

CAPITULO 4  
DESARROLLO DEL SISTEMA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## 4.1 OBJETIVOS

Se desarrollará una base de datos geográfica y estadística de la República Mexicana utilizando un Sistema de Información Geográfica, por medio del *software* *ARC/INFO* y *ARCVIEW*, auxiliándose con el Sistema Manejador de Bases de Datos *ORACLE* para almacenar y adicionar información perteneciente a las diferentes características geográficas que se emplean en el sistema.

En dicho sistema se presenta la información geográfica de todas las entidades de la República Mexicana, seleccionándose el Estado de México para mostrar el potencial de las aplicaciones que se pueden desarrollar en el sistema, lo cual permitirá consultar información actualizada referente a carreteras, división política, población, datos económicos, etc.

Adicionalmente se desarrollarán dos aplicaciones, una de ellas relacionada con catastro y aplicada sobre una región de la ciudad de Toluca y la segunda será una aplicación relacionada con el Sistema Aeroportuario Nacional. Ambas con objeto de mostrar su utilidad para la toma de decisiones.

## 4.2 ANALISIS Y PROCESO DE LA INFORMACION

Uno de los primeros pasos a seguir para el desarrollo de las aplicaciones fue la búsqueda de la información geográfica y estadística para cada estado de la República Mexicana. Al respecto, se consultó la información geográfica y estadística que edita el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

EL disco compacto del INEGI que se eligió para el análisis y proceso de la información fue el *CIMA* (integrado por dos discos compactos). Tal producto difunde la información derivada de la ronda censal de los noventas: los Censos Económicos 1989; el XI Censo General de Población y Vivienda 1990, y el VII Censo Agropecuario 1991.

Además de la información estadística, dividida a nivel municipal, contempla la cartografía de las 32 entidades federativas del país. Esta información cartográfica incluye rasgos naturales y culturales.

Para procesar la información cartográfica y estadística a nuestros requerimientos del sistema, se necesitó de adecuar dicha información a formatos *DXF* (dibujos en *AUTOCAD*) y *ASCII* (archivo en texto) respectivamente.

#### 4.2.1 Proceso de la información geográfica obtenida para el manejo en el sistema *ARC/INFO*

##### A) Conversión de los archivos *DXF* a Cobertura en *ARC/INFO*

A continuación se indica el proceso para convertir los archivos *DXF*, en formato *ascii*, a coberturas del sistema:

- 1.- Uso del comando *DXFINFO* de *ARC/INFO* para identificar que información esta contenida en el archivo *DXF*.

El comando *DXFINFO* proporciona una descripción de lo que el dibujo de *AUTOCAD* contiene, para listar el contenido del archivo en la pantalla. Esta información puede ser utilizada para decidir la capa de información (*layer*) que se desea convertir a cobertura.

En nuestro caso, los archivos *DXF* de cada estado del país, contenían los siguientes *layers*:

LAYER	DESCRIPCION
4	LIMITES ESTATALES DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO (SOLAMENTE LOS INTERNOS)
6	LIMITE COSTERO
9	MUNICIPIOS DEL ESTADO (CONTORNO GENERAL CON IDENTIFICADOR DEL MUNICIPIO)
15	CARRETERAS
30	RIOS Y LAGOS
15	MUNICIPIOS DEL ESTADO (PUNTOS DE REFERENCIA Y NOMBRE)
30	MUNICIPIOS DEL ESTADO (NOMBRE DEL MUNICIPIO)
100	VIAS FERREAS

- 2.- Realizar la conversión de *DXF* a cobertura utilizando el comando *DXFARC* de *ARC/INFO*.

Los nombres de los *layers* y sus opciones son introducidos durante el dialogo del comando. Todos los *layers* y opciones introducidos durante el proceso son convertidos a formato *ARC/INFO*.

Por último se decidió tomar los *layers* más adecuados para su representación en el sistema; de tal forma que los *layers* elegidos fueron el 4, 6, 9, 15, 30 y el que contenía a todos en forma conjunta (fig. 4.1).

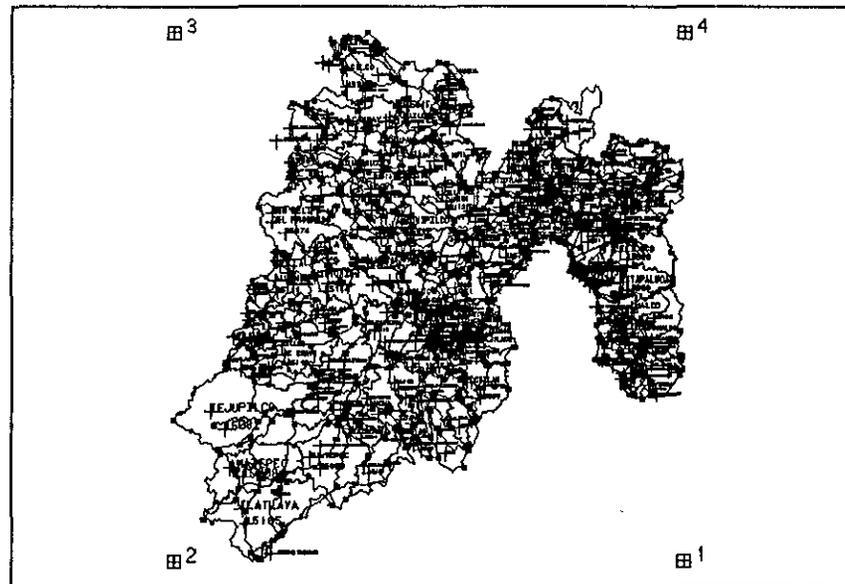


fig. 4.1

### B) Proyecciones

En cualquier base de datos geográfica que se utilice para realizar análisis espacial, todas sus partes deben ser registradas a un sistema de coordenadas. Un sistema de coordenadas esta compuesto de un esferoide (una descripción matemática de la forma de la tierra) y una proyección del mapa (una conversión matemática de coordenadas esferoidales a coordenadas planas). La proyección de mapas asegura una relación de conocimiento entre localizaciones sobre un mapa y sus verdaderas localizaciones sobre la tierra.

El sistema de coordenadas esferoidal medido en latitud y longitud (fig. 4.2), fue empleado en nuestro sistema geográfico, debido a que puede ser utilizado para localizar puntos de cualquier parte de la superficie de la Tierra. El tipo de proyección de mapas empleado fue el llamado *Lambert*, debido al uso común y de mejor desempeño en la representación de latitudes.

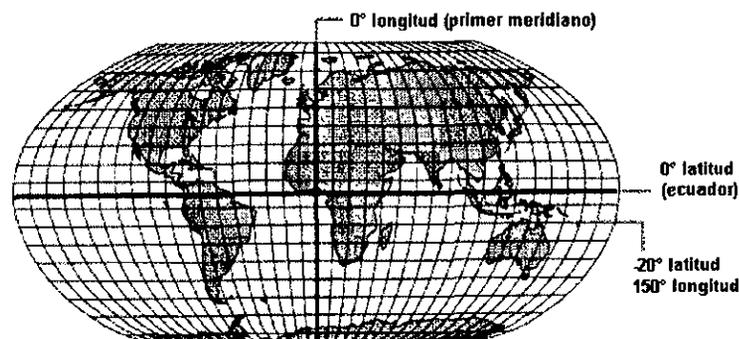


fig. 4.2

### ***C) Ajuste de la información geográfica***

Uno de los problemas al que nos enfrentamos con las coberturas, fue la identificación del sistema de coordenadas empleado en la información contenida en los archivos *DXF*.

Para resolver lo anterior se elaboró un método de ajuste, tomando los mismos puntos de referencia (*tics*) y asignándoles coordenadas reales a partir de puntos de referencia de mapas en base al sistema de coordenadas de latitud y longitud. Este procedimiento generó demasiado error *RMS (Root Mean Square)* al final del proceso, lo cual provocaba un desajuste con la información geográfica.

El método empleado para establecer el sistema de coordenadas reales para las coberturas, se llevó a cabo con la asignación de los valores de latitud y longitud en grados y minutos para los puntos de referencia de las cabeceras municipales correspondiente a cada estado.

Por lo tanto el procedimiento de definir el sistema de coordenadas geográficas y la proyección de los mapas se realizó de la siguiente manera:

- 1.- Eliminar los puntos de referencia (*tics*) establecidos desde el archivo *DXF* y colocar los nuevos *tics* en los puntos de referencia para cada municipio para la cobertura que contiene todos los *layers* en forma conjunta. De esta forma todos los diferentes *layers* con que cuenta la cobertura ya tendrán definido el sistema de coordenadas establecido.
- 2.- Crear un archivo, el cual contendrá la información con respecto al número de puntos de referencia (*tics*) y las coordenadas del mismo (en grados decimales) con base al orden y al municipio elegido del paso anterior.
- 3.- Utilizar el comando *GENERATE* de *ARC/INFO*, el cual genera una cobertura con base a las características que sean especificadas de entrada, en este caso a partir del archivo de *tics* especificado como entrada genera una cobertura solamente de *tics*.
- 4.- Utilizar el comando *PROJECT* de *ARC/INFO*, en el cual se define una cobertura de entrada y salida; la cobertura de entrada es la generada en el paso anterior, y la cobertura de salida contendrá los *tics* definidos en un sistema de coordenadas (latitud y longitud).
- 5.- Utilizar nuevamente el comando *PROJECT*, para definir la proyección del mapa. En el diálogo de este proceso se define una nueva cobertura con los parámetros que definen la proyección del mapa (Proyección *Lambert* con sus respectivos parámetros), la cual será la cobertura de salida, mientras que la cobertura de entrada es la generada en el paso del anterior.

6.- Utilizar el comando *TRANSFORM* de *ARC/INFO* para convertir una cobertura de unidades digitalizadas a coordenadas del mundo real. Cuando utilizamos el comando *TRANSFORM*, la cobertura de entrada, es la mencionada en el paso 1. La cobertura de salida es la cobertura que contiene solamente los *tics* medidos en coordenadas del mundo real (cobertura del paso 5).

El comando *TRANSFORM* comparará los *tics* de la cobertura de entrada y la cobertura de salida y despliega un reporte sobre el proceso. La transformación calculada es aplicada a todas las características coordenadas en la cobertura de entrada y estas son copiadas a la cobertura de salida. Como parte del reporte, el comando *TRANSFORM* calcula y despliega el error cuadrático medio (*RMS*). El error *RMS* describe la desviación entre la localización de los *tics* en la cobertura de entrada y salida (fig. 4.3).

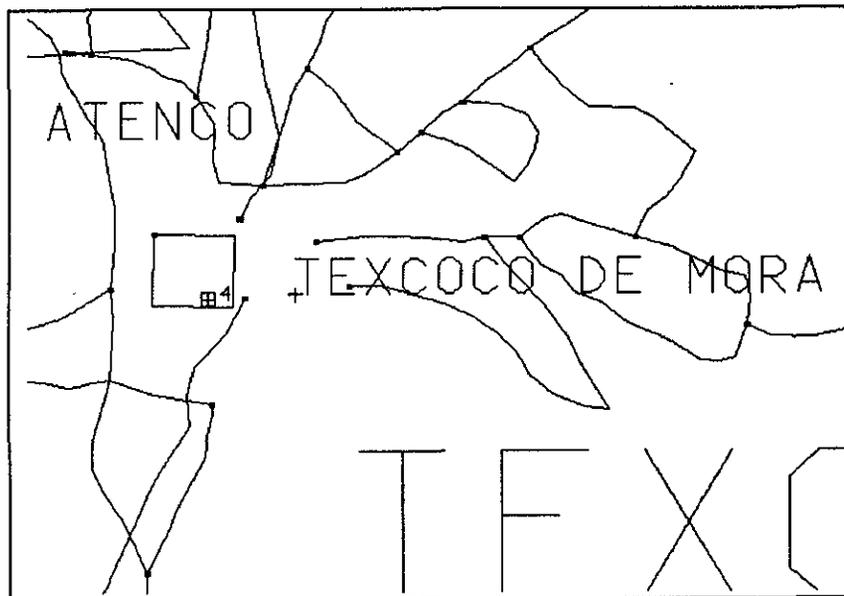


fig. 4.3

#### ***D) Identificación de layers o capas de información geográfica***

Analizando la cobertura de salida del paso 6 que se describió anteriormente. El paso siguiente fue utilizar el comando *PUT* de *ARC/INFO*, el cual permite separar las características geográficas de esta cobertura en coberturas independientes. Por ejemplo, arcos que representan carreteras del Estado o arcos que representan la división política del Estado (fig. 4.4). De este modo, para un análisis en *ARC/INFO*, se deben almacenar estos arcos en coberturas separadas, las cuales también contendrán los atributos de cada característica y además la información perteneciente al sistema de coordenadas (*tics*) y la proyección del mapa a que fue sujeta la cobertura general.

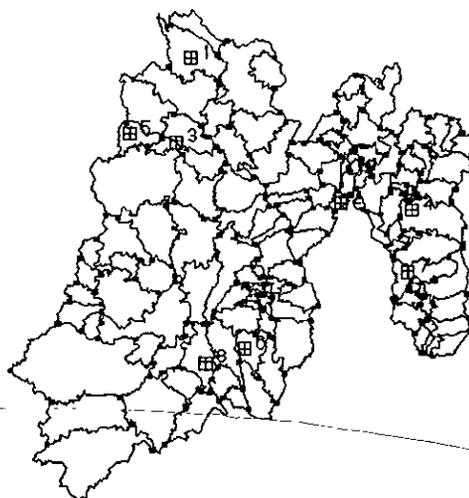
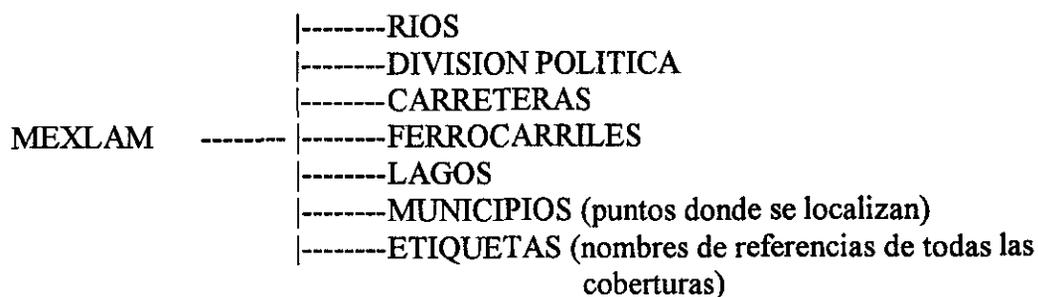


fig. 4.4

Por ejemplo, para el caso de las coberturas generadas para el Estado de México, se realizó de la siguiente manera:



(Cobertura General)

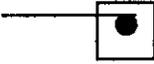
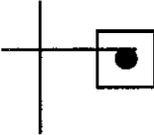
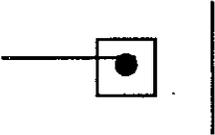
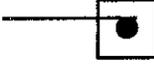
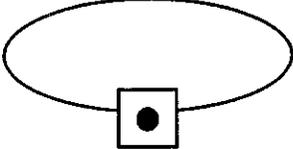
(Coberturas independientes a partir de la general)

De forma semejante se realizó este proceso para todos los estados que componen la República Mexicana.

