir, modificar, buscar datos existentes en las base de datos. Los datos están estructurados de tal manera que constituyen los cimientos para desarrollos futuros.

## **1.9 G.P.S. (Global Positioning System)**

Proporciona la latitud y la longitud con un error de 2 a 5 metros, por ejemplo un mapa a escala 1:24 .000 el error permitido es aproximadamente de 16 metros; el problema es cuando se usa un escala de 1:100 ó de a 1:400 un error de 2 o 5 metros ya constituye un problema.

GPS es solo posición, usa una línea de vista, una estación base, por cada 100 millas hay un metro de error.

Se basa en los satélites, de los 8 satélites usa la información que le proporcionan los mejores 4 satélites y dependiendo de cuan espaciados se encuentren entre si ellos.

## 2 AGIS

### 2.1 ANTECEDENTES

La imposibilidad de controlar el crecimiento de la ciudad y el asentamiento humano no planificado da origen a los problemas ambientales de la ciudad y del cantón en general.

Por lo que sin llegar a desestimar el hecho de que todos los habitantes del Ecuador y todas sus regiones geográficas son importantes para el desarrollo nacional, es indudable que el cantón Guayaquil constituye la región mas trascendente de la nación, por la cantidad de población allí asentada, por la riqueza de sus recursos, por sus actividades económicas, por sus especiales problemas sociales y por la probablemente mas grande y compleja acumulación de problemas ambientales que dentro de

sus aspectos mas relevantes podemos nombrar: Inundaciones, Deslaves, hundimiento del suelo relleno por basura, asentamientos cercanos a áreas de camaroneras e industrias y áreas de protección ecológica , obras en áreas de asentamientos informales sin control, sismos, etc.

Ante esta situación y al observar que aquí no existe un organismo con los recursos técnicos adecuados para brindar un estudio previo del impacto ambiental que puede llevar a cabo una determinada obra ejecutada o por ejecutar por el gobierno o el municipio en la provincia o el país. Pensamos en el desarrollo de un software que sirva como herramienta de trabajo, el cual si bien no va a solucionar todos los problemas servirá para que las personas adecuadas, (expertas en la materia del medio ambiente) puedan realizar estudios ambientales con mayor efectividad y prontitud.

Nace así el **AGIS** (SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO AMBIENTAL) Sistema que va servir para expertos en el estudio del medio ambiente y usuarios en general. Utilizando para ello los diferentes parámetros que conforman los factores ambientales a través de una base de datos

muy amplia y un sistema georeferenciado de todo el cantón de Guayaquil.

La pregunta era que tendría este sistema que lo haga diferente a los ya existentes en entidades relacionadas con el medio ambiente como La Fundación Natura y otras organizaciones. La respuesta está en que son hoy en día los Sistemas de Información Geográficos (SIG) como ya lo mencionamos anteriormente en la definición del mismo son un gran soporte para empresas, estados, municipios y entidades gubernamentales encargadas de sectores críticos de la nación, (nosotros podemos llegar a definir a un sistema de información geográfico como una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales).

## **2.2 DEFINICION**

El AGIS es un gran sistema de información geográfica, capaz de manipular de información de bases de datos ambientales para poder mostrarla gráficamente.

## 2.3 REQUERIMIENTOS

Una vez definido el sistema a realizar pasamos a la fase de análisis de los requerimientos necesarios para realizarlo estos son:

- **Investigación** de los diferentes factores ambientales necesarios para conformar nuestra base de datos, estos factores son; la temperatura, precipitaciones, evapotranspiración, los cuales fueron tomados del Instituto Nacional De Meteorología (INAMHI) organismo encargado de medirlos a nivel nacional a través de diferentes estaciones ubicadas en todo el país. (ver figura). Estos datos que conforman la base de datos van desde el año de 1964 hasta 1989.
- **Adquisición** de los diferentes mapas que conforman el cantón Guayaquil que es nuestro proyecto. Para esto nos dirigimos al Instituto Geográfico Militar (I.G.M) donde se adquirió los 24 mapas que conforman es cantón, esto en escala 1: 50.000.
- **Diseño** de la base de datos que servirá para mostrar la información gráfica utilizando para ello MAPIX, para esto se

requirió de la opinión de expertos en el tema del medio ambiente, mismos que fueron consultados en Fundación Natura.

