

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOTECNIA.

EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y SU APLICACIÓN EN
EPIDEMIOLOGÍA VETERINARIA.

TESIS.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

PRESENTA

JOSÉ ANTONIO ORTEGA RAMÍREZ

Asesor: MVZ. Marco Antonio Casillas Fabila.

México D.F. 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

Dedicatoria.

A mi madre, quien ha sacrificado su vida

Para que yo pueda vivir.

Agradecimientos.

Agradezco con humildad a todas aquellas personas que he conocido a lo largo de estos años en la Universidad, desde compañeros, amigos y maestros, hasta esas otras personas que ya no están con nosotros y seguramente se encuentran en un mejor lugar. Con cariño para los que ya no están aquí, Lain Maning, Jorge Ramírez, y Rodolfo Ramírez.

Agradezco especialmente al MVZ Marco Antonio Casillas Fabila, por sus consejos y su paciencia, ya que sin él, este trabajo no se podría haber realizado.

Gracias a Alejandro Davila, Gabriel Gonzáles, Xiao Puon, Javier Landa, Eric Ramírez, Gengis Rangel, David Flores, Javier Camacho, Pablo Rosas, Vladimir Torres, Ángeles Jaramillo, Alfredo Stanford, Ricardo Valenzuela, Diana Vereá, Anareli Flores, Luís Ángel y Juan Manuel, pues en ellos siempre encontré palabras de aliento para no rendirme.

Agradezco a Victor Campuzano, quien me presento el mundo del SIG.

Agradezco a Rosa Elia Ortega, pues que sería yo sin sus enojos y berrinches.

Agradezco el financiamiento parcial otorgado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico a través del Programa de Apoyo a Proyectos Institucionales de Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) No. 203409 “*Los Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en Salud Pública Veterinaria*”

Contenido.

I.	Resumen.	1
II.	Introducción.	3
III.	Revisión sistemática.	7
IV.	Análisis de la información.	
1.	Conceptos básicos de los Sistemas de Información Geográfica.	9
1.1.	Marco histórico.	9
1.2.	Generalidades de los Sistemas de Información Geográfica.	11
2.	Conceptos básicos del Sistema de Posicionamiento Global y manejo de la unidad GPS.	
2.1.	Funciones de la unidad GPS.	17
2.2.	Características de la unidad GPS: GPS-12 Personal Navigator.....	18
2.3.	Características de la unidad GPS: eTrex Venture.	24
3.	Manejo básico de programas computacionales aplicados al Sistema de Información Geográfica.	
3.1.	Manejo básico del programa Arc View 3.2.	32
a)	Introducción.....	32
b)	Utilización de Arc View 3.2.	33
c)	Funciones y herramientas.	34
d)	Vistas y capas de información.	38
e)	Vinculación con una tabla externa o conexión SQL.	50

	f) Gráficos.	56
	g) Salidas impresas.	63
	3.2. Manejo básico del programa Ozi Explorer para la conversión de waypoints a archivos tipo shape.	69
V.	Ejemplo práctico para la aplicación del programa Arc View 3.2.	73
VI.	Glosario de términos.....	114
VII.	Conclusiones.	123
VIII.	Referencias.	124

I. Resumen.

Ortega Ramírez José Antonio. El Sistema de Información Geográfica (SIG) y su aplicación en epidemiología veterinaria: Estudio recapitulativo (bajo la dirección de MVZ. Marco Antonio Casillas Fabila)

Para la ciencia epidemiológica, tanto el espacio como el tiempo son los factores en los que se lleva a cabo el proceso salud enfermedad en las poblaciones. Desde sus inicios, la epidemiología ha reconocido la importancia del ambiente geográfico en la presentación de algunas enfermedades, tal y como lo definió Hipócrates en sus escritos. Posteriormente, los estudios de John Snow, demostraron la importancia espacial que tiene una enfermedad al delimitar todos los casos de cólera en la ciudad de Londres.

El presente trabajo tiene como finalidad presentar a los médicos veterinarios interesados en el tema, un manual de conceptos y técnicas básicas, para el aprendizaje y manejo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) y análisis espacial de datos, y sus posibles aplicaciones en epidemiología veterinaria. Inicialmente se presenta el marco histórico y conceptual de los Sistemas de Información Geográfica y su desarrollo, donde se exponen algunos conceptos básicos para los interesados en el estudio de los SIG. Posteriormente, se aborda un tema dedicado al sistema GPS, así como su uso y funciones de la unidad transmisora GPS.

También se presenta el manejo básico del programa computacional Arc View 3.2, el cual es un programa diseñado por la empresa ESRI, ya que a través de este, se puede

llevar a cabo análisis espaciales, este programa se eligió por su bajo costo, la facilidad de adquisición del mismo y la posibilidad de descargar extensiones para análisis espacial de forma gratuita desde la página principal de Internet de la empresa ESRI.

En la parte final del trabajo, se presenta un ejemplo de caracterización de una enfermedad a través del programa Arc View 3.2, con la finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos.

II. Introducción.

La epidemiología es la ciencia que estudia la frecuencia y distribución del proceso salud-enfermedad en poblaciones o comunidades, así como los factores de riesgo que lo condicionan o determinan, para establecer asociaciones causales y estar en la posibilidad de dar alternativas de solución, las cuales van encaminadas a la prevención, control o erradicación de enfermedades.

Para determinar la presencia o ausencia de una enfermedad en una comunidad, es necesario conocer la frecuencia de aparición de casos que se han presentado en un periodo de tiempo y espacio determinado. El estudio de la frecuencia del proceso salud-enfermedad toma en cuenta tres variables principales: tiempo, lugar, y población (1). Al estudiar la distribución de una enfermedad, se pueden identificar sus factores causales, así como explicar las características locales, que han favorecido la presentación de la enfermedad, o bien determinar medidas de intervención, a través de la ejecución y/o evaluación de programas para la prevención, control y erradicación de las enfermedades.

El ambiente geográfico en el que se encuentra una población, es un factor determinante en el proceso salud-enfermedad. Desde hace más de dos mil años, Hipócrates expresó la idea de que los factores ambientales influían en la aparición de ciertas enfermedades, dependiendo del lugar y estación del año en la que el individuo se encontrase (2). En las investigaciones epidemiológicas, es de gran valor conocer la distribución temporal y espacial de la enfermedad, como lo demostró John Snow en sus investigaciones. A mediados del siglo XIX, quien cuantificó la distribución de la enfermedad de acuerdo a

grupos de la población, según el riesgo de exposición que habían sufrido. Durante los años de 1848-49 y 1853-54, Snow localizó el domicilio de cada una de las personas que murieron de cólera en la ciudad de Londres, de esta forma pudo determinar una asociación evidente entre el suministro de agua potable y las defunciones (1,2,3).

Un método usual para la representación de la distribución espacial (distribución geográfica) de la enfermedad, consiste en el diseño de mapas. Esto es de gran valor no solo para identificar áreas donde existe la enfermedad, sino también para evaluar su comportamiento, así como asociarla a ciertos factores de riesgo, entre otros (3). La representación de una enfermedad, a través de un mapa puede ser analizada con el uso de los programas aplicados al Sistema de Información Geográfica.

El Sistema de Información Geográfico (SIG), se define como el conjunto organizado de equipos de computación, programas para computadoras, datos geográficos y personal capacitado, diseñados para capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y mostrar eficientemente la información geográfica referenciada (4).

A través de este sistema, se puede lograr la ubicación de un problema en condiciones muy generales por área geográfica, como lo son estados o provincias, o bien por municipios o predios (4). La visualización que se obtiene a través del análisis de los mapas obtenidos por los SIG, es una herramienta de apoyo para lograr una toma de decisiones más efectiva y oportuna en salud. Los SIG tienen diversas aplicaciones en las áreas de salud pública y epidemiología, siendo tan variadas estas aplicaciones, es posible implementarlos en trabajos de vigilancia epidemiológica, como en cuestiones de inocuidad alimentaría.

El Sistema de Información Geográfica aplicado en epidemiología y medicina preventiva veterinaria, provee fuentes de información a través de la creación de bases de datos, con las cuales se pueden identificar, cuantificar y evaluar las características y dinámica de las poblaciones animales y de las enfermedades que los afectan. Al contar con una base de datos confiable, es posible realizar estudios epidemiológicos encaminados a reconocer los diferentes factores de riesgo, establecer asociaciones causales y proponer alternativas de solución. Así mismo, permite proponer, diseñar, ejecutar y evaluar programas de intervención, los cuales pueden ir encaminados a la prevención, control y erradicación de las enfermedades. De igual forma, los Sistemas de Información Geográfica, son una herramienta útil para instrumentar el programa “Sistemas de identificación permanente y trazabilidad de los animales, del campo al plato”, es decir, establecer vínculos que permitan el rastreo o seguimiento a lo largo de la producción animal y de la cadena alimentaria (5).

En primera instancia, los SIG sirven para el análisis en investigaciones en donde se describe la situación espacial de un proceso salud-enfermedad en un área geográfica determinada. En este tipo de investigaciones, las demarcaciones políticas pueden tender a distorsionar la percepción de las áreas de alto riesgo, debido al tamaño del polígono que esta representando la entidad política.

Otra de las aplicaciones conocidas de los SIG en salud pública, es la identificación de áreas de mayor riesgo ambiental, y aquellas áreas en las que el desarrollo tecnológico e industrial ha creado nuevos factores de riesgo. Esto se refiere a aquellas zonas en donde los desastres naturales aparecen con mayor frecuencia, como lo son terremotos, inundaciones o sequías. Los SIG también pueden ser utilizados en el análisis de

patrones del proceso salud-enfermedad dependiente de la situación socioeconómica de una región.

También permiten la identificación de grupos de alto riesgo y áreas críticas, debido a que facilitan el procesamiento y análisis de múltiples variables de forma simultánea. Su aplicación además se ha demostrado dentro del ámbito de vigilancia y monitoreo, en la generación y evaluación de hipótesis en investigaciones epidemiológicas y nuevas áreas de estudio, en la planificación de los servicios de salud, como apoyo para la evaluación de las intervenciones sanitarias, y de esta forma brindar un panorama general para que el investigador tome una decisión de cómo promover los servicios de salud de forma eficiente.

Desde 1993, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha impartido talleres de capacitación de SIG aplicados a epidemiología, teniendo como participantes 15 países de América Latina, en su primera emisión (4). Durante la impartición de estos talleres, se detectó la necesidad de contar con más material en el campo de la epidemiología y salud pública con un lenguaje y contenidos adecuados a las necesidades y habilidades, generalmente encontradas entre los usuarios.

El objetivo de esta tesis, es la realización de un manual básico, que servirá de apoyo para aquellos profesionales interesados en el tema, a través del auto aprendizaje, con la intención de que se familiaricen con los conceptos y el manejo fundamental de los Sistemas de Información Geográfica y sus posibles aplicaciones en epidemiología veterinaria.

II. Revisión Sistemática.

La investigación hemero-bibliográfica abarcó la recolección, elaboración y presentación de la información. La recolección comprendió la identificación de diversas fuentes de información general y especializada, referente al tema de los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones al ámbito de epidemiología veterinaria. Una vez recaudada la información, se sometió a una revisión, análisis, y resumen, para su posterior presentación.

El trabajo abarca dos etapas, la primera va encaminada a tratar los principios fundamentales del conocimiento y uso de los Sistemas de Información Geográfica, así como del Sistema de Posicionamiento Global, manejo de las unidades GPS y de programas computacionales, intercalando estratégicamente imágenes para su comprensión y aplicación, así como también, una serie de ejercicios para el autoaprendizaje del tema.

La segunda etapa, pretende demostrar la aplicación de la metodología de los SIG en la realización de un estudio epidemiológico descriptivo, con el objeto de poner en práctica los conocimientos adquiridos. Para la realización de esta parte se revisó un estudio recapitulativo de la Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos en México (EHVC); dicho documento describe el desarrollo de la enfermedad desde la fecha de introducción, hasta la de erradicación. Algunas de las variables utilizadas en este trabajo, servirán para el desarrollo de un ejercicio de epidemiología descriptiva, utilizando el sistema computacional Arc View 3.2. Es necesario aclarar, que debido a la falta de información, algunos de los datos obtenidos de las variables han sido

modificados, por lo que no representan los verdaderos acontecimientos ocurridos durante el brote de EHVC.

III. Análisis de la información.

1. Conceptos básicos de los Sistemas de Información Geográfica.

Las actividades realizadas por el hombre en sociedad, tienen un referente espacial, es decir, que las comunidades han conformado habitats o medios específicos para su supervivencia. Todos los fenómenos humanos, incluyendo la salud ocurren dentro de un marco geográfico, estos componentes moldean los términos ecológicos y geográficos de cada tiempo (4). Esta afirmación también se extiende al ámbito de las poblaciones animales, ya sean de tipo silvestre, o aquellas que el mismo hombre ha conformado a través de la creación de unidades de producción como parte de la explotación racional o de los recursos.

1.1. Marco histórico.

Los Sistemas de Información Geográfica, tienen su origen en la cartografía, desde la primera vez que el ser humano diseño un mapa, dando inicio a su historia. El primero de estos, fue el Sistema de Información Geográfica Canadiense o CGIS, desarrollado en la década de los años 60 (6,7,8), el segundo de estos sistemas fue desarrollado por el gobierno de los Estados Unidos de América a finales de la misma década, con el propósito de llevar a cabo el censo de población de 1970 (6,7,8).

Los SIG se basan en el principio del plano cartesiano, esto quiere decir que tienen como base un sistema de coordenadas que permite establecer de forma unívoca la posición que ocupa cada objeto sobre la superficie terrestre (10). El sistema cartesiano tiene su

origen a mediados del siglo XVII cuando el filósofo y matemático René Descartes desarrollo un sistema de coordenadas compuesto por dos ejes que dividían en cuatro sectores un plano (9). En el planteamiento original de Descartes, cada uno de las líneas que dividen al plano reciben el nombre de ejes, el eje horizontal recibe el nombre de X, y el eje vertical Y.

El sistema de coordenadas aplicado a la cartografía cambia el nombre de los ejes que lo componen, el eje horizontal recibe el nombre de paralelos, y el eje vertical es conocido como meridianos, de tal forma que el planeta es dividido en una serie de cuadrantes que constituyen una red geográfica. De tal forma, la realización de mapas pretende dar una interpretación gráfica de la realidad en la que las sociedades se han desarrollado.

Para la realización de un mapa es necesario tomar en consideración las alteraciones propias de la tierra, ya que esta no tiene una forma circular perfecta. La forma del planeta es elíptica, y al girar sobre su propio eje gravitacional, adquiere una forma de elipsoide, sin embargo, la verdadera forma de la tierra es la de un geoide, esto quiere decir que su forma es completamente irregular. Para la construcción de un mapa se debe de reemplazar el geoide por un cuerpo geométrico regular, como lo es el elipsoide. Estos dos cuerpos deben de coincidir en un punto geográfico conocido, para lograr así el traslado de la realidad geográfica a un plano de dos dimensiones (10). Este punto es conocido como *datum*. La cartografía, es la ciencia destinada a la elaboración de mapas geográficos, ha basado sus creaciones en los diferentes *datum* de cada región o país.

El punto fundamental donde el cuerpo irregular de la tierra, conocido como geoide, se fusiona con el cuerpo geométrico conocido como elipsoide, es el punto de referencia

para la elaboración de un mapa (Fig.1.1). Cada una de las escuelas cartográficas basan sus creaciones en el *datum* referente de cada región, desde 1937, la cartografía de los Estados Unidos de Norteamérica, había basado sus mapas en el NAD27 o *North American Datum* 1927, actualmente se utiliza el NAD83 o *North American Datum* 1983 (9). Estos *datums*, también son utilizados en la cartografía mexicana, el más común es el *datum* UTM zona 14 norte.

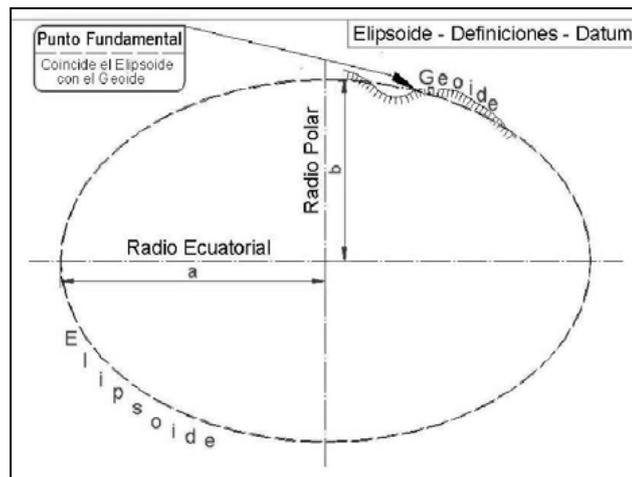


Figura 1.1 Coincidencia del elipsoide con el geoide, localización del datum.

1.2.Generalidades de los Sistemas de Información Geográfica.

Para la interpretación y manejo de los Sistemas de Información Geográfica es necesario conocer las bases con que se elabora un mapa y como el planeta es representado a través de proyecciones y modelos (10).

Existen tres modelos básicos de representación de la tierra, de acuerdo a su exactitud como formas geométricas son los siguientes:

- Esférico.
- Elipsoide.
- Geoide.

Para cada uno de los modelos anteriormente mencionados, existe un sistema de coordenadas, ya que cada uno de ellos distorsiona la forma real del planeta. Los sistemas de coordenadas, se basan en una serie de puntos cuya posición absoluta es conocida, a partir de los cuales se establece la ubicación de los demás mediante indicaciones de posición y distancia (10). Existen dos tipos de sistemas de coordenadas, las coordenadas geográficas y las coordenadas planas o rectangulares.

Las coordenadas geográficas tienen como punto arbitrario de origen el meridiano de Greenwich y el paralelo de la línea ecuatorial. Para expresar la posición de un punto de la superficie terrestre, se requiere la determinación de la distancia a la que se encuentra del Ecuador en dirección norte-sur (latitud), y la distancia a la que se encuentra del meridiano cero en la dirección este-oeste (longitud). Fig. 1.2

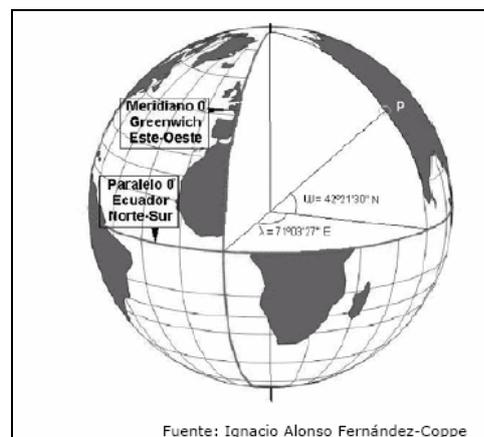


Figura 1.2 Localización del meridiano cero en Greenwich, y del paralelo cero en la línea ecuatorial.

Este tipo de coordenadas se describen en grados sexagesimales, citando en primer lugar la latitud, y posteriormente la longitud, utilizando medidas de grados, minutos y segundos. Este sistema permite que la localización de un punto sea absoluta, la principal desventaja de este sistema radica en el hecho de que las líneas de paralelos y meridianos son curvas y que difícilmente pueden representarse en un plano, de ahí surge la

necesidad de representar el sistema de coordenadas geográficas a través de una proyección cartográfica.

Una proyección cartográfica es cualquier sistema que permite representar la superficie terrestre en un plano. Cuando el planeta es representado sobre una superficie plana se producen deformaciones que alteran alguna de las siguientes propiedades:

- Forma.
- Área.
- Distancia.
- Dirección.

En un mapa o plano solo es posible no alterar una de estas cuatro propiedades. Dependiendo de la propiedad que se conserve en la proyección cartográfica, estas se clasifican en tres grupos: proyecciones conformes, proyecciones equivalentes y proyecciones afiláticas. La superficie de proyección es directamente un plano o una figura geométrica desarrollable, normalmente cilindros y conos (Fig.1.3).

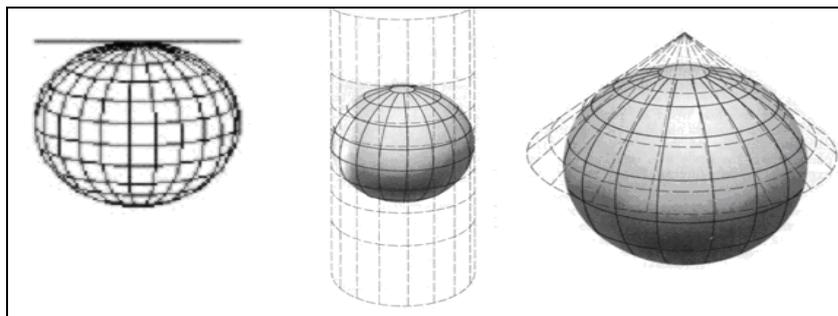


Figura 1.3 Proyecciones más utilizadas en cartografía, de izquierda a derecha, proyección plana, proyección cilíndrica y proyección cónica.

Una de las proyecciones más utilizadas en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la proyección cilíndrica transversa, o mejor conocida como Proyección Universal de Mercator o UTM, la cual adquiere su nombre del matemático y geógrafo

Gerardo Kremer Mercator, la cual se basa en un cilindro que es tangente a la tierra a lo largo de dos meridianos opuestos. Este tipo de proyección divide a la tierra en franjas de seis grados llamadas husos e identificadas mediante un número, el cual puede tomar valores entre el 1 y el 60, con la intención de minimizar las deformaciones. Cada huso se divide a su vez en cuadriláteros de ocho grados de latitud identificados por una letra. La combinación de husos y franjas da lugar a las zonas UTM. Este mismo sistema da origen a las coordenadas UTM, estas unidades se expresan en metros y son las que comúnmente se utilizan en los programas computacionales de los SIG (10). Fig.1.4.

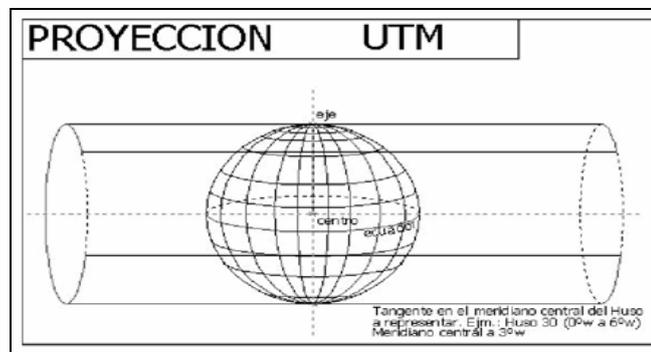


Figura 1.4 Proyección Universal Transversal de Mercator.

Al momento de obtener un punto geográficamente referenciado, es necesario tomar en cuenta diversos factores que pueden alterar la coordenada real que se desea, para corregir estos errores es necesario tomar en cuenta los factores propios del planeta tierra. En la actualidad existe una herramienta conocida como el Sistema de Posicionamiento Global, el desarrollo de este sistema disminuye los errores casi en su totalidad al momento de georeferenciar un punto (9).

2. Conceptos básicos del Sistema de Posicionamiento Global y manejo de la unidad GPS.

El sistema de posicionamiento global conocido por sus siglas en inglés como GPS, es un sistema de navegación con base satelital diseñado por el departamento de defensa de los Estados Unidos de América en la década de los años 70 con fines militares.

El GPS consiste en una constelación de veinticuatro satélites funcionales y tres de reserva. Esta constelación artificial, fue conocida en un principio como *constelación de capacidad operacional inicial*, completada en junio de 1993 y anunciada oficialmente en junio del mismo año. Estos satélites rodean al planeta en seis diferentes planos orbitales, formando una constelación geométrica a través de la cual son visibles de cuatro a diez satélites del GPS en cualquier punto de la tierra. Para julio de 1995, el proyecto de GPS fue declarado en capacidad operacional completa (11).

El GPS consiste en tres segmentos que se encuentran en funcionamiento interactivo: el segmento espacial, el segmento control y el segmento de usuario.

El segmento espacial esta compuesto por la constelación de los veinticuatro satélites, los cuales transmiten una señal compuesta por dos ondas de seno (también conocidas como canales de frecuencia), dos códigos digitales y un mensaje de navegación. Los canales y los códigos son utilizados para determinar la posición del usuario con la unidad receptora de GPS, los mensajes de navegación proporcionan la información de coordenadas (localización) de los satélites en función del tiempo.

El segmento de control esta compuesto por una estación de rastreo que trabaja a través de una red de cobertura global, conocida como la Estación de Control Maestro (MCS por sus siglas en inglés), localizada en la región de Colorado Springs en los Estados Unidos de América. La primera tarea del sistema de control operacional, es la de rastrear los satélites en orden de determinación y predicción de localización satelital, integración de sistemas, información atmosférica y el almanaque satelital entre otras consideraciones, esta información es conjuntada y enviada a los satélites a través del enlace lineal banda-S.

El segmento de usuario, incluye a todas aquellas personas del orden militar o del orden civil con una unidad receptora de GPS, esta unidad receptora se encuentra conectada a una antena del GPS, y el usuario en cuestión es capaz de recibir la señal de los satélites, y de esta forma determinar su posición en cualquier parte del mundo (Fig. 1.5)

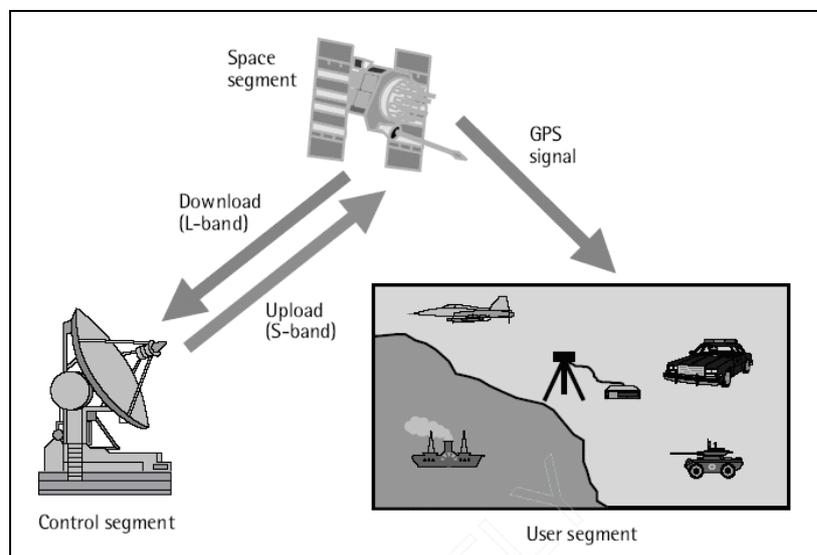


Figura 2.1 Segmentos que componen el sistema GPS.

2.1.Funciones de la Unidad GPS.

Actualmente la tecnología del GPS ha alcanzado diferentes niveles dentro de la sociedad, desde el uso militar, hasta su inclusión en la telefonía móvil, lo que permite a cualquier persona con acceso a este tipo de tecnología tener una visión del ambiente geográfico en el que se desenvuelve. Para una interpretación adecuada de este ambiente, es necesaria la interacción de los SIG con el GPS, ya que de esta forma, se puede llevar a cabo un análisis profundo de los puntos geográficamente referenciados que se obtuvieron a través de este sistema (12).

De acuerdo a la unidad GPS con la que se cuente, esta variará en sus funciones, aplicaciones y manejo, aunque básicamente cualquier unidad de GPS debe cumplir con las funciones de navegación y localización. La aplicación de esta tecnología sirve para identificar lugares de interés que posteriormente serán analizados y estudiados. Existen diferentes modelos de unidades GPS, con la finalidad de aportar un panorama más amplio acerca del manejo de la unidad receptora. Para el desarrollo de esta tesis, se trabajó con los modelos *GPS-12 Personal Navigator* (13) y *GPS eTrex Venture* (14), ambos pertenecientes a la empresa **Garmin**.

2.2. Características de la unidad GPS: GPS-12 Personal Navigator.

La siguiente imagen muestra las diferentes partes de la unidad GPS.

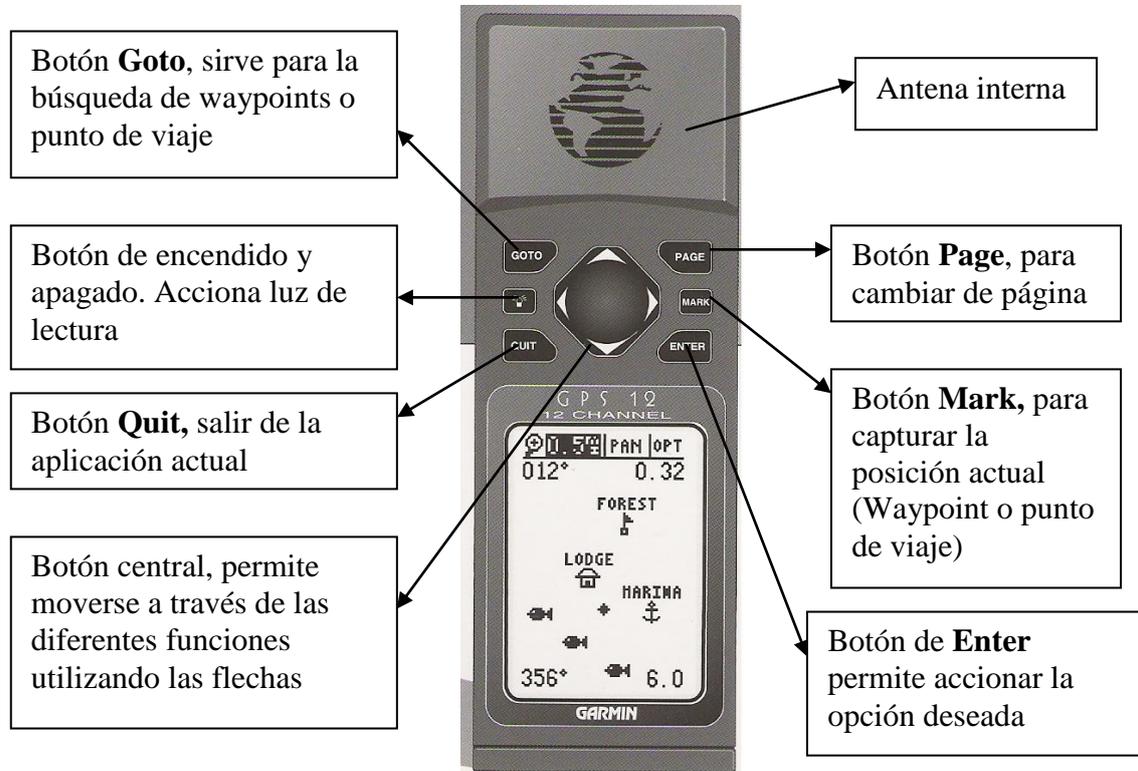


Figura 2.2 Unidad GPS12.