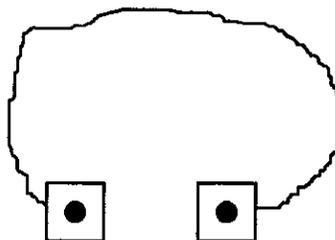
### *E) Corrección de Errores*

Una vez que se tienen las coberturas en forma independiente con base a sus respectivas características geográficas, el manejo de la información geográfica resulta ser más eficiente. Sin embargo esta subdivisión ocasionó errores que se tuvieron que corregir en cada estado.

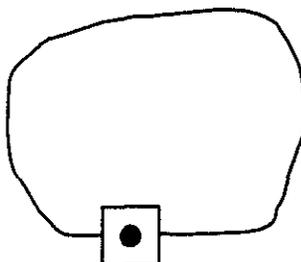
En la siguiente tabla se muestra los errores más comunes de digitalización:

Característica	Errores	Ejemplo	Terminología
Arcos	Solamente un nodo en un fin de punto		<i>Dangling arc</i>
	Extensión de nodos		<i>Overshoot</i>
	Nodos cortos		<i>Undershoot</i>
	No hay nodos donde se interceptan arcos		Intersección
Nodos	Solamente un arco asociado		<i>Dangling node</i>
	Solamente dos arcos asociados		<i>Pseudo node</i>
	Un arco conectado a el mismo		<i>Pseudo node</i>
Etiquetas	Ninguna en un polígono		<i>Missing labels</i>
	Mas de una en un polígono		<i>Too many labels</i>

El único problema al que nos enfrentamos al identificar los errores de digitalización en las coberturas fue en todas las que representaban los lagos de los Estados, debido a que se identificaban como polígonos abiertos (polígonos que tienen dos *dangling nodes* localizados muy cerca el uno del otro). Como se muestra a continuación:



Para corregir el error de encerrar el lago, se deben unir los dos nodos juntos y formar uno solo. Esto se puede llevar a cabo desde el programa *ARCEDIT*, realizando este procedimiento para cada uno de los lagos, de manera que se puedan representar como polígonos cerrados para generar su respectiva cobertura de polígonos y visualizarlos de la siguiente forma:



Cabe señalar que otro proceso de cerrar la representación de los lagos se podría haber llevado a cabo con la creación de su topología en polígonos, con el comando *CLEAN* de *ARC/INFO*, conociendo sus respectivos valores que se definen en su sintaxis:

```
CLEAN <in_cover> {out_cover} {dangle_lenght} {fuzzy_tolerance} {POLY | LINE}
```

En donde <in\_cover>, es la cobertura a ser procesada, {out\_cover} será la cobertura opcional de salida.

El *dangle length* es la longitud mínima permitida para los arcos colgantes dentro de una cobertura. Un “arco colgante” es aquel que tiene el mismo polígono a derecha y izquierda; dicho de otro modo, aquel que sobrepasa el arco con el que debería conectar (en la fig. 4.5 aparece como círculos en blanco). Una vez ejecutada la orden *CLEAN* cualquier arco colgante de longitud inferior es eliminado.

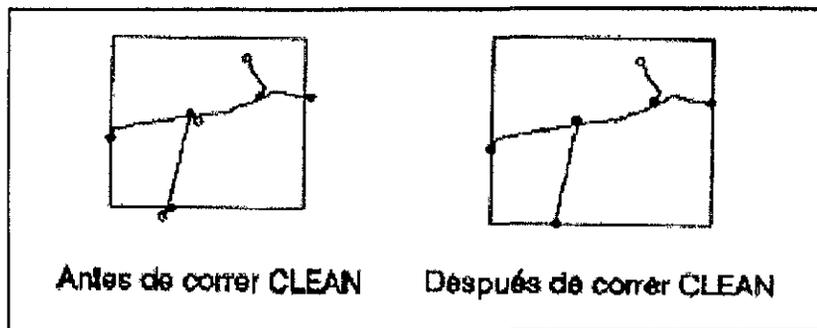


fig. 4.5

Se denomina *fuzzy tolerance* a la distancia mínima que separa todas las coordenadas en una cobertura. Durante la creación de la topología mediante el mandato *CLEAN* dos o más puntos situados a una distancia menor son asumidas como uno solo (fig. 4.6). Se produce entonces cierto desplazamiento de los elementos y una generalización de las líneas. Dicho de otro modo, es la distancia máxima que se puede desplazar un punto durante la ejecución del comando *CLEAN*. Por lo anterior, es importante decidir por anticipación la resolución de nuestras coberturas y por tanto la escala del mapa sobre el que debemos digitalizar. (Hay que tener en cuenta que la distancia entre coordenadas que puede capturar una tableta es de unas 0.002 pulgadas, unos 0.05 milímetros). En función de esta escala elegiremos un valor de *fuzzy tolerance* determinado.

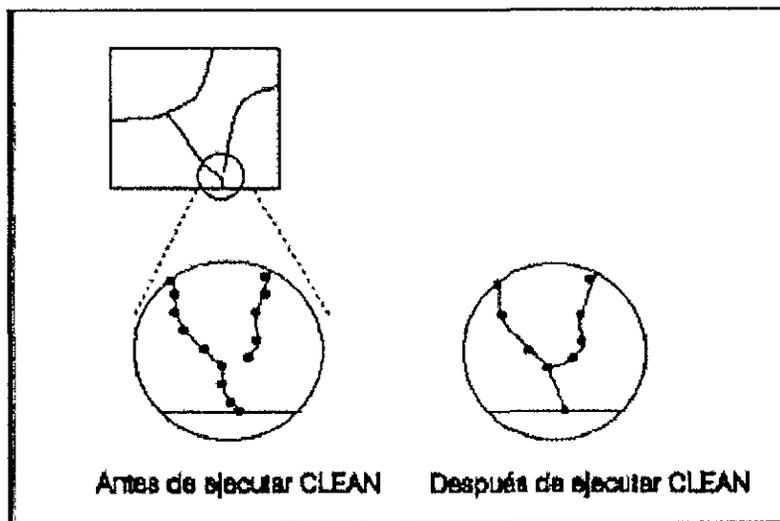


fig. 4.6

Pero también puede utilizarse el valor por defecto. Este es calculado por el programa mediante el siguiente método: en primer lugar, si la anchura del *BND* (archivo límite de una cobertura) está entre 1 y 100 unidades, coloca la tolerancia en 0.002; si es mayor la fija conforme a la siguiente fórmula:

$$\text{anchura del BND} / 10,000$$

Los valores más usuales son:

Escala del Mapa (m)	Valor de la "Fuzzy Tolerance" (metros)
1:200,000	12,700
1:100,000	5,080
1:50,000	3,210
1:25,000	1,219
1:10,000	0,304

El problema por el cual no se pudo llevar a cabo este proceso fue; como se menciono anteriormente, a que se desconocía el tipo de escala del mapa por medio del cual fueron desarrollados los *DXF's*.

#### F) Creación de topologías entre los elementos geográficos

Crear relaciones espaciales entre las características en una cobertura, es necesario para construir la topología. *ARC/INFO* asigna un número interno para cada característica. Estos números son entonces utilizados para determinar conectividad de arcos y contiguidad de polígonos. Una vez calculados, estos valores son registrados y almacenados en un formato tabular llamado una tabla característica de atributos (fig. 4.7)

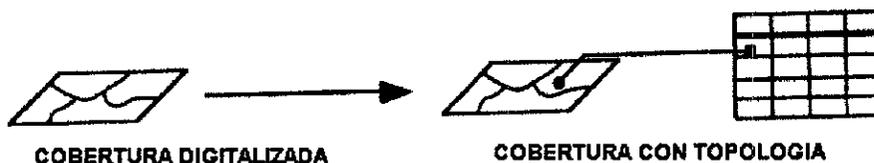


fig. 4.7

Las tablas características de atributos son archivos asociados en *INFO* (base de datos interna de *ARC/INFO*) con cada tipo de característica. Por ejemplo, construyendo la topología para una cobertura de polígonos crea una tabla de atributos de polígonos (*PAT*); para una cobertura de líneas, una tabla de atributos de líneas (*AAT*); y para una cobertura de puntos, una tabla de atributos de puntos (*PAT*). Cada tabla esta compuesta de renglones y columnas. Las columnas representan un elemento, tales como el perímetro, mientras los renglones representan una característica individual, tal como el polígono número 2 (fig. 4.8).

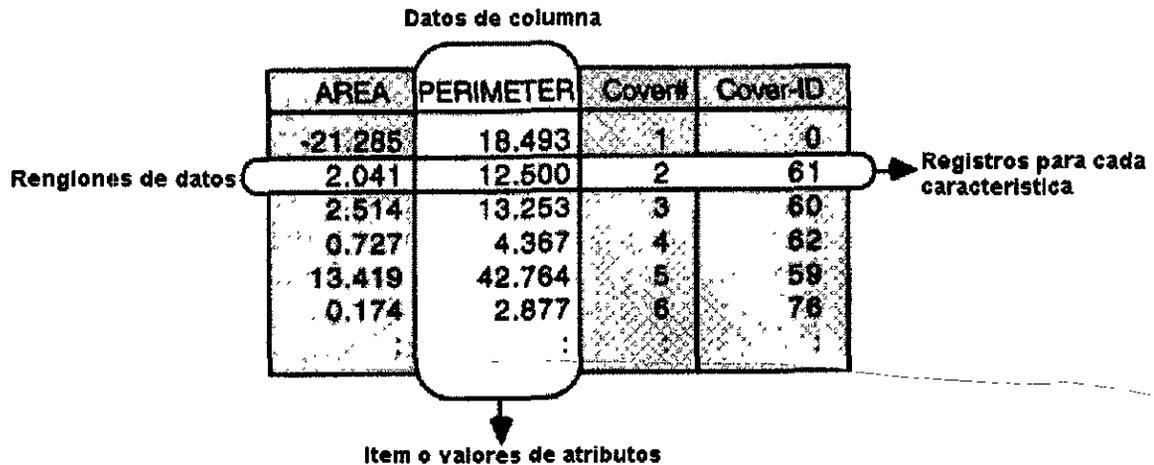


fig. 4.8

La tabla *AAT* contiene siete *ítems* estándares, creados en el siguiente orden:

ARCINFO	Número del nodo interno para el comienzo de un arco (from-node)
TOINFO	Número del nodo interno para el final del arco (to-node)
LEFT	Número interno para el polígono izquierdo
RIGHT	Número interno para el polígono derecho
ARCLEN	longitud de cada arco, medido en unidades de la cobertura
ARCINFO	Número de arco interno (valor asignado por <i>ARC/INFO</i> )
CUSERID	USER-ID (valor asignado por el usuario)

Los valores para los polígonos de la izquierda y derecha en la tabla *AAT* para una cobertura que contiene solamente líneas siempre es igual a cero.

La tabla *PAT* contiene cuatro *ítems* estándares creados en el siguiente orden:

AREA	Área de cada polígono, medido en unidades de la cobertura
PERIMETER	Longitud del límite de cada polígono, medido en unidades de la cobertura
COVER#	Número de polígono interno (asignado por <i>ARC/INFO</i> )
CUSERID	USER-ID (asignado por el usuario)

La tabla *PAT* para una cobertura de puntos siempre contiene valores cero para el área y el perímetro.

Los comandos *BUILD* y *CLEAN* construyen la topología en *ARC/INFO*. Aunque estos ejecutan funciones similares, ambos construyen y crean la tabla característica de atributos; aunque hay importantes diferencias, estas se listan a continuación:

Capacidades Procesamiento	BUILD	CUAN
Polígonos	Si	Si
Líneas	Si	Si
Puntos	Si	No
Entidades relacionales	Si	Si
Entidad-mérida-relacionales	Si	Si
Entidad-mérida-relacionales	No	Si
Velocidad de procesamiento	Rápido	Si

Para nuestro caso, la topología creada para las coberturas independientes se llevó a cabo con los dos comandos antes mencionados de acuerdo a sus características geográficas. Por ejemplo, para el caso del Estado de México la asignación de su respectiva topología para cada cobertura fue de la siguiente manera:

COBERTURA	TOPOLOGIA
División Política	Polígonos
Carreteras	Líneas
Comarcas	Líneas
Municipios	Polígonos
Municipios	Líneas
Municipios	Puntos
Municipios	Anotaciones

Para la topología de anotaciones, las etiquetas son fragmentos de texto utilizados en las coberturas de puntos o polígonos únicamente con fines de visualización (no está topológicamente ligado a otros elementos de la cobertura y por tanto no puede utilizarse para realizar procesos analíticos). Por ejemplo, para las tablas de atributos para las coberturas de División Política, Carreteras y Municipios para el Estado de México se representan de la siguiente forma:

Tabla de Atributos de división política

Area	Perimetro	Mexdivpol#	Mexdivpol-ID
70364508	80360.125	1	15071
93877108	138844.500	1	15003
7346506108	190864.250	1	15045

Tabla de Atributos de carreteras

Lnode#	Tnode#	Epoly#	Rpoly#	Length	Mexcarr#	Mexcarr-ID
2	0	0	0	5853.808	1	15001
1	0	0	0	8410.036	2	15002
10	0	0	0	12600.04	3	15003

Tabla de atributos de municipios

Perimetro	Mexmun	Mexmun-ID
0		15071
0		15003
0		15045

#### 4.2.2 Desarrollo de la Base de Datos

##### A) La Base de Datos *INFO*

La Base de Datos *INFO* es un sistema basado en archivos. Cada base de datos *INFO* es un sistema de directorios que contienen algunos archivos especiales. Cada espacio de trabajo en *ARC/INFO* contiene un directorio de base de datos *INFO*. De esta manera un multi-espacio de trabajo en una base de datos de *ARC/INFO* contiene muchas bases de datos *INFO*.

Las tablas de atributos deben ser almacenados en una base de datos *INFO* localizadas en un espacio de trabajo de una cobertura. En *ARC/INFO*, un espacio de trabajo es un directorio el cual contiene un conjunto de coberturas y subdirectorios *INFO*. El subdirectorio *INFO* contiene todas las tablas de atributos para esas coberturas añadidas a cualquier otro archivo asociado a *INFO*.