- **Elaboración** de los iconos que servirán para mostrar gráficamente con mayor énfasis ciertos sectores propios de los mapas a digitalizar, sectores como los manglares, arrozales, arena, salitrales, huertas, bosques, escuelas, iglesias, etc.

## 2.4 DIGITALIZACION

En geografía y en los sistemas G.I.S. donde se manipula mucha información de tipo cartografico, es necesario disponer de dispositivos que permitan la introducción de esta forma particular de datos. Las mesas digitalizadoras constituyen aún el mecanismo mas usual para la entrada de datos espaciales. Están compuestos de una mesa o tablero plano sobre el cual se puede disponer de mapas de papel. Esta detecta magnéticamente, la posición de otro componente de la tabla, un cursor , el cual puede ser movido libremente por le usuario de la tabla. Por su funcionamiento, este periférico de entrada es de carácter vectorial , y es por ello el mas habitual para el uso con un G.I.S. de esas características.



Una posibilidad diferente de entrada de información espacial es el empleo de los llamados barredores ópticos o scanners. En este caso el mapa se coloca sobre una pantalla de cristal. A partir de esta información digital y mediante un conjunto complejo de manipulaciones es posible llegar a reconstruir un mapa digital semejante al tipo "raster" en oposición al caso previo, y por ello esta mas recomendado su empleo con este tipo de Sistemas de Información Geográfica.

Un paso previo a la digitalización es el conocimiento de los diferentes parámetros:

- Proyecciones
- Datums

Los cuales serán definidos mas adelante.

Una vez conocido estos parámetros se procede a la digitalización. Para este proyecto se utilizaron mapas que estaban en proyección *TRANSVERSA DE MERCATOR* y *UNIVERSAL TRANVERSA DE MERCATOR*, términos definidos mas adelante.

La herramienta usada para la digitalización y colección, fue Mapix; para empezar se creó un archivo de proyecto, cuya extensión es \*.apf, que significa "a project file", pero como ya se explicó en el párrafo anterior, como existen mapas con proyecciones diferentes; para la Transversa de Mercator el archivo de proyecto se lo llamo: "*catmegua.apf*", a los cuales les correspondían 20 mapas y para el UTM el archivo de proyecto se lo llamo: "*caguautm.apf*", que le correspondían los 4 mapas restantes.

Dentro del archivo de proyecto digitalizamos cada una de las capas o "*layers*" para ello se lista en orden alfabético cada una de ellas:

- Arena
- Arrecife
- Arrozales
- Autopista pavimentada de dos ó más vías
- Bajo de Anteplaya
- Banda de Arena

- Bosque (monte alto)
- Camino de herradura (jeep)
- Camino de verano
- Camino transitable en tiempo bueno o seco
- Camino transitable en todo tiempo, afirmado sólido dos o mas vías
- Camino transitable en todo tiempo, afirmado sólido una vía
- Camino transitable en todo tiempo, revestimiento suelto o ligero dos o mas vías
- Camino transitable en todo tiempo, revestimiento suelto o ligero una vía
- Canal
- Carretera pavimentada de dos ó más vías
- Carretera pavimentada angosta
- Carretera sin pavimentar angosta
- Carretera sin pavimentar de dos ó más vías
- Ciénaga o Pantano
- Ciudades
- Contorno
- Curvas de profundidad en brazas 10
- Curvas de profundidad en brazas 20

- Curvas de profundidad en brazas 30
- Curvas de profundidad en brazas 40
- Dique
- Elevaciones de 100 m
- Elevaciones de 200 m
- Elevaciones de 300 m
- Elevaciones de 400 m
- Escuelas
- Faro
- Ferrocarriles vía normal
- Hierba Tropical
- Huerta
- Iglesia
- Islas
- Lago o charco intermitente
- Línea Transmisora de Energía
- Lodo
- Manglar
- Matorral (monte bajo)
- Mina
- Nepal

- Poblados
- Pozo
- Puente para vehículos
- Ríos
- Río Intermitente
- Río Seco o aluvión
- Salina
- Salitral
- Sendero o vereda
- Terreno sujeto a inundación

Primero se calibraba la mesa digitalizadora, y luego cada uno de los 24 mapas, con el cuidado de no mezclar mapas de TM con mapas de UTM, se tomaban para cada mapa tres puntos en *Lockdown* el superior izquierdo, el superior derecho y el inferior derecho.