- Páginas principales.

Existen cinco páginas principales donde se desarrollan las diferentes funciones de la unidad GPS. Estas páginas son: página de satélite, página de mapa, página de navegación, página de computadora de viaje y página de menú principal (Fig. 2.3).

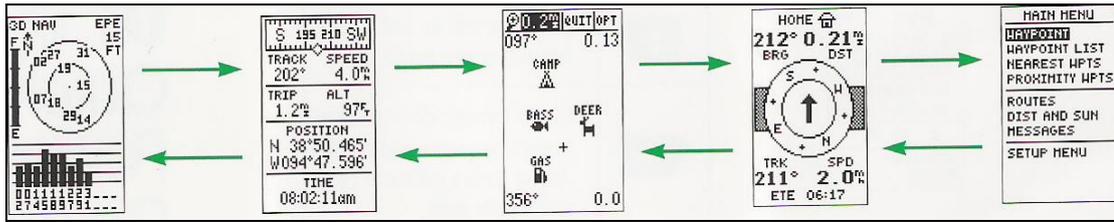


Figura 2.3 De izquierda a derecha se muestran las principales páginas. Página de satélite, página de computadora de viaje, página de mapa, página de navegación, página de menú principal.

A continuación se explican las funciones de cada una de las páginas.

- **Página de satélite.**

La página de satélite provee de una imagen que indica cuantos satélites se encuentran en conexión, y cual es la intensidad de la misma. Cuando el GPS ha logrado una conexión exitosa con al menos tres satélites (mínimo necesario para que la unidad sea funcional) automáticamente cambia a la página de computadora de viaje para conocer la ubicación en la que se encuentra (Fig. 2.4).

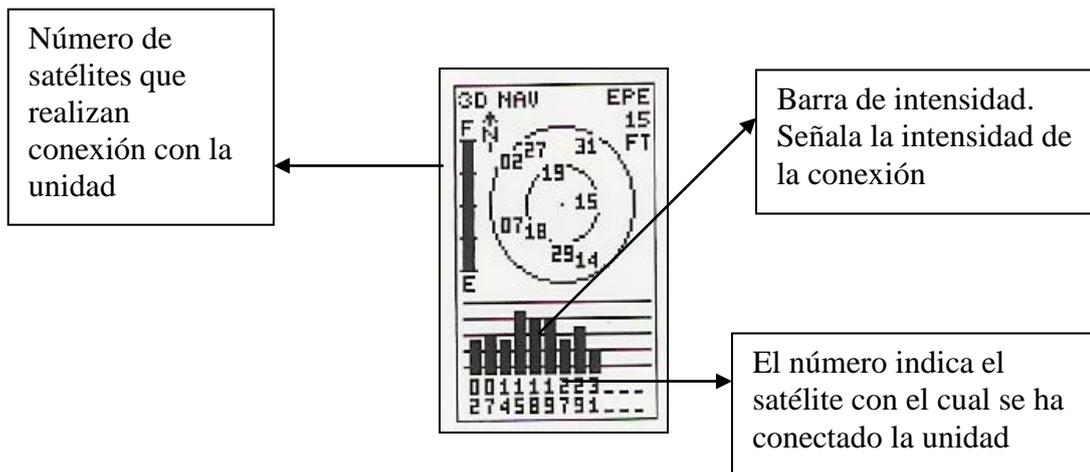


Figura 2.4 Página de satélite

- **Página de Computadora de Viaje.**

Muestra la ubicación de la unidad GPS, en latitud y longitud (unidades sexagesimales), indica la dirección de la trayectoria, la velocidad de desplazamiento, la altitud a la cual se encuentra y cuenta con un reloj (Fig. 2.5).

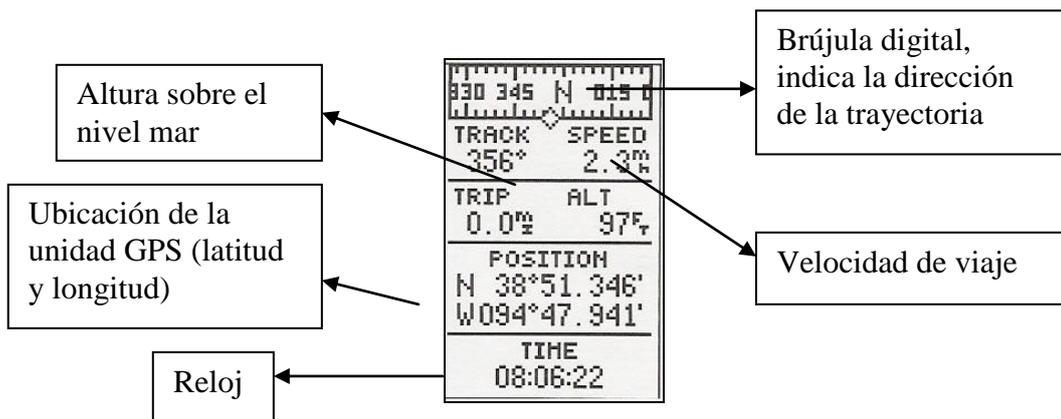


Figura 2.5 Página de computadora de viaje

- Página de mapa.

La página de mapa presenta la ubicación y dirección del trayecto tomado. Cuando se realiza un recorrido con la unidad de GPS, la página de mapa realiza un rastro que se despliega con cada uno de los movimientos realizados durante el trayecto.

El mapa que se muestra en la pantalla tiene una escala predeterminada, la cual se puede modificar aumentando o disminuyendo la misma, las flechas del botón central sirven para colocarse sobre la opción **escala del mapa**, una vez posicionado sobre la opción presione el botón **Enter** y modifique la escala de acuerdo a su necesidad (recuerde que la escala presentada esta dada en millas o pies). Fig. 2.6

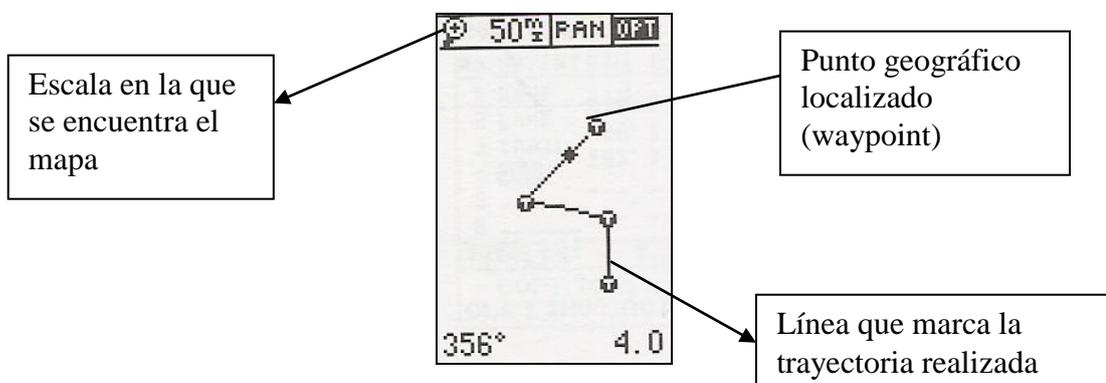


Figura 2.6 Página de mapa.

En esta misma página se encuentra la función de marcar un punto geográfico, para aplicar esta función debe mantener la página de mapa activada y después oprimir el botón **Mark**, al hacerlo aparecerá una pantalla como la que se muestra a continuación.

(Fig. 2.7)

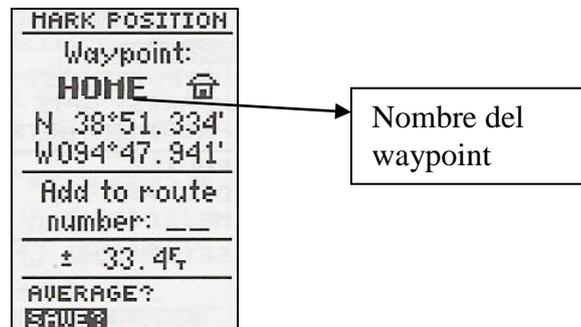


Figura 2.7 Pagina de marcaje de waypoint.

En esta página se desplegará el nombre del punto marcado y las coordenadas de localización. Cuando un punto es marcado, este se nombra automáticamente a través de una numeración en orden ascendente, es decir, que el primer punto marcado será nombrado como punto 001. Para cambiar el nombre del punto se debe seleccionar el nombre del waypoint y después presionar el botón **Enter**, esto permitirá ingresar un nuevo identificador para el punto recién marcado.

Si se desea identificar el punto con letras o números, oprima en el botón central la opción arriba y aparecerá una letra, al oprimir la opción abajo aparecerán números, una vez que se ha terminado de nombrar el waypoint deberá activarse la opción **si**, después la opción **hecho** y finalmente la opción **guardar**, al terminar de realizar esta acción, el GPS regresará a la página de mapa.

- **Página de navegación.**

La página de navegación proporciona una guía activa por medio de una brújula digital que le indica la dirección de su trayecto. Dentro de las funciones de navegación puede activarse la opción de localizar un punto anteriormente guardado en la unidad GPS, al elegir esta opción aparecerá una flecha en el centro de la brújula que le indicará el rumbo a seguir.

Para seguir la trayectoria de un **waypoint** existente se presionará el botón **Goto**, se seleccionará el nombre del punto de interés al que se desea llegar y se activará el botón **Enter**.

Para detener la función de navegación, se debe presionar el botón **Goto** y seleccionar el nombre del punto al cual acaba de llegar, al presionar el botón **Enter** la navegación será detenida (Fig. 2.8).

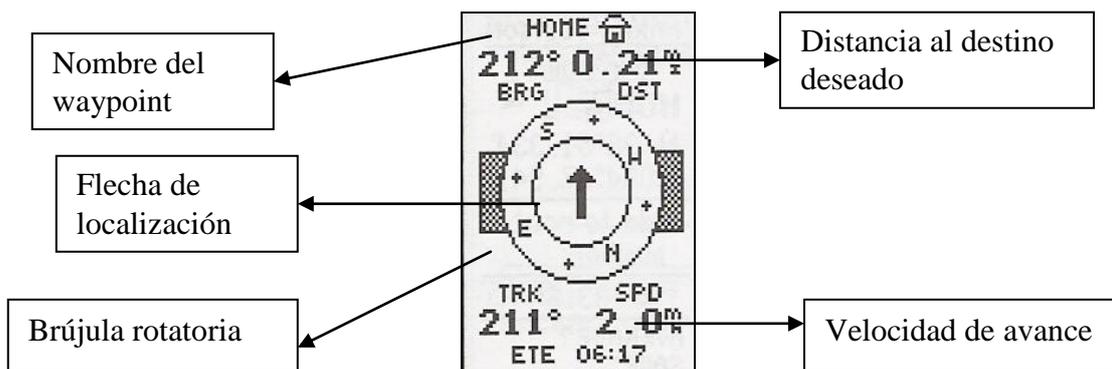


Figura 2.8 Página de navegación.

- **Página de Menú.**

En esta página se proporciona un directorio de las funciones de la unidad GPS. Puede crear **waypoints**, y brinda una lista de los puntos que la unidad tiene, también es posible

crear y guardar rutas, o bien crear o modificar la apariencia de los diferentes accesorios (Fig. 2.9).

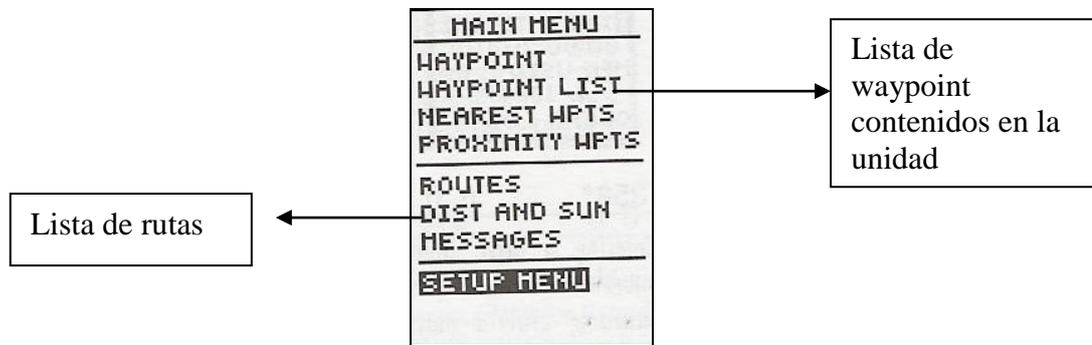
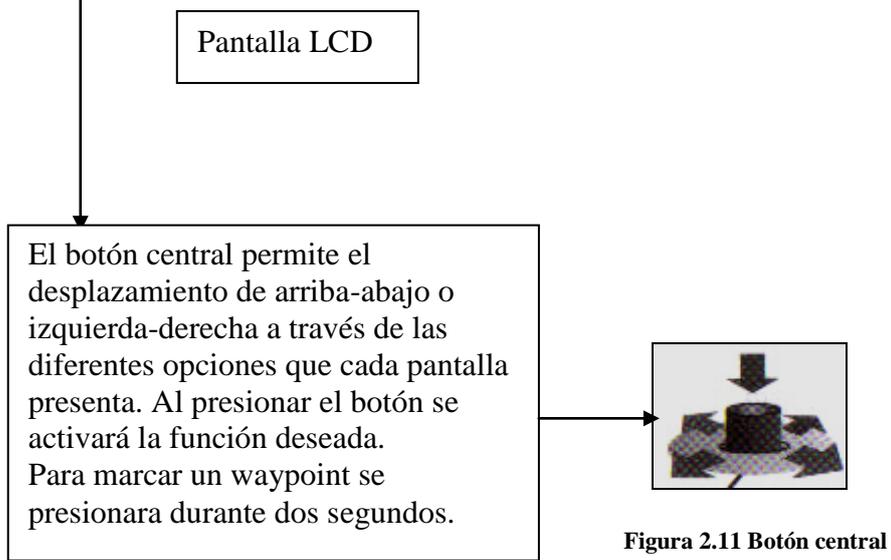


Figura 2.9 Página de menú.

2.3. Características de la unidad GPS: GPS eTrex Venture.

El modelo **eTrex** es un modelo más reciente que el anterior, a pesar de esto, las funciones y el manejo del mismo es muy similar. Algunos de los botones activan diferentes funciones, y algunas de estas funciones varían al modelo anterior; sin embargo, el resultado de la operación será el mismo.

A continuación se muestran los botones que integran esta unidad.



- **Páginas Principales.**

El modelo eTrex también posee cinco páginas principales de aplicación, cada una de estas tienen funciones específicas con las cuales es posible marcar puntos o crear trayectorias. Al igual que en modelo anterior, las páginas son: página de satélite, página de mapa, página de navegación, página de computadora de viaje, página de menú principal (Figura 2.12).

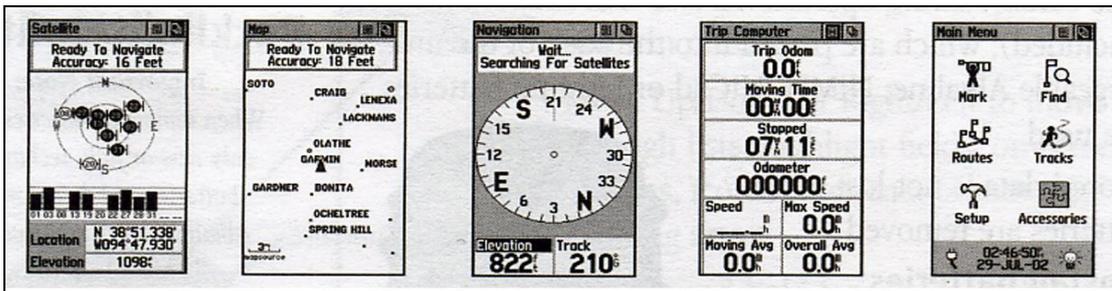


Figura 2.12 De izquierda a derecha se muestran: Página de satélite, página de mapa, página de navegación, página de computadora de viaje, página de menú principal.

- **Página de satélite.**

La página de satélite le indica el número de satélites a los que su unidad GPS se encuentra conectada y la intensidad de la conexión que mantiene con cada uno de los satélites en conexión, en esta página también podrá conocer su localización en coordenadas de latitud y longitud y su altura sobre el nivel del mar. (Fig. 2.13)

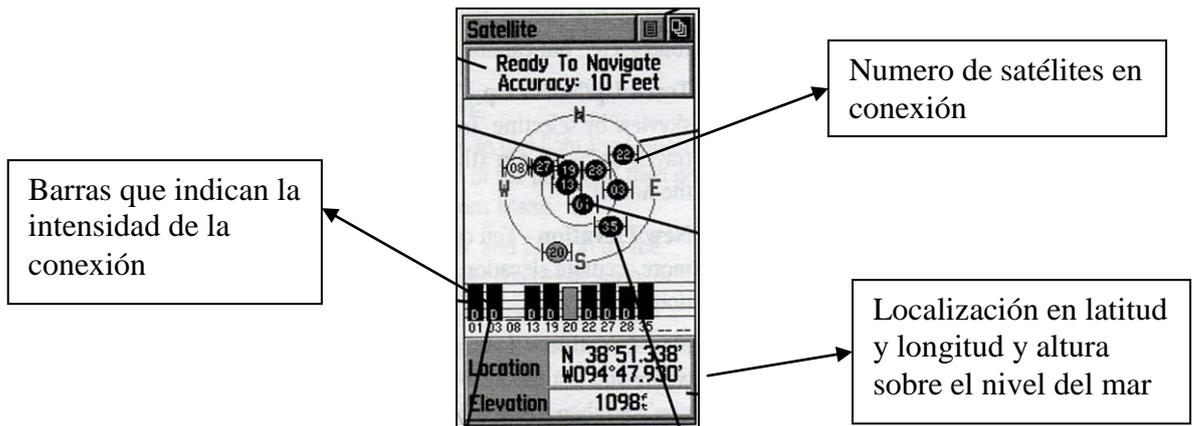


Figura 2.13 Página de satélite.

- Página de mapa.

La página de mapa, presenta la posición y dirección del trayecto, usando un icono de forma triangular que se encuentra en el centro del mapa. Al realizar un recorrido se desplegará un rastro sobre el mapa, que indica cuales han sido los movimientos realizados.

Para aumentar o disminuir la escala del mapa utilice los botones de zoom (los cuales se muestran en la figura 2.9). La escala se puede modificar desde 5 metros hasta 800 kilómetros, de esta forma se puede observar mejor el trayecto. (Fig. 2.14)

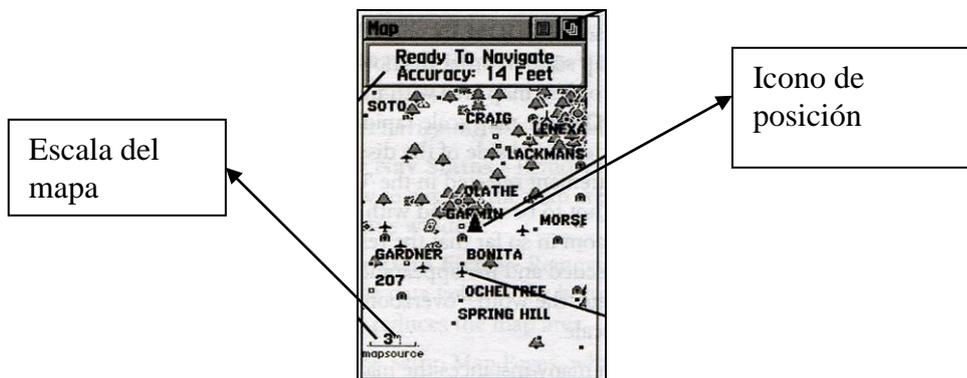


Figura 2.14 Página de mapa.

Para marcar un punto desde la página de mapa, oprimir durante dos segundos el botón central y aparecerá una imagen como la que se muestra en la figura 2.14, al marcar el punto este recibirá un nombre numérico, para cambiar el nombre del identificador, se debe colocar el indicador con la ayuda del botón central sobre el nombre del waypoint y presionar el botón central, al hacerlo aparecerá una pantalla como la que se muestra en la figura 2.15. Nuevamente con la ayuda del botón central, el indicador se desplazará por entre las letras y al presionar se formará el nuevo nombre, una vez que se ha asignado el nuevo identificador se debe colocar sobre la opción OK y presionar el botón central, después se volverá a presionar sobre la opción OK y se verificará la posición en el mapa. (Fig. 2.15, Fig. 2.16)

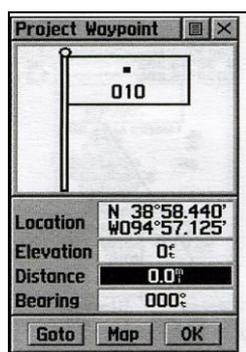


Figura 2.15 Página de marcaje de puntos

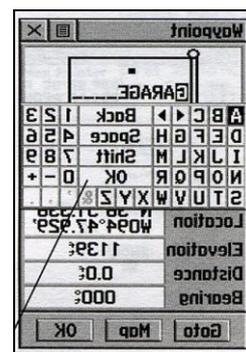


Figura 2.16 Nombrar puntos de referencia

- **Página de navegación.**

La página de navegación proporciona una guía activa por medio de una brújula que le indica la dirección de su trayecto. A través de esta página se puede seguir la dirección que lo llevará a un punto establecido previamente. (Fig. 2.17)

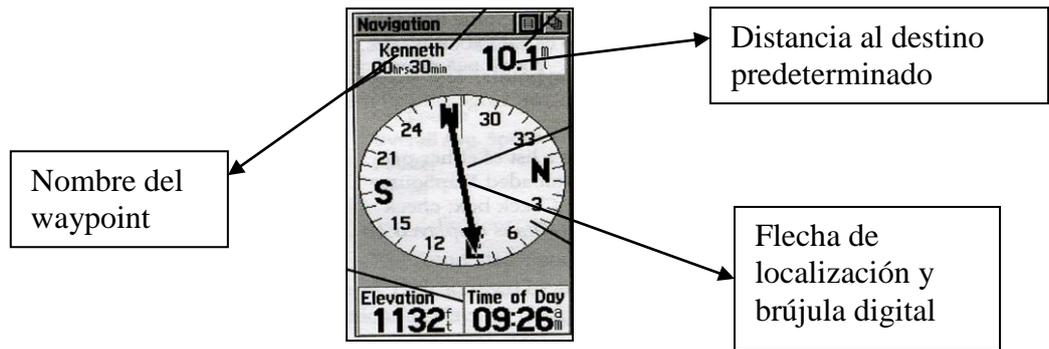


Figura 2.17 Página de navegación.

Para buscar un **waypoint** preestablecido, presionar el botón **búsqueda de waypoint**, al hacerlo aparecerá en la pantalla la ventana **Find**, seleccionar la opción **waypoint** (Fig. 2.18).

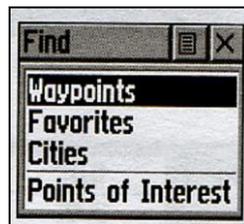


Figura 2.18 Ventana Find.

Después de seleccionar por nombre el waypoint deseado aparecerá la siguiente pantalla (Fig. 2.19).

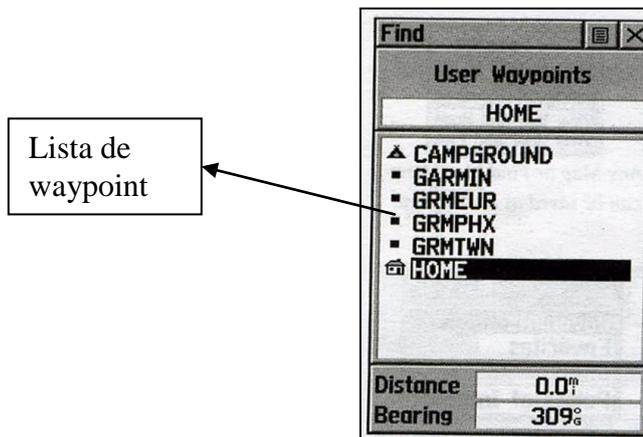


Figura 2.19 Lista de los diferentes waypoint almacenados en la unidad GPS.

Para iniciar la búsqueda de un **waypoint**, una vez que se ha seleccionado el nombre del punto deseado aparecerá una página como la figura 2.19, seleccionar la opción **Goto** y activarla utilizando el botón central.

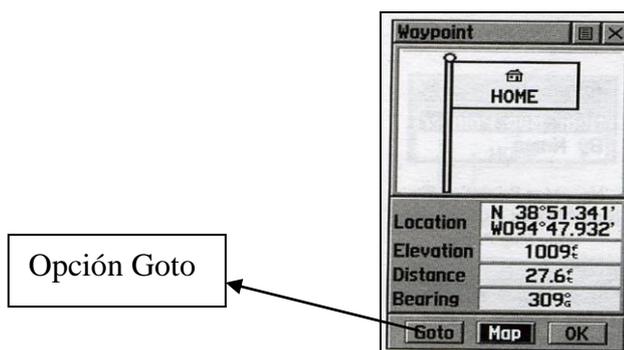


Figura 2.20 La función goto iniciará la búsqueda de un waypoint

De esta forma el GPS sirve como guía durante la localización del **waypoint** de interés. Una vez que se ha localizado el punto geográfico, se debe detener la navegación para regresar a las funciones normales de la unidad; para realizar esta acción, seleccionar la opción menú como se muestra en la figura 2.21 y se activará la opción **detener navegación**, de esta forma volverá a operar la unidad como antes de la búsqueda.

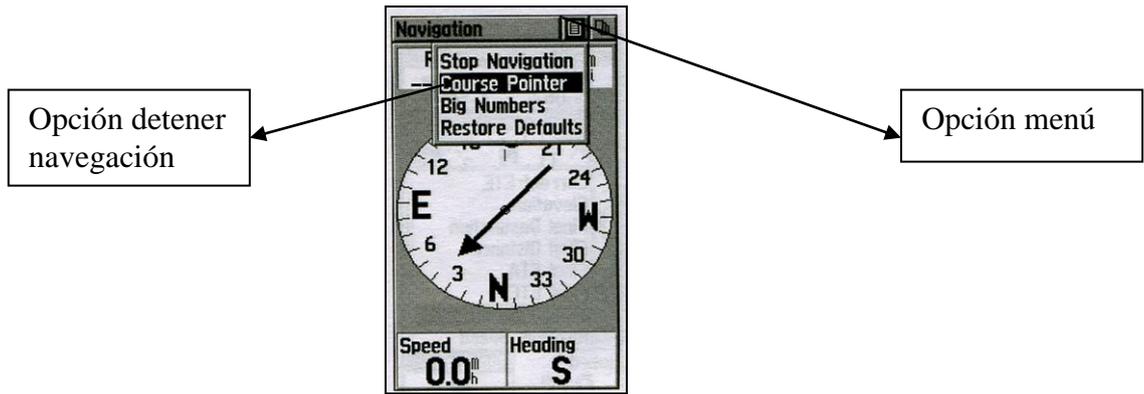


Figura 2.21 Detener navegación.

- **Página de computadora de viaje.**

Esta página proporciona una variedad de campos de datos sobre las condiciones durante el viaje. Algunos de estos datos son:

- Cuenta kilómetros de trayecto.
- Tiempo de trayecto-movimiento.
- Tiempo de trayecto-detenido.
- Velocidad.
- Velocidad promedio.
- Velocidad máxima.

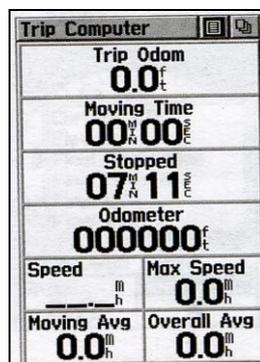


Figura 2.21 Página de computadora de viaje.

- **Página de menú principal.**

Esta página proporciona un directorio de las funciones de la unidad GPS. Dentro de este directorio se puede marcar y crear **waypoints** de sitios en el mapa, puntos de interés, crear y guardar rutas, modificar la apariencia y el uso de los diferentes accesorios (Fig. 2.23)

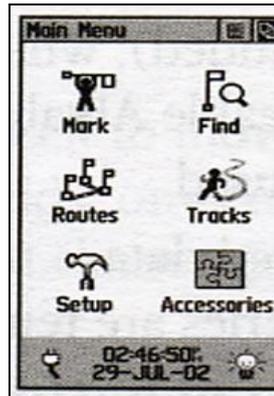


Figura 2.23 Página de menú.