La relación de archivos *INFO* puede ser almacenados en cualquier base de datos *INFO*, ya sea en el espacio de trabajo de una cobertura o cualquier base de datos remota *INFO*. Cada directorio *INFO* tiene un nombre de usuario asociado a el y una lista de todos los archivos *INFO* para esa base de datos. El nombre del usuario *INFO* es un espacio de trabajo en *ARC/INFO* es siempre *ARC*.

##### Tablas de atributos

*ARC/INFO* almacena información, la cual cuantifica y describe las características geográficas, en la tabla de atributos. Hay dos tipos de tablas de atributos: las tablas características de atributos y las tablas de atributos relacionales. Las tablas características de atributos deben ser en formato de archivos *INFO*; las tablas relacionales pueden ser ya sea en archivos *INFO* o tablas *DMBS* externas, fig. 4.9.

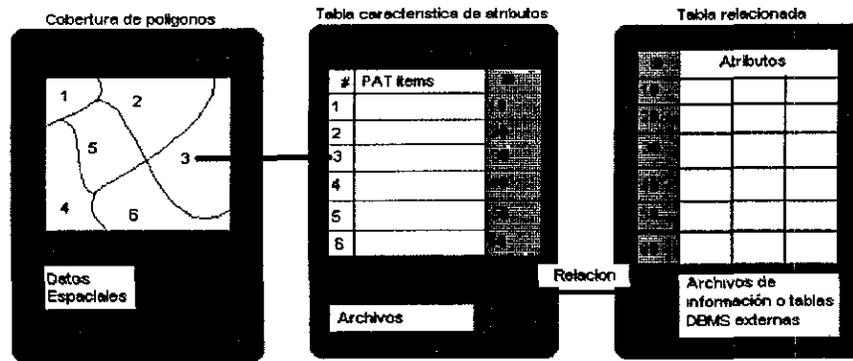


fig. 4.9

### Tablas Características de Atributos

Las tablas características de atributos son generadas por el *software* de *ARC/INFO* cuando se crea una clase de topología. Para cada característica de una cobertura hay un registro en la tabla característica de atributos.

Las tablas características de atributos contienen un conjunto mandato de elementos de atributos requeridos por *ARC/INFO*. Estos elementos mandatarios varían entre las clases de características. Puedes entonces añadir tus propios elementos a las tablas características de atributos para sostener la información que requieres para registrar acerca de las características en tu base de datos.

Para cualquier modelo de base de datos simple, es adecuado añadir *items* a la tabla característica de atributos. Pero como cada característica en una cobertura tiene un correspondiente renglón en la tabla característica de atributos, puedes introducir una gran cantidad de redundancia en tu base de datos por duplicar la misma información para muchas características. Por ejemplo, en la siguiente tabla característica de atributos, muchos polígonos tienen el mismo valor de nombre (*NAME*) y dirección (*ADDRESS*).

LOTS PAT			LOTS-ID	NAME	ADDRESS
AREA	PERIM	LOTS			
3002	4007	1	12	Jones, B	380 NY St., Rdls
6132	315	2	12	Jones, B	380 NY St., Rdls
5586	310	3	12	Jones, B	380 NY St., Rdls
5586	310	4	34	Black, D	56 Pine Ave., Rdls
5483	307	5	12	Jones, B	380 NY St., Rdls
5596	310	6	23	Smith, A	256 Cajon St., Rdls
5456	310	7	23	Smith, A	256 Cajon St., Rdls
5596	299	8	22	Brown	23 Alvarado., Rdls
5596	310	9	34	Black, D	56 Pine Ave., Rdls
4409	285	10	12	Jones, B	380 NY St., Rdls

Para una base de datos simple, lo anterior no es una buena manera para almacenar las características de atributos. No solamente hay una gran cantidad de redundancia e incremento de uso en disco, pero, también, que sucede si hay un cambio en un nombre. Muchos registros deberían requerir cambios, con el riesgo potencial de que no todos los registros son actualizados en una manera completa. De esta forma se introduce inconsistencia en tu base de datos.

También las herramientas para procesamiento en topologías en *ARC/INFO* trabajan más rápido en tablas características de atributos con menos y más elementos estrechos.

*ARC/INFO* es un modelo georelacional. Los atributos los cuales describen las características espaciales son almacenadas en estructuras relacionales.

Las técnicas diseñadas para la base de datos estándar pueden ser aplicadas a tablas características de atributos para producir más conjuntos normalizados de tablas relacionales. Uno de los principales componentes en el diseño de la base de datos relacional es una técnica conocida como normalización. La normalización es simplemente el proceso de eliminar redundancia para tu base de datos. Una vez almacenadas múltiples ocurrencias de la misma información, almacenas solamente las ocurrencias únicas de los valores de datos y modelar de tal manera que los valores de los datos se relacionen a las características las cuales ellas describen. Utilizar tablas relacionales puede minimizar redundancia, ayuda a mantener integridad de datos y velocidad en la ejecución.

Para remover el registro de *items* duplicados en las columnas *NAME* y *ADDRESS* en un archivo *INFO* separado el cual contiene una lista única de todos los propietarios, normalizará las tablas en una estructura relacional. Ahora cada registro en la tabla de atributos de polígonos almacena la columna *LOTS-ID* en vez de las columnas *NAME* y *ADDRESS*. Esta columna *LOTS-ID* se refiere al renglón apropiado en el archivo *OWNERS*.

### LOTS.PATOWNERS

AREA	PERIM	LOTS#	LOTS-ID
-3002	4007	1	12
6134	315	2	12
5586	310	3	12
5586	310	4	34
5481	307	5	12
5596	310	6	23
5456	310	7	23
5596	299	8	22
5596	310	9	34
4409	285	10	12

LOTS-ID	NAME	ADDRESS
12	Jones, B	380 NY St. Rdls.
12	Brown, I	23 Alvarado, Rdls
12	Smith, A	256 Cajon St. Rdls
34	Black, D	56 Pine Ave. Rdls.

Relate

Mientras en la columna *LOTS-ID* aún están duplicados los *items* para la mayoría de los polígonos los cuales forman el mismo propietario, no se está duplicando el nombre del propietario y su dirección para cada característica, solo un valor entero el cual identifica el correspondiente registro en la tabla relacional. El mecanismo por el cual las tablas características de atributos pueden referirse a los datos almacenados en las tablas relacionales es llamado relación (*RELATE*).

Desde que el nombre y la dirección de cada propietario están almacenados solamente una vez, cualquier actualización a los detalles de la propiedad necesitarán solamente ser aplicados a un renglón. Todas las características las cuales forman a un común propietario se refieren a registros simples en las tablas relacionales. Los datos almacenados son reducidos, la tabla característica de atributos es simplificada. Mientras el esquema almacenado de la base de datos ha sido reconocido, el significado de los datos es todavía el mismo; muchas características pueden todavía formarse para el mismo propietario con la misma dirección.

En términos de base de datos, el *item LOTS-ID* sobre la tabla *OWNERS* es llamado una llave primaria. Cada valor de *LOTS-ID* puede identificar únicamente cada registro en la tabla de *OWNERS*. A la inversa, el *item LOTS-ID* en la tabla característica de atributos es llamado una llave foránea. Una llave foránea contiene valores de una llave primaria de la tabla relacional y es utilizado en *ARC/INFO* para asociar registros entre tablas relacionales. En este caso, entre la tabla de atributos de la característica de la cobertura y otro archivo relacionado con *INFO*. La relación entre llave primaria-llave foránea puede ser utilizada para relacionamente almacenar y asociar información entre cualquier archivo *INFO* o tablas *DMBS* externas.

Llave foranea

#	PAT items	ID
1		10
2		20
3		30
4		40
5		50
6		60

Tabla característica de atributos

Llave Primaria

ID	Atributos	
10		
20		
30		
40		
50		
60		

Tabla Relacionada

### Tablas de atributos relacionales

El formato y localización de las tablas características de atributos son dictadas por *ARC/INFO*; ellas deben ser creadas y mantenidas por *ARC/INFO* y almacenadas en el directorio *INFO* del espacio de trabajo de una cobertura. Sin embargo, la localización y formato de las tablas de atributos relacionales son definidas por el usuario. Las tablas de atributos relacionales, también llamadas tablas de atributos externas, pueden ser implementadas como archivos *INFO* en cualquier directorio *INFO* o como tablas externas en sistemas manejadores de bases de datos (*DMBS*) tales como *INGRES*, *SYBASE*, *ORACLE* o *INFORMIX*.

Mientras las tablas de atributos relacionales pueden ser implementadas en diferentes bases de datos, todas ellas tienen lo siguiente en común: conceptualidad, datos almacenados en forma tabular, organizados en renglones y columnas. Las columnas representan diferentes atributos. Cada renglón es una simple ocurrencia de todos los atributos.

Debido a que existen algunas diferencias entre bases de datos basadas en archivos y bases de datos relacionales, los términos utilizados para describir columnas y renglones difieren. Los atributos en archivos *INFO* son almacenados en campos (*items*) y registros (*records*); en sistemas manejadores de bases de datos externos los términos utilizados son columnas y renglones, fig 4.10.

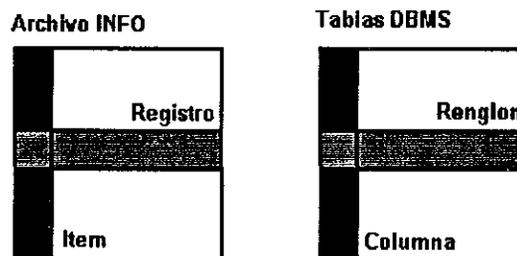


fig. 4.10

Por lo tanto, para el desarrollo de nuestro sistema de información geográfica de la República Mexicana, las tablas características de atributos fueron creadas en el proceso de desarrollo de la topología, dependiendo de las características de la cobertura. Además, las tablas de atributos relacionales se desarrollaron en el sistema manejador de bases de datos *ORACLE*; por medio de una conexión a esta base de datos; que a continuación se describirá, para añadir atributos a las diferentes coberturas con que cuenta el sistema.

En este caso, hay que hacer mención que el único estado para el cual se desarrollaron tablas de atributos relacionales en *ORACLE*, fue al Estado de México, con respecto a información exportada del disco compacto referente al XI Censo General de Población y Vivienda 1990. De tal manera que para las demás entidades federativas de la República Mexicana, solamente contienen información de las tablas características de atributos.

**B) Conexión a la base de datos ORACLE, por medio de la interface SQL Connect para manipulación de las tablas de atributos relacionales.**

Utilizando el control *SQL Connect* del software *ARCVIEW* se puede conectar al servidor de bases de datos *ORACLE*, y aplicar una consulta por medio de SQL (lenguaje de consulta estructurado) de *ORACLE* para recibir registros de este.

Estos registros que se accesan se despliegan en una tabla en formato *ARCVIEW*. Este almacena la definición de una consulta de SQL utilizada para crear una tabla. Todas las conexiones a SQL son llevadas a cabo a través de la utilización del integrador de bases de datos de *ESRI*.

**La interface SQL Connect**

La caja de diálogo *SQL Connect* permite establecer una conexión a la base de datos del servidor y formar una consulta con SQL para recibir registros de la base de datos. *ARCVIEW* crea una tabla que contiene los resultados de la consulta, fig. 4.11.

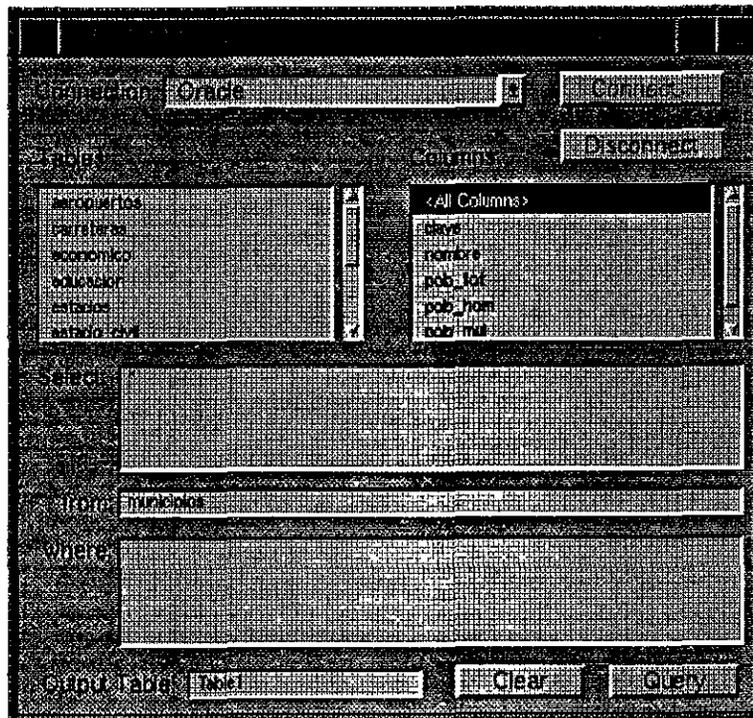


fig. 4.11

En el proceso de conexión a la base de datos *ORACLE*, por medio de *SQL Connect*, se llevó a cabo una implementación del sistema en el equipo de cómputo para el desarrollo de nuestro Sistema de Información Geográfica de la República Mexicana, en el cual se integran ciertos puntos relacionados con la conexión de *ORACLE* y *ARCVIEW* que a continuación se describirán.