La lista de los 20 mapas de Transversa de Mercator son:

- Canal de Jambelí
- Cerecita

- Cerro Azul
- Chongón
- Data de Posorja
- Estero Salado
- Gómez Rendón
- Guayaquil
- Isidro Ayora
- Isla Mondragón
- Las Piedras
- Playas
- Posorja
- Punta Arenas
- Punta Brava
- Punta Salinas
- Sabana Grande
- Río Guayas
- Tenguel

La lista de los 4 mapas de Universal Transversa de Mercator son:

- Daule

- Tendales
- Pascuales
- Puerto Grande

A su vez se procedía a ingresar cada *layer*, primero se ponía el nombre del archivo de dibujo, en la opción "*Select Drawing*", cuya extensión es \*.vob, y después se ingresa el nombre del archivo para la base de datos en la opción "*Select Database*", estos son archivos con extensión \*.dbf, en este punto llenamos los campos de la base de datos, correspondientes a ese *layer*, al final de esta tabla se encuentran los campos AGIS, los cuales son campos reservados de Mapix.

Después de crear una capa nueva y con el mapa correspondiente debidamente calibrado se digitalizaban todas las líneas y vectores correspondientes a ese *layer*.

Cuando terminamos de digitalizar se procedía a seguir con el siguiente paso, la colección en el cual asociábamos cada línea o punto a una base de datos, la cual se llenaba con la información correspondiente a ese objeto.

Dimensionar para que queden calculados todos los campos AGIS, de esos dibujos y vectores y debidamente asociados a las tablas correspondientes

Una vez colectado podemos hacer un *Object Info* acerca de ese dibujo

### 2.4.1 DATUM

Países individuales, o en algunos casos, grupos de países, han escogido elipsoides de referencias diferentes. Los factores que afectan estas selecciones son el tamaño y forma del elipsoide, así como su posición. Los elipsoides que han sido definidos con orientación y posición, como así también tamaño y forma, son llamados Datums geodésicos. En el contexto del posicionamiento Doppler, estos Datums geodésicos individuales se designan frecuentemente como Datums locales, dado que en comparación con Datums satelitarios, ellos son válidos solamente en una región o en un área local de la superficie terrestre.



## 2.42 DATUMS LOCALES

La definición de un Datum geodésico o local es, generalmente, bastante arbitraria y su selección está sólo sujeta a conveniencia. Primero se debe definir el tamaño y forma del elipsoide, seleccionando un largo del semieje mayor, y un achatamiento. Los parámetros escogidos en el pasado, han tendido a depender de desarrollos históricos y de elipsoides internacionales que han sido acordados de tiempo en tiempo.

## 2.43 DATUMS DEL SATELITE

Los Datum del satélite se definen de una manera totalmente diferente a los Datum locales. Los Datum locales se refieren solamente a una parte muy pequeña de la superficie terrestre y no tienen relación, o, en el mejor de los casos, sólo están levemente relacionados con el centro de masa terrestre, el geocentro. El procedimiento para la definición de un Datum local es completamente

diferente al utilizado en la definición del Datum satelitario.

El sistema de referencia para el satélite se define por el sistema en el cual están dadas las efemérides del satélite o datos orbitales. Estos parámetros orbitales se basan en las coordenadas adoptadas por un número de estaciones de rastreo, un modelo geopotencial adoptado para el campo gravitacional terrestre y un conjunto de constantes.

#### **2.4.4 TRANSFORMACIONES DE DATUMS**

El topógrafo que emplee equipo de posicionamiento por satélite, obtendrá normalmente la posición del punto deseado en términos del Datum del satélite.

Las especificaciones del levantamiento generalmente requieren que la posición sea suministrada en términos del Datum local. El topógrafo debe, por lo tanto, transformar la posición obtenida en el Datum del satélite, a una posición en el Datum local.

Existen algunas consideraciones que es necesario tomar en cuenta en el proceso de transformación del Datums.

