

G70, 7
G27

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO

*DESARROLLO E IMPLANTACION DE BASE DE DATOS PARA
EL AREA EXPERIMENTAL DE LA RESERVA FORESTAL
DE CAPARO.*

www.bdigital.ula.ve



Por: Ing. Guzmán A. García G.

Profesor Tutor:
Ricardo R. Ponte R.

Octubre, 1994

C.C. Reconocimiento

Trabajo de Grado

***DESARROLLO E IMPLANTACION DE BASE DE DATOS PARA
EL AREA EXPERIMENTAL DE LA RESERVA FORESTAL
DE CAPARO, ESTADO BARINAS.***

Por: Ing. Guzmán A. García G.

Profesor Tutor:
Ricardo R. Ponte R.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para la obtencion del grado de Magister Scientiae
Centro de Estudios de Postgrado
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad de Los Andes

Octubre, 1994

C.C. Reconocimiento

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Índice de tablas	i
Índice de figuras	iii
Índice de mapas	v
Summary	vi
Resumen	vii
Introducción	1
Objetivos	3
Capítulo I Marco Teórico	4
A. Revisión bibliográfica sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	4
A.1. Definiciones de SIG	4
A.2. Consideraciones generales sobre los SIG	6
A.3. Historia y estado actual de los SIG	8
A.4. Componentes de un SIG	12
A.4.1. Componentes de un sistema de computación básico para un SIG	17
A.5. Calidad de los datos en un SIG	20
A.6. Estructuras de datos en los SIG	28
A.7. Estructuras de las bases de datos en un SIG	39
A.8. Operaciones en el manejo de los datos espaciales y no espaciales	59
A.9. Aplicaciones de los SIG	64

B. Relación Linológica sobre bases de datos geográficas	73
B.1. Definiciones de base de datos	73
B.2. Gestor o manejador de bases de datos	74
B.3. Fases a ejecutar en el desarrollo de bases de datos	77
B.4. Etapas generales en la construcción de la base de datos	82
B.5. Modelaje de datos	82
B.5.1 Modelaje en sistemas multiusuarios	83
B.6. El modelo entidad-relación o modelo E-R	84
B.6.1 Relaciones entre entidades	85
B.6.2 Tipos de relaciones binarias	87
B.6.3 Diagramas entidad-relación	89
B.6.4 Entidades fuertes y entidades débiles	89
B.7. Aplicaciones del modelo entidad-relación	90
B.8. El modelo relacional	90
B.8.1 Restricciones impuestas a la tabla o relación	91
B.8.2 Estructura de la tabla o relación	92
B.8.3 Importancia del modelo relacional	93
B.8.4 Formas normales	94
B.9. Transformación del modelo entidad-relación en proyecto de base de datos relacional	95
B.9.1 Representación de las entidades con el modelo relacional	96

B.10 Desarrollo de aplicaciones para proyectos de bases de datos	97
B.10.1 Funciones para una aplicación de bases de datos	98
B.11 Ejecución de bases de datos con el modelo relacional	100
B.11.1 Definición de datos relacionales	100
B.11.2 Terminología relacional	100
B.11.3 Manejo de datos relacionales	103
B.11.4 Interfases de los lenguajes manejadores de datos con SMBD	105
B.11.5 Algebra relacional	106
B.11.6 Operaciones del algebra relacional	107
B.11.7 Resumen de las expresiones en algebra relacional	109
B.12 Lenguaje de consulta estructurado (SQL)	110
B.13 Organización de los archivos, relaciones o tablas	111
B.14 Estructuras de datos para el procesamiento de bases de datos	112
B.15 Conclusiones sobre el desarrollo de bases de datos	113
Capítulo II Aspectos generales del Área Experimental	117
2.1. Antecedentes generales del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo	117