## C) Implementación del sistema en el equipo de cómputo

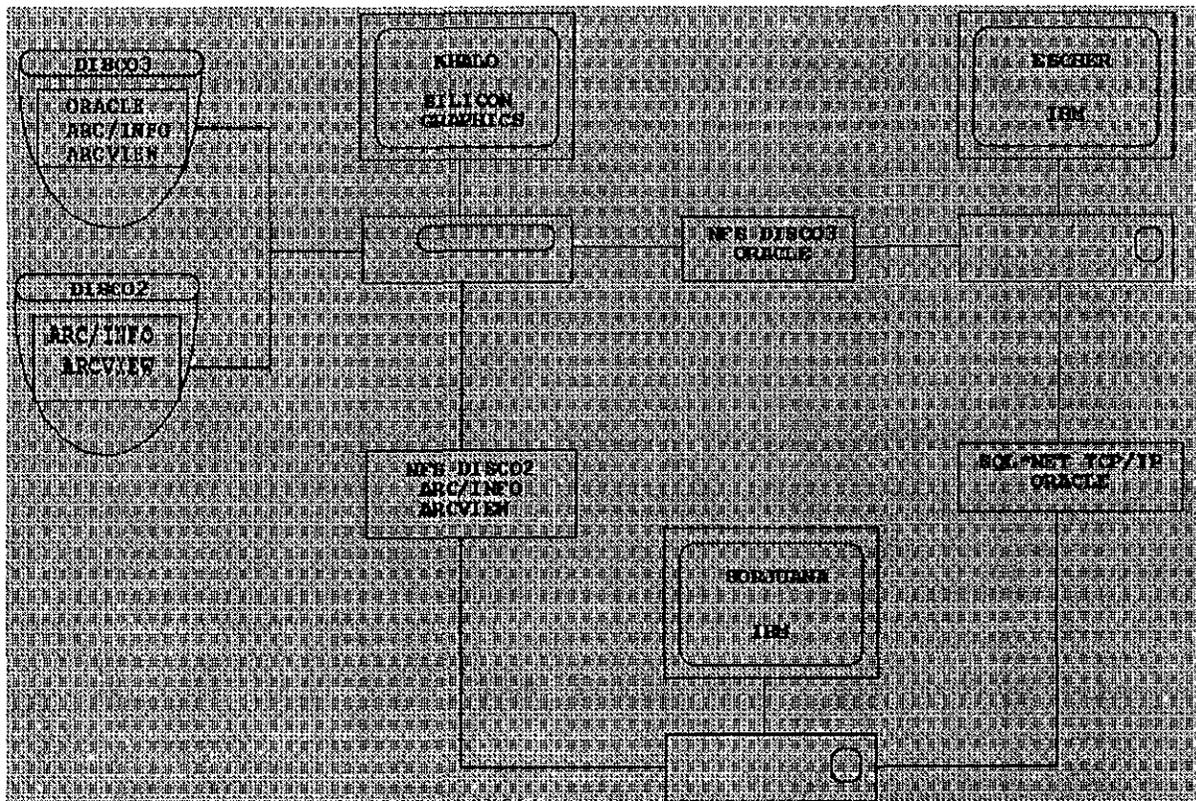


fig. 4.12

Como se muestra en la figura 4.12, se cuenta con tres estaciones de trabajo (*workstation*): una *Silicon Graphics (Khalo)* y dos *IBM (Escher y Sorjuana)*. Dos discos externos conectados directamente a *Khalo* (disco 2 y disco 3).

En el disco 3 externo de *Khalo*, se tiene almacenado el *software ORACLE*, el cual funciona para plataforma *IBM*; y además se cuenta con las licencias de los productos *ARC/INFO* y *ARCVIEW* para plataforma *Silicon Graphics*. Mientras que en el disco 2 externo de *Khalo*, se tiene almacenado una segunda licencia para los productos *ARC/INFO* y *ARCVIEW* para plataforma *IBM*.

La estación de trabajo denominada *Escher*, accesa al disco 3 de *Khalo* por medio de un sistema de archivos de red (*NFS*), para desarrollar cualquier aplicación de la base de datos *ORACLE* en forma remota y se almacena en el disco anteriormente especificado. Mientras que la estación de trabajo denominada *Sorjuana*, accesa al disco 2 externo de *Khalo* también por medio de un sistema de archivos de red (*NFS*) para desarrollar aplicaciones tanto en *ARC/INFO* y *ARCVIEW* en forma remota.

Aunque se cuente con dos licencias de *ARC/INFO* y *ARCVIEW* almacenadas independientemente para diversas plataformas, se crearon cuentas especiales para el desarrollo de nuestro sistema tanto en *Khalo* como en *Sorjuana*, de manera que cualquier operación en *ARC/INFO*, *ARCVIEW* o del sistema operativo *UNIX*, se representaba en cualquiera de las dos máquinas de la misma forma.

La conexión entre las estaciones de trabajo *Sorjuana* y *Escher*, se llevó a cabo por uno de los productos de *ORACLE*, llamado *SQL\*Net TCP/IP*, para establecer una sesión remota de cualquier aplicación del *software ORACLE* en *Sorjuana*.

De tal manera, que la estación de trabajo *Sorjuana* juega un papel importante para la visualización de los resultados de nuestro sistema, debido a que en ella se integran de manera remota tanto el *software ORACLE* como las licencias de *ARC/INFO* y *ARCVIEW*.

A continuación se describirá en que consisten *SQL\*Net TCP/IP* y *NFS* para la implementación del sistema en el equipo de cómputo.

### *SQL\*Net TCP/IP*

*SQL\*Net* es el componente de comunicaciones de *ORACLE* que permite compartir la información almacenada en diferentes bases de datos de *ORACLE*. Con *SQL\*Net*, se puede correr una herramienta de *ORACLE* o otra aplicación en una máquina y ser capaz de encontrar, manipular y almacenar datos en una base de datos *ORACLE* localizada en otra máquina.

*SQL\*Net* también permite aplicaciones a ser conectadas a múltiples bases de datos *ORACLE* a través de la red, utilizando una gran variedad de protocolos de comunicación y interfaces de programas de aplicación (*API's*) para establecer un ambiente de procesamiento distribuido y bases de datos distribuidas.

Un protocolo de comunicación es un conjunto de estándares implementados o reglas que gobiernan la transmisión de datos a través de la red.

Un *API* es un conjunto de subrutinas que proporcionan una interface para procesos de aplicación para el ambiente de red. *TCP/IP* es uno de los varios protocolos soportados por *SQL\*Net*.

### *Procesamiento Distribuido*

El procesamiento dividido entre la visualización del proceso de la máquina corriendo una aplicación y el lugar donde realmente se lleva a cabo el proceso de la máquina que es utilizado para las aplicaciones es conocido como procesamiento distribuido. *SQL\*Net* habilita una herramienta o alguna otra aplicación para conectarse con una máquina remota conteniendo un sistema manejador de bases de datos relacionales (*RDMBS*) de *ORACLE*, fig. 4.13.

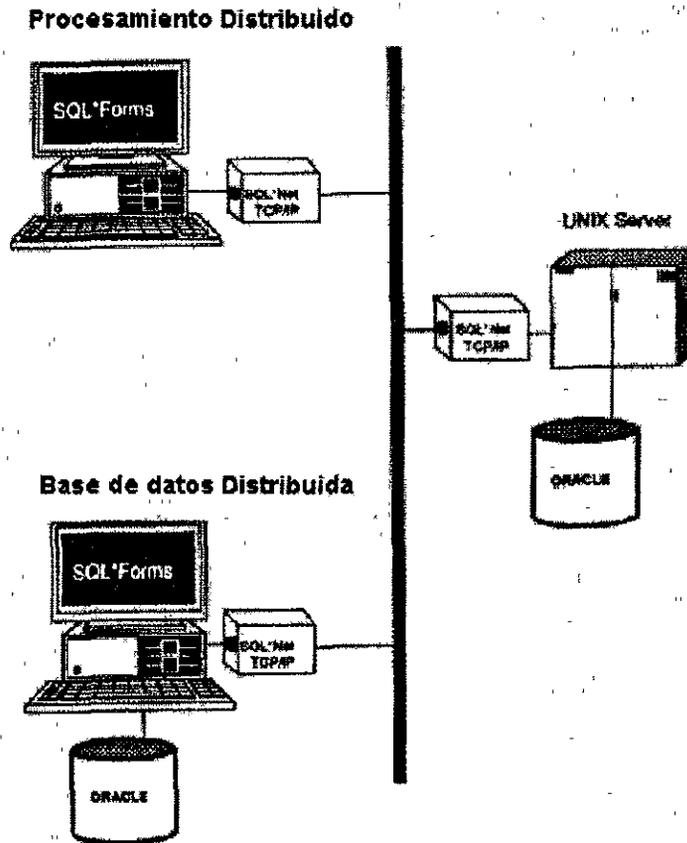


fig. 4.13

Una ventaja del procesamiento distribuido es la optimización de los recursos de la computadora. Por ejemplo, corriendo un *RDMBS* de *ORACLE* sobre una computadora grande con bastante memoria y utilizando una *PC* para una aplicación que necesita acceder a la base de datos maximiza las capacidades de ambas máquinas.

#### *Base de datos distribuida*

Varias bases de datos ligadas a través de la red que le parece al usuario como una simple bases de datos lógica es llamado como una base de datos distribuida. *SQL\*Net* proporciona el acceso a la base de datos distribuida. Una herramienta de *ORACLE* corriendo en una máquina cliente o un *RDMBS* de *ORACLE* corriendo en una máquina servidor puede compartir y obtener información recibida de otras bases de datos *ORACLE* remotas. A pesar del número de bases de datos con información fuente, el usuario esta solamente enterado de una base de datos lógica.

La mayor ventaja de una base de datos distribuida es que los usuarios y las aplicaciones no conocen la ubicación de las tablas de datos. Si un cliente requiere acceder a la base de datos que no sea local, el manejador de *SQL\*Net* toma control y hace la conexión apropiada para satisfacer los requerimientos. Los usuarios no necesitan más que el "switch" entre las computadoras o transferir archivos a través de la red para trabajar con base de datos remotas.

### *TCP/IP*

*TCP/IP*, como otro protocolo de comunicación, es un conjunto de reglas utilizado para intercambiar información entre computadoras. *TCP/IP* es una familia de protocolos relacionados que deriva su nombre de dos principales componentes: el Protocolo de Control de Transmisión (*TCP*) y el Protocolo Internet (*IP*). El componente *IP* expide información a través de la red y el componente *TCP* asegura la información con precisión.

El protocolo *TCP/IP* ofrece muchas ventajas:

- Alta velocidad de transmisión de datos sobre una red *Ethernet*
- Las especificaciones son completas y disponibles
- Contiene provisiones para la mayoría de los eventos de la red, incluyendo errores de datos, seguridad y fallas de línea.
- La interface del nivel de llamadas es consistente a través de los sistemas de *hardware*.
- Este protocolo es actualmente utilizado en muchos ambientes de computadoras heterogéneos para habilitar diversos *CPU's* para comunicarse.
- Tiene migración de rutas para conocer los estándares de la red de la Organización de Estándares Internacionales (ISO).

### *Network File System (NFS)*

*NFS* proporciona sus servicios a una relación cliente/servidor. La computadora que hace sus sistemas de archivos o directorios y otros recursos disponibles para acceso remoto son llamados servidores. Las computadoras o los procesos que en ellas acceden, que utilizan recursos del servidor son considerados clientes. Una vez que un cliente accede a un sistema de archivos que un servidor exporta, el cliente puede acceder los archivos del servidor en forma individual (acceder a directorios exportados puede ser restringido para clientes específicos).

La siguiente figura, fig. 4.14, muestra los servicios de *NFS* entre las computadoras *Khalo* y *Sorjuana* para el acceso al software *ARCVIEW*. En este caso la computadora *Khalo* representa al servidor y la computadora *Sorjuana* al cliente. Por consiguiente, de esta forma se representa los servicios de *NFS* para todas las configuraciones anteriormente mencionadas.

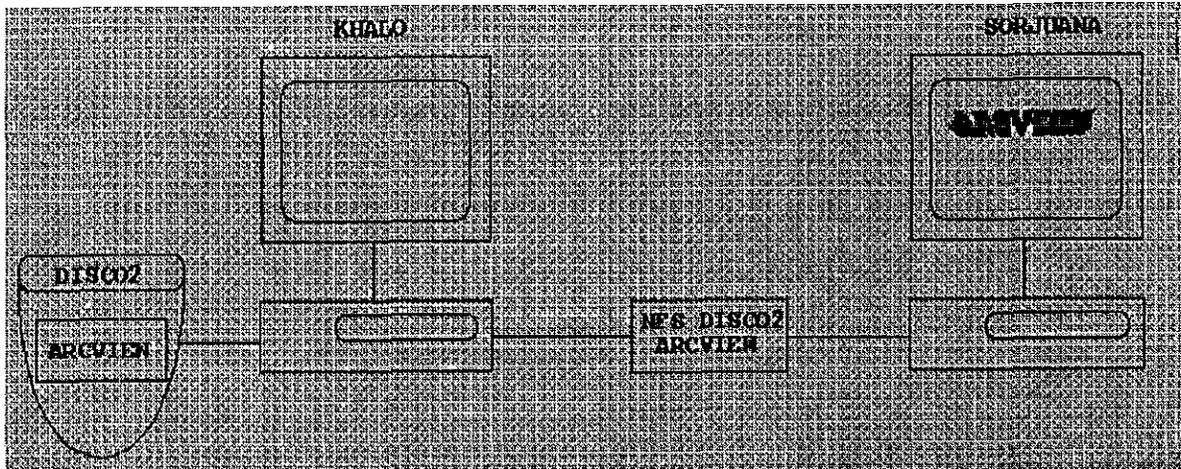


fig. 4.14

**D) Desarrollo de las tablas de atributos relacionales, por medio de los productos de Oracle, SQL y SQL\*Loader**

### **SQL (Structure Query Language)**

SQL proporciona sentencias para una variedad de tareas incluyendo:

- Consulta de datos.
- Insertar, actualizar y eliminar renglones en una tabla.
- Crear, modificar y eliminar objetos de la base de datos.
- Controlar el acceso a la base de datos y a los objetos de la base de datos.
- Garantizar la consistencia en la base de datos.

De esta manera, para la creación de las tablas de atributos relacionales que contienen información adicional de las características geográficas para las coberturas del Estado de México, se utilizó la sentencia: *CREATE TABLE*.

El siguiente ejemplo muestra la creación de la tabla de municipios para las diferentes entidades del Estado de México, utilizando la siguiente sintaxis:

```
SQL>CREATE TABLE MUNICIPIOS
  (CLAVE          NUMBER(5),
  NOMBRE         VARCHAR(29),
  POB_TOT        NUMBER(5),
  POB_HOM        NUMBER(5),
  POB_MUJ        NUMBER(5));
```

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

En este caso se crea la tabla de municipios conteniendo la especificaciones de sus respectivas columnas (clave del municipio, nombre del municipio, poblacion total del municipio, poblacion total de hombres y poblacion total de mujeres), en las cuales se describe el tipo de dato que representa; ya sea numerico, carácter, valores tipo fecha, etc., con su respectiva longitud.

### *SQL\*Loader*

Los diferentes mecanismos que *SQL\*Loader* utiliza para almacenar datos son: la ruta convencional, la cual utiliza un arreglo ligado; y la ruta directa, la cual almacena datos directamente en la base de datos.

En la ruta convencional, múltiples registros son leídos y localizados en un arreglo ligado. Cuando el arreglo ligado esta lleno (o no hay más datos a la izquierda para leer) es enviado a *ORACLE* para la inserción. Esta ruta utiliza la interface *SQL* de *ORACLE* con la opción de arreglo.

En la ruta directa, los registros son ingresados en bloques formateados en la base de datos y escritos directamente a la base de datos, desviándose de la mayor parte del procesamiento del *RDMBS*.

Se debe proporcionar dos tipos de entradas a *SQL\*Loader* para almacenar datos de archivos externos en una base de datos de *ORACLE*: los datos mismos en forma de columnas y el archivo de control de la información describiendo como ejecutar el almacenamiento y como interpretar el archivo de datos.