## 2.4.5 CONSIDERACIONES BASICAS

El Datums geodésico ideal para un sistema de referencia a nivel mundial, es uno que sea realmente geocéntrico (su centro está en el centro de masa de la tierra), que está orientado al polo CIO y al americano de latitud cero BIH (Bureau Internationale d'Heure), y cuya escala sea correcta. Este Datums ideal se debe usar como patrón.

Aún cuando el concepto del elipsoide no es necesario para la definición de un Datums satelitario, su tamaño está implícito en el valor de GM que se ha usado en el programa de generación de órbita. En otras palabras, la escala del Datums del satélite depende del valor de GM empleado.

La orientación del Datums del satélite depende del origen adoptado para la latitud y longitud del juego de

coordenadas de estación, que se ha usado en su definición. Estos orígenes adoptados no estarán necesariamente de acuerdo con el polo CIO y con el meridiano de longitud cero BIH.

Para problemas geodésicos existe el sólido principio de que los efectos sistemáticos conocidos deben ser eliminados, de tal forma que los resultados finales estén lo menos influenciados posible.

Una justificación adicional de este procedimiento es la utilidad de tener un marco de referencia común para todas las comparaciones. Los Datums del satélite no son adecuados, ya que ellos cambian de tiempo en tiempo, y los Datums locales como su nombre lo implica, son más bien locales que globales. El Datum fijo "ideal" de la tierra, es el más adecuado para ser usado como marco de referencia común.

## 2.4.6 PROYECCION MERCATOR TRANSVERSA

La transversa Mercator es una proyección cilíndrica conforme y puede ser visualizada como un cilindro envuelto alrededor de la tierra orientado de tal forma que su eje esté en el plano del ecuador. El cilindro tiene generalmente un radio poco menor que el de la tierra y la intercepta a lo largo de dos elipses paralelas a un meridiano central de longitud e igualmente espaciadas de él.

Los meridianos de longitud y los paralelos de latitud se interceptan en ángulos rectos.

El meridiano central es una línea recta y los meridianos cercanos son líneas casi rectas (ligeramente cóncavas con respecto al meridiano central). Las paralelas son líneas curvas, cóncavas con respecto al polo más cercano.

El espaciamiento entre meridianos de longitud, y por lo tanto la escala, aumenta al alejarnos del meridiano central. Con el objeto de preservar la proporcionalidad, la escala en la dirección norte-sur es distorsionada para

igualar la distorsión de escala en la dirección este-oeste. El radio del cilindro se escoge de tal manera que la distorsión de escala, dentro de los límites de la superficie del mapa, sea mantenida dentro de un mínimo. La escala aumenta al alejarnos del meridiano central y generalmente se elige de tal forma que sea correcta sobre dos líneas (elipses de intersección) casi paralelas a él, y ubicadas aproximadamente a dos tercios de la distancia entre el meridiano central y los bordes de la proyección. Sobre los bordes de la proyección la escala será demasiado grande.

La Mercator Transversa Universal (UTM) tiene zonas de  $6^\circ$  de ancho en longitud y usa un factor central de escala de 0.9996. Está limitada en su extensión este-oeste por la máxima distorsión de escala permitida. En el hemisferio norte está limitada a  $84^\circ$  de latitud y en el hemisferio sur a  $80^\circ$  de latitud. Las áreas polares están cubiertas por la proyección estereográfica polar.

## 2.4.7 SISTEMA DE COORDENADAS

### 2.4.7.1 UNIDADES Y FORMATOS

Definimos que estamos trabajando en coordenadas geográficas en latitud sur y longitud oeste (S,W). Según el Meridiano de Greenwich, nuestro país esta situado a 2 grados, de latitud Sur o -2 grados y 72 grados de longitud oeste.

El Sistema WORLD GEODESIC SYSTEM o WGS Datums 1984, tiene un sistema de coordenadas con referencias únicas al centro de masa, este es el sistema de coordenadas de la ciudad.

La Normal de Mercator es un sistema en el cual se proyecta en un plano el elipsoide, en forma cilíndrica, la línea de tangencia es horizontal, y se proyectan los puntos al cilindro, luego se abre el cilindro de tal forma que quede un plano.