2.2. Descripción general del Área	
Experimental de la Reserva Forestal de	
Caparo	119
2.2.1 Ubicación geográfica y política	119
2.2.2 Clima	123
2.2.3 Geomorfología	124
2.2.4 Características de los suelos	127
2.2.5 Características de la vegetación	130
2.3. Descripción de las características	
representadas en la base de datos gráfica	138
2.3.1 Descripción del drenaje ó hidrografía	138
2.3.2 Descripción de la vialidad	139
2.3.3 Descripción de la infraestructura	140
2.3.4 Descripción de la toponimia	141
2.3.5 Descripción de la vegetación y otros	
usos	142
2.3.6 Descripción de las divisiones	
administrativas	148
2.4. Problemática del área	150
2.5. Algunas características de la ocupación en	
la Reserva Forestal de Caparo	152
Capítulo III Metodología-Procedimientos	156
3.1. Metodología utilizada para desarrollar	
la base de datos	156
3.2. Materiales y equipo utilizado	162
3.2.1 Materiales	162
3.2.2 Equipo utilizado	164

Capítulo IV	Diseño de la base de datos geográfica	166
4.1.	Recolección y análisis de las fuentes de información o requerimientos	169
4.2.	Construcción del modelo de datos o diseño conceptual en función de los requerimientos	170
4.3.	Transformación del modelo de datos en un proyecto de base de datos o diseño lógico	176
4.4.	Establecimiento del proyecto de base de datos en un medio físico adecuado o diseño físico	180
4.5.	Procesamiento de la base de datos para una o varias aplicaciones por medio de un SMBD	184
Capítulo V	Ejecución de la Base de Datos Geográfica	186
5.1.	Base de datos gráfica o espacial	186
5.2.	Base de datos no espacial, temática o descriptiva	200
Capítulo VI	Conclusiones y Recomendaciones	203
	Conclusiones	203
	Recomendaciones	209
	Bibliografía	210
	Anexos	221

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	Comparación entre métodos primarios y secundarios de colección de datos.
TABLA 2	Usos posibles de los métodos primarios de colección de datos.
TABLA 3	Usos posibles de los métodos secundarios de colección de datos.
TABLA 4	Comparación de los modelos de datos raster y vector.
TABLA 5	Desarrollo de un sistema de procesamiento de base de datos, para un usuario individual, con una aplicación particular.
TABLA 6	Resumen de las metodologías puestas en práctica al desarrollar y aplicar bases de datos.
TABLA 7	Componentes de un proyecto de base de datos.
TABLA 8	Resumen de las fases a cumplir en el desarrollo de bases de datos y sus componentes.
TABLA 9	Fases y tareas a ejecutar en el desarrollo de una base de datos.
TABLA 10	Tabla relacional.
TABLA 11	Terminología relacional.
TABLA 12	Principales tareas para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos.
TABLA 13	Resumen de la terminología relacional.

- TABLA 14 Categorías de Lenguajes Manejadores de Datos (LMD) relacionales.
- TABLA 15 Resumen de las operaciones relacionales básicas.
- TABLA 16 Especies más abundantes en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo.
- TABLA 17 Resumen del Densio en la Reserva Forestal de Caparo para el año 1990.
- TABLA 18 Listado de los puntos de control seleccionados para establecer el mapa de referencia.

www.bdigital.ula.ve

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1 Componentes básicos de un sistema de computación para SIG.
- FIGURA 2 Modelos de datos raster y vector.
- FIGURA 3 Capas de datos y modelo topológico con puntos, líneas y polígonos
- FIGURA 4 El modelo jerarquizado
- FIGURA 5 El modelo de red ó cadena
- FIGURA 6 Estructura relacional
- FIGURA 7 La tabla relacional
- FIGURA 8 Relación de grado 2
- FIGURA 9 Relación de grado 3
- FIGURA 10 Tipos fundamentales de relaciones binarias.
- FIGURA 11 Ubicación relativa nacional y regional de la Reserva Forestal de Caparo.
- FIGURA 12 Ubicación del Area Experimental en la Reserva Forestal de Caparo.
- FIGURA 13 Distribución de los individuos según el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en 19 parcelas de 50m por 50m, levantadas a lo largo de una transecta en la pica 8 río Caparo-caño Anarú.
- FIGURA 14 Proceso a seguir en el diseño de la base de datos con fines de manejo forestal del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.