3. Manejo básico de programas computacionales aplicados a los Sistema de Información Geográfica.

3.1. Manejo básico del programa Arc View 3.2.

A. Introducción.

Una parte importante del sistema de información geográfica son los programas computacionales que existen actualmente, ya que es posible dar una interpretación a los datos tanto geográficos como estadísticos con los que se cuentan y lograr una interacción de la relación que existe entre ellos (4). El programa Arc View 3.2 creado por la empresa ESRI, es una herramienta que sirve para la representación, análisis y observación de patrones de distribución y generación de informes con dichos resultados (15, 16,17).

El programa de Arc View se maneja básicamente de acuerdo a cuatro tipos de aplicación:

- **Vistas.** Documento que se despliega a través de capas de información (también llamadas temas). Estas capas de información pueden provenir de diferentes lugares, ya sea que se adquieran de empresas particulares o gubernamentales o bien se obtuvieron con el uso del GPS.
- **Tablas de atributos.** Información contenida relacionada con el tema.
- **Gráficos.** Proceso estadístico elaborado a través de los datos contenidos en el proyecto, un gráfico muestra de forma sintetizada los datos de interés.
- **Salidas impresas.** Elaboración del mapa del proyecto.

B. Utilización de Arc view.

Al iniciar el programa aparece una ventana de presentación donde se muestra la opción abrir un archivo de proyecto nuevo o un archivo de proyecto ya existente.



Figura 3.1 Ventana de bienvenida.

Para iniciar el manejo del programa se debe elegir la opción de cancelar, con lo que se abrirá una ventana nombrada **Untitled**. Esta es conocida como ventana de proyecto y es donde se realizan los proyectos geográficos.



Figura 3.2 Ventana Untitled donde se iniciará el proyecto.

Esta ventana de aplicación se organiza a su vez en varias ventanas y apartados, como se muestra a continuación.

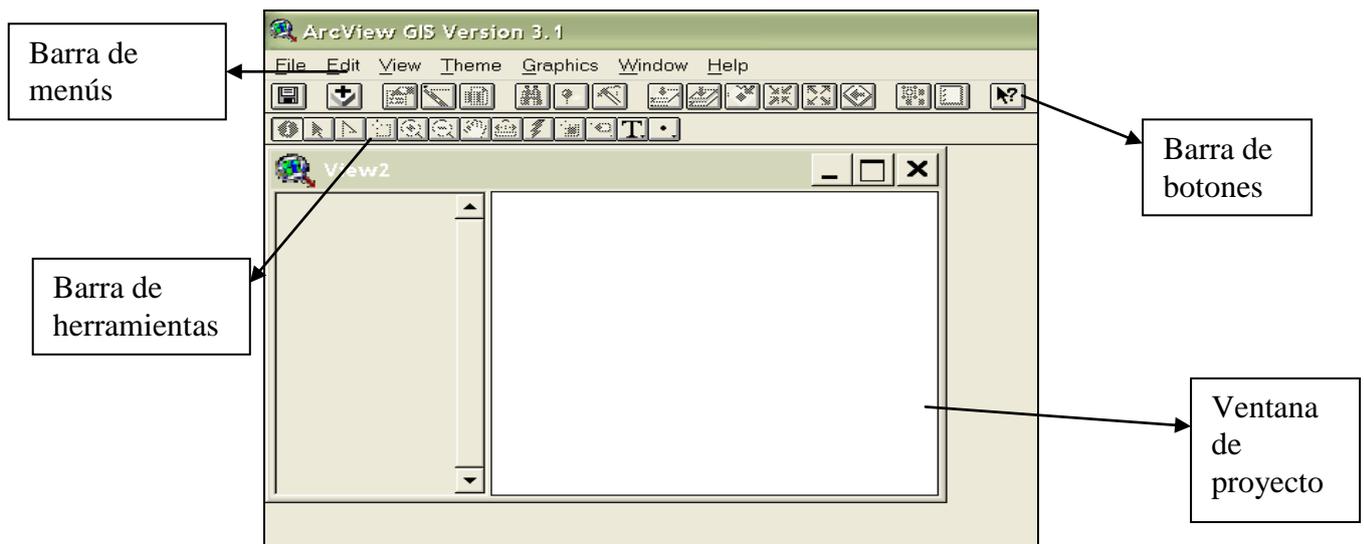


Figura 3.3 Ventana de proyecto.

El menú principal se encuentra subdividido en varios menús que contienen las diferentes funciones del programa. La barra de botones permite tener un acceso directo a algunas de las opciones que se muestran en los diferentes menús. La barra de herramientas esta destinada básicamente al desplazamiento y edición de la vista.

C. Funciones y herramientas.

- Crear un proyecto.

Al activar la ventana de aplicaciones y colocar el cursor sobre el menú **File**, aparece la opción **New Project** la que se debe activar para iniciar el proyecto, como muestra en la figura 3.4.



Figura 3.4 Opción New Project.

- Crear una nueva vista.

Una vista es un mapa interactivo que contiene las distintas capas de información geográfica y en la cual se debe realizar el trabajo de distribución espacial. En la ventana **Untitled** aparece el icono llamado **View**, al seleccionar este icono y posteriormente la opción **New** que se encuentra en la barra de herramientas de la ventana **Untitled**, se abre la ventana **View1** donde se puede visualizar los diferentes mapas para el análisis espacial. Esta misma operación se puede realizar presionando dos veces el botón derecho del ratón sobre el icono **View** (Fig. 3.5).

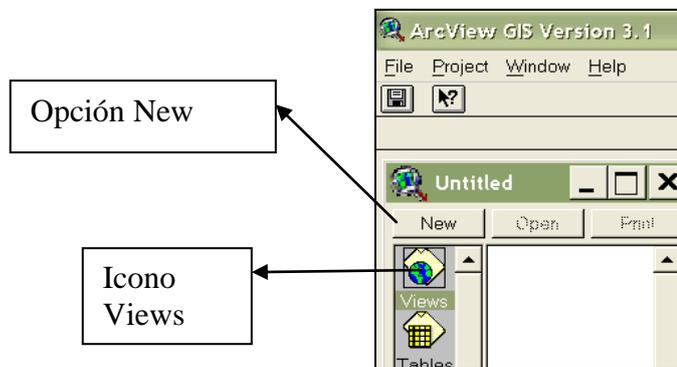


Figura 3.5 Icono Views.

Después de realizar esta acción, se abre una ventana con el título **View1**, como se muestra en la figura 3.6.

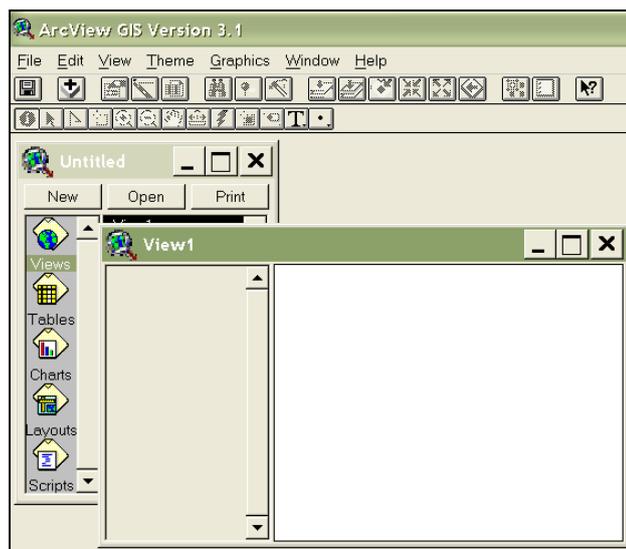


Figura 3.6 Activación de la ventana View 1.

El siguiente paso es añadir temas a la vista. Los temas o capas de información pueden representar elementos geográficos mediante tres formas básicas: puntos, líneas y polígonos. Para añadir los temas que formaran parte del proyecto, colocar el puntero sobre el icono **Add Theme** que se encuentra sobre la barra de herramientas o dirigirse al menú **View** y seleccionar la opción **Add Theme**.

- El icono **Add theme** presenta una ventana de los temas que se pueden agregar a la vista. En la ventana llamada **Add theme**, se colocará el cursor en la casilla **Drives** y al seleccionarla aparecerán los diferentes accesos con los que cuenta el equipo de computo en cuestión, al seleccionar la opción **C:** de la casilla superior aparecerá una serie de carpetas, al colocar el puntero sobre la carpeta con el nombre **ESRI** y presionar dos veces con el ratón el contenido de la carpeta será visible, en esta ubicación esta la carpeta con nombre **esridata**, al realizar el mismo procedimiento, se muestra el contenido de esta carpeta en la que se encuentran diferentes archivos que corresponden a mapas que el programa contiene, para cargar un mapa, seleccionar la carpeta con nombre México,

presionar dos veces para abrir el contenido de la misma, el cual será visible en la casilla izquierda.(Fig. 3.7)

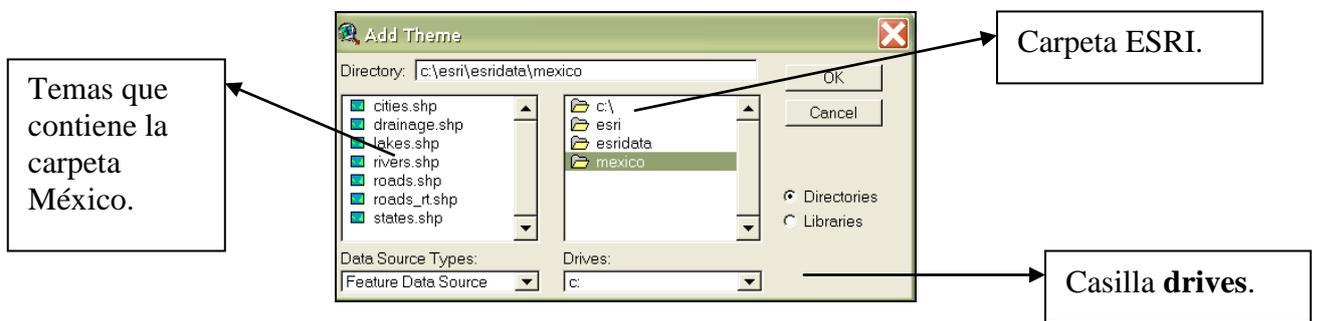


Figura 3.7 Ventana Add Theme.

Para abrir el archivo **states.shp**, colocar el puntero en la opción OK y presionar, al realizar este procedimiento, la imagen de la ventana **view1** se modificará dividiéndose en dos casilleros; el casillero que se encuentra del lado izquierdo de la pantalla aparece el nombre del tema seleccionado, mientras que del lado derecho aparece la imagen seleccionada, en ese momento la imagen del tema no será visible puesto que no esta activada, para activarla basta con colocar el puntero en la casilla de activación del tema y presionar para de esta forma visualizar el tema deseado.

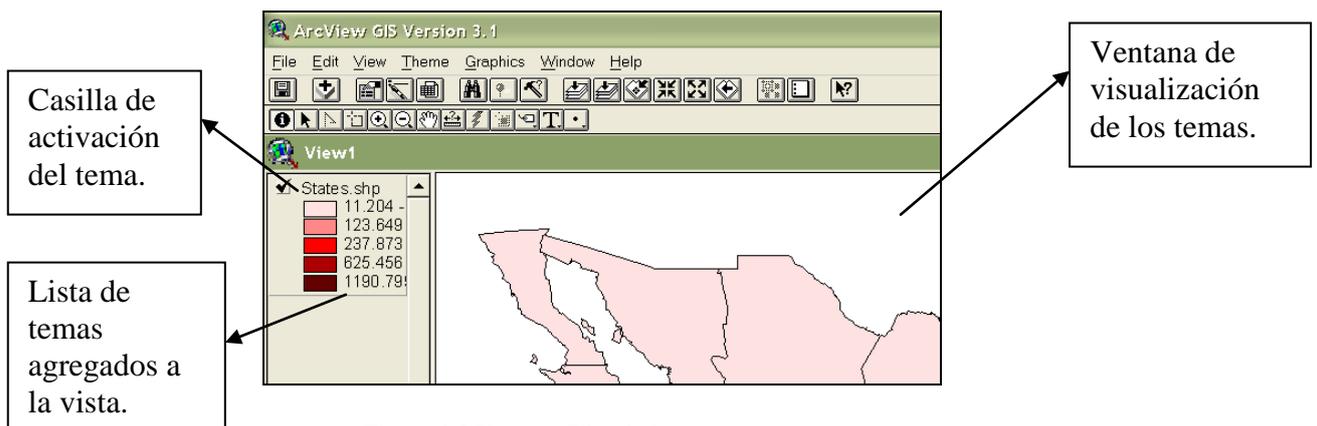


Figura 3.8 Ventana View1 al agregar un tema.

Para agregar más temas a la vista, volver a la ventana **Add theme** y abrir la carpeta México, incluir al proyecto los temas **cities.shp** y **roads.shp**, para esto, seleccionar cada una de las opciones y presionar sobre la opción OK de la ventana **Add theme**. Al

revisar la lista de temas agregados a la vista se observan los dos nuevos temas añadidos, ahora se procede a la activación de cada uno de ellos para su visualización. Fig. 3.9

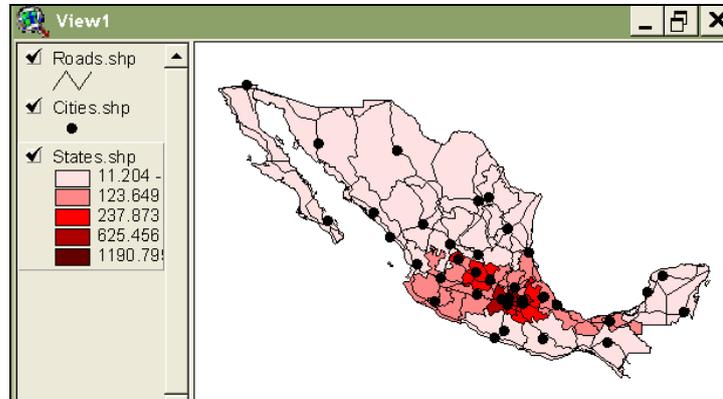


Figura 3.9 Activación de los nuevos temas agregados a la vista.

Para agregar un tema a la vista que ha sido capturado a través de la utilización de la unidad GPS basta con conocer la ubicación y el nombre del tema que se ha de añadir, como ejemplo, se han tomado puntos de los centros de enseñanza “Centro de Enseñanza Practica e Investigación en Producción y Salud Animal” CEIPSA y “Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina” CEIEPO, que forman parte de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México.

D. Vistas y capas de información.

- Propiedades de la vista.

Para establecer las propiedades de la vista, seleccionar el menú **View** que se encuentra en la parte superior de la ventana del proyecto, el menú **View** desplegará una lista de opciones, seleccionar la opción **Properties**, con esta opción aparecerá en la pantalla una ventana con el título **View Properties**, en esta ventana se describen las propiedades del

proyecto y desde aquí se pueden modificar dichas propiedades. Es importante seleccionar las unidades de distancia, que se utilizarán para la vista y las unidades cartográficas, ya que estas están dadas en millas y no en kilómetros. Fig. 3.10



Figura 3.10 Ventana de propiedades

- **Herramientas para moverse sobre la ventana de visualización.**

Antes de continuar, cabe recordar que los temas de fondo (refiriéndose básicamente a los temas poligonales) deben situarse en la parte inferior de la vista, de no ser así, colocar el puntero sobre el tema que se desplazará, presionar el botón izquierdo del ratón y arrastrar el tema a su nueva localización sin soltar el botón.

Existen diferentes herramientas que modifican el panorama de la vista y ayudan a tener una mejor perspectiva de la situación geográfica de los puntos de interés.

-  El botón de puntero sirve para desplazarse sobre la plantilla y activar los temas de la vista o bien para desplazarse entre las diferentes funciones de las barras.
-  Botón de zoom para llevar a extensión total todos los temas de la vista.

-  Botón de zoom para los temas activados, a las extensiones espaciales del tema o los temas que estén activados. Cabe recordar que los temas suelen tener diferentes extensiones espaciales.
-  Botón para regresar al zoom anteriormente seleccionado.
-  Botón para llevar el zoom a los elementos seleccionados del tema o temas activados.
-  Botones para ampliar o reducir la imagen desde el centro de la vista.
-  Botones para ampliar o reducir la imagen dependiendo de lugar donde se localice el puntero en ese instante sobre la vista. Se puede trazar un recuadro sobre la vista para aumentar la imagen, basta mantener apretado el botón izquierdo del ratón y moverlo al lado contrario formando un rectángulo.
-  Permite mover la imagen de la vista arrastrando el campo de visualización en diferentes direcciones mediante el uso del ratón.
-  Botón de identificación, sirve para desplegar los diferentes campos de información acerca de los elementos que se encuentran dentro del mapa. Al tener activado este botón basta con seleccionar alguno de los elementos del mapa y enseguida se desplegará un cuadro de diálogo en el cual se presentan los atributos del tema elegido. Recuerde activar el tema del elemento, al cual se desea identificar.
-  El botón **Select Features** permite obtener los elementos específicos al abrir la tabla de atributos, cuando se seleccionan los elementos sobre la vista se observan de un color amarillo y permanecen así hasta que se anula la selección, al abrir la tabla de atributos los electos seleccionados resaltan en amarillo. Para seleccionar más

de un electo a la vez, se debe presionar el botón izquierdo del ratón y formar un cuadro que abarque los deferentes elementos.

- **Colocar etiquetas.**

Para colocar etiquetas, acudir a la opción **Properties**, que se encuentra dentro del menú **Themes** o bien pulsando el botón correspondiente.

Al pulsar el botón se establecen diversas propiedades del tema, que se encuentra activado, entre ellas el campo que se utilizará para la colocación de etiquetas.

Una vez seleccionada esta opción aparece una ventana de diálogo titulada como **Theme Properties**; en esta ventana, se pueden modificar varias de las propiedades de la vista.

Fig. 3.11

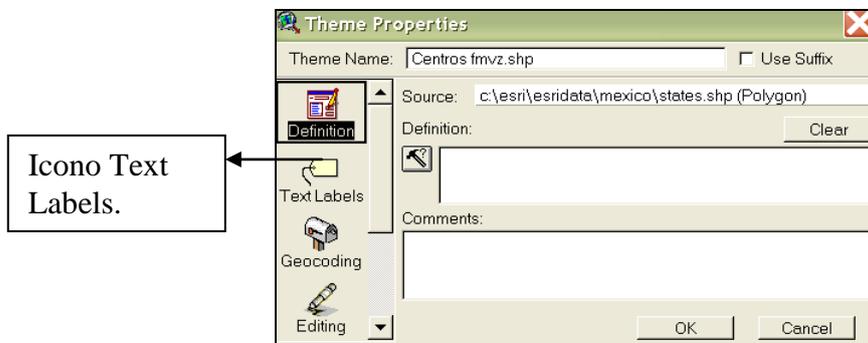


Figura 3.11 Ventana Theme Properties

Para la colocación de etiquetas, seleccionar el icono **Text Labels** y comprobar que el campo **Name** se encuentre asignado como etiqueta. Dentro de las opciones que ofrece esta ventana, aparece la opción donde se puede elegir la posición donde las etiquetas serán colocadas. Fig. 3.12

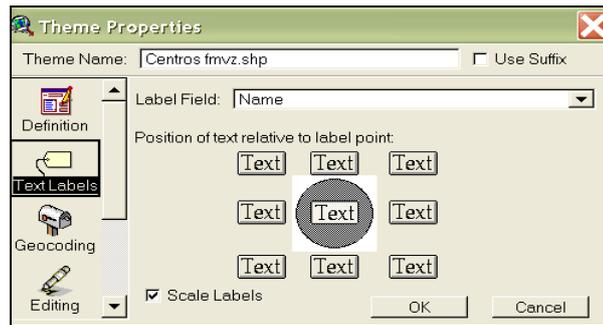


Figura 3.12 Opciones para la colocación de etiquetas.

La asignación de etiquetas también puede realizarse desde la ventana de proyecto, para hacerlo, ubicar el botón **etiquetar** que se encuentra sobre la barra de herramientas.

- El botón de etiquetar que se encuentra en la barra de herramientas, permite la asignación de identificadores de forma manual, al ser accionado convertirá el puntero y con presionar sobre el elemento deseado, este será etiquetado.

La etiqueta puede adquirir diferentes formas dependiendo de la identificación que se asignará a cada elemento, para cambiar la forma de la etiqueta basta con pulsar la esquina inferior derecha del botón **etiquetar** y se desplegarán los diferentes símbolos de etiquetas. Cuando alguno de los elementos se ha etiquetado de inmediato, aparecerá un texto entre cuatro gestores al igual que si la etiqueta hubiera sido seleccionada, esto indica que la etiqueta puede ser modificada y desplazada a otra posición. Fig. 3.13.



Figura 3.13. Etiqueta sobre el polígono Morelos.

Existe la opción de asignar etiquetas de forma automática, para hacerlo hay que activar la opción **Theme** que se encuentra dentro de la barra de menú, después la opción **Auto-label**, desplegará una ventana de diálogo donde se pueden precisar las características de las etiquetas que se han de colocar sobre el tema que éste activado. Fig. 3.14.



Figura 3.14. Ventana Auto-label.

- **Medir distancias.**

Antes de realizar esta operación, verificar el tipo de propiedades que tiene la vista, para hacerlo, abrir el menú **View** y elegir la opción **Properties**, donde se abrirá el cuadro de diálogo, desde este cuadro se pueden modificar las unidades de medición cartográfica que maneja el proyecto.

 El botón **Measure**, que se encuentra en la barra de herramientas, es el que brinda la opción de medir distancias dentro de la vista. Una vez que la herramienta de medición ha sido activada, el puntero cambiará de forma. Para iniciar la medición, presionar el botón izquierdo del ratón y aparecerá una línea delgada que indica el recorrido hecho, para cambiar la ruta, se debe presionar el botón izquierdo del ratón y elegir una nueva, una vez realizada la medición de interés se presiona dos veces el botón izquierdo del ratón y se detiene la

medición. Al terminar, en la esquina inferior izquierda de la ventana de visualización aparecerá la leyenda **Segment Length**, donde se indica el cálculo de distancia realizado. Fig. 3.15

A rectangular legend box with a thin black border. Inside, the text reads "Segment Length: 1,039.61 mi Length: 1,448.14 mi".

Figura 3.15 Cálculo de la medición realizada.

- **Simbolizar datos.**

Es posible determinar las características panorámicas de los elementos de la vista, de esta forma se puede modificar el color, la trama, y el tamaño de cada uno de ellos. Para hacerlo, presionar dos veces con el botón izquierdo del ratón sobre el nombre del tema a modificar o bien, acudir al menú **Theme** y después elegir la opción **Edit Legend**, ambas acciones abrirán la siguiente ventana de diálogo. Fig. 3.16.



Figura 3.16 Ventana Legend Editor

Dependiendo del tema que se encuentre activado, la ventana de **Legend Editor** se verá modificada, esto quiere decir, que la edición del tema dependerá del tipo, ya que esta puede ser de puntos, líneas o polígonos.

Desde esta ventana se puede elegir la trama (para el caso de temas poligonales) el tipo y grosor de línea (para el caso de temas lineales), tipo de letra y el color, ya sea de relleno, como indicador de distribución de alguna población, de línea exterior o de fondo de los diferentes temas. Fig. 3.17

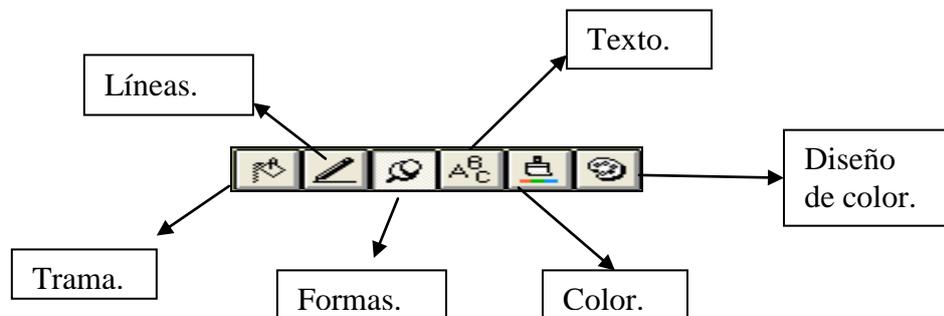


Figura 3.17 Herramientas para modificar la apariencia de la vista.

Una vez que las modificaciones han sido realizadas, colocar el puntero en la opción **Apply**, que se encuentra en la esquina inferior derecha de la ventana **Legend Editor** y de esta forma los cambios se realizarán en los diferentes temas.

Arc view clasifica automáticamente los elementos según los valores del campo y elige un color y un símbolo para representarlos. Las siguientes opciones, son los métodos de clasificación geográfica que el programa ofrece, estas opciones también forman parte de la ventana **Legend Editor**. Fig. 3.18.

- Símbolo Único (**Single Symbol**). Este tipo de representación es la que el programa utiliza de forma común. Se despliegan todos los elementos de un tema usando el mismo símbolo, es útil cuando solo se necesita mostrar la localización de los elementos de un tema más que cualquiera de sus atributos.

- Valor Único (**Unique Value**). Para un campo de la tabla de atributos, se puede representar cada registro con un símbolo exclusivo. Este es el método más efectivo para desplegar datos categóricos, como: territorios libres, en erradicación o en control.
- Color Graduado (**Graduated Color**). Este tipo de leyenda despliega elementos usando una gama de colores. El color graduado es usado principalmente para desplegar datos numéricos que tienen una progresión o gama de valores como pueden ser la temperatura o la población.
- Símbolo Graduado (**Graduated Symbol**). Este tipo de leyenda despliega elementos usando un símbolo único que ofrece una gama de valores. El símbolo graduado es útil para simbolizar datos que muestran tamaño o magnitud. Solo se encontrará disponible para datos lineales o puntuales.
- Densidad de Puntos (**Dot**). Se pueden desplegar los elementos de un tema de polígonos usando puntos para representar los valores en un campo de atributos. Este método es bueno para mostrar cómo un atributo, ya sea una población, unidades de producción o presentación de una enfermedad, está distribuido a lo largo de una zona. Por ejemplo, un mapa de densidad de puntos que representa poblaciones de cerdos, mostrará la mayor concentración de puntos donde existan más cerdos, etc.
- Símbolo Gráfico (**Chart**). Se utiliza para desplegar varios atributos de elementos usando un gráfico de sectores o un gráfico de columnas. Cada porción (gráfico de sectores) o columna (gráfico de barras), corresponde a un atributo en específico, y el tamaño de cada sector o columna se determina por el valor de cada atributo.

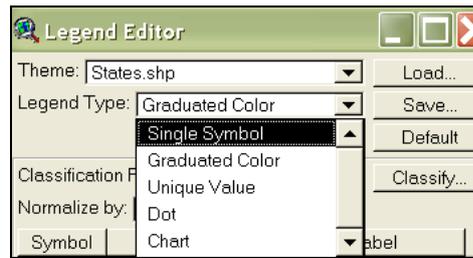


Figura 3.18 Métodos de clasificación geográfica.

Dentro de la misma ventana, se encuentra la opción **Classify**, esta muestra el cuadro de diálogo **Classification**, donde se permite agrupar datos de tal forma que se puede determinar zonas de comportamiento variables del tema.

Es posible crear grupos de valores de un mismo tema y observar como se distribuyen en el territorio. El programa Arc View, ofrece cinco métodos de clasificación estadística, los cuales se explican a continuación. Cabe recordar, que el programa utiliza de manera común los cortes naturales de cinco clases. Fig. 3.19.

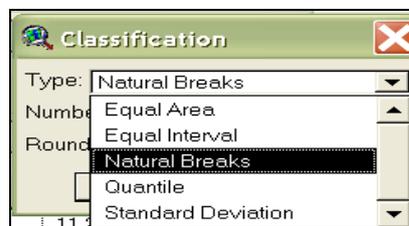


Figura 3.19 Métodos de clasificación estadística.

- Cortes naturales. Este método identifica saltos de valor significativos en la distribución de los valores para crear clases.
- Cuartiles. En este método los valores son agrupados de manera tal que cada clase contenga un número similar de elementos.
- Intervalos iguales. Este método divide el rango de valores de los atributos en rangos de igual tamaño.

- Áreas iguales. Los elementos representados por polígonos, son clasificados de manera tal que el área de los polígonos en cada clase, sea aproximadamente igual.
- Desviación estándar. A los valores se les calcula el promedio y después son elaborados clases de acuerdo a la desviación estándar (un cuarto, un medio o un entero) de los valores con respecto al promedio.
- Valores nulos. Los valores nulos son aquellos que no se incluyen dentro de alguna clasificación. Existen dos tipos de valores nulos, aquellos inherentes a un formato de fichero de base de datos como **Dbase** y aquellos que entraron en los datos deliberadamente. Arc View descarta automáticamente cualquier valor nulo asociado con un formato de base de datos. Los valores nulos pueden indicar que no hay ningún dato disponible, que el dato ha sido rechazado, o que el dato no es aplicable a un elemento geométrico en particular.

El botón para opción valor nulo se encuentra en la parte inferior de la ventana **Legend Editor**, una vez que la opción ha sido activada, despliega una ventana de diálogo donde se indica que valor se omite de la clasificación. Fig. 3.20

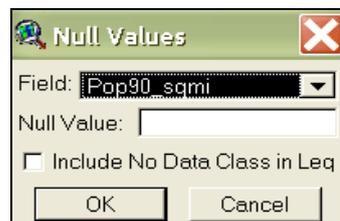


Figura 3.20 Cuadro de diálogo para valores nulos.

- **Crear un nuevo tema shape (shp).**

Gracias a las herramientas que el programa ofrece, es posible crear un nuevo tema. Para hacerlo, seleccionar el menú **View** y después seleccionar la opción **New Theme**, al activar esta opción aparecerá un cuadro de diálogo donde se debe escoger el tipo de tema que se añadirá a la vista (Fig. 3.21). Una vez elegido el tipo de tema que será anexado al proyecto, es posible editarlo de acuerdo a la investigación realizada.