En la Transversa de Mercator la línea es tangente a los polos, usa también un cilindro.

#### 2.4.7.2 PROYECCION CARTOGRAFICA.

En la Universal Transversa de Mercator U.T.M, específicamente la proyección cilíndrica transversa secante de Mercator que tiene parámetros adicionales relacionadas a su posición en el contexto global, pues la carta se encuentra en la zona 17, hemisferio sur, y con una longitud de origen de 81 grados,  $lg=81$ . La Proyección UTM, emplea una serie de zonas de 6 grados de longitud de ancho, las áreas a ser montadas en un mapa o carta se limitan a aquellas que caen dentro de una de estas zonas, por lo que se minimiza la distorsión de escala y área. Las Zonas de UTM, se numeran del 1 al 60 comenzando en la zona 1 que yace entre los 180 grados W y 174 grados W, y contando hacia el este a la zona de 60 entre 174 grados E y 180 grados E. El límite de la latitud para la proyección UTM, es



84 grados N, y 80 grados S debido a las muchas zonas que convergen hacia los polos. Al Ecuador, le adjudicamos un valor de 0 para cálculos al norte del Ecuador y de 10'000.000 para cálculos en el hemisferio sur, a la abcisa de la cuadrícula que coincide con el meridiano central se le da un valor arbitrario de 500.000 metros y se conoce como abcisa falsa.

**2.4.7.3** Datums Geodésico.- Provisional de América del Sur 1956

**2.4.7.4** **Datums horizontales.-** son planos con referencia horizontales, que nos indican las relaciones que tienen los detalles planimétricos y las posiciones de los puntos con un sistema absoluto, un plano de referencia mundial, regional o cualquier otro. Utilizado normalmente como control de la carta.

**2.4.7.4.1** **Sistema Absoluto.-** Es un sistema tridimensional de coordenadas, mundial y basado en el centro de

gravidad de la tierra, en el que se describen las posiciones sin hacer referencia a la superficie terrestre.

**2.4.7.5 Datums mundial.-** Es un plano de referencia preferido para todo el globo terráqueo, el más reciente aprobado por la agencia cartografía de defensa de los Estados Unidos DMA, para la compilación de todo tipo de cartas es el sistema geodésico mundial WGS.

**2.4.7.6 Datums Regional.-** Es un plano de referencia preferido o especificado para una región geográfica, para nuestro caso el Datum provisional considerado es el de AMERICA DEL SUR 1956, (PSAD-56), La Canoa Venezuela; este fue el Sistema más antiguo, donde la región de los países de Colombia, Ecuador, Venezuela y Bolivia se pusieron de acuerdo pero en la unión de Bolivia y Paraguay esos dos sistemas no coincidían.

**2.4.7.6 Datums Vertical.-** Hay en las cartas náuticas una característica única que es la de poseer dos

planos de referencia para las elevaciones topográficas e hidrográficas. El plano de referencia para las elevaciones topográficas es el nivel medio del mar MLS, y se conoce como el Datum vertical. El nivel de reducción de sondas es por lo general la media de varias mareas bajas, para esa área particular. A este plano de referencia se le conoce como el plano o nivel de reducción de sondas o el cero de la carta.

## 2.5. MAPIX

### 2.5.1 MAPIX

Es un archivo de proyecto formado por solo líneas, no son imágenes y las capas, se guardan, con la extensión **\*.apf**, es "***a project file***". En nuestra aplicación para el Cantón Guayaquil nuestro archivo se llama ***todo.apf***

Para que Mapix exista, necesita cuatro archivos en total, sin estos archivos la capa del archivo de proyecto no existe. Sus extensiones son: *\*.dbf*, *\*.vlb*, *\*.vob*, *\*.vtx*.

- DBF .- Archivo de la Base de Datos
- VLB .- Maneja las Etiquetas
- VOB .- Maneja los Vectores Objetos, son dibujos enlazados a registros de la Base de Datos, que se visualizan en Mapix Display
- VTX .- Maneja los Vértices, esto se ejecuta en "Digitize Display".
- Al dimensionar se calculan las áreas de polígonos cerrados y la longitud a las líneas..