De la misma forma, a continuación se describe el proceso de almacenar la información perteneciente a la tabla de municipios del Estado de México por medio de *SQL\*Loader*, por medio de ruta directa:

El archivo de control es descrito de la siguiente manera, el cual contendrá la descripción de las columnas, con su respectiva posicion y tipo de dato por medio del cual invoca a los datos almacenados en el archivo 'muni.dat'.

```
LOAD DATA
INFILE 'muni.dat'
INTO TABLE MUNICIPIOS
(CLAVE      POSITION(01:05) INTEGER EXTERNAL,
NOMBRE     POSITION(11:39) CHAR,
POB_TOT    POSITION(43:50) INTEGER EXTERNAL,
POB_HOM    POSITION(57:64) INTEGER EXTERNAL,
POB_MUJ    POSITION(71:76) INTEGER EXTERNAL)
```

Por último se escribe la siguiente sintaxis para invocar a *SQL\*Loader* de la siguiente manera:

```
SQLLOAD USERID=ALEX/ALEX CONTROL=MUNI.CTL LOG=MUNI.LOG
```

En donde *userid* representa el login y password del usuario, *control* define el nombre del archivo de control con extensión *.ctl* y *log* es el archivo que contiene a detalle, incluyendo cualquier error, el proceso de carga de los datos a la tabla *municipios*.

De tal forma que *ARCVIEW* representa la tabla de municipios como lo muestra la figura 4.15:

Clave	Nombre	Población	Población	Población
15001	ACAMIRAY	4211	23738	23738
15002	ACCHIMAN	13278	20837	22338
15003	ACILICO	28179	13110	1388
15004	ALMOLOYA DE BALQUINAS	12021	3676	4317
15005	ALMOLOYA DE JUAREZ	84147	42817	11200
15006	ALMOLOYA DEL RIO	5777	3283	3283
15007	AMARALCO	18792	190	7801
15008	AMATEPEL	28135	13830	14385
15009	AMECAMECA	36321	11843	1838
15010	APANCO	18500	9013	9281
15011	ATANGO	27218	10805	1838
15012	ATZAPAN	5333	2546	2583
15013	ATZAPAN DE ZARAGOZA	315182	15430	16007
15014	ATLACOMULCO	1851	78	852
15015	ATLANTLA	18935	9385	9607
15016	AXAPULCO	15803	7505	7505
15017	AYAHANGU	4238	2130	3110
15018	CALMAYA	24906	12257	2549
15019	CAPULHUAC	21258	10388	1884
15021	COACALCO	152882	74063	78018
15021	COATEPEC HARINAS	27340	12840	1530
15022	COCHIMAN	8088	4000	4088

fig. 4.15

### 4.3 PRESENTACION DE LA INFORMACION UTILIZANDO EL SOFTWARE ARCVIEW

Los resultados del sistema se presentan en *ARCVIEW* por considerarse de gran calidad y eficiencia, ya que obtenemos un gran poder de visualización, exploración, consulta y análisis de los datos espaciales.

Algunas de las tareas que se pueden lograr con *ARCVIEW* son las siguientes:

- Desplegar coberturas en *ARC/INFO*.
- Desplegar datos tabulares sobre una vista.

- Importar datos tabulares y entonces unirlos (join) a los datos de una vista para desplegarlos geográficamente.
- Utilizar SQL para recibir registros de una base de datos y desplegarlos sobre una vista.
- Tablas geocódigo conteniendo direcciones y desplegándolas.
- Encontrar los atributos de cualquier característica geográfica.
- Clasificar características geográficas con diferentes símbolos de acuerdo con sus atributos.
- Seleccionar características geográficas de acuerdo con sus atributos.
- Seleccionar características geográficas en base a su proximidad con otras características geográficas.
- Encontrar lugares donde ciertas características geográficas coinciden.
- Resumir y generar estadísticas sobre los atributos de las características geográficas.
- Crear gráficos mostrando los atributos de las características geográficas.
- Presentar un mapa e imprimirlo.
- Presentar un mapa y exportarlo para utilizarlo en otras aplicación.

Si se cuenta con Avenue (lenguaje de programación de *ARCVIEW*) también se puede hacer lo siguiente:

- Utilizar *ARCVIEW* para acomodar el trabajo realizado.
- Crear un aplicación utilizando *ARCVIEW* para que otros usuarios lo utilicen.

En *ARCVIEW* se trabaja con vistas (*views*), tablas (*tables*), gráficos (*charts*), presentaciones (*layouts*) y escritos (*scripts*) almacenados en un archivo llamado project (proyecto). Se trabaja con un proyecto a la vez en *ARCVIEW*. Los proyectos habilitan para guardar todos los componentes juntos que se necesitan para especificar una tarea o una aplicación.

A continuación se describen cada una de esos módulos que contiene *ARCVIEW* para realizar un proyecto en forma independiente.

#### 4.3.1 VISTAS (VIEWS)

Una vista es un mapa interactivo que permite desplegar, explorar, consultar y analizar datos geográficos en *ARCVIEW*.

Una vista es actualmente una colección de temas (*themes*), fig. 4.16. Un tema representa un conjunto distinto de características geográficas en una particular fuente de datos geográficos. Por ejemplo, una vista de un país debe tener un tema representando ciudades, otro tema representa caminos, otro representa ríos, etc.

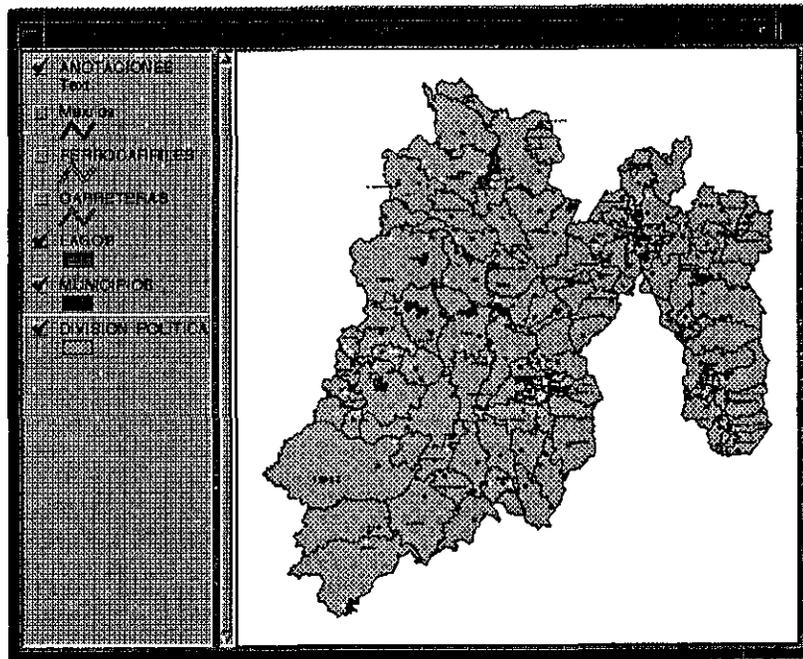


fig. 4.16

Un tema representa una de las siguientes fuentes de datos geográficos:

- Datos espaciales tales como coberturas en *ARC/INFO* o un archivo arreglado (*shapefile*) en *ARCVIEW*. La mayoría de las coberturas en *ARC/INFO* contienen diferentes clases de características, tales como polígonos y etiquetas, en las cuales solamente una de estas clases es representada en el tema. Un *shapefile* en *ARCVIEW* puede representar características como puntos, líneas o polígonos. Se pueden editar características de un tema que esta basado sobre el formato *shapefile* de *ARCVIEW*.
- Imágenes, tales como imágenes de satélite, fotografías aéreas, y otras de sensor remoto o escaneadas. Los formatos de imagen que se pueden utilizar son:

*Imágenes grid en ARC/INFO*

*Tiff*

*Erdas*

*BSQ, BILL y BIP*

*Sun rasterfiles*

*Run-length compressed files*

- Los datos tabulares pueden incluir casi cualquier conjunto de datos, aunque de todas maneras contienen datos geográficos. Algunas tablas pueden ser desplegadas sobre una vista directamente, otras proporcionan atributos adicionales que pueden ser unidos a datos espaciales existentes. *ARCVIEW* soporta los siguientes formatos:

Datos de servidores de bases de datos tales como *ORACLE*, Ingress, Sybase, Informix, etc.

Archivos de Dbase III

Archivos de Dbase IV

Tablas *INFO*

Archivos de texto con campos separados por tabuladores o comas.

### *Cambiando la edición de temas*

Para hacer un cambio en la edición de un tema se utilizan las ventanas de *Legend Editor* y *Symbol Palette*. Con *Legend Editor* se puede cambiar los patrones y colores de los símbolos que *ARCVIEW* utiliza para dibujar un tema de una vista. Se pueden utilizar un símbolo simple para desplegar todas las características en el tema; o asignar símbolos diferentes para características de acuerdo a sus valores por un campo especificado en la tabla de atributos del tema. Con *Symbol Palette* se selecciona el patrón y el color que se requiera, fig.4.17.

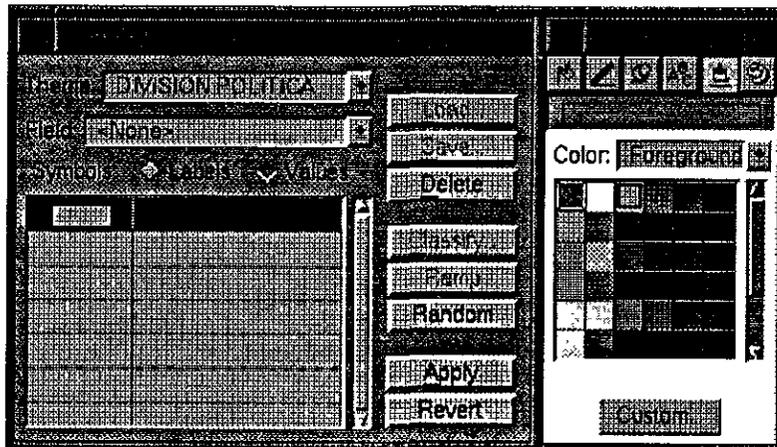


fig. 4.17

### 4.3.2 Tablas (Tables)

Una tabla permite trabajar con datos de varias fuentes de datos tabulares de *ARCVIEW*, fig. 4.18. Se puede desplegar, consultar y analizar datos en las tablas. Se puede resaltar los registros en las tablas para seleccionar características geográficas desplegadas sobre las vistas y viceversa.

Mexico ID	Nombre	Pop. 1971	Pop. 1981	Pop. 1991
1901	PUEBLA	2712	4301	4816
1903	QUERÉTARO	26174	49310	54524
1904	JILOTEPEC	53609	26291	26329
1908	EDUARD GUILLERMO DE JUAREZ	7897	4021	3926
1901	TAMPAK	47517	29755	23792
1906	HUEYFOTLA	26129	19997	12862
1908	TEMASCALINGO	51269	25907	26962
1910	APAXCO	18500	19906	4331
1912	TAMPAN	12059	20395	5999
1904	TEQUILA	20754	10496	10326
1920	ZUMPANGO	71413	26399	28018
1904	TEMASCALAPA	16098	9629	4174
1906	SHAPA DE MOTA	17591	3753	6409
1908	HUENETUCA	25428	12691	2000
1914	ATLACMILCO	167	179	85
1916	AXAPULCO	1603	795	7899
1918	NOPALTEPEC	1234	2691	2947
1912	VILLA DEL CARBON	27200	1072	1056
1904	DURANGO	25493	2811	12879
1905	MORELOS	21453	10015	11159

fig. 4.18

Se puede desplegar tablas sobre una vista para resaltar la geografía de los datos. Se puede también fácilmente crear gráficos de las tablas para visualizar las tendencias de los patrones y distribuciones.

Al igual que las vistas, la fuente de datos para las tablas son:

- Tablas de atributos de datos espaciales.
- Archivos de Dbase o *INFO* y archivo de texto delimitados.
- Servidores de bases de datos (*ORACLE*, Sybase, etc.).

Algunas de las operaciones que se pueden realizar con las tablas son las siguientes:

- Añadir nuevos campos.
- Añadir y borrar registros.
- Editar valores de los registros.
- Calcular valores con los campos.
- Ordenar registros.
- Unir la tabla de atributos de un tema con datos tabulares externos.
- Crear tablas de fuentes existentes.

### 4.3.3 Gráficas (Charts)

Un *chart* es una representación gráfica de datos tabulares que proporciona una poderosa presentación visual de los atributos asociados con características geográficas. Se puede utilizar un *chart* para desplegar, comparar y consultar los datos tabulares y geográficos efectivamente, fig. 4.19.

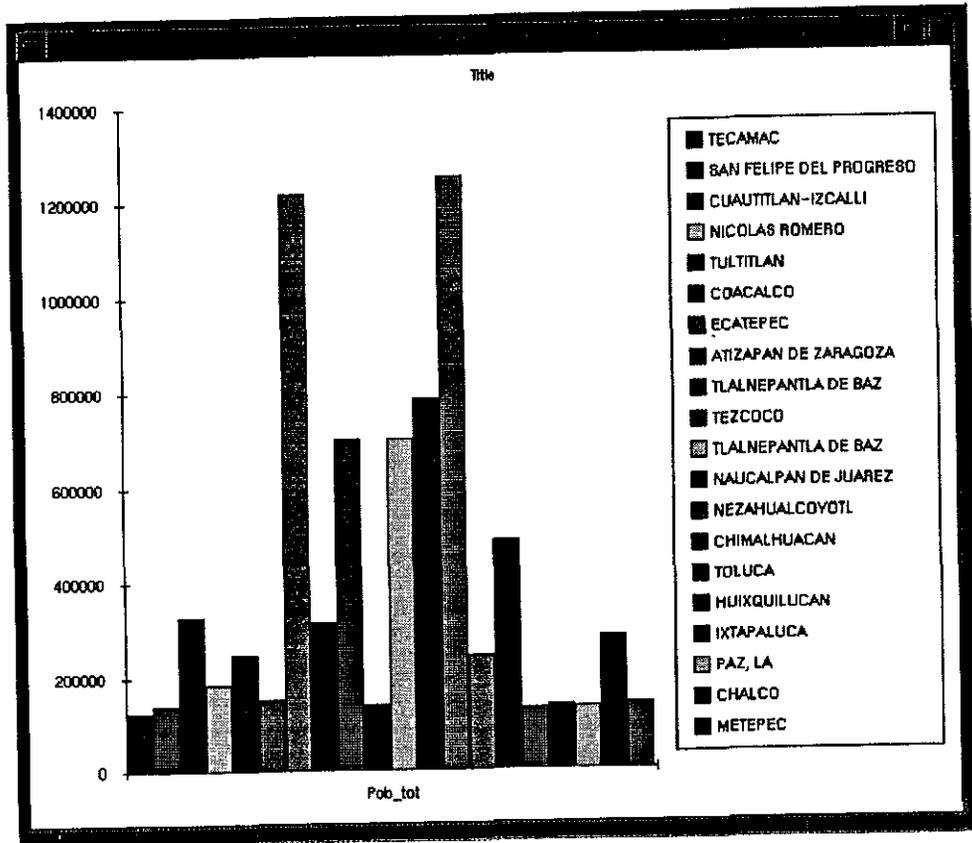


fig. 4.19

Un *chart* se refiere a los datos tabulares en una tabla existente en *ARCVIEW* de la cual se esta haciendo uso, y define como estos datos serán desplegados. También puede representar todos los registros en una tabla o un conjunto seleccionado de registros.