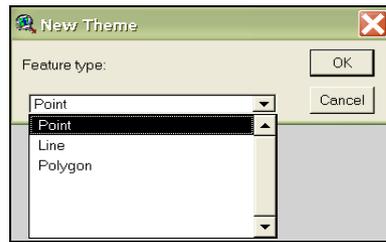


Figura 3.21 Cuadro de diálogo para la creación de un tema shape.

Al presionar la esquina inferior derecha del botón **herramientas de dibujo**, se desplegarán los iconos con los que se puede modificar el nuevo tema. A continuación, se explica el funcionamiento de cada una de ellos.

- Añade un punto.
- Añade una polilínea.
- Añade un rectángulo.
- Añade un círculo.
- Añade un polígono.
- Permite cortar polígonos.
- Añade un polígono adyacente.
- Permite cortar líneas.

Los puntos se van añadiendo a la vista al presionar el botón izquierdo del ratón, mientras se tenga activa la herramienta a utilizar. Para crear líneas se debe presionar el botón izquierdo y marcar el origen de la línea, para cambiar de ruta, presionar una vez el botón del ratón y para cerrar el recorrido presionar dos veces.

E. Vinculación con una tabla externa o conexión SQL.

- Listas de atributos.

Existen dos tipos de listas de atributos, las que son propias de una cobertura o capa de información y están dentro del mismo archivo o internas, y aquellas otras tablas externas de datos que se pueden agregar a un proyecto.

Los temas o coberturas de Arc View poseen tablas de atributos asociadas. Cada elemento, ya sea punto, línea o polígono de un tema, tiene un único registro en la tabla de atributos de dicho tema.

 El botón **Tables** despliega una lista de atributos del tema que se tiene activado, en ese momento, la tabla de atributos es la que describe para cada elemento del tema (registro o fila) sus elementos temáticos (campo o columna).

Una vez que este botón ha sido activado se abrirá una nueva ventana, la cual posee una barra de menús y de herramientas propia. Fig. 3.22

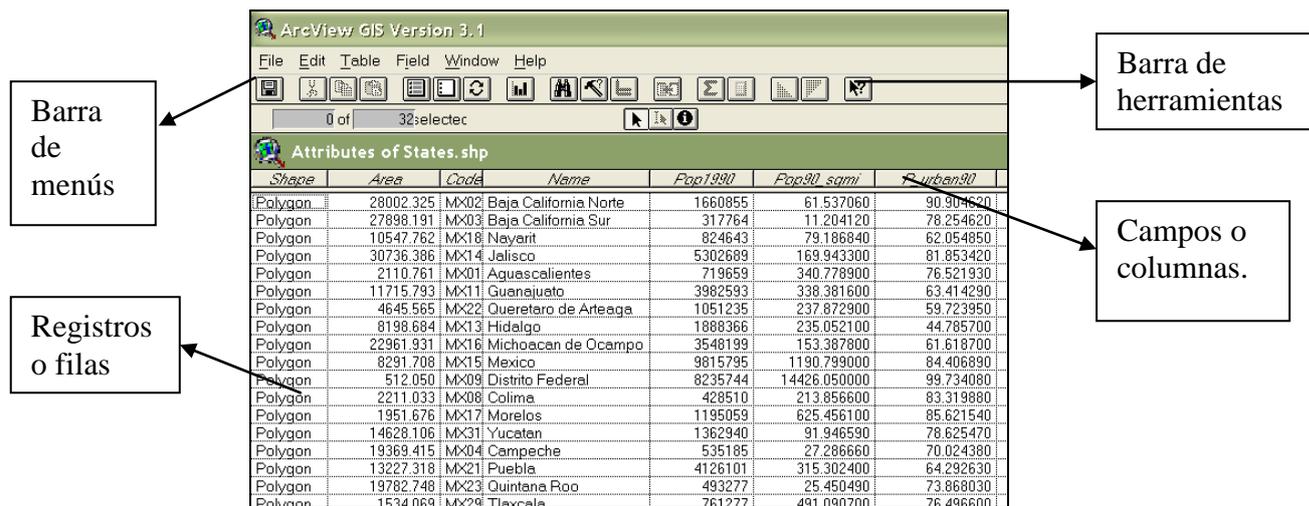


Figura 3.22 Ventana Tables donde muestra los atributos del tema States.shp.

Desde esta ventana se pueden consultar las propiedades del tema específico. En la barra de menús se encuentra la opción **Tables**, dentro de las opciones de este menú se encuentra la opción **Properties**. Al activar esta opción, se desplegará un cuadro de diálogo en el cual se pueden establecer las propiedades como son: el nombre de la tabla, casilla para escribir comentarios y selección de los campos que serán visibles.

- **Tablas de atributos externas.**

Las tablas de atributos externas, son aquellas que no forman parte del archivo. Este tipo de tablas pueden sumarse al proyecto y luego ser relacionadas mediante un identificador único, con los elementos de un tema o cobertura. Se pueden importar tablas de datos con formato **Dbase** e **INFO**.

Para importar datos, activar la ventana de proyecto, una vez que esta ha sido activada, colocar el puntero sobre el icono **Tables** y posteriormente elegir la opción **Add**. Al realizar esta operación se desplegará un cuadro de diálogo, donde se mostraran los archivos que se pueden anexar a la tabla correspondiente. Fig. 3.23

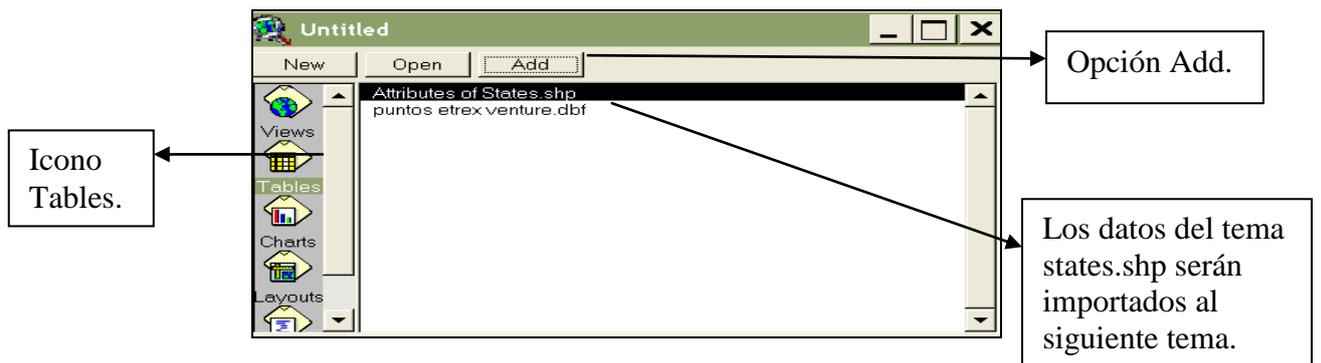


Figura 3.23 Proceso de importar datos de un tema a otro.

- **Introducir datos en una tabla.**

Para introducir datos en una tabla de un tema en específico, hay que verificar que esta tenga un formato shp (shape). Si el archivo tiene el formato indicado la forma más sencilla de introducir elementos es tecleando directamente sobre la casilla correspondiente, para lograr este procedimiento se deben seguir los siguientes pasos:

1. Activar el menú **Table** de la ventana tabla de propiedades.
2. Una vez activado el menú **Table**, seleccionar la opción **Start Editing**.
3. Añadir un nuevo campo a la tabla. Para ello se debe seleccionar el menú **Edit** y posteriormente seleccionar la opción **Add field**, se desplegará un cuadro de diálogo en el cual se pueden definir las características del nuevo campo. Fig. 3.24

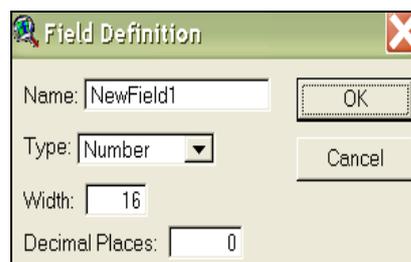


Figura 3.24 Cuadro de diálogo para definir las características del nuevo campo.

4. Para eliminar un campo de la base, seleccionar la opción **Deleted Field** que se encuentra dentro del menú **Edit**.
5.  El icono de la herramienta **editar**, permite comenzar a introducir los nombres y valores que se desean asignar a los elementos del tema.
6. Para finalizar la introducción de valores, se selecciona el menú **Table** y se elige la opción **Stop Editing**.

- **Establecer uniones de tablas.**

La siguiente acción se refiere a unir datos o variables de los registros de la tabla origen a los registros de la tabla destino. Para lograr esta operación, es necesario que en ambas tablas exista un campo que contenga un identificador único en cada registro, este campo será considerado el nexo para ambas tablas.

El registro con identificador N de la tabla origen, se unirá con el registro con identificador N de la tabla destino, y de esta forma se agregarán sus datos o variables. El resultado de esta operación será que en la tabla destino se encontrarán los datos de la tabla origen.

Para lograr esta operación se deben realizar los siguientes pasos.

1. Abrir la tabla origen y seleccionar el campo de identificador que servirá como nexo.
2. Abrir la tabla destino y seleccionar el campo de identificador que servirá como nexo.
3.  El botón **Join** hará que los campos se adjunten a la tabla de atributos destino.

4. Para deshacer la unión de una tabla, seleccionar la tabla destino y después seleccionar el menú **Table**, elegir la opción **Remove all joins** y las uniones serán deshechas.

La tabla que se encuentre activa al momento de hacer la operación, será la tabla destino. Las uniones que el programa ha formado no podrán ser editadas desde el mismo, ya que solo es una representación de datos en conjunto o una unión virtual, para modificar los datos se debe acudir a la tabla origen, ya que los cambios nunca se guardan en la tabla destino.

- **Conexión mediante SQL.**

La utilización del conector SQL permite introducir bases de datos externas a los proyectos de Arc View, la fuente de estos datos puede ser otra computadora o un servidor y asociar esta información mediante un identificador común a la cartografía de trabajo. Mediante este proceso se pueden introducir bases de datos de los programas Visual FoxPro, Excel, y MS Access.

Para realizar esta operación, se deben cerrar todas las vistas y tablas que se encuentren activadas en ese momento. La conexión se realiza de la siguiente manera:

1. Desde la ventana de proyecto se selecciona el menú **Project**, y se elige la opción **SQL Connect**.
2. Al activar esta opción se desplegará un cuadro de diálogo en el que se encuentran las diferentes casillas donde se definirán las listas y campos.

3. La casilla marcada con la opción **Connect** muestra una lista con todas las conexiones y bases de datos que se encuentran disponibles. Estas bases de datos corresponden al tipo de archivo que se desea adjuntar.
4. En el recuadro **Tables** se muestran todas las tablas disponibles que posee la base de datos. Al presionar dos veces el botón izquierdo del ratón sobre el nombre de la tabla esta se incorporará a la casilla **From** del cuadro de diálogo.
5. En el recuadro identificado como **Columns**, se recogerán todas las columnas con las que cuenta la tabla seleccionada. Al presionar dos veces sobre el nombre de la columna, estas se irán incorporando al proyecto, esta acción será indicada en la casilla **Select**, pues en esta casilla se observan las columnas incorporadas.
6. La casilla marcada como **Output Table** permite cambiar el nombre de la tabla en cuestión. Los registros a los cuales accede se convierten en una tabla dentro del proyecto.
7. Una vez terminadas las operaciones se elige la opción **Query** para realizar la vinculación de esta nueva tabla con la de atributos. Fig. 3.25

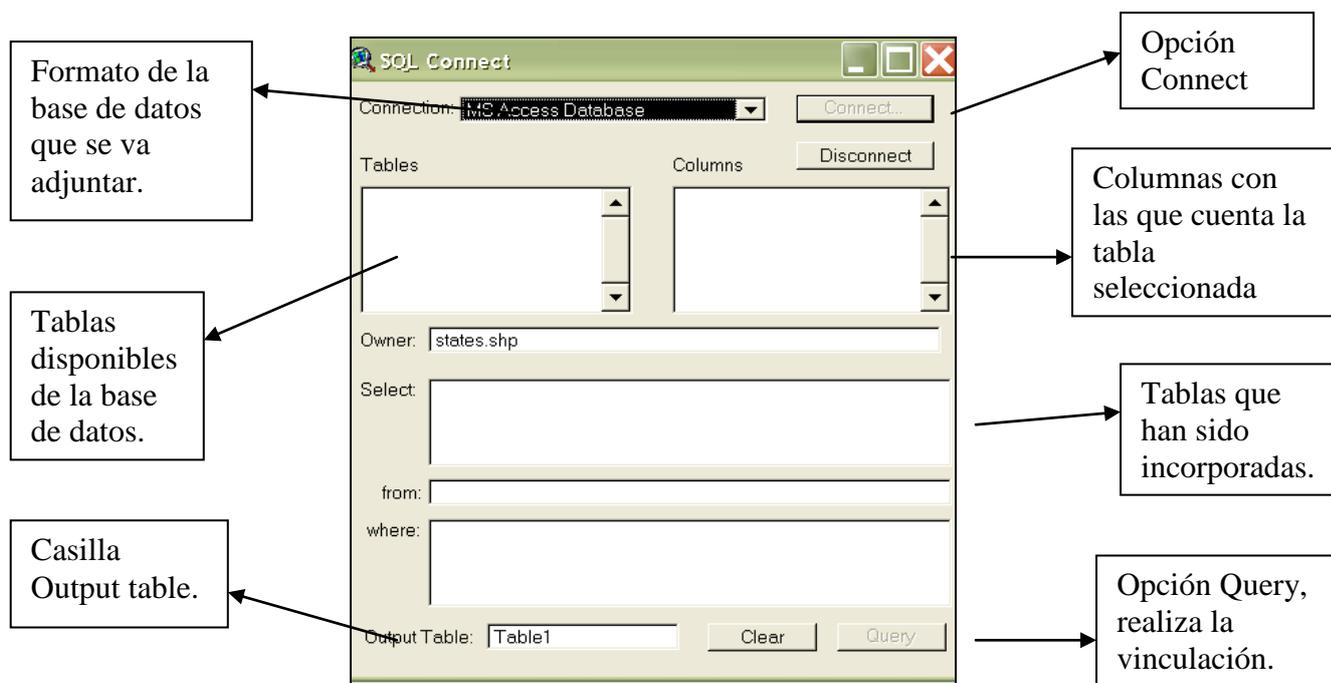


Figura 3.25 Cuadro de diálogo para realizar la conexión SQL.

Las consultas realizadas a través de la conexión SQL serán almacenadas más no los registros en si, cuando un proyecto de Arc View es consultado, la conexión se realiza automáticamente a la base de datos original y obtiene los datos de esta tabla. Los valores de una tabla obtenidos de esta forma no pueden editarse en el programa Arc View, para ello es necesario exportar estos datos y posteriormente reincorporarlos cuando hayan sido editados.

F. Gráficos.

- Cálculos estadísticos.

Cuando un campo numérico se presenta en Arc View es posible realizar diferentes métodos estadísticos y determinar diferentes valores cómo: valores máximos, valores mínimos, promedio y desviación estándar, entre otros.

Antes de realizar la operación se debe activar el campo en el cual se realizará el cálculo estadístico, basta con poner el puntero sobre la columna de interés y el campo será

activado. En la barra de menú de la ventana **Table**, se encuentra la opción **Field** donde se debe seleccionar la opción **Statics**, de inmediato se abrirá un cuadro de diálogo que contiene los resultados del cálculo estadístico. Fig. 3.26

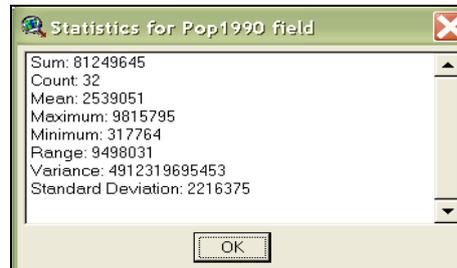


Figura 3.26 Cuadro de diálogo donde muestra los resultados de los cálculos estadísticos.

- **Localización de elementos de acuerdo a sus atributos.**

Existen diferentes formas de realizar búsquedas selectivas para obtener información de elementos con características definidas.

a) **Buscar elementos conocidos.**

Esta acción permite buscar elementos ya conocidos de un tema o capa de información en particular, para realizar este tipo de búsqueda, el tema en cuestión debe encontrarse habilitado.

 El icono de búsqueda que se encuentra dentro de la barra de botones despliega un cuadro de diálogo en el que se puede teclear el nombre del elemento a buscar (el nombre del elemento debe estar escrito como se encuentra en el tema).

b) Localización con una operación de consulta.

Con esta clase de operación es posible definir de forma precisa los atributos del elemento que se desea seleccionar, incluyendo operadores y cálculo. La consulta es realizada a través de operadores lógicos como lo son: “mayor que”, “menor que” etc. Para realizar este tipo de búsqueda se llevan a cabo los siguientes pasos.

1. Activar el tema en el cual se realizara la búsqueda.
2.  El botón examinar despliega un cuadro de diálogo donde se determina la expresión lógica con la que se realizará la búsqueda.
3. En el cuadro de diálogo que ahora esta presente, se encuentra la casilla marcada como **Fields** en la que se en muestran los campos de interés que serán incorporados a la expresión del cálculo.

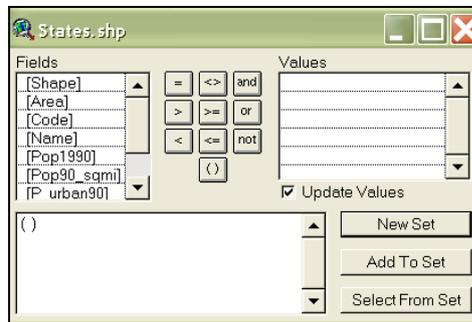


Figura 3.26 Cuadro de diálogo donde se expresará la búsqueda de acuerdo a ordenamientos lógicos.

4. Una vez que la expresión lógica ha sido desarrollada se debe activar la opción **New Set**, esta acción mostrará los resultados de la operación tanto en la vista como en la tabla.
5.  El botón **Clear Selected** permite eliminar las selecciones anteriormente hechas.

c) Localización de elementos por consulta gráfica.

Es posible seleccionar elementos por consulta gráfica que se encuentren parcial o totalmente dentro un determinado radio de distancia. A continuación se describen los pasos para realizar este tipo de búsqueda:

1. Activar el tema en el que se trazará el radio de influencias.
2.  Desde la barra de herramientas se activa la opción dibujar un círculo.
3. Con la opción activada, colocar el puntero en el lugar donde se iniciara el trazo del círculo, manteniendo el botón izquierdo del ratón presionado se debe trazar un radio que abarque el área de estudio. Una vez terminado el radio en los sitios de interés, al soltar el botón del ratón, el radio quedará marcado sobre la vista.
4. Para crear un círculo con un radio predeterminado, se selecciona el menú **Graphics** y posteriormente, seleccionar la opción **Size and Position**.
5.  Este icono permite seleccionar los elementos que se encuentran parcial o totalmente dentro del círculo, cuando esta acción se realiza los elementos seleccionados se verán de color amarillo.
6. Al abrir la tabla de atributos del tema en cuestión, se observan seleccionados los registros de los temas que se encuentran dentro del círculo de influencias, ya sea que se encuentren en su totalidad, o solo parcialmente dentro del radio.

d) Localizar elementos dentro de un polígono.

Este procedimiento es idéntico al anterior, la diferencia radica que los elementos de la búsqueda estarán dentro de un polígono y no de un círculo. En pasos resumidos se deben realizar las siguientes acciones:

1.  Seleccionar la opción trazar un polígono y activar la herramienta.
Para este tipo de procedimiento se debe activar el tema donde se realizará la búsqueda.
2. Dibujar un polígono sobre el mapa abarcando los elementos de interés.
3.  Activar el icono correspondiente a seleccionar mediante una forma.
Los elementos habrán sido seleccionados tanto en la vista como en la tabla de atributos.

- **Crear gráficas con los elementos seleccionados.**

Una vez que los diferentes elementos han sido seleccionados al abrir la tabla de atributos, se pueden crear diferentes gráficas.

-  El botón **Create Chart** despliega un cuadro de diálogo en el cual se determina que atributos de los elementos seleccionados serán graficados. Fig. 3.28

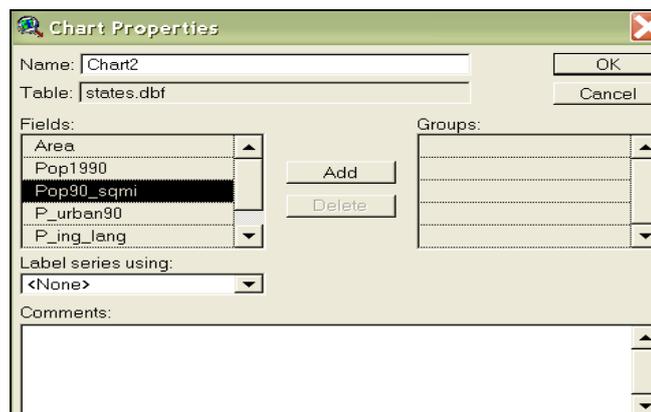


Figura 3.28 Cuadro de diálogo para la creación de gráficos.

En la casilla titulada **Fields** se enlistan los diferentes campos que se pueden graficar, una vez seleccionado uno de estos campos la opción **Add** que se encuentra en el centro del cuadro será activada, al seleccionar esta opción, el campo elegido será colocado en la casilla **Groups**. Una vez seleccionado los campos se presiona la opción OK.

Se abrirá una nueva ventana donde se muestra la gráfica que se ha elaborado con los elementos seleccionados. Esta nueva ventana tiene su propia barra de herramientas y de botones para modificar las propiedades de la gráfica y cambiar el tipo de la misma. Fig.

3.29



Figura 3.29 Barras de la ventana de Gráficos.

- Crear un tema shape con los elementos seleccionados.

En ocasiones es de mayor utilidad crear temas con los elementos seleccionados, de esta forma no habrá necesidad de buscarlos cada vez que se requiera su consulta. Para la creación de un tema shape se deben llevar a cabo el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar los temas de interés por cualquier método antes visto y que formarán parte del tema.
2. Desde la ventana de proyecto seleccionar el menú **Theme** y después la opción **Convert to Shapefile**.
3. Aparecerá un cuadro de diálogo donde se indica la ubicación del nuevo tema y en que carpeta será guardado.

- Ordenar los elementos por atributos.

Esta operación permite ordenar los registros de un campo de mayor a menor y viceversa, del tema que en ese momento se encuentre activado. Este tipo de ordenación permite graficar mejor los datos, para realizar esta acción se hace lo siguiente:

1. Activar el tema en cuestión y abrir la tabla de atributos.
2. Seleccionar el campo en el que se van a ordenar los atributos.
3.  Estos botones ordenan por orden ascendente y descendente, ordenando los atributos de mayor a menor y viceversa. Con acción del puntero y auxiliado con la tecla Shift, se seleccionan los atributos ha graficar o visualizar, una vez que han sido seleccionados aparecerán remarcados tanto en la tabla de atributos como en la vista.(Fig 3.30)

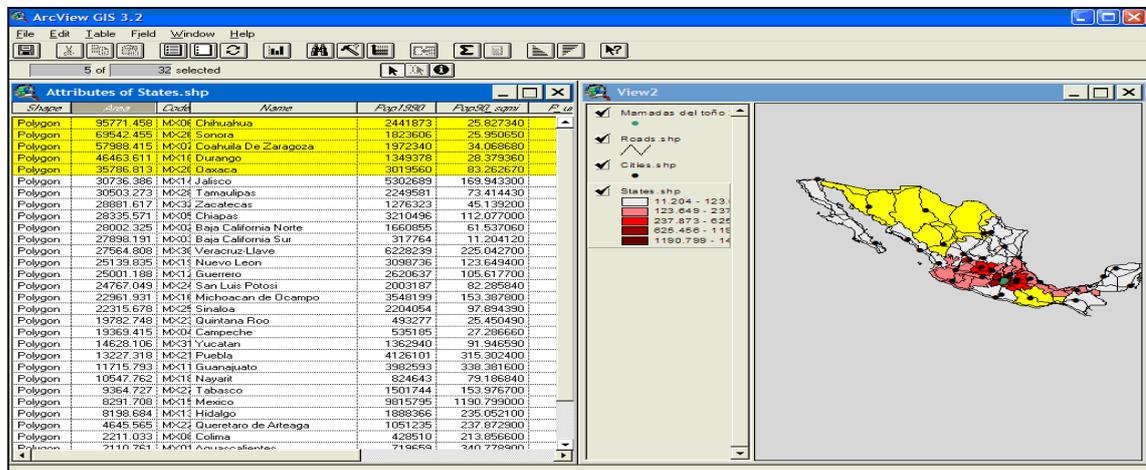


Figura 3.30 Los elementos que se deseen visualizar antes de graficar se observan en ambas ventanas remarcados en amarillo.

- Salidas impresas (Layouts).

El programa Arc View permite crear mapas de las vistas con las cuales se han trabajado, de tal forma que aparecerán todos los elementos que se requieran en la impresión. Para crear un mapa del proyecto se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. La vista se debe de mantener activada durante el proceso. Se selecciona el menú **View** y posteriormente la opción **Layout**.
2. Una vez realizada esta acción aparecerá un cuadro de diálogo donde se elige el formato de la plantilla. Fig. 3.31

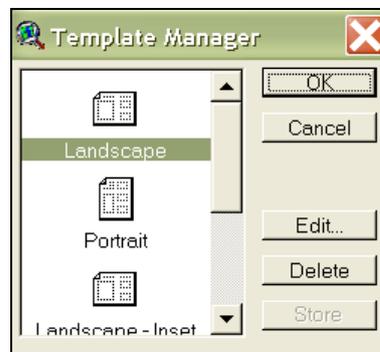


Figura 3.31 Formatos de plantillas para salidas impresas.

3. Una vez que se ha elegido el formato de la plantilla se selecciona la opción OK y de esta forma se creara una composición que contiene la vista, el título de la vista, una leyenda que contiene todos los temas visualizados en ella, una escala geográfica y un norte geográfico. Fig. 3.32

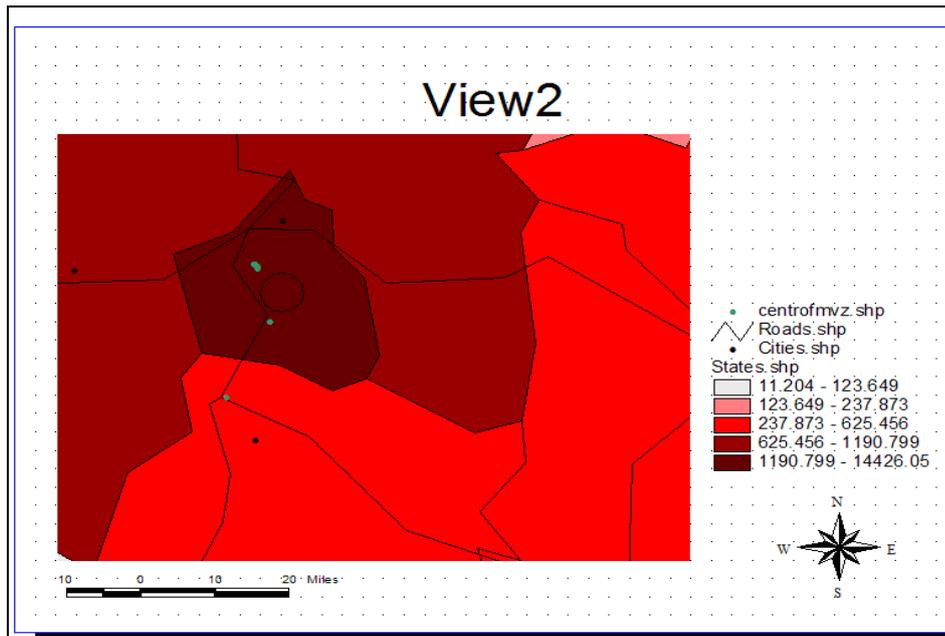


Figura 3.32 Composición de la vista con sus diferentes elementos. Nombre, temas que la componen, escala geográfica y norte geográfico.

- **Enlace activo o Live Link.**

Un enlace activo, es un enlace dinámico entre el documento y su representación en el marco de la vista. Los cambios realizados sobre el documento se verán reflejados sobre su representación gráfica. Al desactivar este enlace no habrá comunicación entre la salida gráfica y los documentos del proyecto, por lo tanto la salida impresa no responderá a los cambios realizados sobre la vista.

- **Añadir elementos al Layout.**

Se pueden añadir diferentes elementos a la salida impresa como lo son: mapas, leyendas, gráficos, barras de escala, tablas, imágenes y objetos.

En la ventana de salidas impresas se encuentra una barra de herramientas con la que se pueden añadir diferentes objetos a la composición.

 El icono **View Frame**, despliega las herramientas necesarias para añadir los elementos a la salida impresa.

 Agregar vista.

 Agregar leyenda.

 Agregar barra de escala.

 Agregar flecha del norte.

 Agregar gráfica.

 Agregar tabla.

 Agregar imagen.

- **Modificar texto del mapa.**

Por defecto, el título que aparece en la salida impresa es el mismo que posee la vista, aunque este puede ser modificado, tanto en su contenido, como en sus características.