Al coleccionar cada vértice se asocia con la Base de Datos, se colecta sobre los objetos

Los siguientes campos van al final de cada base de datos:

- *\_AGIS\_00\_* Se crea un número entero con la información gráfica, de solo la información enlazada, es el número de enlace, (char).

- `_AGIS_00_X` Se crea un número entero con la información gráfica, una T nos indica que fue seleccionada una consulta, (char).
- `_AGIS_00_A` Nos proporciona el "A" área en caso de polígonos cerrados, (num).
- `_AGIS_00_O` Da el perímetro, "O" significa Output, (num).
- `AGIS_00_I`.- Proporciona el área de Island, (num).
- `AGIS_00_ATT` .- Se crea un número entero con la información gráfica, es leído por Mapix, es propio del fabricante, (char).
- `_AGIS_00_M`.- Proporciona el área de Island, (num).

**2.6.1.1 Elaboración de los Iconos.** Este etapa se puede realizar al mismo tiempo que la digitalización , pero no antes de la colección, ya que estos iconos son necesarios para representar datos particulares de las zonas digitalizadas, datos como los manglares, ríos, matorrales, elevaciones caminos, sectores arroceros, pantanos, terrenos sujetos a inundación, escuelas, iglesias, etc.

### 3. COLECCIÓN

La colección de los 24 mapas se la realizo en dos partes una de ellas los mapas de utm que son 4 apenas y otra los mapas de tm que son los 20 restantes.

Para coleccionar, primero se debió haber digitalizado, se escogía la opción y Mapix respondía, preguntando si ese era el objeto deseado a coleccionar y se ponía si, y luego quedaba enlazado esa línea con la base de datos que había que llenar con la información correspondiente a esa línea, por ejemplo si es un río, ubicar el área del mapa donde se encontraba y llenar los campos de esta tabla, como la ubicación del río en uno de los 24 mapas, luego el nombre del río, la zona en la que se encuentra, etc., los campos restantes no se llenan pues son los agis de los cuales se encarga Mapix de llenar.

## 3.1 EZDB

### 3.1.1 BASES DE DATOS

**3.1.1.1 Diseño** de las bases de datos , estas bases fueron diseñadas considerando el criterio de personas expertas en la materia, mismas que fueron consultadas en entidades como la Fundación Natura, aunque esto no era estrictamente necesario por las bondades con que cuenta el sistema, las mismas que detallaremos mas adelante.

## 4. ASPECTOS GEOFISICOS

**4.1 ISOYETAS.-** las isoyetas son curvas que representan a las precipitaciones. Se define la precipitación como el producto liquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes y se deposita en el terreno procedente del aire. Dicho termino comprende la lluvia, llovizna, el granizo, la nieve, el rocío, la escarcha y la precipitación de la neblina.

**4.2 ISOTERMAS.-** Las isotermas son curvas que representan la temperatura del medio ambiente, estas se forman a través de los datos proporcionados por las diferentes estaciones que se encuentran en todo el país.

**4.3 EVAPOTRANSPIRACION.-** Por la importancia que reviste el conocimiento de los recursos hídricos de las diferentes regiones del Ecuador, se procedió a tomar datos del factor de evapotranspiración, mismos que fueron dados tomando como fundamento las temperaturas y precipitaciones medias mensuales.

## 5. SISTEMA AGIS

Cuando se digitaliza una capa, **Map-X** pide una base de datos tipo **.dbf** asociada a la capa que voy a digitalizar, lo más probable es que se cree una base sin ningún tipo de análisis lo cual creará dificultades al tiempo de coleccionar porque posiblemente notará que la base que usted creó no le sirve de mucho y más aún si el manejador de las bases de **Map-x ( Ezdb)** no sirve para cambiar la estructura de las bases.



Así nace el **AGIS**, un programa que ayuda al cambio de estructura de una tabla, es decir podemos cambiar el tipo y tamaño de un campo de una tabla, así como añadir campos a la misma, todo esto sin perder los registros existentes en ella y la propiedad de que es una tabla reconocida por Map-X.

Para poder ejecutar estas opciones siga los siguientes pasos:

1. Inserte el disco instalador del **AGIS** en el drive A: de su computador.
2. Ejecute el programa *Setup.exe*
3. Ejecute el **AGIS**.