FIGURA 15 Modelo de datos o esquema conceptual de la base de datos para el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

FIGURA 16 Ejemplo de conversión del modelo de datos o diseño conceptual (diagrama E-R) al modelo ejecutable o diseño lógico.

FIGURA 17 Metodología a seguir en el desarrollo o construcción de la base de datos con fines de manejo forestal en el Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.

www.bdigital.ula.ve

INDICE DE MAPAS

	DETALLES REPRESENTADOS	ESCALA DEL MAPA ORIGINAL	ESCALA DE LA PUBLICACION EN TEXTO
MAPA 1	VEGETACION Y OTROS USOS	1: 25000	VARIABLE
MAPA 2	DIVISION ADMINISTRA- TIVA EN AREAS DE MA- NEJO Y RODALES	1: 25000	VARIABLE
MAPA 3	DIVISION ADMINISTRA- TIVA EN COMPARTIMIEN- TOS Y RODALES	1: 25000	VARIABLE

www.bdigital.ula.ve

SUMMARY

The Experimental Area of the Forestal Reserve of Caparo account with a good amount of scattered information, therefore require to be file, manipulated and accessed adequately by means of an information system. In this Work it is proposed a methodology using a Geographic Information System (GIS) in order to organize the required information for forest management.

The Cartographic Information is arranged so that the Experimental Area will permit the evaluation of the unexploited forest as well as the remaining forest of the exploited forest. This methodology facilitate the forest management.

The methodology, can be, summarized as follow:

1) Initial consideration about the problem to be searched, 2) Determination of the Cartographic Scale, 3) To choose the basic and thematic characteristics to be used in the Data Base, 4) To define and describe the characteristics to be showed in the Data Base, 5) To design the Data Base from a spatial and descriptive manner, 6) To run the Data Base, and 7) Production of the results.

Among the generated results, there are the following maps of the Experimental Area: 1) Vegetation map and others use, 2) Map of Administrative Division in areas of handling and plot, and 3) Map of Administrative Division in compartments and plot. Also, the Data Base builded will permit obtain query and reports about general Data of the Experimental Area and other Data that can be incorporate.

RESUMEN

El Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo cuenta con un buen volumen de información, la cual se encuentra dispersa y requiere ser archivada, manipulada y accedida adecuadamente a través de un sistema de información. En el presente trabajo, se implementa una metodología dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para organizar la información en el manejo forestal. Se procede a organizar la información cartográfica y de uso del Área Experimental, que permitirá, la evaluación tanto del bosque no intervenido como de la masa remanente en el bosque explotado, con el fin de facilitar el manejo forestal del área.

La metodología seguida incluye las siguientes etapas: 1) Consideración de aspectos iniciales sobre la problemática a investigar, 2) Determinación de la escala de trabajo, 3) Análisis de las características a incluir en la base de datos, 4) Definición y descripción de las características a representar en la base de datos, 5) Diseño de la base de datos espacial y descriptiva, 6) Ejecución de la base de datos y 7) Producción de las salidas.

Dentro de los resultados obtenidos se encuentran los siguientes mapas del Área Experimental: 1) Mapa de vegetación y otros usos, 2) Mapa de división administrativa en áreas de manejo y rodales, y 3) Mapa de división administrativa en compartimientos y rodales. También, la base de datos construida permitirá obtener consultas y reportes sobre datos generales del Área Experimental y los datos que se incorporen del inventario forestal u otras coberturas a crear.