Con el puntero se presiona dos veces sobre el título de la composición, al hacerlo se abrirá una cuadro de diálogo donde se observan las propiedades del título. En la casilla principal se presenta el título del mapa, en las casillas inferiores se presentan las opciones para modificar la alineación del texto, el espacio entre líneas y el ángulo de posición. Fig. 3.33

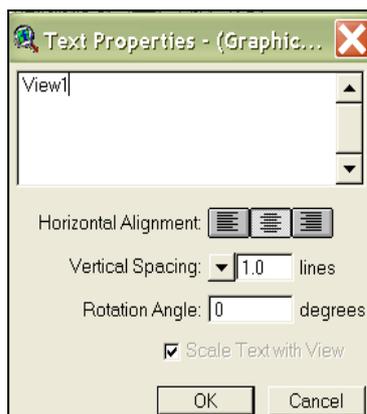


Figura 3.33 Cuadro de diálogo de las propiedades del texto.

Para cambiar el tipo y tamaño de letra, colocar el puntero sobre el título y presionar una vez para que este aparezca entre cuatro gestores, una vez que se encuentra entre los gestores, seleccionar el menú **Window** y posteriormente la opción **Show Symbol Window**, esta opción abrirá una ventana donde se modifica el tipo de letra, color, tamaño, estilo etc. Fig. 3.34

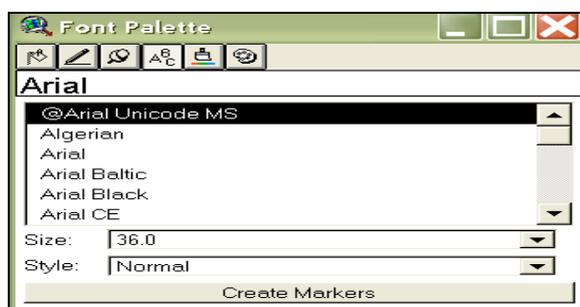


Figura 3.34 Ventana de edición del texto de la composición.

- **Modificar la escala del mapa.**

El tamaño de la escala se puede modificar de forma manual, seleccionando este elemento con el puntero, de esta manera aparecerán gestores que enmarcaran la escala, con ayuda del puntero, seleccionar uno de los gestores y manteniendo el botón izquierdo del ratón presionado se arrastra el gestor hasta obtener el tamaño deseado, cuando este elemento se remodifica también se modifica el tamaño de los intervalos de

representación. Al presionar dos veces sobre la escala de medición, aparecerá un cuadro de diálogo donde se muestran las propiedades de la escala. Fig. 3.35



Figura 3.35 Cuadro de diálogo de propiedades de la escala de medición.

En este cuadro de diálogo se puede modificar el estilo de la barra de medición, las unidades de distancia y la proporción numérica que puede tener la escala entre otras propiedades.

- **Modificación del norte geográfico.**

Para cambiar el estilo del indicador del norte geográfico, basta con presionar dos veces sobre él utilizando el puntero, esto activará un cuadro de diálogo donde se presentan los diferentes estilos de flecha entre los que se puede escoger el ángulo de rotación que el indicador puede tener. Para modificar el tamaño del indicador, se presiona una vez sobre la flecha y se selecciona uno de los gestores, sin soltar el botón del ratón, se arrastra hasta obtener el tamaño deseado. Fig. 3.36

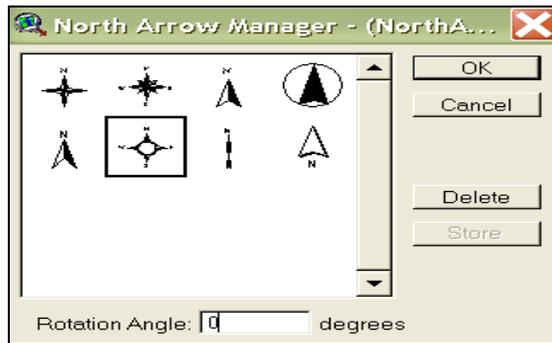


Figura 3.36 Cuadro de diálogo para modificar el norte geográfico.

- **Añadir textos a la composición.**

 La herramienta **Text** permite añadir textos a las salidas impresas, proporciona una lista desplegable con los diferentes estilos de texto.

Una vez que se ha seleccionado uno de estos estilos, el puntero cambiará de forma a la de un puntero de texto, cuando se selecciona un elemento de la composición con este puntero aparecerá un cuadro de diálogo en el que se puede teclear el texto que se ha de agregar a la composición.

Una vez que se ha terminado de escribir el texto se selecciona la opción OK y el texto será incorporado a la composición. Para cambiar el color, tamaño o formato, se debe seleccionar el texto con el puntero, posteriormente seleccionar el menú **Window** y después la opción **Show Symbol Window**. Fig. 3.37

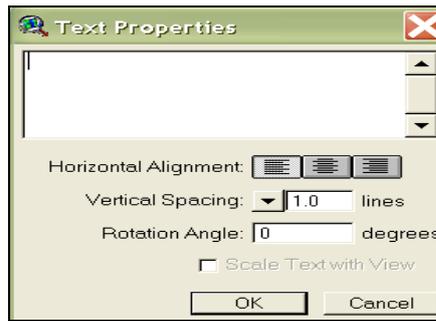


Figura 3.37 Cuadro de diálogo para anexar un texto a la composición.

- Configuración de la página Layout.

Mientras la ventana de salidas impresas se encuentra activada, se debe seleccionar el menú **Layout** y posteriormente seleccionar la opción **Page Setup**, después de realizar esta acción se abrirá un cuadro de diálogo, donde se modifican las propiedades de la página en la que se imprimirá el mapa. Fig. 3.38

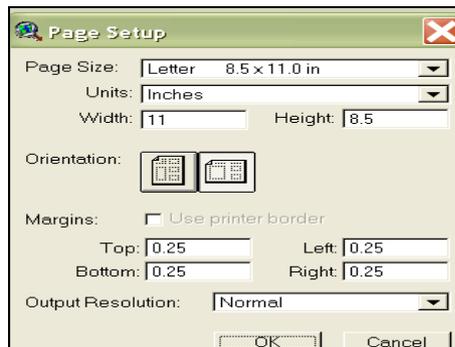


Figura 3.38 Cuadro de diálogo para modificar las propiedades de impresión de la composición.

3.2. Conversión de Waypoints a archivos tipo shape files a través del programa Ozi explorer.

Los datos obtenidos a través de la unidad GPS no pueden ser utilizados directamente en Arc View ya que no están guardados en un formato shape, lo que los vuelve incompatibles. Para que esta información pueda ser utilizada en Arc View, se deben

convertir los archivos de tipo **waypoint** a tipo **shapefile**, esta acción puede ser realizada a través del programa **Ozi explorer**.

El programa Ozi explorer es también un programa destinado a la interpretación de puntos geográficamente referenciados, formando así parte del sistema de información geográfica. A continuación se indican los pasos a seguir para llevar a cabo esta acción.

1. Dentro de la página oficial de ozi explore (www.ozieplorer.com), se localiza la opción marcada como **software**, activar esta opción y posteriormente la opción marcada como **ozieplorer**. Esta operación permite acceder a la opción adyacente **download** (descargas).
2. De esta forma se cuenta con una versión gratuita de prueba del programa ozi explorer, el siguiente paso es instalar el programa en la computadora. Localizar el archivo **ozieplorer** y activar el icono **setup**.
3. El icono de inicio de ozieplorer abrirá el programa. Al hacerlo aparecerá una pantalla en blanco y barras de menú y herramientas propias del programa.
4.  El icono **Load** permite cargar alguno de los archivos que la versión de prueba incluye, en este caso se selecciona la carpeta **Map file**, esta carpeta contiene dos archivos que vienen incluidos en la versión de prueba. Se selecciona el archivo **World.map** y después se elige la opción abrir. Fig. 3.39

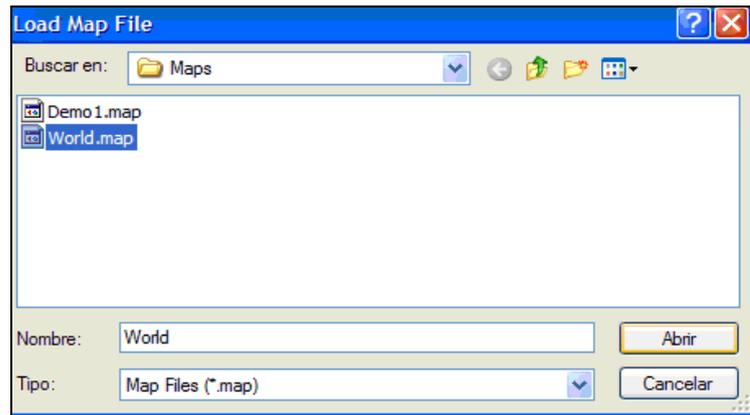


Figura 3.39 Ventana Load. La carpeta Maps contiene dos archivos de prueba.

5. En la ventana principal se puede visualizar un mapa del mundo, el cual se encuentra en unidades UTM y en el que se importaran los puntos que se han tomado con la unidad GPS.
6. Antes de realizar esta opción se debe configurar el programa al modelo y marca de la unidad GPS que se ha utilizado para la referenciación geográfica. Se debe seleccionar el menú **File** y posteriormente la opción **Configuration**, esta acción abrirá una ventana titulada **configuration**, donde se determinan las propiedades de la unidad GPS.
7. Esta ventana esta organizada por pestañas de información, se debe elegir la pestaña marcada como GPS. En el costado izquierdo de la ventana se encuentran dos casillas de verificación donde se determina la marca y modelo de la unidad. Para el desarrollo de este trabajo, se eligió la marca Garmin y el modelo eTrex y GPS12, dependiendo del origen de los datos. Fig. 3.40

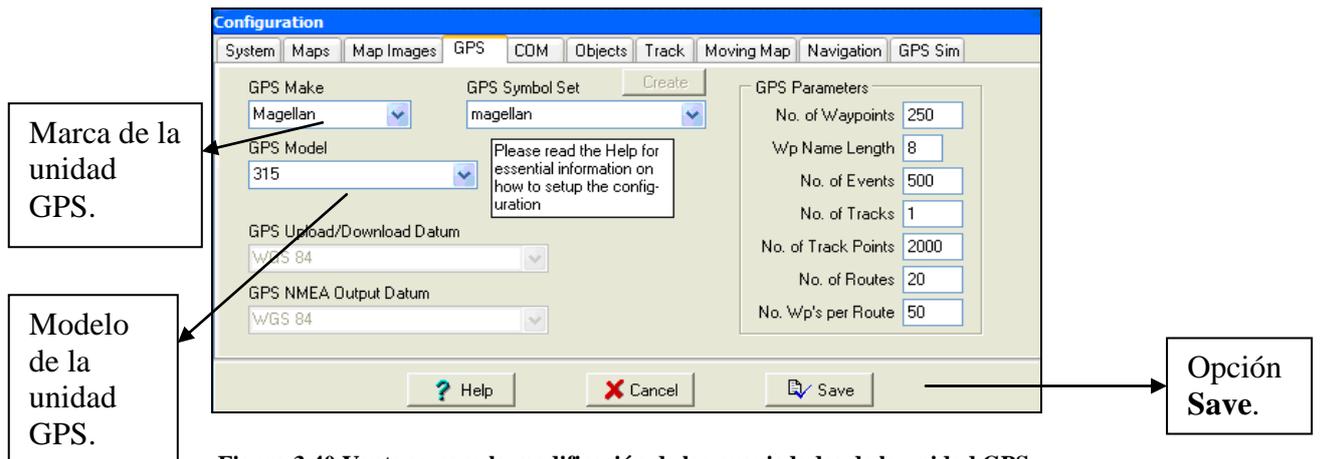


Figura 3.40 Ventana para la modificación de las propiedades de la unidad GPS.

8. Seleccionar la opción **Save**, esta acción mostrará un cuadro de diálogo donde se elige la opción **Save waypoints to file**. Los puntos de la unidad ahora son visibles en el mapa de la ventana principal.
9.  Al activar el icono **Save** que se encuentra en la barra de herramientas, elegir la opción **Export to ESRI shapefile**, los datos ahora son compatibles con **Arc View**.
10. Después de activar el icono **Save**, se selecciona la opción **Export to Google Earth**, ahora los datos también son compatibles con este programa y pueden ser visualizados de una forma menos abstracta.

V. Ejemplo práctico para la aplicación del programa Arc View 3.2.

1. Generalidades.

Con la finalidad de poner en práctica los conocimientos básicos adquiridos acerca de los Sistemas de Información Geográfica a través del uso del programa computacional Arc View 3.2, se ha desarrollado un ejercicio práctico simulando los eventos sucedidos durante la introducción y erradicación de la Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos (EHVC) en México de 1989 a 1992. El ejercicio consta de dos etapas; la primera etapa se aborda el tema de introducción y establecimiento de la enfermedad, mientras que en la segunda etapa, se manejan las medidas de intervención para el control y erradicación de la EHVC.

La cunicultura es una actividad que ha logrado un gran desarrollo en los países europeos y asiáticos, mientras que en México apenas se comienza a ser una actividad pecuaria de relevancia. En el país, comenzó su desarrollo a partir de los años setentas, época en la que el gobierno impulsó su desarrollo a través de los programas de fomento a la cunicultura con base en paquetes familiares y promoción para el establecimiento de granjas tecnificadas y semi-tecnificadas (18). Gracias a este tipo de programas se estimó que para el año 1972 se contaba con una población de conejos aproximada de 113,452 para 1980 la población se encontraba entre 1,319,058 y posteriormente para 1983, la población había sufrido un decremento estimado de un total de 1,158,625 animales. Para 1988, se estimó un aproximado de 1,500,000 conejos vivos en el país, tras haber erradicado la enfermedad de la EHVC, se observó que el número de conejos era mucho mayor al estimado (19).

La producción de conejo en México ha afrontado diferentes problemas para su desarrollo, entre ellos, una falta de cultura en el consumo, un pobre mejoramiento genético, bajo nivel nutricional, poca tecnificación y problemas para su comercialización por falta de asociaciones de cunicultores, a este tipo de adversidades también se le suma el riesgo constante de la introducción de alguna enfermedad de tipo exótico.

La EHVC es una enfermedad aguda, fatal y muy contagiosa del conejo europeo (*Oryctolagus cuniculis*), causada por un calicivirus. Una enfermedad similar denominada síndrome de la liebre parda europea (SLPE) se ha descrito en la liebre europea (*Lepus europaeus*), aunque el agente etiológico es un calicivirus diferente, relacionado desde el punto de vista antigénico con el virus de la EHVC. La EHVC se caracteriza por una alta morbilidad y una alta mortalidad de entre 40 y 90%, se propaga de manera muy rápida mediante transmisión directa e indirecta. La infección puede producirse por vía nasal, conjuntival u oral. La transmisión es facilitada por la elevada estabilidad del virus en el medio exterior. El periodo de incubación varía de 1 a 3 días y la muerte sobreviene de 12 a 36 horas después de la presentación de la fiebre. Las manifestaciones clínicas se han descrito sobre todo en la infección aguda (signos nerviosos y respiratorios, apatía y anorexia), aparecen lesiones patológicas específicas y claras tanto microscópicas como macroscópicas, existe una necrosis hepática primaria y una coagulopatía intravascular diseminada de forma masiva en todos los órganos y tejidos, las lesiones más severas están presentes en el hígado, la tráquea y los pulmones. En casi todos los órganos, son evidentes las hemorragias petequiales, las cuales están acompañadas de una escasa coagulación (20,21).

El virus de la EHVC es muy estable y resistente al medio exterior; la infectividad vírica no se reduce por tratamiento con éter o cloroformo y tripsina, por exposición a pH de 3.0 o calentamiento de 50°C durante una hora. El virus sobrevive al menos 225 días en una suspensión orgánica mantenida a 4°C, como mínimo 105 días desecado sobre tejido a temperatura ambiente, y al menos 2 días a 60°C, tanto en suspensión orgánica como en estado desecado. Asimismo mantiene su capacidad infectiva a bajas temperaturas y es bastante estable durante los procesos de congelación y descongelación (20). Cada una de estas características le brinda al virus de la EHVC, la capacidad de recorrer grandes distancias a través de canales o subproductos del conejo contaminados.

2. Primera etapa. Introducción y establecimiento de la enfermedad.

En esta parte del ejercicio se identifica la ruta en la que la enfermedad se introdujo al territorio nacional a través del producto contaminado, la diseminación de la enfermedad, la presentación de los primeros casos y el diagnóstico de la enfermedad. El desarrollo de esta etapa incluye las siguientes variables:

- Lugar de origen y procedencia de las canales contaminadas.
- Fecha de ingreso de las toneladas de carne de conejo por entidad federativa-municipio.
- Fecha de comercialización de las toneladas de carne de conejo por entidad federativa-municipio.
- Fecha de aparición de la EHVC por entidad federativa-municipio.
- Fecha de notificación de la EHVC en México.

- **Lugar de origen y procedencia de las canales infectadas.**

La EHVC fue descrita por primera vez en China, en el verano de 1984 en las provincias de Jiangsu y Beijing. Para 1987, la enfermedad comenzó a difundirse por Europa, en 1988, Suiza detectó un brote de esta enfermedad, y para octubre del mismo año se informó la aparición de la EHVC en Rusia, Rumania, Polonia, Hungría y Alemania; meses después fue detectada en Francia, Italia, y Portugal (19), como se muestra en la figura 4.1.

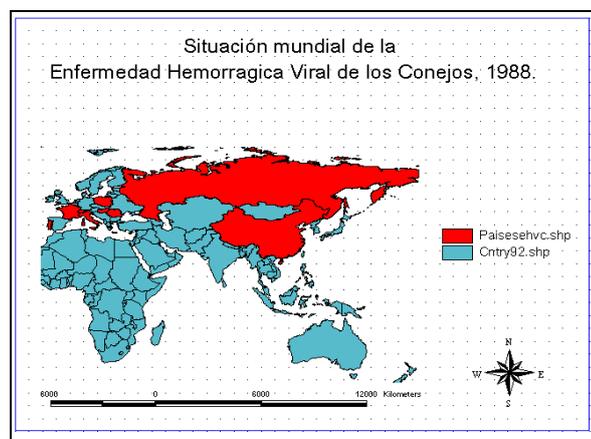


Figura 4.1 Países afectados con el virus de la EHVC en 1988.

A principios del año 1988, México se encontraba como país libre de esta enfermedad, para diciembre del mismo año, el virus causante de la EHVC entró a territorio nacional debido a una falla en la inspección en la aduana en Nuevo Laredo (19).

Después de realizar numerosas investigaciones, revisiones documentales y múltiples entrevistas a las personas afectadas, fue posible determinar la secuencia cronológica de eventos que determinaron la introducción y diseminación de la enfermedad en el país:

- **19 de noviembre de 1988.** Introducción de canales de conejo provenientes de la Republica Popular China, a través de un embarque vía los Estados Unidos de

América, e incorporados por una falla en el control zoonosanitario en la aduana de Nuevo Laredo, Tamaulipas. Fig. 4.2

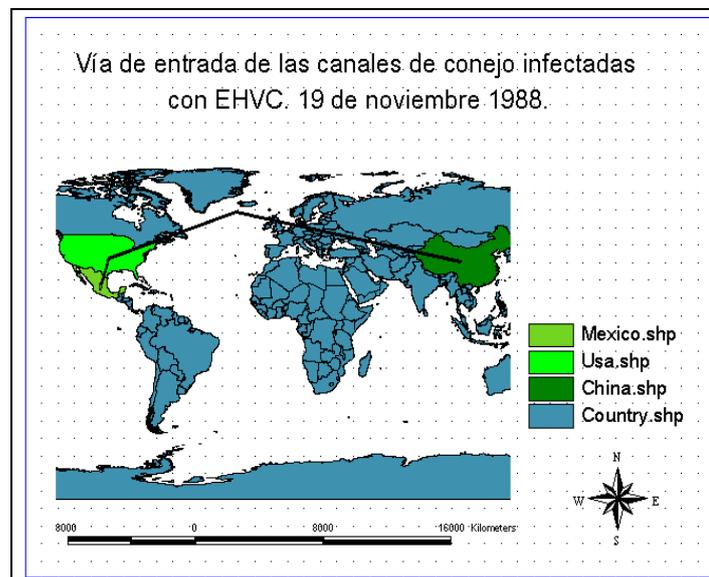


Figura 4.2 Mapa donde se muestra la ruta de acceso a través del cual el virus de la EHVC fue introducido al país.

- **23 de noviembre de 1988.** Distribución de las canales de conejo a las bodegas de acopio de una empresa de autoservicio, ubicada en el municipio de Cuautitlan, Estado de México.
- **6 de diciembre de 1988.** Entrada de un empleado de la granja de conejos “El Marfil” ubicada en Actopan, Hidalgo, a las bodegas de acopio, en este lugar dicha persona tiene contacto con las canales contaminadas provenientes de China. El empleado sirve como vehículo transportando el virus a la granja “El Marfil”.
- **10 de diciembre de 1988.** La granja “El Marfil” es visitada por un acopiador de conejos de desecho, quien también sirve como diseminador.
- **12 de diciembre de 1988.** Presentación de muertes masivas de conejos en la granja “El Marfil”.

- **13 de diciembre de 1988.** Visita del acopiador a la unidad de producción cunicola de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán (FES-C), estado de México.
- **18 de diciembre de 1988.** Presentación de muertes masivas en la unidad de producción FES-C.
- **Enero de 1989.** Diseminación de la enfermedad mediante la venta de animales portadores del virus, personas y alimento que funcionaron como vehículo de la EHVC, en el Estado de México, afectando a los municipios de Ecatepéc, Tepotzotlán Acólman y Chalco, en el estado de Hidalgo afectando principalmente al municipio de Mixquiahuala y el estado de Michoacán en el municipio de Uruápan y las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal (25, 26, 27, 28, 29).

De acuerdo a los eventos cronológicos que determinaron la introducción de la EHVC en territorio nacional, se debe realizar un mapa donde se muestran los posibles factores de riesgo que contribuyeron a la aparición y establecimiento de la enfermedad, para ello se deben hacer las siguientes operaciones:

- 1- Abrir el programa Arc View 3.2.
- 2- En la ventana de proyecto, agregar el tema **states.shp**.
- 3- Agregar al proyecto el tema **municipios de México.shp**.
- 4- Abrir la tabla de atributos del tema municipios de México.shp, con la ayuda del botón **open theme table** 
- 5- En la tabla de atributos del tema municipios de México.shp, se procede a realizar la búsqueda de cada uno de los municipios con presencia de la

enfermedad en una primera instancia: Nuevo Laredo, Cuautitlán, Actópan, Ecatepec, Tepotzotlán, Acólmán, Chalco, Mixquiahuala, Uruápan, Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuajimalpa, Cuauhtemoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Venustiano Carranza, y Xochimilco. Para realizar la búsqueda, cada uno de los nombres debe ser escrito sin acentos y de la misma forma en la que se encuentran en la base de datos.

- 6- Al activar la herramienta **Find**  se abrirá un cuadro de diálogo donde se escribe el nombre del tema que se desea encontrar. Escribir el nombre del tema “Nuevo Laredo”. Fig. 4.3

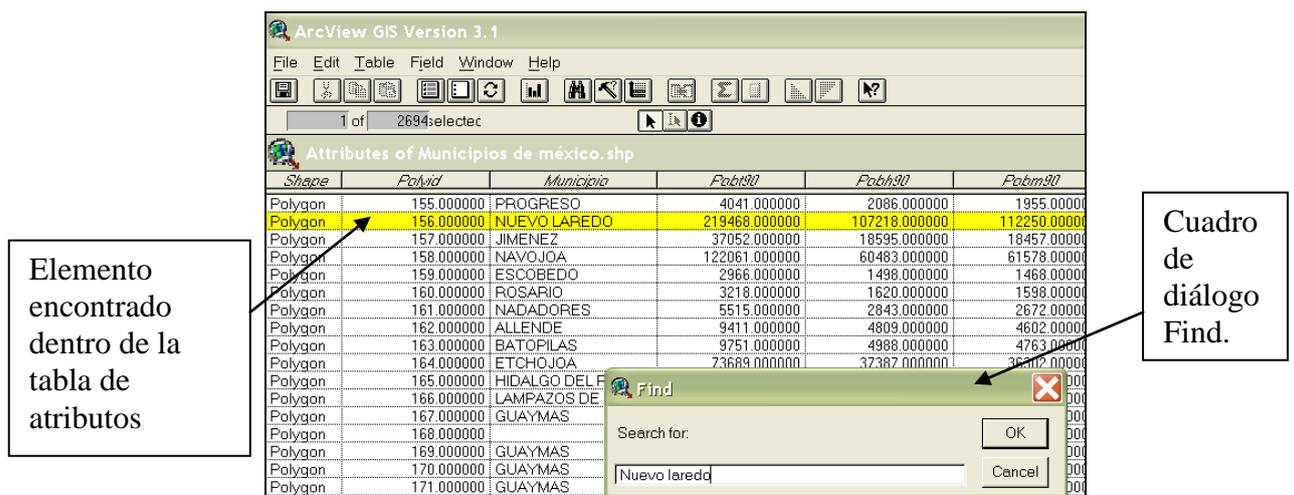


Figura 4.3 Dentro del cuadro de diálogo Find, se realiza la búsqueda del elemento deseado, cuando este es ubicado dentro de la tabla se observa remarcado en color amarillo

- 7- La herramienta **Promote**,  colocará el elemento encontrado en la parte superior de la tabla de atributos, de esta forma se continúa con la búsqueda de los temas restantes, y se conoce la ubicación del tema

anterior. Realizar la misma operación para cada uno de los municipios citados en el paso cinco.

- 8- Una vez que todos los elementos de la búsqueda se encuentran en la parte superior de la tabla de atributos, se procede a su conversión en un nuevo tema shape, esta acción facilitará la consulta de datos. Cada uno de los elementos debe encontrarse remarcado, para seleccionar más de un elemento a la vez, presionar la tecla **shift** y con las ayuda del puntero seleccionarlas. Una vez que resalten en color amarillo, se debe regresar a la ventana de proyecto, donde se elige el menú **Theme**, para posteriormente seleccionar la opción **Convert to shape file**, esta opción despliega un cuadro de diálogo donde se asigna el nombre que el nuevo tema **shape** llevará, en este caso el tema será nombrado como “municipios-infec” y guardado en una ubicación conocida del equipo.

Fig. 4.4

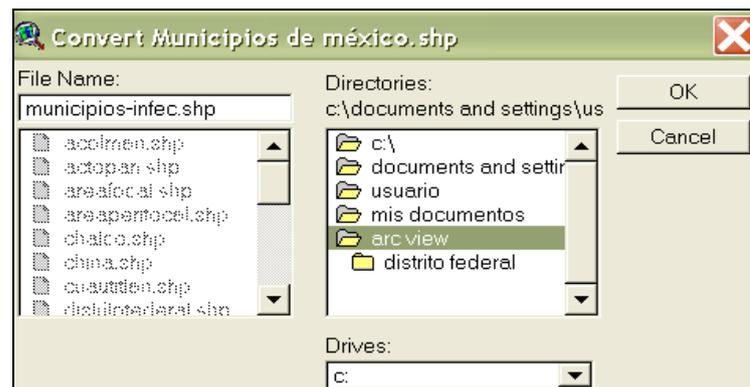


Figura 4.4 Cuadro de diálogo Convert, donde se especifica el nombre y la ubicación del nuevo tema shape.

- 9- Una vez que el nuevo tema **shape** ha sido almacenado, aparecerá una ventana donde se encuentra la opción de agregar el nuevo tema **shape** a la vista, al elegir la opción **yes**, el nuevo tema será parte del proyecto.

Para continuar, el tema **states.shp** será utilizado como mapa base, utilizando la aplicación **Graduated color** con el atributo “pob-cuni” que se refiere a la población de conejos en el país, el tema “municipios-infec se encontrará en sobre-posición a este tema. Fig. 4.5



Figura 4.5 Orden de los temas en la vista.

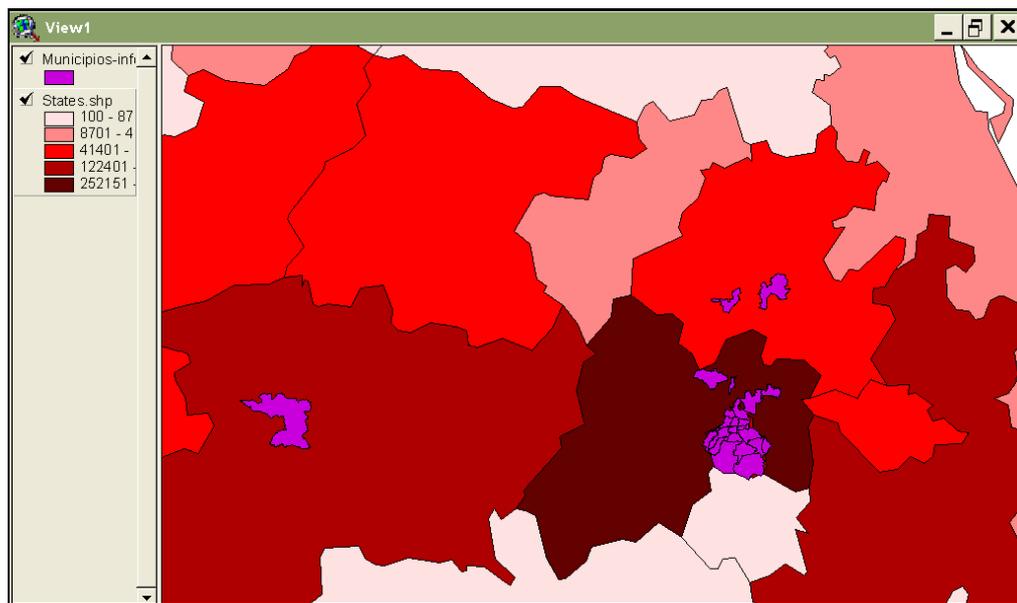


Figura 4.6 Los estados con mayor número de animales, favorecieron la aparición de la EHVC en México.