Usted visualizará las siguientes opciones en el Menú del **AGIS**:

- Archivo
- Consultas
- Ayuda

## 5.1 Archivo

Ingrese a esta opción si desea hacer un **Join** entre bases o si desea **Modificar** una cierta base .

## 5.2 Join

Usted puede unir dos tablas diferentes, donde una de las tablas pertenece a Mapix y la otra es creada fuera de Mapix, en dBase. Ambas tablas deben tener un campo único para el Join, ese campo debe ser similar en tipo y tamaño.

Un Ejemplo de un Join es :

Tabla 1 ( de Mapix )

Nombre	Extensión	Agis_00
Guayas	100 mts	0.00
Olmedo	200 mts	0.000
Babahoyo	150 mts	0.02
Juján	200 mts	0.00

Tabla2

Nombre	Salinidad
Olmedo	15%
Juján	3%
Babahoyo	32%
Guayas	5%
JJ	4%

El resultado del Join entre las dos tablas con el campo Nombre como campo clave sería:

Nombre	Extensión	Salinidad	Agis_00
Guayas	100 mts	5%	0.00
Olmedo	200 mts	15%	0.000
Babahoyo	150 mts	32%	0.02
Juján	200 mts	3%	0.00

### 5.3 Modifica

Usted puede cambiar la estructura de una tabla, entendiéndose por estructura al tipo y tamaño de un campo , además puede añadir campos a la tabla.

**Nota:** Sólo se puede cambiar el tipo de un campo si la tabla no tiene registros de lo contrario sólo se podrá cambiar el tamaño del campo si es que éste campo es de tipo Character.

### 5.4 Consulta

Si usted escoge esta opción del Menú principal del AGIS, podrá conocer información que hemos recopilado desde el año 1964 hasta el año 1989 de aspectos climáticos del Golfo de Guayaquil tales como Isotermas, Isoyetas y Evapotranspiración.

Las Consultas podrán ser :

- **Generales por Año.**
- **Generales por Estación.**
- **Descriptivas por Estación.**

### 5.5. Generales por Año

Sólo necesita indicar cuál es el año del cual desea consultar escogiendo el archivo extensión **.dbf** correspondiente a ese año.

Posteriormente se le presentará las mediciones de todas las estaciones de las que disponemos información correspondientes a ese año.

### 5.6 Generales por Estación

En este caso usted necesita indicar la ruta de acceso a las bases y la estación de la que desea información y se le mostrará datos estadísticos de esa Estación a lo largo de todos los años recopilados.

### 5.7 Descriptiva por Estación

En este caso necesita indicar el año y la estación de la que desea información y se le muestra mediciones tomadas en esa estación a lo largo de ese año , mes a mes.

## 5.8 Consulta de Evapotranspiración.

Esta consulta le pide la base que contiene los datos de información y además la estación de la que desea consultar mostrándole en un gráfico lineal de las mediciones tomadas en esa estación por un período fijo.

## 5.9 Ayuda

Se cuenta con una ayuda disponible para cada ventana que sea mostrada a Ud. tan solo con presionar la tecla F1 se le displayará una ayuda de texto sensitivo que le despejará dudas al momento.

Además proporcionamos información del Sistema y del desarrollo del mismo.

## 6. CONCLUSIONES.

Una vez culminado este proyecto hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Los G.I.S son cada vez mas necesarios e indispensables por que por medio de ellos se ha dejado atrás a los tradicionales sistemas de exploración de la tierra y explotación de recursos.
2. La tecnología del G.I.S esta llegando a ser una herramienta esencial en los esfuerzos por entender los procesos de cambios globales de la tierra como consecuencia de la actividad humana.
3. Un G.I.S da la oportunidad de visualizar ciertos tópicos a personas no expertas en ellos
4. Un G.I.S y la tecnología asociada con el es la que permite manejar y analizar un gran volumen de datos para así poder entender el manejo de procesos terrestres y de la actividad humana y así poder llegar a obtener una mejor calidad de vida ambiental.
5. Este sistema es solo un muestra de lo que se puede llegar a obtener esperando que en un futuro se llegue a digitalizar y coleccionar todo el

Ecuador para que así los expertos en la materia puedan tener una herramienta importante para el análisis de los factores ambientales.