Los registros pueden ser seleccionados desde una tabla y también, si la tabla es una tabla de atributos perteneciente a un tema, por selección de las características del tema sobre una vista.

*ARCVIEW* proporciona seis tipos de *charts*: área, barras, columnas, líneas, de pastel y de puntos xy regados; para desplegar diferentes clases de información apropiadamente. Algunos *charts* son buenos para comparar valores y representar tendencias y otros son mejores para enfatizar un elemento significativo.

#### 4.3.4 Presentaciones (Layouts)

Un *layout* es un mapa que permite desplegar vistas, tablas, gráficas, gráficos importados y gráficos primitivos. El *layout* es utilizado para preparar estos gráficos para salida en *ARCVIEW*, fig. 4.20.

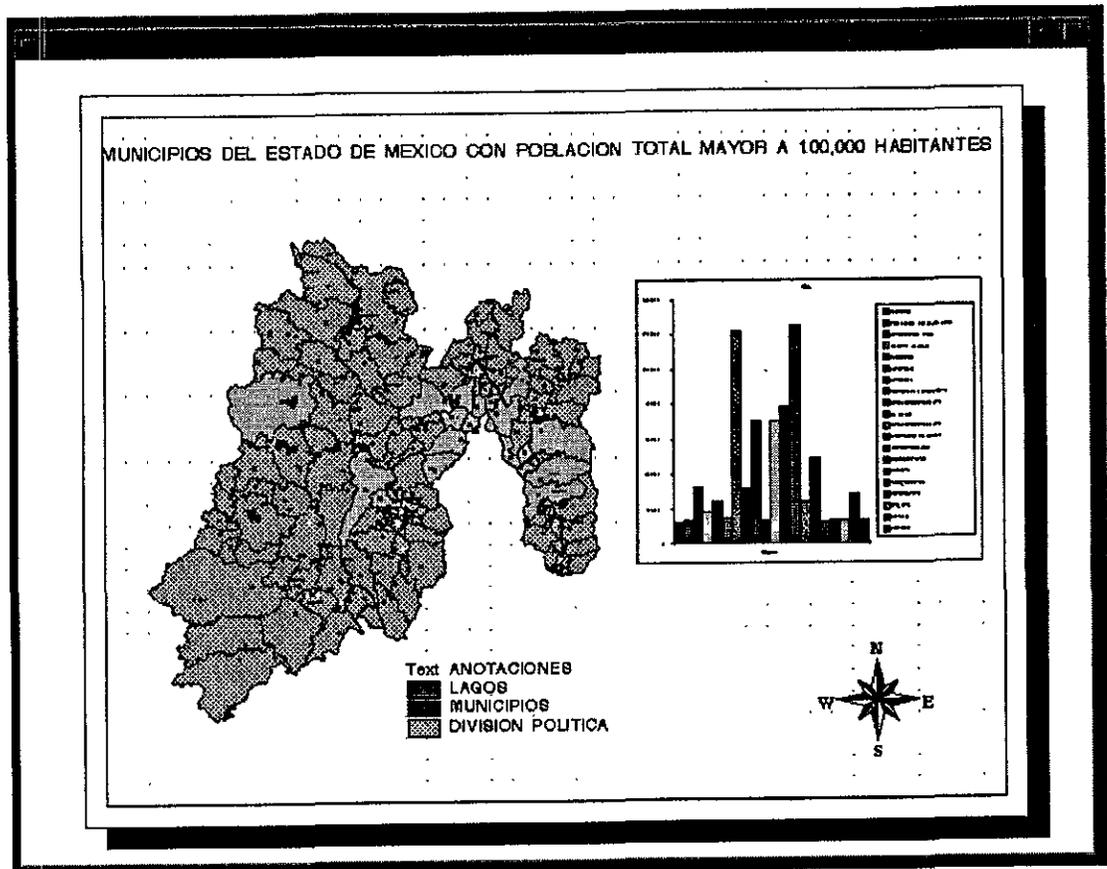


fig. 4.20

Un *layout* define que datos serán utilizados para salida y como estos serán desplegados. Un *layout* es dinámico porque este permite hacer gráficos específicos en vivo. Cuando una gráfica esta en vivo, este refleja el estado actual de los datos.

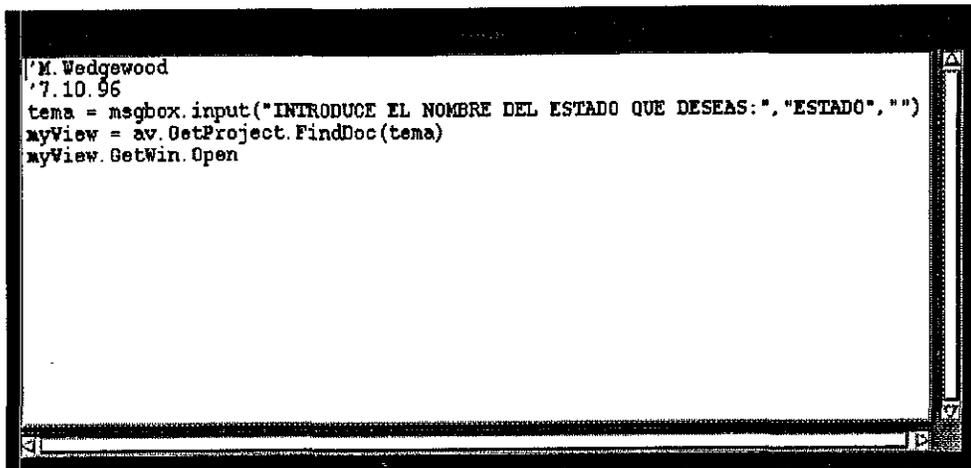
#### 5.3.5 Escritos (Scripts)

Un *script* es un componente de un proyecto en *ARCVIEW* que contiene código *Avenue* (Lenguaje de programación de *ARCVIEW*). Tal como las macros, procedimientos o *scripts* en otro programa o de un lenguaje de programación. Los *scripts* en *ARCVIEW* se agrupan en un conjunto para lograr tres principales objetivos: automatizar tareas, añadir nuevas capacidades a *ARCVIEW* y construir completas aplicaciones.

De esta manera se puede pensar que el *software ARCVIEW* es una colección de *scripts*, de manera que cada control que se utiliza en *ARCVIEW* tiene asignado un *script* interno.

Se puede un *script* para utilizarlo en *ARCVIEW* ya sea en la ventana de editor de *scripts* o en una aplicación diferente de realización de textos. De esta manera se podrá compilar, corregir errores y ejecutar el *script* para cualquier aplicación.

Por ejemplo se puede utilizar el ambiente de *ARCVIEW* para asociar un *script* compilado con un control o con un evento, tal como abrir o cerrar un proyecto, fig. 4.21.

A screenshot of a script editor window in ARCVIEW. The window has a title bar and a scrollable text area. The text inside the window is a script written in a programming language, likely Visual Basic or similar, used for automating tasks in ARCVIEW. The script includes a comment, a date, an input prompt, and commands to find a project and open a view.

```
'M. Wedgewood  
'7.10.96  
tema = msgbox.input("INTRODUCE EL NOMBRE DEL ESTADO QUE DESEAS:", "ESTADO", "")  
myView = av.GetProject.FindDoc(tema)  
myView.GetWin.Open
```

fig. 4.21

#### 4.4 INTEGRACION DEL SISTEMA

Una vez mencionado y analizado los diferentes componentes con que cuenta el *software ARCVIEW*, el siguiente paso fué desarrollar un proyecto con la integración de todos los componentes antes mencionados para lograr un mejor desempeño y utilidad de nuestro sistema.

Un proyecto es un archivo realizado en *ARCVIEW* de tal manera que se pueda organizar el trabajo. Los proyectos almacenan cualquier combinación relacionada de los componentes de *ARCVIEW* (*views, tables, charts, layouts y scripts*) para una localización conveniente. Un proyecto incluye estos componentes y también almacena referencias para la información de atributos tabulares y espaciales con los cuales se trabaja. Los archivos de proyecto tienen una extensión *.apr*.

Para nuestro caso, el sistema de información geográfica de la República Mexicana, visualizará una vista la cual contendrá la cobertura de la República Mexicana como presentación, a continuación se ejecutará un *script* en el cual se podrá elegir cualquier estado que se desee analizar y visualizar. De tal manera que aparecerá la vista del estado seleccionado con sus respectivos temas.



fig. 4.22

Como ya se había mencionado anteriormente con el Estado de México se trabajo a más a detalle, de tal manera que una vez que se elige este estado, se podrá realizar cualquier análisis, tanto de tablas, vistas y gráficas con respecto a la información de atributos tabulares de los elementos geográficos y de la información tabular estadística almacenada en la base de datos *ORACLE*.

Cada análisis que se quiera desarrollar se podrá llevar a un nivel de presentación en el cual se podrán agrupar los resultados del proceso de análisis de los componentes de *ARCVIEW*, ya sea para su respectiva impresión.

Dentro del contexto del desarrollo del sistema, en el cual se comparten tanto la información geográfica y estadística, se pueden generar una gran variedad de aplicaciones, enfocadas a cualquier estudio que permitan simular situaciones reales para poder realizar perspectivas a futuro.

Para nuestro caso, a continuación se mencionaran algunas aplicaciones, que el Sistema de Información Geográfica puede generar.

## 5.1 CARRETERAS DEL ESTADO DE MEXICO

Esta aplicación representa en forma geográfica y estadística las diferentes carreteras del Estado de México. Tales carreteras, el sistema las representa en forma de arcos o líneas; y además, la información adicional para cada arco se encuentra en una tabla en *ORACLE*, la cual contiene la siguiente información:

- Clave del arco.
- Tipo de carretera (Dividida, Principal, Revestida, Secundaria).
- Número de la carretera.
- Características de la carretera (Cuota, Estatal, Federal).

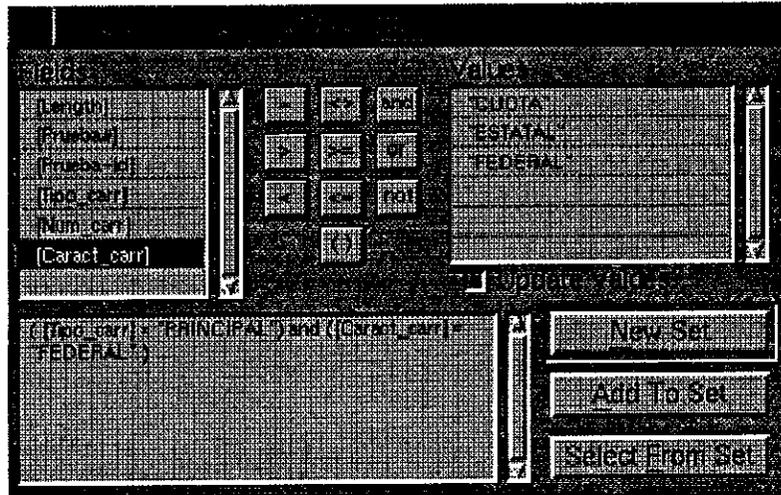
De tal manera que para efectos de visualización, las consultas o análisis de esta aplicación se pueden llevar a cabo por medio de dos diferentes procedimientos:

1.- Clasificación de acuerdo a la información de la columna de una tabla, el cual divide la representación por los diferentes valores con que cuenta la columna. Tal es el caso en la información perteneciente en la información perteneciente al tipo de carretera (conteniendo tres valores), los cuales los representa con diferentes colores para su distinción. Dicha clasificación se representa en el *ARCVIEW* la representa de la siguiente forma, por medio de una vista.



2.- Por medio de la opción *Query Builder* de *ARCVIEW*, en donde se especifica el criterio de selección. En este caso las características seleccionadas en la vista y sus correspondientes registros en la tabla son resaltados.

En el criterio de selección son especificados como una o más expresiones lógicas, cada una conteniendo un campo, un operador y un valor. Se pueden combinar expresiones para especificar más de un campo o más de un conjunto de valores. Por ejemplo, si se desea visualizar el criterio de selección, donde se muestre todas las carreteras del Estado de México que sean del tipo principal y que tengan la característica de ser federales, la opción *Query Builder* se muestra de la siguiente forma:



Por lo tanto, la forma en como se despliega esta consulta por medio de un *layout*, es de la siguiente forma:



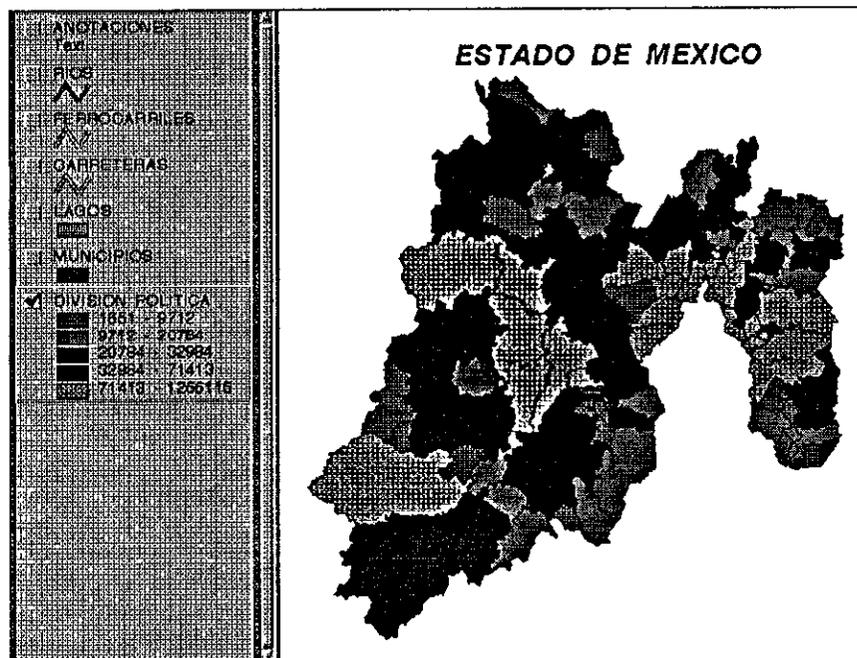
## 5.2 POBLACION DE MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MEXICO

Esta aplicación contiene información adicional, en tablas en *ORACLE*, de cada municipio del Estado de México representada por las siguientes columnas:

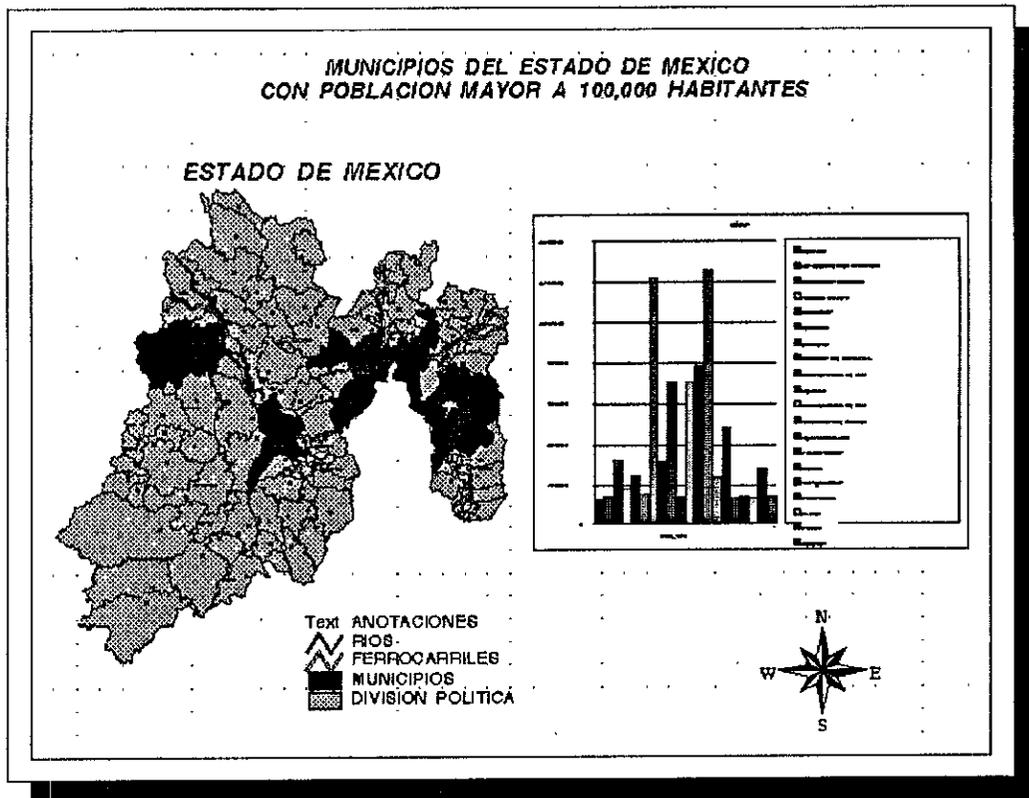
- Clave del municipio.
- Nombre del municipio.
- Población total del municipio.
- Población total de hombres del municipio.
- Población total de mujeres del municipio.

También dicha aplicación, se puede visualizar por medio de los dos siguientes procedimientos de consulta o análisis:

1.- Selección por medio de la opción de color graduado. Este tipo despliega características utilizando un rango de colores, es utilizada básicamente para desplegar datos numéricos que tienen una progresión o un rango de valores de las mismas características (AGEB's). Tal como se representa en la siguiente vista, donde se elige la columna de población total del municipio y se muestra el intervalo de cada subrango con su respectivo color para cada clasificación.



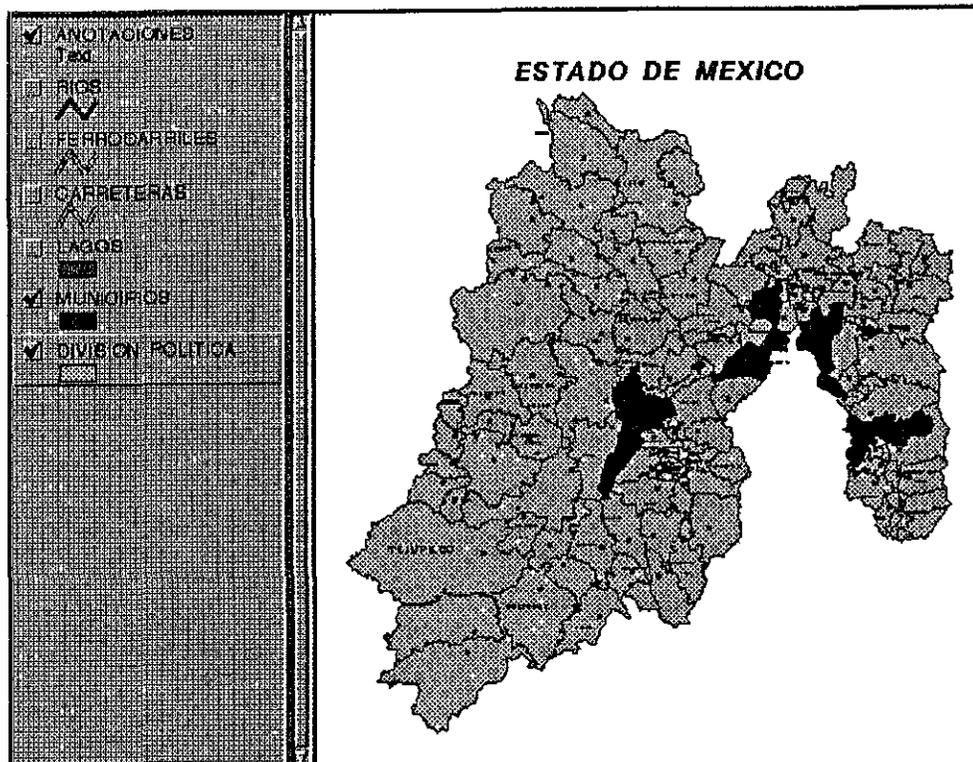
2.- Por medio de la opción *Query Builder* de *ARCVIEW*. Dicha consulta, como se menciono en el caso anterior, se realiza mediante operaciones lógicas. Por ejemplo, la opción de desplegar todos los municipios del Estado de México con población mayor o igual a 100,000 habitantes, se representa mediante un *layout*, resaltando los municipios que cumplen con la operación lógica, de la siguiente forma:



Cabe señalar, que se pueden añadir una o más tablas de atributos adicionales en *ORACLE*, para realizar consultas o análisis más complejos, que permitan hacer un estudio más detallado de la situación real que se este manejando. De esta forma, se integró la tabla información perteneciente al tipo de religión de cada municipio, la cual contiene las siguientes columnas:

- Clave del municipio.
- Población total católica del municipio.
- Población total protestante del municipio.
- Población total judía del municipio.
- Población total con otra religión.
- Población total sin ninguna religión.
- Población total no especificado.

En base a esto, se puede definir la consulta en la cual represente todos los municipios del Estado de México con población mayor o igual a 100,000 habitantes y que contengan una población total católica mayor o igual a 200,000 habitantes. De tal manera, que dicha representación es desplegada en una vista en *ARCVIEW* de la siguiente manera:



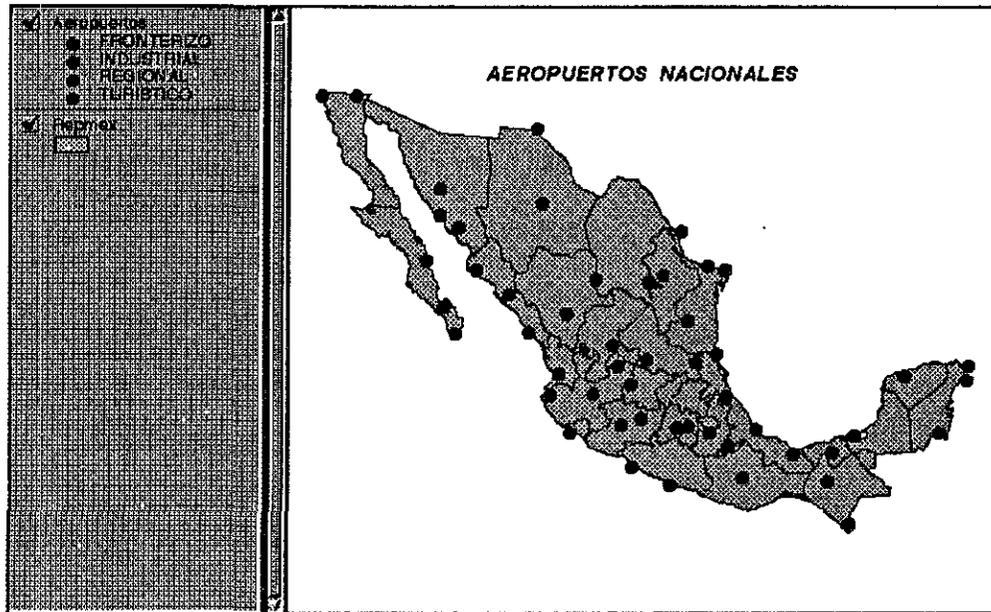
### 5.3 AEROPUERTOS NACIONALES

Esta aplicación adicional esta representada por todos los tipos de aeropuertos nacionales en forma de puntos, colocados sobre un mapa de la República Mexicana. Cada aeropuerto contiene información adicional, tabla en *ORACLE*, representando datos del año 1990 con la siguiente información:

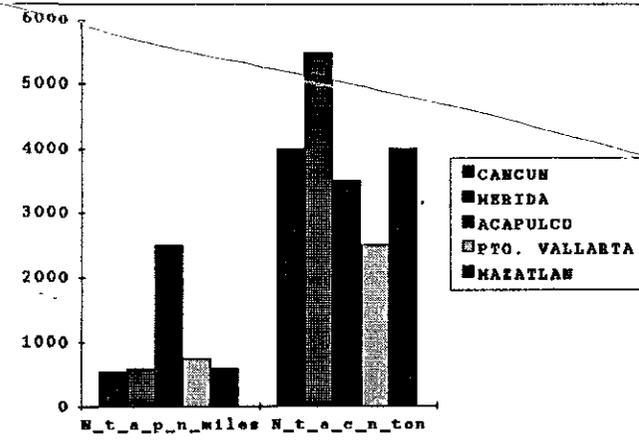
- • Clave del aeropuerto.
- Nombre del aeropuerto.
- Tipo de aeropuerto (Industrial, Regional, Turístico, Fronterizo).
- Número de transporte aéreo de pasajeros nacionales (en miles).
- Número de entradas de pasajeros nacionales (en porcentaje).
- Número de salidas de pasajeros nacionales (en porcentaje).
- Número de transporte aéreo de pasajeros internacionales (en miles).
- Número de entradas de pasajeros internacionales (en porcentaje).
- Número de salidas de pasajeros internacionales (en porcentaje).
- Número de transporte aéreo de carga nacional (en toneladas).
- Número de entradas de carga nacional (en porcentaje).
- Número de salidas de carga nacional (en porcentaje).
- Número de transporte aéreo de carga internacional (en toneladas).
- Número de entradas de carga internacional (en porcentaje).
- Número de salidas de carga internacional (en porcentaje).

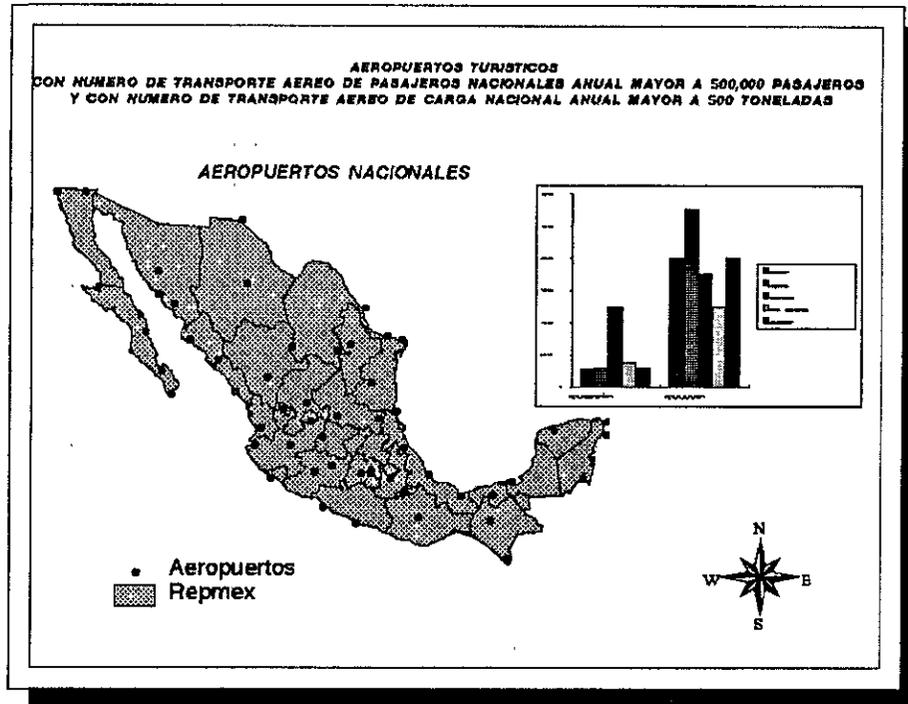
La función primordial de esta aplicación será para efecto de estudio en la toma de decisiones. Por lo tanto, en dicha aplicación se puede generar una gran variedad de consultas y análisis en base a los siguientes dos procedimientos:

1.- Clasificación por la información de una columna, la cual divide la representación de la información por los diferentes valores con que cuenta la columna. Tal es el caso en la información perteneciente al tipo de aeropuerto (conteniendo 4 valores). De tal manera que dicha consulta es representada en una vista de *ARCVIEW* de la siguiente forma:



2.- Por medio de la opción *Query Builder* de *ARCVIEW*, en la cual se pueden generar consultas con operaciones lógicas. Por ejemplo, se puede realizar la opción de visualizar todos los aeropuertos turísticos con número de transporte aéreo de pasajeros nacionales anuales mayor a 500,000 pasajeros y con número de transporte aéreo de carga nacional anual mayor a 500 toneladas: la cual es representada tanto el *chart* como el *layout* de esta consulta de la siguiente forma:

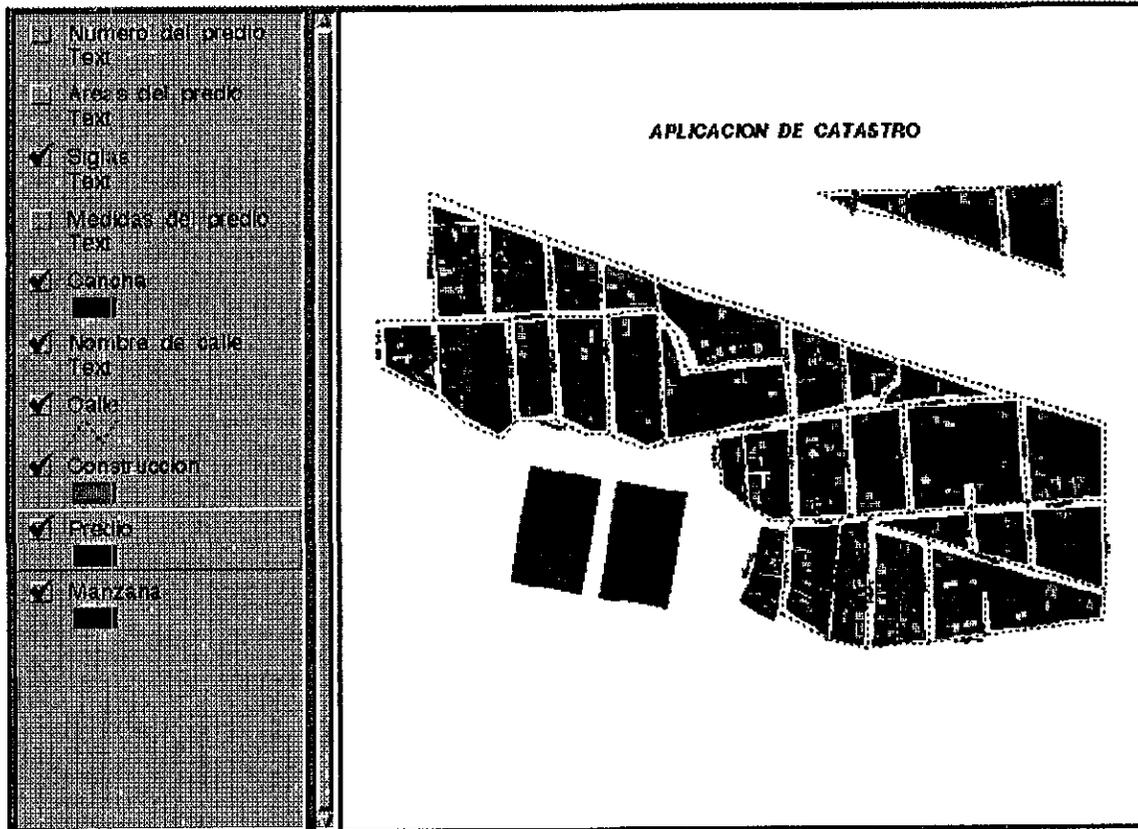




#### 5.4 APLICACION DE CATASTRO, SOBRE UNA AREA DEL MUNICIPIO DE TOLUCA

Esta aplicación representa un área geográfica del municipio de Toluca, para funciones de manejo y control de todos los aspectos de propiedad de tierra. Dicha aplicación es representada por las siguientes coberturas:

- Cobertura de las manzanas del área geográfica
- Cobertura de los predios de cada manzana
- Cobertura de área en construcción para cada predio
- Cobertura representando numericamente el área de cada predio
- Cobertura representando numericamente las dimensiones del área de cada predio
- Cobertura representando las siglas en base al tipo de predio
- Cobertura representando numericamente el número de predio
- Cobertura de líneas representando las calles del área geográfica
- Cobertura representando textualmente el nombre de la calle
- Cobertura de canchas de futbol



Diferentes enfoques de estudio se pueden generar con esta aplicación, por tal motivo dentro del aspecto de enfoque hacia la ingeniería, tal aplicación servirá para definir aspectos de planeación urbana y estudio socioeconómico del área geográfica, los cuales servirán de base para el desarrollo de construcciones a futuro, de tal manera que se obtenga que procesar la información de manera más rápida, así como proporcionar servicios más eficientes para el público.

Además de la información geográfica contenida en esta aplicación, cada predio contiene información estadística adicional, tabla en *ORACLE*, que es reflejada en forma visual en la aplicación. La información estadística para cada predio tiene los siguientes datos:

- Clave del predio.
- Tipo de predio (Comercial, Habitacional, Industrial, Agrícola, Baldío).
- Nombre del propietario del predio.
- Número de habitantes en el predio.
- Dirección.
- Servicios con que cuenta el predio (Agua, Luz, Drenaje, Teléfono).

A partir de la información anterior, se pueden generar o analizar una gran variedad de consultas que permitan el despliegue en forma visual y textual reportes obtenidos de acuerdo a las necesidades del usuario.

Para efectos de más a detalle, se utilizó la opción de *Hot Links* (enlaces) de *ARCVIEW*, la cual permite acceder virtualmente cualquier dato o aplicación directamente desde una vista. Por ejemplo, si dentro de una vista se elige un edificio desplegará su plano, o si en una vista se elige una parcela de tierra desplegará sus documentos legales, o si se elige en una vista un país se podrá desplegar un video sobre este. Para nuestro caso, si se elige con el *mouse* algún predio, la aplicación desplegará una imagen real del predio.



Las acciones predefinidas en la opción *Hot Links* permite desplegar archivos de textos, imágenes, otros componentes de proyectos e importar otros proyectos.

De tal manera, para el despliegue del proyecto de catastro, se podrá acceder por medio de la opción *Hot Links* desde la vista del Estado de México seleccionando el municipio de Toluca con el *mouse*.

COMMISSIONERS

A continuación se describen las conclusiones derivadas del desarrollo del presente trabajo:

- Un SIG debe proporcionar las mismas posibilidades que los mapas. El poder de un SIG no sólo está en la capacidad para almacenar datos geográficos, sino en la posibilidad de analizar de la manera más conveniente y eficiente posible, superando totalmente las facilidades que dan los mapas.
- La transformación de la información geográfica a una proyección con coordenadas geográficas reales en un SIG, establece una relación espacial entre dicha información, la cual ayuda a entender situaciones y tomar decisiones.
- La manera en como son representadas las características geográficas de un mapa en un SIG, se definen como un conjunto de capas o temas de información. De tal manera que se pueden combinar en pequeñas cartas, hasta poder realizar unidades mayores o áreas de estudio común.
- El *software* *ARC/INFO* representa un diseño híbrido, dentro de la clasificación de los SIG; es decir, que los datos de atributos son almacenados en un *DBMS* convencional y los datos geográficos se procesan en un *software* adicional. A este diseño se le conoce también como georelacional.
- Una base de datos en un SIG, define a las características geográficas y representa información real y actualizada de dichas características, permitiendo consultar y analizar tal información para efectos de estudio.
- La base de datos *ORACLE* permite gran compatibilidad con el *software* *ARCVIEW*, Debido a que el procesamiento y manipulación de los datos es más eficiente y rápido, en comparación con la base de datos *INFO*.
- La aplicación del Sistema de Información Geográfica que se presenta en este trabajo, tiene la relación de presentar la información de lo más general a lo más particular. Esto se refiere, a la forma de cómo esta integrado el sistema, comenzando desde la presentación del mapa de la República Mexicana hasta la presentación a nivel de calles, que se presenta en la aplicación de catastro del municipio de Toluca.
- Sin duda, una de las fases más importantes en cualquier trabajo de ingeniería es la planeación, ya sea para crear algún bien o en la prestación de servicios. Los SIG auxilian en forma importante esta etapa, permitiendo proveer el impacto que los bienes y servicios provocarán, convirtiéndose así en una herramienta de apoyo en la toma de decisiones.

GLOSARIO

**MODULO ARC**

<b>COORDINATE DISPLAY</b>	Especifica el dispositivo de entrada. Define el dispositivo de despliegue a ser utilizado en el programa gráfico de <i>ARC/INFO</i> .
<b>WORKSPACE</b>	Lista el contenido de un espacio de trabajo o se une a otro espacio de trabajo.
<b>COMMANDS DESCRIBE</b>	Lista los comandos disponibles en el modulo <i>ARC</i> . Proporciona una descripción a detalle de una cobertura, su contenido y su estado de procesamiento (por ejemplo, si tiene o no topología).
<b>RENAME COPY</b>	Cambia el nombre de una cobertura. Realiza una copia de una cobertura. Todos los archivos predefinidos con el nombre de la cobertura son duplicados.
<b>KILL LISTCOVERAGES</b>	Borra una cobertura. Lista las coberturas en <i>ARC/INFO</i> contenidas en un espacio de trabajo.
<b>GENERATE PROJECT</b>	Genera características y las añade a una cobertura. Transforma coordenadas entre dos proyecciones para una cobertura o archivo.
<b>DXFARC</b>	C convierte un archivo <i>ascii</i> de <i>Autocad (DXF)</i> en una cobertura de <i>ARC/INFO</i> .
<b>DXFINFO</b>	Proporciona información sobre las capas de información ( <i>layers</i> ) y entidades de un archivo <i>DXF</i> .
<b>BUILD</b>	Define la topología de polígonos y arcos-nodos y crea o actualiza la tabla característica de atributos para una cobertura.
<b>CLEAN</b>	Corrige los errores de digitalización, define la topología de polígono y arcos-nodos y crea o actualiza la tabla característica de atributos para una cobertura.
<b>NODEERRORS</b>	Lista los nodos de una cobertura, los cuales tienen errores potenciales.
<b>ADDITEM DROPITEM JOINITEM</b>	Añade un <i>ítem</i> vacío a un archivo de datos <i>INFO</i> . Borra un <i>ítem</i> desde un archivo de datos <i>INFO</i> existente. Relaciona dos archivos de datos <i>INFO</i> basados en un <i>ítem</i> común.
<b>ADDTEXT</b>	Añade información textual desde una subclase especificada a una cobertura con atributos <i>TAT</i> (Tabla de Atributos de Anotación).
<b>ARCEDIT ARC PLOT EXPORT</b>	Inicializa el programa <i>ARCEDIT</i> . Inicializa el programa <i>ARC PLOT</i> . Convierte una cobertura en un archivo de intercambio para transferir a otra plataforma.
<b>IMPORT</b>	Convierte un archivo de intercambio a cobertura en <i>ARC/INFO</i> .

---

<b>INFO</b>	Inicializa el subsistema <i>INFO</i> .
<b>QUIT</b>	Finaliza la ejecución del sistema <i>ARC</i> y regresa el control a el sistema operativo de la computadora.
<b>ARC</b>	Inicializa el programa <i>ARC</i> .

### ***MODULO ARCEDIT***

<b>ADD</b>	Permite añadir nuevas características geográficas para editar una cobertura.
<b>BACKCOVERAGE</b>	Especifica las coberturas a desplegar para referencia.
<b>BACKENVIRONMENT</b>	Especifica las características geográficas a ser dibujadas desde la cobertura de fondo.
<b>BUILD</b>	Crea o reconstruye la topología de polígonos.
<b>CLEAN</b>	Crea o reconstruye la topología de polígonos y corrige la intersección de errores, <i>dangles</i> y <i>overshoots</i> .
<b>CREATE</b>	Crea una cobertura, opcionalmente utilizando los archivos <i>TIC</i> y <i>BND</i> desde otra cobertura.
<b>DRAW</b>	Despliega las características especificadas por el ambiente de dibujo para la edición de coberturas y todas las coberturas de fondo.
<b>DRAWENVIRONMENT</b>	Especifica que clase de características serán desplegadas para la edición de coberturas cuando el comando <i>draw</i> es emitido.
<b>EDIT</b>	Especifica la cobertura o archivo <i>INFO</i> a ser editado.
<b>FORMS</b>	Permiten editar los atributos utilizando un menu de edición de atributos.
<b>MAPEXTENT</b>	Especifica el área geográfica en la cual las características geográficas son desplegadas.
<b>MOVE</b>	Mueve las característica seleccionada a una nueva localización especificada por el usuario.
<b>QUIT</b>	Finaliza la sesión de <i>ARCEDIT</i> .
<b>SAVE</b>	Guarda cambios a la cobertura o guarda cambios en una nueva cobertura.
<b>DELETE</b>	Borra todas las características geográficas seleccionadas de una cobertura editada.
<b>PUT</b>	Copia las características seleccionadas de una cobertura o registros <i>INFO</i> seleccionados a un archivo <i>INFO</i> .
<b>SELECT</b>	Selecciona las características geográficas a editar.
<b>EDITFEATURE</b>	Especifica la clase de características geográficas a ser editadas.

**MODULO ARC PLOT**

<b>ARCS</b>	Dibuja arcos utilizando el símbolo de línea actual.
<b>LABELS</b>	Dibuja las etiquetas de los polígonos utilizando el marcador de símbolo actual.
<b>MAPEXTENT</b>	Especifica el área de la cobertura a ser mostrada sobre el mapa.
<b>TICS</b>	Dibuja los puntos de referencia ( <i>tics</i> ) utilizando un marcador de símbolo cuadrático.
<b>DXF</b>	Dibuja un archivo <i>DXF</i> sobre la pantalla.
<b>CLEAR</b>	Limpia la pantalla.
<b>POLYGONS</b>	Dibuja polígonos utilizando el símbolo de línea actual.
<b>POINTS</b>	Dibuja puntos utilizando el marcador de símbolo actual.
<b>IDENTIFY</b>	Lista los atributos de una cobertura seleccionados sobre el despliegue del mapa.

**MODULO TABLES**

<b>ADD</b>	Agrega nuevos registros del archivo de datos seleccionado.
<b>ALTER</b>	Realiza cambios en cualquier característica del <i>ítem</i> .
<b>DEFINE</b>	Crea un nuevo archivo de datos.
<b>DIRECTORY</b>	Despliega información acerca de los archivos <i>INFO</i> del área en uso.
<b>END</b>	Finaliza el módulo <i>INFO</i> .
<b>ERASE</b>	Borra un archivo del directorio <i>INFO</i> .
<b>ITEMS</b>	Lista la estructura de <i>ítems</i> de un archivo de datos.
<b>LIST</b>	Despliega la combinación de los <i>ítems</i> del archivo de datos seleccionado.
<b>REDEFINE</b>	Renombra los <i>ítems</i> en el archivo de datos seleccionado.
<b>SELECT</b>	Selecciona el archivo de datos a ser utilizado.
<b>UPDATE</b>	Actualiza el valor del registro del <i>ítem</i> seleccionado.

BIBLIOGRAFIA

**BIBLIOGRAFIA**

- **Manuales de ARC/INFO**  
Versión 6.0 y 7.0  
Environmental Systems Research Institute, Inc.  
1992 versión 6.0 y 1995 versión 7.0  
Redlands, California USA
- **Manuales de ARCVIEW**  
Versión 2.0 y 3.0  
Environmental Systems Research Institute, Inc.  
1994 versión 2.0 y 1996 versión 3.0  
Redlands, California USA
- **Manuales de ORACLE**  
Versión 6.0 y 7.0  
Oracle Corporation  
Redwood, California USA
- **Sistemas de Información Geográfica**  
Joaquín Bosque y Fco. Javier Escobar  
Ed. RA-MA  
1994, Madrid España
- **Database Management**  
James A. Larson  
Ed. IEEE Computer Society  
1987, New York USA
- **ORACLE 7**  
Günther Stürner  
Ed. International Thomson Publishing  
1995, London England
- **ORACLE**  
Michel Abbey  
Ed. McGraw Hill  
1995, Madrid España