10-Las dieciséis delegaciones políticas y los municipios de Ecatepéc y Acolman del Estado de México, guardan una relación de proximidad, lo que indica que el virus pudo haberse propagado fácilmente entre estas entidades a través de diferentes caminos (Fig. 4.6), sin embargo los

municipios de Tepetzotlán, Cuautitlan, Mixquiahuala, Actopan y Uruapan, no se encuentran en cercanía por lo que la enfermedad debió propagarse de forma diferente a estas entidades.

11- Para continuar, se debe agregar a la vista el tema **roads.shp**, una vez que el tema ha sido agregado y activado en el proyecto se observa que existen varios caminos federales que une directamente el Distrito Federal con los municipios de Uruapan, Tepetzotlán, y Mixquiahuala, lo que determina la posible ruta de diseminación de la enfermedad, sin embargo el municipio de Cuautitlan aún no tiene una relación espacial con las demás entidades. Fig. 4.7

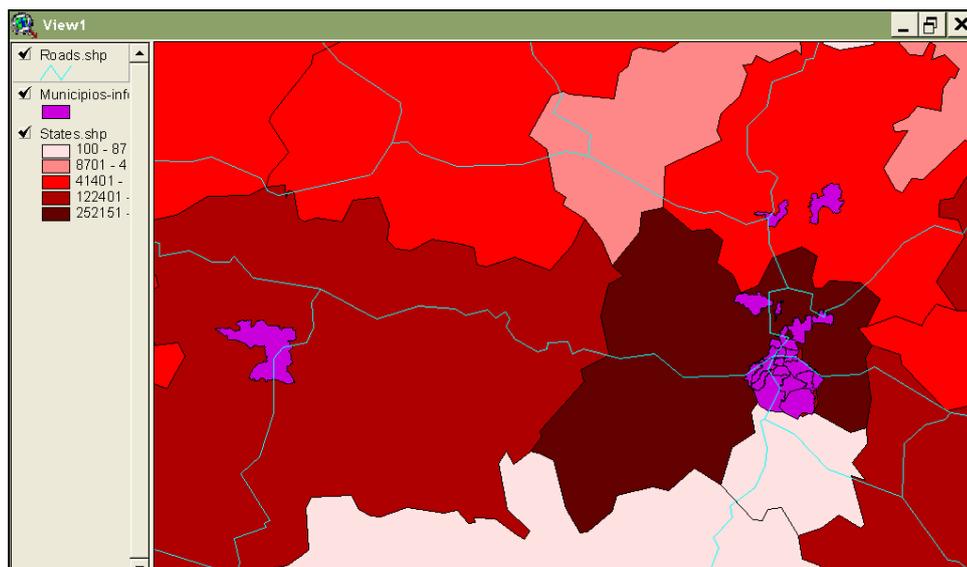


Figura 4.7 El análisis espacial de redes indica la posible vía de diseminación que tuvo la EHVC.

12- Convertir el municipio Cuautitlan en un nuevo tema shape y posteriormente agregarlo a la vista, como se describió anteriormente.

13- Una vez que el tema Cuautitlan ha sido agregado a la vista se procede a la construcción de un buffer, con lo que se determinará el área de

influencia que el municipio tuvo durante el evento. Seleccionar el menú **Theme** y posteriormente la opción **Create buffers**.

14- La opción anterior abrirá una ventana donde se especifica el tema o temas sobre los cuales se va a trabajar, para este ejercicio se debe seleccionar el tema Cuautitlán, una vez elegido el tema seleccione la opción **next**. Fig. 4.8

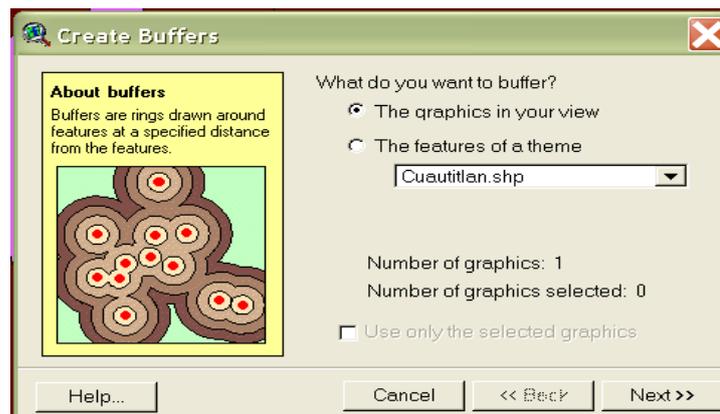


Figura 4.8 Ventana Create buffers, donde se definen las propiedades del mismo.

15- En la siguiente ventana se definen el tamaño de los diámetros, el número de diámetros y las unidades en los que estos serán construidos. Activar la opción **As multiple rings**, en la opción **number of rings** se designará con el número 3, mientras que en la opción **distance between rings** se elegirá el número 1. Las unidades de medición serán en Kilómetros, una vez que las especificaciones han sido terminadas, seleccionar la opción **next**. Fig. 4.9

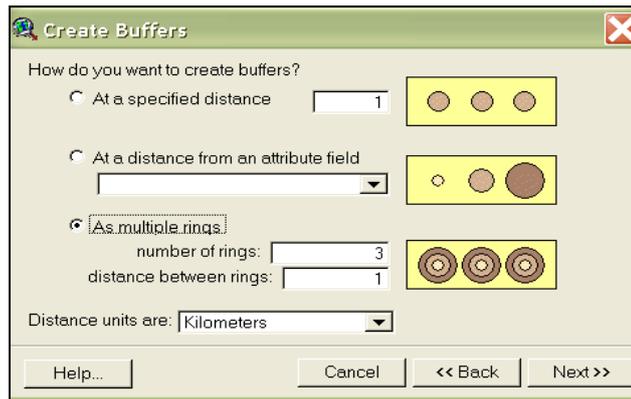


Figura 4.9 Ventana de propiedades del Buffer.

16- En la siguiente ventana se designa las propiedades de los diámetros en la vista, esto se refiere a las líneas entre **buffers** y la forma en las que estas se verán en el proyecto, en este caso se elegirá la opción **yes**. Una vez que todas las propiedades han sido designadas se activa la opción **finish**.

Fig. 4.10

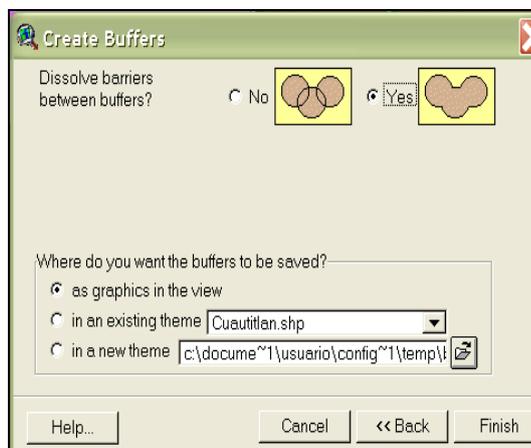


Figura 4.10 Propiedades de las barreras o líneas entre buffers.

17- El programa calcula el número de vértices que requiere cada diámetro, una vez terminada esta acción aparecerá sobre la vista las diferentes zonas de influencia por donde la enfermedad pudo haberse distribuido. De esta forma, también se puede determinar que otros municipios

podieron haber presentado la enfermedad en la etapa de introducción.

Fig. 4.11



Figura 4.11 Los diámetros alrededor del municipio de Cuautitlán pueden ayudar a determinar que otras entidades padecieron la enfermedad en una primera instancia.

- Fecha de notificación de la EHVC en México.

El 22 de enero de 1989, la Comisión México Estados Unidos para la Prevención de la Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas de los Animales (CPA) recibió el reporte de una enfermedad de alta mortalidad en conejos en el municipio de Ecatepec, Estado de México. La CPA procedió con una investigación rutinaria al sospechar de la introducción de alguna enfermedad de tipo exótico. (19)

En febrero de 1989, la CPA determinó que el agente etiológico se había movilizó a través de animales enfermos, pasturas y personas, extendiéndose a los estados aledaños. El martes 21 de febrero de 1989, se publica en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el cual se declara la presencia en territorio nacional de una Enfermedad

Hemorrágica en Conejos de tipo exótico, motivo por el cual se pone en operación el Sistema Nacional de Emergencia en Salud Animal (SINESA) (30).

3. Segunda etapa. Establecimiento de medidas de intervención.

A) Avance de la enfermedad por territorio nacional.

Para determinar los programas de intervención necesarios para el control y erradicación de una enfermedad, es necesario conocer y describir la presentación de la enfermedad sobre la población afectada. Las siguientes variables muestran un panorama dinámico de la EHVC en su etapa de introducción.

- Conejos vivos por entidad federativa antes del brote inicial.

Debido a la ausencia de una asociación de cunicultores y de una legislación adecuada, las unidades de producción son desconocidas al igual que el total de animales en el territorio nacional. Para la realización del ejercicio se utilizaron los siguientes datos, los cuales han sido obtenidos a través de una estimación, tomando como base la información perteneciente a Extrona México (18).

Cuadro 1.
Población de conejos en México por entidad federativa.
1988

Estado	Numero de conejos	Estado	Numero de conejos.
Edo. México.	3,984,00	Guerrero.	5,850
Michoacán.	2,52,150	Nuevo León.	5,700
Distrito Federal.	1,88,400	Chihuahua.	2,700
Puebla.	181,950	Nayarit.	2,100
Hidalgo.	122,400	Morelos.	450
Guanajuato.	84,600	Zacatecas.	150
Jalisco.	83,400	Baja California N.	100
Tlaxcala.	56,100	Baja California S.	100
Coahuila.	41,400	Campeche	100
Colima.	22,050	Quintana Roo.	100
Veracruz.	13,350	Tabasco	100
Aguascalientes.	12,300	Chiapas	100
Querétaro.	11,700	Sonora	100
Yucatán.	11,100	Durango	100
Sinaloa.	8,700	San Luís Potosí	100
Oaxaca.	6,600	Tamaulipas	100

Con los datos del cuadro 1, se procede a la elaboración de un mapa temático donde se muestra la población de conejos por estado en el año 1988. Para la construcción del mapa se deben realizar las siguientes operaciones.

- 1- Abrir el programa Arc View 3.2.
- 2- En la ventana de proyecto agregar el tema **states.shp**.
- 3- Seleccionar el icono Tables , este icono abre la ventana de atributos del tema **states.shp**
- 4- Para editar la tabla de atributos del tema, se debe seleccionar el menú **Table** y posteriormente elegir la opción **Start Editing**, al accionar esta opción los atributos del tema pueden ser modificados.
- 5- En la edición a realizar se agregará una nueva columna que almacenará los datos de la variable población de léporidos por entidad federativa. Seleccionar el menú **Edit** y posteriormente seleccionar la opción **Add**

Field, esta operación abrirá un cuadro de diálogo nombrado **Field Definition**, donde se determinará el identificador de la nueva columna, el tipo de datos que esta contendrá y la cantidad de dígitos que se almacenarán en él, al igual que la cantidad de números decimales que se manejarán. El identificador único no puede tener más de ocho caracteres, es por ello que debe de ser claro y específico con respecto a la información de este, para este ejemplo, la nueva columna se identificará como “Pob-cuni”, el tipo de datos será numérico, se utilizarán seis dígitos y no se requieren números decimales. Fig. 4.12

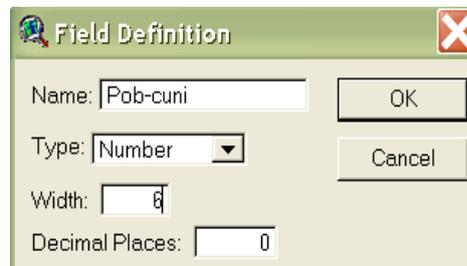


Figura 4.12 Cuadro de diálogo Field Definition.

- 6- El nuevo campo de información aparecerá en la tabla de atributos del tema **states.shp**, para continuar con la edición se utiliza la herramienta **Edit**  que permite la incorporación de los datos en el nuevo campo o la modificación de algún atributo, las casillas de esta columna tendrán los datos del cuadro 1.
- 7- Al terminar de pasar los datos a la nueva columna, elegir el menú **Table** y posteriormente la opción **Stop editing**, esta opción abre una ventana de confirmación donde se presenta la opción **save editing**, elegir la opción **yes**, almacenará los cambios realizados en la tabla de atributos y los convertirá en parte del tema.

- 8- Una vez terminada la edición regresar a la ventana de proyecto. Con ayuda del puntero, presionar dos veces sobre el nombre del tema con el botón izquierdo del ratón, que abrirá la ventana **Legend editor**. Fig. 4.13

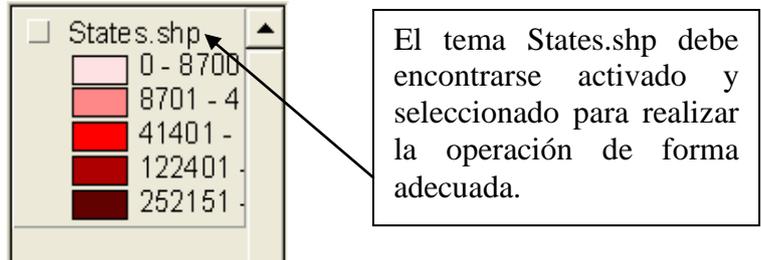


Figura 4.13 Tema States.

- 9- La ventana **Legend editor** permite modificar la apariencia del tema de acuerdo al atributo de interés. En la casilla **Theme** debe encontrarse seleccionado el tema **states.shp**, en la casilla **Legend type** se tomará la opción **Graduated color**, de esta forma se observará la mayor densidad de animales por estado. En la casilla nombrada como **Classification Field**, se elige el atributo “Pob-cuni”, mientras que las demas casillas permanecen sin modificación. A continuación se elige la opción **Apply**.

Fig. 4.14

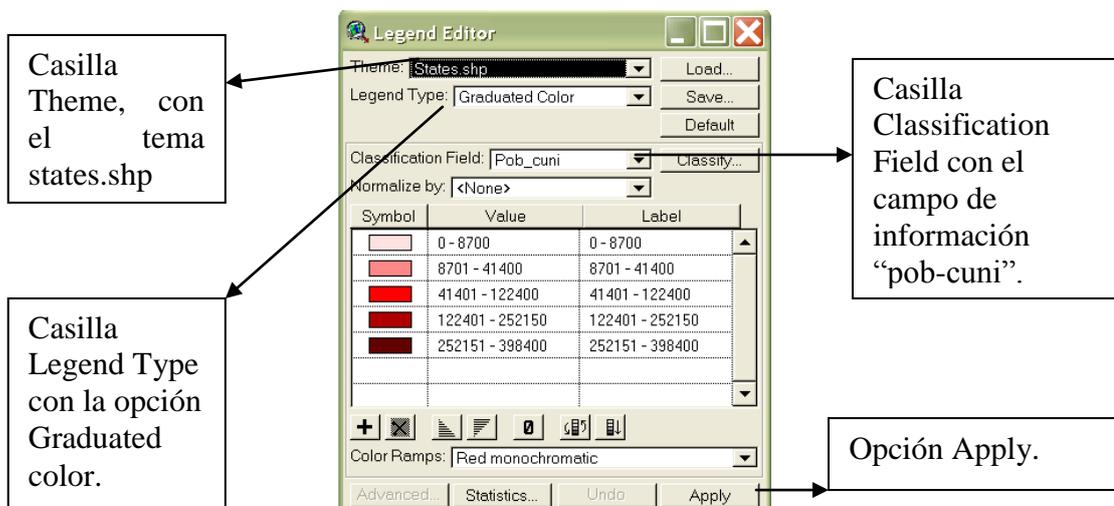


Figura 4.14 Ventana Legend Editor.

El mapa temático muestra las entidades federativas que tienen una mayor actividad de producción y posiblemente de comercialización de carne y subproductos de conejo. Fig. 4.15

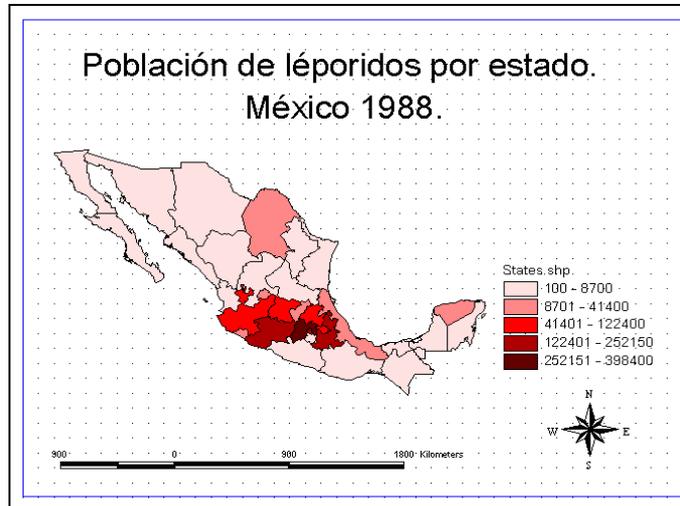


Figura 4.15 Mapa temático de la población de conejos por entidad federativa.

- Conejos expuestos.

El número de animales expuestos, en una primera instancia, corresponde a los animales de la granja “El marfil”. Por ejemplo; la unidad de producción cuenta con 660 animales, los cuales se encuentran divididos en tres áreas de engorda y un área de maternidad. Cada engorda tiene 200 animales, mientras que el área de maternidad cuenta con 50 hembras reproductoras y 10 machos. Dos áreas de engordas son atendidas por un trabajador, el cual también se encarga de la distribución de las canales, y estuvo en contacto con las canales contaminadas importadas de China, los animales atendidos por este individuo, son animales expuestos al virus. Con la información anterior se tienen los siguientes datos.

Cuadro 2. Número de animales expuestos en la unidad de producción el marfil.			
Fecha.	Número de animales.		
	Expuestos.	Enfermos.	Muertos.
06-Dic-89	400	0	0
07-Dic-89	400	0	0
08-Dic-89	400	0	0
09-Dic-89	380	20	0
10-Dic-89	340	40	20
11-Dic-89	100	340	40
12-Dic-89	0	0	340
Total.	-	400	400

Los datos del cuadro 2 servirán para el cálculo de las tasas que describen la presentación de la enfermedad.

B) Diagnóstico de la enfermedad.

- Toma de muestras.

Como parte fundamental de las medidas de intervención para el control y erradicación de una enfermedad exótica, es necesario lograr un rápido diagnóstico a través de las pruebas de laboratorio pertinentes para de esta manera implementar oportunamente las medidas de intervención.

El reporte inicial acerca de una enfermedad de tipo exótico que provocaba hemorragias severas en conejos afectando a una gran parte de la población y con una tasa de mortalidad elevada, tuvo lugar en el municipio de Ecatepec, Estado de México, el 22 de enero de 1989; como un procedimiento rutinario, la CPA procedió con la instrumentación de investigaciones de campo, con la finalidad de detectar la presencia

de un agente etiológico de tipo desconocido para la región, conforme se realizó la investigación, se encontró que varios laboratorios de la zona, dedicados al diagnóstico animal, habían recibido muestras de diversas unidades de producción cunícola, donde se habían presentado como signos hemorragias severas y muertes masivas (19).

Para el diagnóstico de la enfermedad se analizaron muestras de algunas unidades de producción ubicadas en los municipios de Ecatepec, Cuautitlán y Acólmán, pertenecientes al Estado de México y de las delegaciones políticas Xochimilco, Tláhuac y Gustavo A. Madero pertenecientes al Distrito Federal.

Cuadro 3.					
Muestras (*) enviadas y analizadas por los laboratorios de la CPA para el diagnóstico (**) de la EHVC. Enero-febrero 1989.					
Estado de México.	22 de enero.	29 de enero.	5 de febrero.	12 de febrero.	19 de febrero.
Ecatepec.	10	23	38	50	101
Cuautitlán.	0	18	26	43	98
Acólmán.	0	11	30	46	62
Distrito Federal.					
Xochimilco	0	0	18	33	87
Tláhuac	0	0	12	28	93
Gustavo A. Madero.	0	0	10	17	52

* Hígado y bazo infectado de conejo.

** Prueba de hemoaglutinación.

Elaborar un mapa de las áreas de influencia geográfica, con los municipios del cuadro 3. Las áreas de influencia, refieren, los elementos que se encuentran en interacción dentro de un mapa.

1- Abrir el programa Arc View 3.2

2- Cargar el tema **Municipios de México.shp**

- 3- Realizar la búsqueda de los elementos Ecatepec, Cuautitlan, Acolman, Xochimilco, Tláhuac, y Gustavo A. Madero.
- 4- Transformar cada uno de los elementos, por separado en archivos tipo shape.
- 5- Cargar a la vista los temas **Ecatepec.shp**, **Cuautitlan.shp**, **Acolman.shp**, **Xochimilco.shp**, **Tláhuac.shp** y **Gustavo A. Madero.shp**
- 6- Crear un buffer de tres diámetros a cada uno de los temas citados en el paso cinco. Fig. 4.16

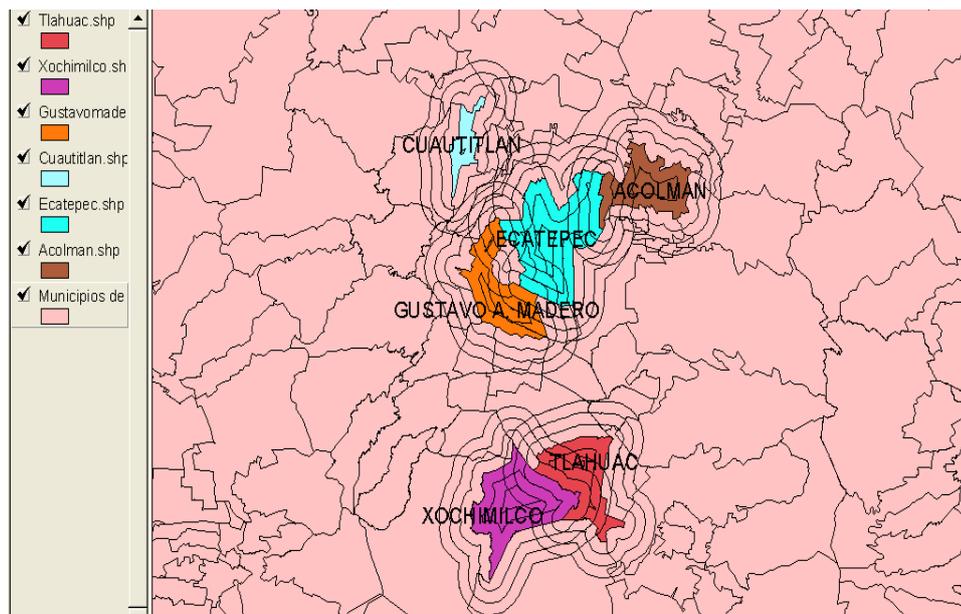


Figura 4.16 Creación de buffers en los municipios en donde se realizó el reporte acerca de una enfermedad de tipo exótico.

Los municipios que se encuentran bajo la zona de los diámetros formados a través de los buffers son lugares que se encuentran en mayor probabilidad de padecer la enfermedad, es por ello que las investigaciones y pruebas de laboratorio deberán realizarse en estos lugares aún cuando no se hayan reportado casos de la enfermedad.

C) Monitoreo serológico.

La vigilancia epidemiológica es un proceso regular y continuo de observación e investigación de las principales características y componentes de la morbilidad y mortalidad de una población animal (19). Como parte fundamental en la planeación ejecución y evaluación de las medidas de control, se debe tomar en cuenta una vigilancia activa que detecte nuevos brotes de la enfermedad, esta actividad se lleva a cabo mediante la elaboración de encuestas epidemiológicas, y de la investigación e interpretación de los resultados de laboratorio.

El monitoreo serológico se realizó con la finalidad de detectar nuevos brotes de la enfermedad y las unidades de producción que ya padecían los efectos del virus. De esta forma se lograría el control en la movilización y comercialización de los productos y subproductos del conejo. Durante la campaña contra la EHVC, se emplearon 3 técnicas para el diagnóstico en el laboratorio de la CPA, que fueron: Hemoaglutinación e inmunofluorescencia directa, para la demostración del virus, e inhibición de la hemoaglutinación indirecta, para la detección de anticuerpos (19). Las medidas contra-epidemiológicas, se basaron en la atención inmediata de cualquier reporte sospechoso que indicara la presencia del agente viral, en el control de la comercialización de los productos del conejo a través de la inspección de rutas pecuarias y certificación de animales libres, así como también la inspección en rastros, los cuales debían cumplir con la documentación oficial para garantizar la inocuidad del producto.

Las investigaciones realizadas durante la campaña contra la EHVC correspondieron desde marzo de 1989 hasta enero de 1993, fecha en la que se determinó al país libre de la enfermedad. En el cuadro 4 se presentan los datos correspondientes al número de

investigaciones serológicas en las diferentes entidades federativas afectadas por la presencia del virus; los datos se presentan por año para un manejo resumido de la información.

Durante el primer trimestre de 1989, y de acuerdo a las investigaciones epidemiológicas realizadas, se pudo determinar que solo los estados de Hidalgo, México y Distrito Federal, tenían la presencia de la EHVC dentro de su territorio, para el segundo trimestre del mismo año, los estados de Morelos, San Luís Potosí, Puebla, Michoacán, Tlaxcala, Querétaro, Jalisco y Guanajuato comenzaron a presentar casos, entre los meses de julio y septiembre de 1989, los estados de Veracruz y Guerrero también se vieron afectados, y para el último trimestre del año se presentaron casos de la enfermedad en los estados de Coahuila y Nuevo León, afectando así a quince estados de la República Mexicana y llegando a su máxima extensión.

Cuadro 4.
Monitoreo serológico realizado en las Entidades Federativas con presencia de la EHVC
durante la campaña de erradicación.
1989-1992.

Entidad federativa.	Años							
	1989		1990		1991		1992	
	Número	Porcentaje(%)	Número.	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)
Hidalgo.	1,889	8.17	888	13.54	543	11.22	61	6.36
Edo. Méx.	5,908	25.57	1,598	24.37	1,831	37.83	142	14.80
Morelos.	12	0.05	4	0.06	0	0	0	0
San Luís.	1,451	6.28	206	3.14	0	0	0	0
Puebla.	2,806	12.14	656	10.00	0	0	0	0
Michoacán.	3,887	16.82	907	13.83	0	0	0	0
Tlaxcala.	868	3.75	206	3.14	0	0	0	0
D.F.	2,905	12.57	1,179	17.98	2,465	50.94	756	78.83
Querétaro.	184	0.79	46	0.70	0	0	0	0
Jalisco.	1,288	5.57	303	4.62	0	0	0	0
Guanajuato.	1,308	5.66	307	4.68	0	0	0	0
Veracruz.	173	0.74	52	0.79	0	0	0	0
Guerrero.	78	0.33	26	0.39	0	0	0	0
Coahuila.	301	1.30	153	2.33	0	0	0	0
Nuevo León.	43	0.18	25	0.38	0	0	0	0
Total.	23,101	100	6,556	100	4,839	100	959	100

Fuente: Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.).

Elaborar un mapa con las entidades mostradas en el cuadro 4, realizando las siguientes operaciones:

- 1- Abrir el programa Arc View 3.2.
- 2- Cargar el tema **states.shp** a la vista.
- 3- Realizar un nuevo tema shape con los estados incluidos en el cuadro 4 y nombrado como **estados-EHVC**, incluir el tema en la vista.
- 4- Abrir la tabla de atributos del tema estados-EHVC y crear una columna nombrada como M.S-89, que refiere al monitoreo serológico realizado durante el año de 1989. Realizar la misma operación hasta el año de 1992.

- 5- Abrir la ventana **Legend Editor** y agregar los campos correspondientes a los años en que se realizó el monitoreo, al terminar la agregación de campos seleccionar la opción **Apply**. Fig. 4.17



Figura 4.17 Especificaciones de la ventana Legend Editor.

- 6- Abrir el menú **View** y posteriormente elegir la opción **Layout**, elegir el tipo de mapa **Landscape** y presionar sobre la opción OK.
- 7- Cambiar las unidades de medición por kilómetros y colocar el título al mapa “Monitoreo serológico realizado en los estados afectados durante la campaña de erradicación de la EHVC, por año”.
- 8- Realizar un mapa temático con los datos de porcentaje, y comparar los resultados con el mapa anterior.

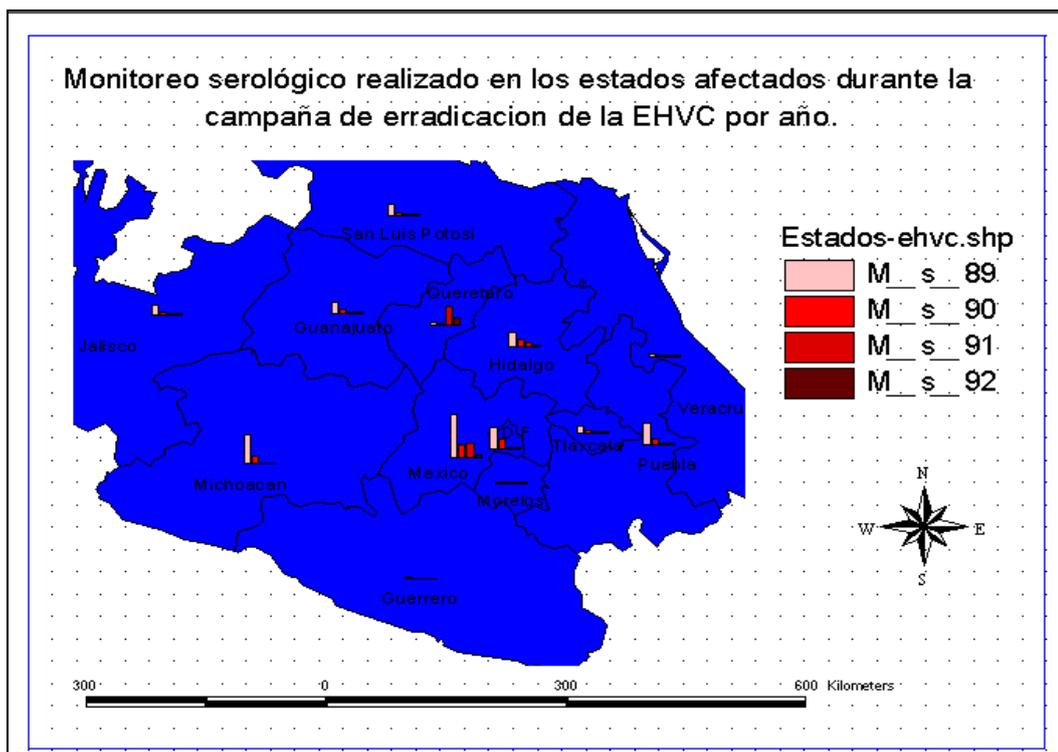


Figura 4.18 Mapa de los estados en donde se llevó a cabo la tarea de monitoreo serológico durante la campaña de erradicación de la EHVC.

- **Conejos positivos a las pruebas serológicas realizadas por Entidad Federativa.**

Los resultados de laboratorio muestran el avance obtenido debido a las campañas de control y erradicación implementadas en contra de la EHVC y la efectividad que esta tuvo en cada entidad federativa, los resultados obtenidos van desde mayo de 1989 hasta diciembre de 1992, fecha en la que se registraron los dos últimos casos de la enfermedad.

Durante la campaña de erradicación de la EHVC se observó un decremento de los casos positivos en el último trimestre de 1989; entre los meses de julio y septiembre hubo un

rebrote en varios de los estados afectados, con presentaciones de casos nuevos, en los estados de Hidalgo, México y Distrito Federal.

- 1- Realizar un mapa temático con los resultados de laboratorio por año. Los nuevos campos de información se nombraran como Res-89, que indica el año del resultado de los estudios. Fig. 4.19
- 2- Realizar un mapa temático con los datos del cuadro 5.

Cuadro 5. Animales seropositivos por entidad federativa 1989-1992.								
Entidad federativa	1989		1990		1991		1992	
	Número de animales positivos.	Porcentaje(%) de resultados positivos por estado	Número de animales positivos	Porcentaje(%) de resultados positivos por estado	Número de animales positivos	Porcentaje(%) de resultados positivos por estado	Número de animales positivos	Porcentaje(%) de resultados positivos por estado
Hidalgo.	538	28.48	80	9.00	28	5.15	0	0
Edo. Méx.	1681	28.45	88	5.50	110	6.00	0	0
Morelos.	2	16.66	0	0	0	0	0	0
San Luís.	383	26.39	1	0.48	0	0	0	0
Puebla.	800	28.51	31	4.72	0	0	0	0
Michoacán.	1108	28.50	41	4.52	0	0	0	0
Tlaxcala.	249	28.68	12	5.82	0	0	0	0
D.F.	828	28.50	97	8.22	173	7.01	30	3.960
Querétaro.	54	29.34	4	8.69	0	0	0	0
Jalisco.	368	28.57	16	5.28	0	0	0	0
Guanajuato.	374	28.59	7	2.28	0	0	0	0
Veracruz.	48	27.74	0	0	0	0	0	0
Guerrero.	22	28.20	0	0	0	0	0	0
Coahuila.	78	25.91	0	0	0	0	0	0
Nuevo León.	12	27.90	0	0	0	0	0	0
Total	6545	-	377	-	311	-	30	-

Fuente: Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.).

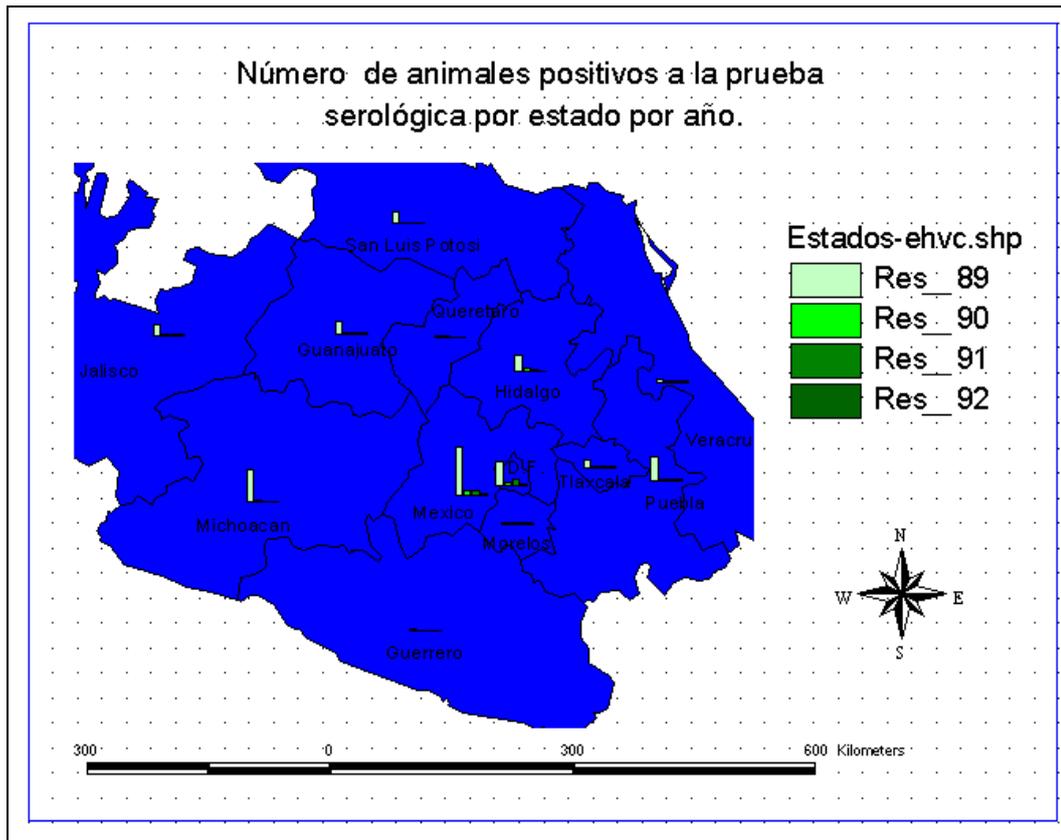


Figura 4.19 A través de los gráficos se puede inferir que la campaña de erradicación de la EHVC tuvo un gran avance del año de 1989 a 1990.

A través de este mismo procedimiento se pueden observar más de dos características para su comparación. En la figura 4.20 se muestran las graficas correspondientes al número de pruebas serológicas realizadas y los resultados positivos para el Estado de México y Distrito Federal.

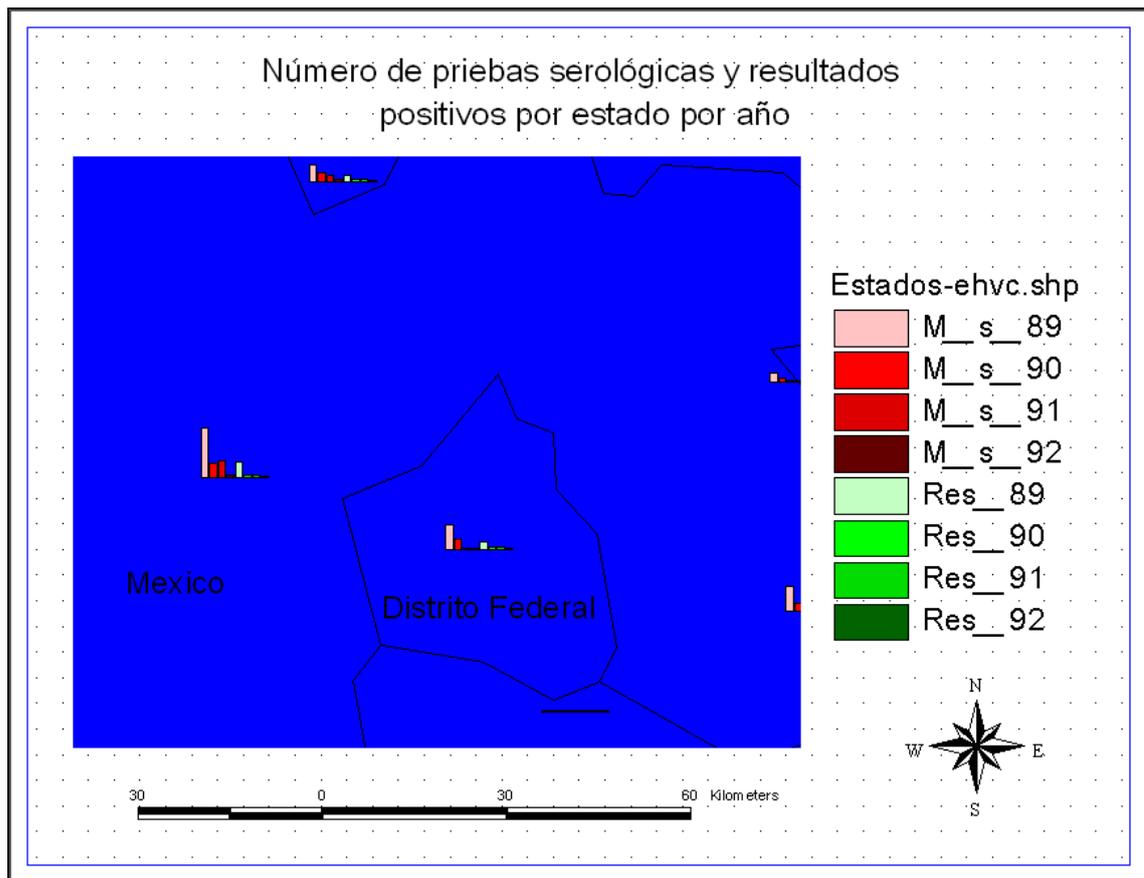


Figura 4.20 Graficas representativas del número de monitoreos serológicos y los resultados positivos de 1989 a 1990.

D) Conejos sacrificados.

El sacrificio de animales es una medida de intervención donde se excluyen a los animales infectados evitando así la difusión del agente patógeno, tanto en los huéspedes como en el ambiente, esta debe de estar complementada con acciones como la desinfección de las unidades de producción. En las operaciones de sacrificio, es necesario eliminar a todos los enfermos y a los animales que estuvieron en contacto con los casos, para asegurar la eliminación de los agentes patógenos. (19)

En el caso de la EHVC, los cadáveres de los conejos que fueron sacrificados, se les incineró o en su defecto se les colocó en fosas con cal, a una profundidad adecuada para

evitar que los depredadores y carroñeros vuelvan a difundir la enfermedad, de esta manera se garantiza la destrucción del virus. (19)

Las acciones de sacrificio fueron llevadas a cabo desde el momento en que la EHVC se declaró presente en México.

Cuadro 6.								
Animales sacrificados por Entidad Federativa durante la campaña de erradicación de la EHVC. 1989-1992.								
Entidad federativa.	Años							
	1989		1990		1991		1992	
	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)
Hidalgo.	9,222	8.16	640	8.15	29	7.81	3	6.52
Edo. Méx.	28,886	25.56	2,004	25.52	90	24.25	13	28.26
Morelos.	35	0.03	1	0.01	0	0	0	0
San Luís.	3,477	3.07	445	5.66	40	10.78	9	19.56
Puebla.	13,706	12.12	950	12.10	43	11.59	4	8.69
Michoacán.	16,929	14.98	1,317	16.77	61	16.44	5	10.86
Tlaxcala.	3595	3.18	292	3.71	13	3.50	0	0
D.F.	29,119	25.76	983	12.52	44	11.85	10	21.73
Querétaro.	829	0.73	60	0.76	1	0.26	0	0
Jalisco.	5,921	5.23	379	4.82	20	5.39	1	2.17
Guanajuato.	1,289	1.14	441	5.61	20	5.39	1	2.17
Veracruz.	0	0	67	0.85	1	0.26	0	0
Guerrero.	0	0	29	0.36	0	0	0	0
Coahuila.	0	0	215	2.73	9	2.42	0	0
Nuevo León.	0	0	27	0.34	0	0	0	0
Total.	113,008	100	7,850	100	371	100	46	100

Fuente: Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.).

Realizar un mapa temático con los datos de los animales sacrificados por año. Los nuevos campos de información se identificarán como Sac-89, que indica el año de los sacrificios. Fig. 4.21

- 1- Realizar un mapa temático con los datos del cuadro 6.

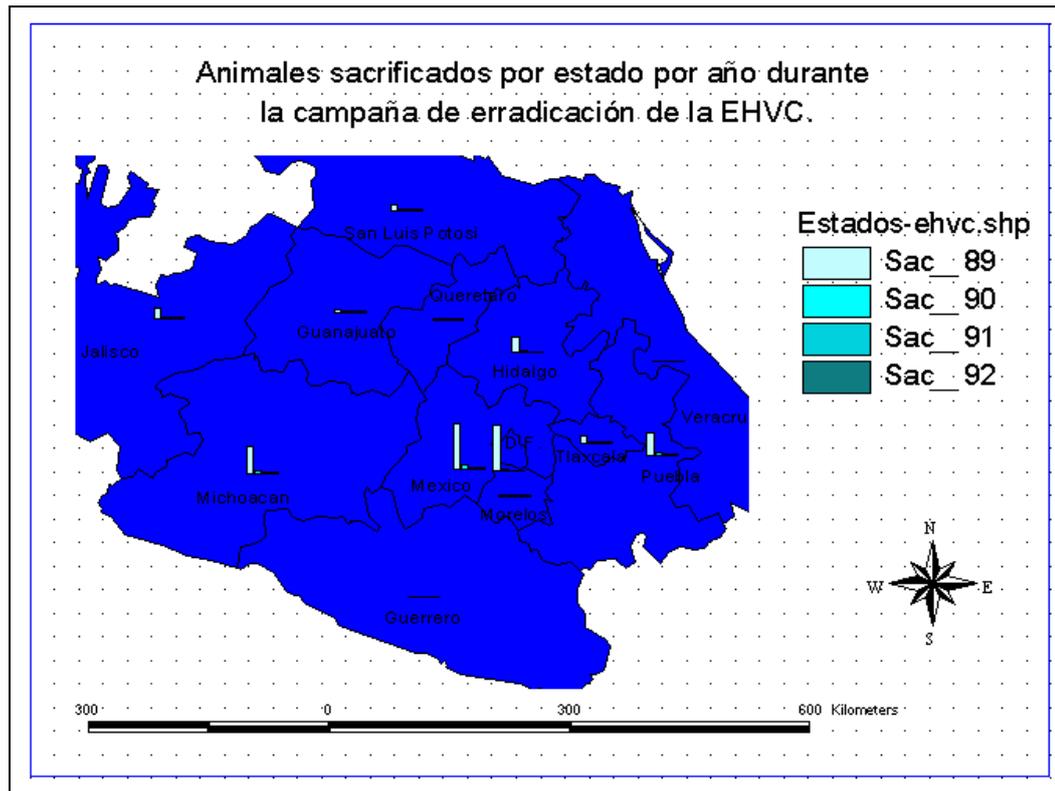


Figura 4.21 Durante el año de 1989 se llevaron a cabo el mayor número de sacrificios.

E) Repoblación de conejos.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), se comprometió a realizar una repoblación completa de los animales sacrificados durante la campaña de erradicación de la EHVC, por consiguiente, una vez que el Sistema Nacional de Emergencia en Salud Animal (SINESA), determinó factible el proporcionar animales sanos a aquellas áreas y producciones donde se eliminaron a los animales afectados, y después de haber realizado las pruebas de laboratorio pertinentes junto con las acciones de centinelización se entregaron los conejos por región y de acuerdo a las fechas que el SINESA consideró apropiadas, dando por sentado que estas áreas se encontraban limpias de acuerdo a sus condiciones zoonositarias. (19)

Durante el año de 1989, las acciones de repoblación iniciaron en el mes de mayo en el estado de Michoacán, y no fue hasta diciembre del mismo año que las acciones de repoblación tuvieron lugar en otras entidades federativas.

Cuadro 7.
Animales repoblados por Entidad Federativa durante la campaña de erradicación de la EHVC. 1989-1992.

Entidad federativa	Años							
	1989		1990		1991		1992	
	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)
Hidalgo.	0	0	1,843	8.15	7,033	12.65	0	0
Edo. Méx.	0	0	5,776	25.55	22,042	39.66	13,861	65.59
Morelos.	0	0	12	0.05	0	0	0	0
San Luís.	6,378	49.99	1,069	4.72	0	0	0	0
Puebla.	3,189	24.99	2,741	12.12	10,457	18.81	0	0
Michoacán.	0	0	3,797	16.79	0	0	0	0
Tlaxcala.	1,913	14.99	843	3.72	0	0	0	0
D.F.	0	0	2,837	12.55	10,829	19.48	6,890	32.60
Querétaro.	0	0	176	0.77	0	0	0	0
Jalisco.	1,277	10.01	1,255	5.55	0	0	0	0
Guanajuato.	0	0	1,274	5.63	4,843	8.71	0	0
Veracruz.	0	0	201	0.88	0	0	0	0
Guerrero.	0	0	74	0.32	0	0	0	0
Coahuila.	0	0	622	2.75	0	0	0	0
Nuevo León.	0	0	85	0.37	366	0.65	379	1.79
Total.	12,757	100	22,605	100	55,570	100	21,130	100

Fuente: Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.).

- 1- Realizar un mapa temático con los años de los animales repoblados. Los nuevos campos de información se identificarán como Repo-89, que indica el año de las repoblaciones.
- 2- Realizar un mapa temático con los datos del cuadro 7.

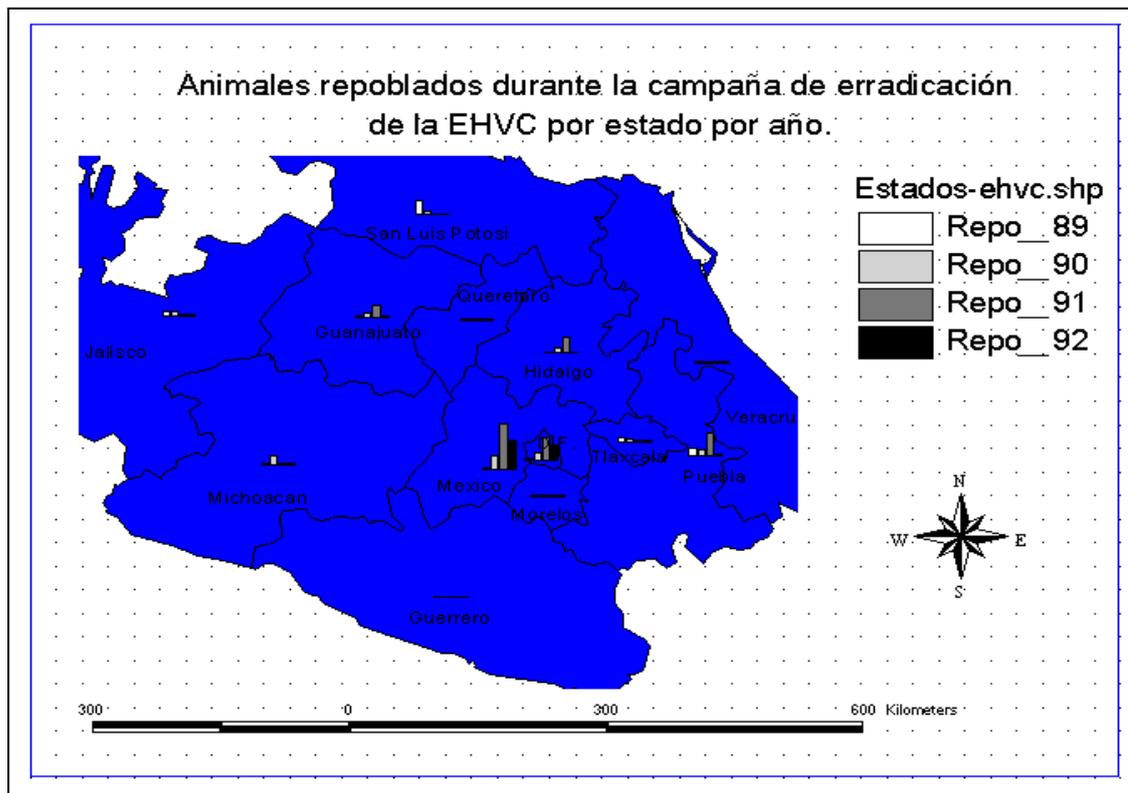


Figura 4.22 Las graficas muestran que el mayor índice de repoblación sucedió en el año de 1991, para 1992, solo el Estado de México y el Distrito Federal continuaron con los programas de repoblación.

F) Certificación de unidades de producción.

La actividad de certificación constituye la parte más importante dentro de una campaña de erradicación, ya que a través de ella se garantiza la seguridad de los animales que han sido entregados durante las acciones de repoblación, y de esta forma se mantiene un control sanitario necesario para lograr la comercialización de los productos y subproductos del conejo. Para lograr esta etapa fue necesario crear una reglamentación hasta entonces inexistente, publicada a través del Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación. (19)

Durante la campaña de erradicación de la EHVC en México se certificaron 839 granjas las cuales se consideraron libres de la enfermedad. Para enero de 1993, la campaña de

erradicación se dio por concluida, siendo México el primer país en el mundo en lograr la erradicación de la EHVC de su territorio.

**Cuadro 8.
Certificación de unidades de producción durante la campaña de erradicación de la EHVC.
1989-1992.**

Entidad federativa	Años							
	1989		1990		1991		1992	
	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)	Número	Porcentaje(%)
Michoacán.	7	70	47	16.78	75	16.74	19	18.81
Edo. Méx.	3	30	10	3.57	114	25.44	29	28.71
Tlaxcala.	0	0	71	25.35	16	3.57	0	0
Puebla.	0	0	33	11.78	54	12.05	14	13.86
Guerrero.	0	0	1	0.35	1	0.22	0	0
Hidalgo.	0	0	22	7.85	36	8.03	10	9.90
Jalisco.	0	0	15	5.35	24	5.35	7	6.93
Morelos.	0	0	1	0.35	1	0.22	0	0
Coahuila.	0	0	7	2.5	12	2.67	4	3.96
Tamaulipas	0	0	19	6.78	0	0	0	0
D.F.	0	0	35	12.5	56	12.5	15	14.85
Aguascalientes.	0	0	19	6.78	0	0	0	0
San Luís.	0	0	0	0	29	6.47	0	0
Querétaro.	0	0	0	0	3	0.66	0	0
Guanajuato.	0	0	0	0	25	5.58	3	2.97
Veracruz	0	0	0	0	1	0.22	0	0
Nuevo León.	0	0	0	0	1	0.22	0	0
Total.	10	100	280	100	448	100	101	100

Fuente: Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.).

- 1- Realizar un tema shape con los estados citados en el cuadro 8.
- 2- Realizar un mapa temático con las unidades de certificación por año. Los nuevos campos de información se identificarán como Certi1989, que indica el año de las certificaciones.
- 3- Realizar un mapa temático con los datos del cuadro 8.

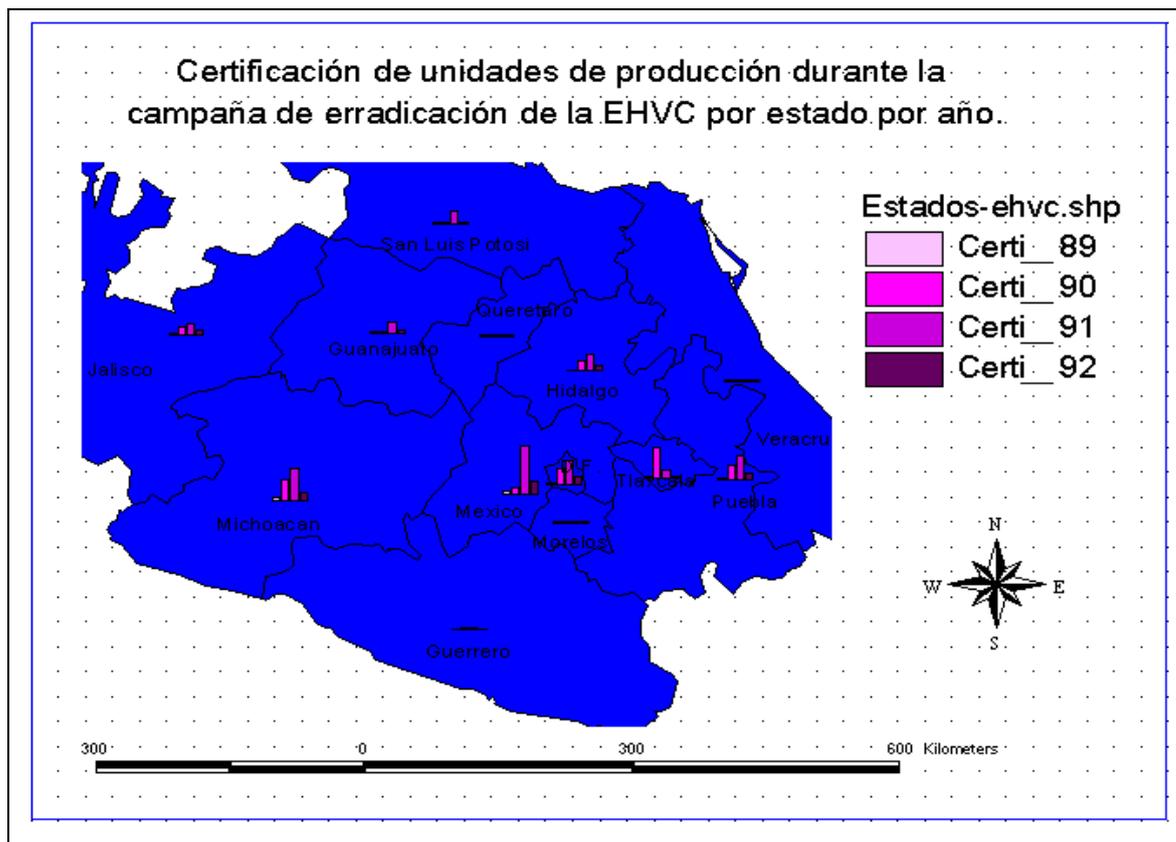


Figura 4.23 Durante los años de 1990 y 1991 se tiene el índice más elevado de certificación de unidades de producción.

Al tener los datos de cada una de las etapas de la enfermedad en la tabla de atributos se pueden realizar búsquedas especializadas para conocer un área que cumpla con una característica determinada. A través de ordenadores lógicos, el programa puede reconocer las zonas que sean de interés para el investigador.

- 1- Abrir el programa Arc View 3.2.
- 2- Cargar el tema estados infectados
- 3- Abrir el menú **Theme** y seleccionar la opción **Query**, esta aplicación abre un cuadro donde se coloca el ordenador lógico para la búsqueda especializada.

- 4- Como ejemplo, se desean conocer los estados que tuvieron más de 1000 animales sacrificados el año de 1989, Fig. 4.24

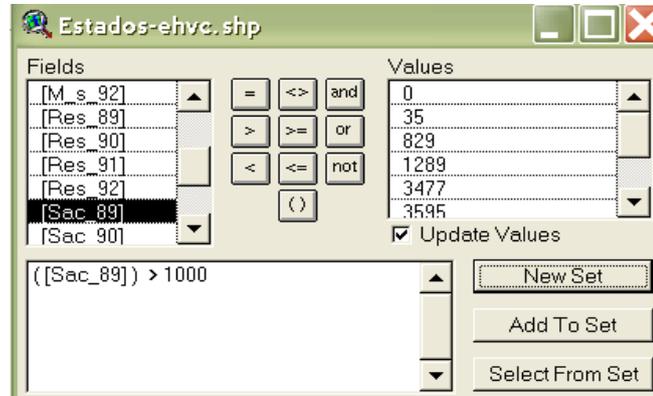


Figura 4.24 Ventana para la realización de búsquedas especializadas.

- 5- Al terminar de especificar los requerimientos de la búsqueda se elige la opción **New Set**, el programa muestra las áreas que cumplen con lo especificado. Fig. 4.25

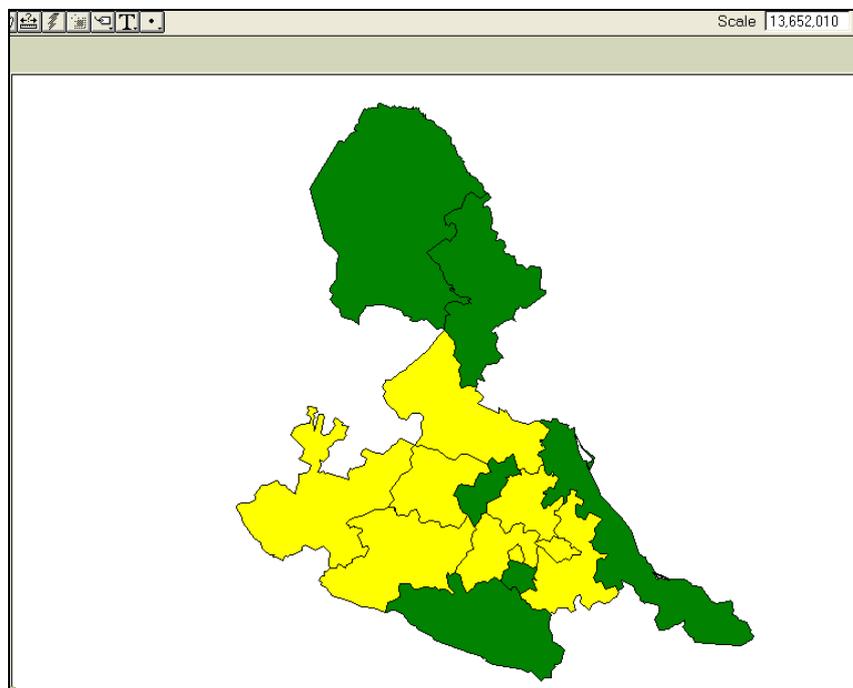


Figura 4.25 Resultados de la búsqueda, en el mapa se muestran las entidades federativas con más de 1000 animales sacrificados en 1989.

- 6- Con esta aplicación, también es posible la comparación de dos atributos, por ejemplo, se desea saber que estados tuvieron el mismo números de animales muestreados y sacrificados en el año 1989. Fig. 4.26

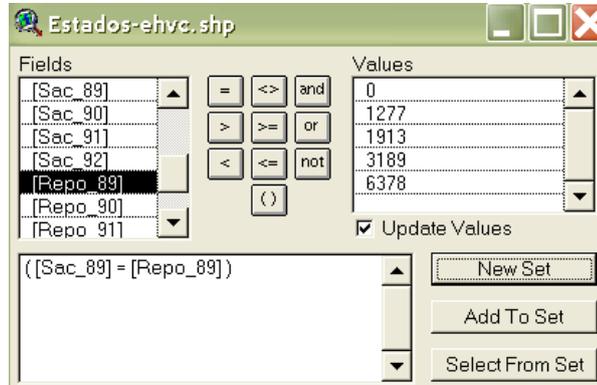


Figura 4.26 Búsqueda entre dos atributos.

- 7- Una vez terminada la búsqueda, en la pantalla de proyecto se observan los elementos encontrados. Fig. 4.27

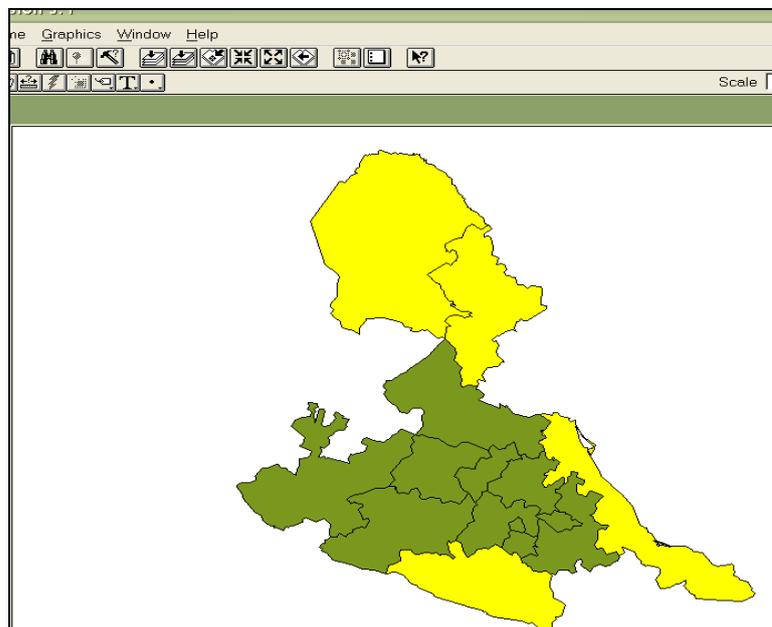


Figura 4.27 Resultado de la búsqueda entre atributos de sacrificio y repoblación.

A través de una búsqueda especializada, se pueden supervisar programas de prevención control y erradicación de diferentes enfermedades, determinando las áreas o zonas que

requieren de mayor atención o recursos, de acuerdo al avance del programa mostrado a través de un mapa. En este ejemplo, solo se muestra un poco del potencial del SIG en su aplicación epidemiológica, ya que este solo es una herramienta y la capacidad del mismo dependerá del usuario en cuestión.

G) Descripción de la presentación de la enfermedad.

Para conocer las características de presentación de una enfermedad, es necesario realizar diferentes cálculos que indican la magnitud, el tiempo de duración y que letalidad de la misma. Entre estas operaciones se encuentran los cálculos de tasa de ataque, prevalencia e incidencia, los cuales serán desarrollados a continuación.

- Tasa de ataque.

En ocasiones una población puede estar en riesgo durante un periodo de tiempo limitado, ya sea porque la exposición al agente causal es breve o porque el riesgo de desarrollar la enfermedad esta limitado a un estrecho rango. (3)

Para el cálculo de la tasa de ataque, se utilizaron los datos expuestos en el cuadro 2, y se estableció el periodo de observación del día 6 de diciembre al día 12 de diciembre de 1988.

$$\text{Tasa de ataque} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de animales enfermos durante el periodo.}}{\text{N}^\circ \text{ de animales en riesgo durante el periodo.}} \times 100$$

Por tanto, se obtienen los siguientes valores:

Tasa de ataque = $\frac{400}{660} \times 100 = 66.66\%$

660

La tasa de ataque indica que el virus afectó al 66.66% de la población durante el periodo de observación.

- **Prevalencia.**

La prevalencia se refiere a la cantidad de enfermedad presente en una población conocida durante un periodo de tiempo determinado, sin distinguir casos nuevos de antiguos. (3)

Cuadro 9.			
Prevalencia por estado.			
21 de febrero - 23 de febrero 1989.			
Estado.	Animales enfermos	Animales sanos.	Prevalencia
Hidalgo.	1,700	122,400	13.88
Edo. Méx.	5,311	398,400	13.33
Morelos.	6	450	13.33
San Luís.	1,210	100	12100
Puebla.	2,528	181,950	13.89
Michoacán.	3,501	252,150	13.88
Tlaxcala.	786	56,100	14.01
D.F.	2,616	188,400	13.88
Querétaro.	170	11,700	14.52
Jalisco.	1,162	83,400	13.93
Guanajuato.	1,181	84,600	13.95
Veracruz.	151	13,350	11.31
Guerrero.	69	5,850	11.79
Coahuila.	246	41,400	5.94
Nuevo León.	37	5,700	6.49
Total	20,674	1,445,950	14.29

P.= Nº de animales enfermos del 21 de febrero, al 23 de febrero de 1989. X1000

Nº total de animales

Por lo que se obtiene:

$$\text{Prevalencia} = \frac{20,674}{1,445,950} \times 100 = 14.29$$

Esto indica que para el 23 de febrero, 14.29 conejos de cada mil padecieron la enfermedad en los estados que presentaron casos de EHVC.

- **Incidencia acumulada.**

La incidencia es una expresión del número de nuevos casos que aparecen en una población conocida durante un periodo de tiempo determinado. (3) La incidencia acumulada se refiere al riesgo que existe de que un individuo sano al principio del periodo enferme durante el transcurso del mismo

Para el cálculo de esta tasa, se utilizaron los siguientes datos:

Cuadro 10. Animales enfermos en la unidad de producción "El Marfil". 9 de diciembre - 11 de diciembre 1988.			
Fecha	Animales expuestos al principio del periodo.	Animales enfermos.	Incidencia acumulada.
09-Dic-88	400	20	0.05
10-Dic-88	400	40	0.1
11-Dic-88	400	320	0.8
Total.	400	400	0.95

Incidencia acumulada = Número de animales enfermos el 9 de diciembre de 1988.

Número de animales expuestos al principio del periodo

Incidencia acumulada = Número de animales enfermos el 10 de diciembre de 1988.

Número de animales expuestos al principio del periodo

Incidencia acumulada = Número de animales enfermos el 11 de diciembre de 1988.

Número de animales expuestos al principio del periodo

Por lo tanto:

$$\text{Incidencia} = \frac{20}{400} = 0.05$$

$$\text{Incidencia} = \frac{40}{400} = 0.1$$

$$\text{Incidencia} = \frac{320}{400} = 0.8$$

Cada uno de los resultados se suma al índice de la incidencia, acumulada para determinar el número de individuos que enfermaron durante el periodo y lugar determinado. La tasa de incidencia al final del periodo es igual a 0.95, esto indica, que el 95% de los animales expuestos contrajeron la enfermedad.

- **Tasa de mortalidad.**

Para el cálculo de la tasa de mortalidad se utilizaron los valores del total de animales muertos del cuadro 2, que correspondió a 400 decesos de una población de 660 conejos, por lo que la tasa de mortalidad es la siguiente:

$$\text{Tasa de mortalidad} = \frac{400}{600} \times 1000 = 66.66$$

La tasa de mortalidad indica que de cada 100 conejos 66.66 murieron por causa de la EHVC para el periodo antes mencionado.

VI. Glosario de términos.

- **Ambiente.** Compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del ser humano (22).
- **Análisis de redes.** Análisis de tipo espacial, cuando los eventos de un problema están o son susceptibles de ser organizados en forma de red (nodos y arcos). La mayoría de los eventos que admite este análisis poseen una geometría lineal que además mantiene relaciones de adyacencia o conectividad. Sin embargo es posible realizar análisis de redes para eventos que aparentemente no tienen geometría lineal (4).
- **Análisis espacial.** Conjunto de técnicas matemáticas, estadísticas, probabilísticas, lógicas, cartográficas y gráficas, que se emplean para solucionar un problema que requiere de análisis de información geográfica. El análisis espacial es útil en la evaluación, estimación, predicción interpretación y entendimiento de los patrones de distribución de fenómenos y elementos ambientales, socioeconómicos y de salud (4).
- **Atributo.** Característica de los de una capa temática del mapa, que puede ser expresada a través de números, caracteres, e imágenes, típicamente almacenados en forma tabular. Información descriptiva de un elemento (punto, línea, polígono). Es equivalente a una columna de una tabla de datos (4).
- **Base de datos geográfica.** Una colección de datos espaciales y sus correspondientes datos descriptivos organizados de manera tal que permite su almacenamiento, procesamiento y recuperación de manera eficiente por cualquier usuario. Las bases de datos geográficas, se encuentran en diferentes

formatos estándar tales como: coberturas, grids, tablas SGBD, TIN, diversos formatos de imágenes, y formatos vectoriales de diseño asistido por computadoras, CAD (4).

- **Buffer.** La palabra se refiere a una zona de una distancia específica alrededor de un elemento geográfico de un mapa. Se pueden generar áreas de influencia, de distancia constante, o variables alrededor de un conjunto de elementos del mapa basados en los valores de un atributo. Las áreas de influencia resultantes forman polígonos por dentro y por fuera de cada elemento del mapa a la distancia especificada. Las áreas de influencia son útiles en el análisis de proximidad. (4)
- **Carta.** Sinónimo de mapa. Es un tipo de mapa con propósitos especiales diseñado para la navegación o para presentar algún tipo de información. También es aplicado a los diseñados con fines de navegación náutica y aeronáutica (22,4).
- **Cartografía.** Ciencia de trazar mapas geográficos. El término incluye una visión amplia del proceso completo de producción de mapas: plantación, fotografía aérea, investigación y medición de terreno, fotogrametría, edición, separación de color e impresión (4).
- **Centroide.** Término utilizado al referirse al centro de un área, región o polígono irregularmente formado, el centroide es calculado matemáticamente de manera que es el centro geométrico de un polígono. La localización de un centroide puede calcularse como la localización media de todos los vértices que definen el límite de un polígono (4).
- **Consulta espacial.** El proceso de seleccionar información dentro de un SIG a través de consultas lógicas o especiales sobre los datos geográficos. La consulta espacial es el proceso mediante el cual se seleccionan elementos con base en su

localización o relación espacial. Las consultas lógicas se refieren al proceso de seleccionar elementos cuyos atributos cumplan con ciertos criterios lógicos (4).

- **Coordenadas.** Elementos necesarios para fijar la posición de un punto en el espacio. Magnitudes lineares y/o angulares que designan la posición de un punto en relación a un marco de referencia dado. Pares de números que expresan distancias horizontales sobre ejes ortogonales, tripletes de números que miden distancias horizontales y verticales, o n números sobre n ejes que expresan una ubicación precisa en un espacio de n dimensiones (22,4).
- **Creación de escenarios.** Cuando se desea conocer lo que sucedería si se cambian algunos parámetros o la magnitud de los mismos dado un cierto patrón de ocupación o uso de un territorio, o la presencia o ausencia de ciertos eventos en el espacio, se puede recurrir a la creación de escenarios. Este tipo de análisis implica tomar decisiones sobre que parámetros o eventos incluir y cuales son sus magnitudes. En los análisis más complejos de este tipo se incluye la variable tiempo, con lo que los escenarios se vuelven producto de una simulación (4).
- **Dato.** Antecedente que permite llegar más fácilmente al conocimiento de una cosa. Datos espaciales: Información sobre la ubicación, forma y relación entre elementos geográficos, usualmente almacenados como coordenadas y topología. Datos geográficos: Ubicación y descripción de elementos geográficos. Es la composición de datos espaciales y datos descriptivos (22,4)
- **Datum.** Sistema geométrico de referencia medido de manera muy precisa mediante métodos geodésicos, astronómicos y gravimétricos, que es empleado para expresar numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno respecto al esferoide. Se identifica en el nivel de superficie, y es utilizado como

punto de referencia para la medición de otras coordenadas geográficas. Punto en el que coincide el esferoide con el geoide (10,4).

- **Elipsoide.** Cuerpo geométrico que resulta de hacer girar una elipse en torno a su eje menor (10).
- **Epizootiología.** Equivalente raramente usado, etimológicamente propio de epidemiología. Ciencia que estudia el origen, desarrollo y extinción de la salud y enfermedad de los animales a nivel rebaño y poblaciones, así como los factores que los influyen y basándose en su análisis define los métodos para crear, proteger, mejorar y recuperar la salud colectiva (24).
- **Escala.** El tamaño de una muestra o un modelo, en proporción al tamaño real del objeto. Relación existente entre la distancia en el mapa, grafica o fotografía y la distancia correspondiente en la Tierra (4).
- **Esferoide.** Forma de representación de la tierra, también llamado esfera. Globo, cuerpo solidó regular, en el que todos los puntos de la superficie distan igualmente de un punto interior llamado centro (10).
- **Evento.** Acontecimiento imprevisto (22).
- **Factor.** Elemento, causa (22).
- **Formación de regiones.** Análisis espacial con el objetivo de agrupar diversos componentes sobre la base de los componentes originales que comparten características más o menos homogéneas. Se puede incluir un criterio puramente espacial, para restringir la formación a unidades cuyos componentes son adyacentes. Las regiones pueden tener límites observables ajustados a unidades físicas o administrativas predefinidas, o ser producto de la combinación sistemática de un número determinado de variables (4).

- **Geoide.** Superficie teórica equipotencial de la tierra, el cuerpo resultante de unir todos los puntos de igual gravedad (10).
- **Georeferenciación.** Establecer la relación entre las coordenadas sobre un mapa plano y las coordenadas del mundo real (4).
- **Incidencia.** Expresión del número de nuevos casos que aparecen en una población conocida durante un tiempo y lugar determinado (3).
- **Latitud.** Distancia angular media en grados y segundos de un punto al norte o sur de la línea ecuatorial (4)
- **Limpieza de datos.** Proceso de excluir la información de registros incompletos, inconsistentes, o información irrelevante colectada durante una encuesta o otra forma de estudio epidemiológico antes de que empiece el análisis. Puede significar que se excluya información que distorsionaría los resultados si se intenta editarlos e incluirlos en el análisis, pero también puede introducir sesgos. El hecho de que se hayan limpiado los datos debe indicarse junto con los resultados del análisis de los datos del estudio (4).
- **Longitud.** Distancia angular media en grados minutos y segundos de un punto al este o oeste del meridiano de Greenwich (4).
- **Mapa.** Representación geográfica. Modelo de representación gráfica de las características físicas (naturales, artificiales, o ambas) de una parte o toda la superficie de la Tierra por medio de signos y símbolos, o imágenes fotográficas a una escala establecida, en una proyección específica y con una orientación dada, algunos tipos de mapa son: 1-Mapa base: Mapa sobre el cual puede ser puesta la información con propósitos de comparación o correlación geográfica. El término “mapa base” se aplica a una clase de mapa conocido como de estructura básica. Puede ser aplicado a mapas topográficos, también conocidos

como “mapas madre” que son usados en la construcción de otros tipos de mapas a través de la adición de datos particulares. 2-Mapa batimétrico: Mapas que presentan la forma del fondo de un cuerpo de agua o una porción del mismo usando líneas de contorno de profundidad, llamadas también isobaras. 3-Mapa catastral: mapa que muestra los límites o fronteras de parcelas de propiedades públicas o privadas. Por lo general son usados con el propósito de descripción, registro y valor de la propiedad. Pueden ser usados para mostrar el cultivo, drenaje y otras características relacionadas con el uso y valor de la tierra. 4-Mapa de coropleta: Mapa temático en el cual las áreas son coloreadas, sombreadas, marcadas con puntos o rellenas con algún patrón para crear áreas más oscuras o más claras de acuerdo a la variable o tema que se este representando. 5-Mapa hipsométrico: Mapa que muestra el relieve usando cualquier tipo de convención, tales como contornos sombreados o tramas. 6-Mapa temático: Mapa que muestra en forma pictórica información relacionada con uno o más temas específicos. Algunos de estos ejemplos son: mapas de tipo de suelo, clasificación del terreno, densidad de población y precipitación pluvial (22,4)

- **Meridiano.** Circulo máximo que pasa por los polos y divide el globo terrestre en dos hemisferios. Semicírculo de referencia formado por la intersección entre la superficie terrestre y un plano que se proyecta desde el centro del planeta, pasando por ambos polos y toca un tercer punto de superficie. Cada uno de los meridianos representa o mide la longitud al este u oeste a partir del meridiano central (Greenwich). Todos los puntos de un meridiano dado tienen la misma longitud (22).

- **Modelo.** Objeto que se reproduce imitando. Representación en pequeña escala. Representación de la realidad usado para simular un proceso, comprender una situación, predecir un resultado o analizar un problema. Un modelo es estructurado como un conjunto de reglas y procedimientos, incluyendo herramientas de modelado espacial disponibles en los SIG (22,4)
- **Morbilidad.** Número de individuos enfermos en una población, en un tiempo y lugar determinado (2).
- **Mortalidad.** Número de individuos muertos en una población en un tiempo y lugar determinado (2).
- **Paralelo.** Dícese de las líneas rectas que están situadas en un mismo plano y siendo equidistantes no se encuentran por mucho que se prolonguen. Circulo equidistante a la línea ecuatorial que conecta puntos de igual latitud sobre la superficie de la Tierra. Circulo de la línea celeste paralelo a la eclíptica que conecta puntos de igual latitud celeste (22,4).
- **Prevalencia.** Cantidad de enfermedad presente en una población conocida durante un tiempo y lugar determinado, sin distinguir casos nuevos de antiguos (3).
- **Proyecto.** Pensamiento de hacer algo. Diseño, metodología y análisis de un problema espacial con la finalidad de determinar los factores que favorecen los eventos (22,4)
- **Resolución.** Es la exactitud con la que la escala del mapa dada puede describir o representar la ubicación y forma de los elementos o unidades geográficas. A mayor escala, mayor la posibilidad de resolución. En medida en que la escala disminuye, la resolución disminuye, al disminuir la resolución, los límites de los elementos deben de ser suavizados, simplificados o no ser mostrados en

absoluto. Por ejemplo las áreas pequeñas pueden ser representadas como puntos (4)

- **Sistema de coordenadas.** Es un sistema de referencia que garantiza que un punto tenga una única ubicación en el espacio. El sistema de coordenadas cartesianas y el sistema de coordenadas geográficas (latitud/longitud) de la Tierra son ejemplos de sistemas de coordenadas; el primero basado en la geometría Euclidiana y el segundo, mide distancias lineales o angulares en mapas planimétricos o en esferoides de referencia. El sistema de coordenadas geográficas se usa para localizar posiciones en la superficie curva de la Tierra a partir de su latitud y de su longitud (4).
- **Sistema de Información Geográfica.** Es un conjunto organizado de equipos de computación, programas computacionales, datos geográficos y personal capacitado, con la finalidad de capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar, manipular, mostrar eficaz y eficientemente la información geográficamente referenciada (4)
- **Sistema de Posicionamiento Global.** Sistema de satélites y equipos receptores de señales de satélite usados para calcular la posición sobre la superficie terrestre con un alto grado de exactitud. El GPS es usado en la navegación y su precisión apoya el levantamiento catastral. La red de satélites es propiedad del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, y como tal la exactitud de la señal esta intencionalmente degradada para usuarios y fines no militares (4).
- **Superponer.** El proceso de sobreponer dos o más mapas a partir de su registro y referencia a un sistema de coordenadas común, de tal manera que el mapa

resultante contiene datos de ambos mapas para las unidades geográficas seleccionadas (4)

- **Tabla.** Conjunto de elementos de datos que tiene una dimensión horizontal (fila) y una dimensión vertical (columna) en un sistema de bases de datos relacional (4).
- **Tema.** Es la denominación que se le ha dado a los datos geográficos desde la perspectiva del usuario. En caso de ser aplicable, llevan un nombre, una clase de elemento geográfico, atributos de interés u un esquema de clasificación de datos (4).
- **Unidad del Mapa.** Las unidades del mapa se refieren al patrón de medición en las que se despliega la superficie de un mapa. Si no se ha aplicado ninguna proyección las unidades generalmente se despliegan en grados decimales. Si se aplicó una proyección, las unidades corresponden a las preestablecidas por cada sistema de proyección (4).
- **Vigilancia.** Velar sobre una cosa, cuidar muy bien de ella. Análisis, interpretación y retroalimentación continuas de datos colectados sistemáticamente que generalmente se sirve de métodos caracterizados por ser prácticos, uniformes, y con frecuencia rápidos, más que por su exactitud e integridad. Al observar las tendencias en el tiempo, lugar y personas, se pueden observar o anticipar cambios y tomar las acciones relevantes incluyendo medidas de investigación o de control (22,4).
- **Vigilancia epidemiológica.** Es el estudio funcional de la enfermedad, considerado como un proceso dinámico (y desde el punto de vista ecológico), de la participación del agente infeccioso, del hospedero, de los reservorios, de los vectores y del medio, así como de los complejos mecanismos que intervienen en

la propagación de la infección y la medida en que esta ocurre; conocimiento destinado a la prevención y control planificados de las enfermedades seleccionadas (31)

VII. Conclusiones.

Cada una de las actividades del ser humano tiene un referente en el espacio, por ende, las del orden pecuario también tienen un referente espacial, y dada esta propiedad, es factible representarlas gráficamente a través de mapas y cartas geográficas. El tiempo como el espacio, pueden ser considerados como sistemas, mientras que las actividades humanas son componentes de dichos sistemas.

Como en cualquier otro sistema, sus componentes o unidades interactúan entre sí, ya sea en mayor o menor grado, esta misma afirmación determina que, los componentes en el espacio de una producción animal, lo hagan entre sí, esta característica los define como factores, los cuales al estar en interacción desencadenarán en diversos eventos. Los eventos de un sistema pueden ser representados de forma gráfica a través de mapas que muestren la interacción de los factores, haciendo posible la interpretación de las causas de un fenómeno. De tal forma, que todas las variables pueden ser representadas a través de un mapa.

Los factores del proceso salud – enfermedad al ser representados por medio de mapas muestran los posibles eventos que pueden suceder al inicio, transcurso y término de una enfermedad. En el ejemplo mostrado acerca de la EHVC en México se puede concluir lo siguiente: El factor predisponente, fue la presencia de conejos domésticos en territorio nacional, principalmente en las Entidades Federativas del centro del país. Debido a la relación de proximidad que estas entidades guardan con otras entidades que también poseen una población cunicola, la transmisión de la enfermedad se vio favorecida. A través del análisis espacial de redes, se puede determinar la posible vía de

entrada del agente viral y los factores de riesgo (caminos federales, proximidad entre municipios) que favorecieron su diseminación. El conocer estos elementos, puede ser una herramienta útil en la toma de decisiones con respecto a las áreas que requieren algún proceso de investigación, ya que de esta forma se puede determinar los municipios que podrían presentar casos antes de recibir reportes de la enfermedad, o bien, colocar puestos de inspección zoonosanitaria en aquellos caminos que coinciden con los municipios que presentaron la enfermedad. Este tipo de acciones pudo haber facilitado el control y erradicación de la EHVC en México.

El programa Arc View 3.2, es una opción accesible y económica para aquellos interesados en el manejo de los SIG, este programa se puede obtener a través de descargas gratuitas en Internet, al igual que las extensiones que amplían las aplicaciones del mismo. Existen diferentes programas computacionales en el mercado, y versiones más avanzadas del programa Arc View 3.2, por lo que el uso y manejo de este programa que ha sido presentado en este trabajo, solo pretende ser un acercamiento a los interesados en el tema, para que posteriormente, el usuario decida cual es el mejor programa de acuerdo sus necesidades.

El Sistema de Información Geográfica es una herramienta con un gran potencial de aplicación en las ciencias veterinarias, pues a través de estos sistemas se pueden alcanzar mejores servicios en el ámbito epidemiológico y productivo de los animales domésticos. Con ellos, es posible implementar programas de trazabilidad, rastreabilidad y análisis de riesgo, así como también llevar a cabo labores de salud pública.

III. Referencias.

1. Macmahon B. Trichopoulos D. Epidemiología. España: Marban libros S.L. 2001.
2. Beaglehole R. Bonita R. Kjellstrom T. Epidemiología básica USA. Washington D.C: Organización Panamericana de la Salud 1994.
3. Thrusfield Michael. Veterinary Epidemiology. Great Britain: Blackwell publishing 2006.
4. Organización Panamericana de la Salud. Sistemas de información geográfica en salud: conceptos básicos. Washington D.C. 2002.
5. Organización Mundial de Sanidad Animal. http://www.oie.int/esp/es_index.htm
6. Aronoff S. Geographic Information Systems. Canada, Ottawa: WDL Publications 1989.
7. Tobler W. Map Projection Transformation, Principles and application. USA-Canada: Taylor & Francis 2006.
8. Gutiérrez Puebla J. SIG: Sistemas de Información Geográfica. España: Editorial Síntesis 1994.
9. Van Sickle. Basic GIS Coordinates. USA: CRC Press 2004.
10. Sánchez Rodríguez E. I Curso de experto Universitario en Sistemas de información Geográfica. Coordenadas, sistemas de referencia y proyecciones cartográficas; 2004 mayo 6-7; Universidad Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana Santa Maria de la Rábida. España.
11. El-Rabbany, Ahemed. Introduction to GPS: The global positioning system. USA: Mobile communications series, 2002.
12. Imágenes geográficas. <http://www.imagenesgeograficas.com/sig.htm>

13. Garmin group. Owner's manual and reference, GPS12 personal navigator. Europ: 1999.
14. Garmin group. Owner's manual and reference, GPS eTrex venture personal navigator. Europ: 2001.
15. Miraglia M, Rivarola y Benítez M, Reboratti L, Graham M, Galván L. Manual del usuario: Adaptación para el aprendizaje independiente de principiantes en Arc View 3.2. Argentina: Universidad Nacional de General Sarmiento, 2007.
16. Instituto de desarrollo rural IDR. Introducción a Arc View. Argentina: Ecoatlas Mendoza-Argentina 2007.
17. Geo Information International. Getting to know Arc View. USA: British Library Cataloging in publication data, Library of Congress cataloging in publication data, 1996.
18. Mendoza Álvarez M. Presente y Futuro de cunicultura en México. Memorias V Aniversario de la Unidad de Investigación Aplicada en producción Cunicola, LV Ciclo Internacional de Conferencias en Cunicultura Empresarial; 2006 octubre 4-6; Chapingo-Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de preparatoria agrícola, Departamento de Zootecnia.
19. Rivera Zarraga A. Estudio recapitulativo de la campaña contra la Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos (EHVC), en México (tesis de licenciatura) México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México 1993.
20. Rosell Juan M. Enfermedades del conejo tomo II, enfermedades. España Ediciones Mundi-Prensa 2000.
21. Organización Mundial en Sanidad Animal. Manual de la OIE sobre animales terrestres 2004. Paris Francia, 2004.

22. García-Pelayo R. El pequeño Larousse ilustrado. Cuernavaca México: Ediciones Larousse 1985.
23. Blood D.C. Diccionario de Veterinaria Vol. I y Vol. II. Distrito Federal México: Editorial Mc-Graw Hill – Interamericana. 1997.
24. Václav K. Epizootiología general. Cuba, La Habana: Editorial Pueblo y Educación 1987.
25. Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.). Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos; Boletín extra de la C.P.A: México 1989.
26. Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.). Gran brote de la Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos, fatal para ellos en México; Boletín extra de la C.P.A: México 1989.
27. Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (C.P.A.). Operación del Sistema Nacional de Emergencia en Salud Animal (SINESA), de México para la erradicación del brote de la EHVC; Boletín C.P.A. Volumen 2: México 1989.
28. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Sistema Nacional de Emergencias en Salud Animal. Campaña nacional para la erradicación de la Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos (EHVC): México 1989.
29. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Sistema Nacional de Emergencias en Salud Animal. Situación actual y perspectivas de la Enfermedad Hemorrágica Viral de los Conejos en México. México 1989.
30. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Poder Ejecutivo. Diario Oficial de la Federación del día martes 21 de febrero de 1989, Acuerdo por el

cual se declara la presencia en territorio nacional de una enfermedad hemorrágica en conejos, enfermedad de tipo exótico y se pone en operación el Sistema Nacional de Emergencias en Salud Animal.

31. Vargas García R. Términos de uso común en epidemiología veterinaria. México D.F: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Plaza y Valdés S.A. de C.V. 2000.