INTRODUCCION

La planificación y manejo del recurso bosque, se ha ido convirtiendo con el tiempo, en un proceso complejo desde el punto de vista del manejo de información. A la hora de tomar decisiones sobre producción continua de madera, nuevas vías de comunicación, planificación y ejecución de programas silviculturales, existe la necesidad de estudios exhaustivos basados en información detallada.

Las reservas forestales son macizos boscosos que ecológica, económica y legalmente, están destinados a la producción de madera con fines industriales.

En el caso del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, se han llevado a cabo actividades de aprovechamiento forestal y trabajos de investigación en diversos campos, por tanto, se cuenta con un buen volumen de información, dispersa, que requiere ser archivada, manipulada y accedida adecuadamente a través de un sistema de información.

Fundamentado en los planteamientos anteriores, el presente trabajo, analiza la información existente, para recopilarla en una base de datos, que permita obtener información del manejo forestal, en las diferentes divisiones administrativas del Area Experimental.

Actualmente, en la Facultad de Ciencias Forestales, la Cátedra de Silvicultura, está llevando a cabo el inventario forestal del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. Los resultados que arroje el mismo, podrán incluirse en una base de datos como la desarrollada en el presente trabajo, y servir de apoyo al futuro manejo forestal del área. El inventario debe ser continuo en el tiempo, y para el logro de ésta meta, hay que contar con las herramientas que faciliten su actualización, como es el caso del desarrollo de un sistema de información.

Este trabajo, cubre en su primer capítulo el marco teórico del mismo, mediante una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los sistemas de información y las bases de datos geográfica. En el segundo capítulo se comentan aspectos generales sobre la zona de estudio. En los capítulos tres y cuatro se desarrolla la metodología y el diseño de la base de datos geográfica respectivamente. Se completa el trabajo, con el capítulo cinco sobre la ejecución de la base de datos geográfica y el establecimiento de las conclusiones.

OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en éste trabajo son los siguientes:

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del trabajo es el desarrollo e implantación de una base de datos para el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos son:

- a) Efectuar una revisión bibliográfica sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las Bases de Datos Geográficas
- b) Organizar la información cartográfica actual básica y de uso del Area Experimental.
- c) Obtener el diseño de una base de datos geográfica para el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

A. Revisión bibliográfica sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

A.1.- Definiciones de SIG

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS por las siglas inglesas) se puede definir como:

Base de datos computarizada que contiene información espacial (Cebrián y Mark, 1986 citados por Bosque, 1992).

Herramientas que en general permiten capturar, almacenar organizadamente, procesar y entregar visualizaciones de información tratada en forma sectorial o integrada y que tienden a satisfacer necesidades específicas de usuarios también específicos (Borcosque, 1990).

Un conjunto de elementos (personas, hardware y software) organizados, con la capacidad de ingresar, almacenar, administrar, analizar, transmitir y comunicar datos georeferenciados (referenciados geográficamente por coordenadas de Latitud y Longitud) (Borcosque, 1990).

Una colección organizada de hardware computarizado, software, datos gráficos, y personal designado, para la captura, almacenamiento, actualización, manejo, análisis y presentación de todas las formas de información geográfica referenciada (ESRI, 1990).

Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (NCGIA, 1990a).

Un sistema basado en el computador que proporciona capacidades, para manejar datos referenciados: entrada, manejo de datos (almacenamiento y recuperación), manipulación, análisis, y salidas (Aronoff, 1991).

Cualquier conjunto de procedimientos manuales o basados en el computador, utilizados para almacenar y manipular datos geográficamente referenciados (Aronoff, 1991).

Son almacenamientos de información basados en computadores, sistemas de procesamiento, sistemas de retroalimentación y presentación, proyectados específicamente para manejar conjuntos espaciales de datos tales como mapas e información relacionada no gráfica (Belward y Valenzuela, 1991).

Un conjunto de mapas de la misma área, donde un lugar específico tiene la misma localización (coordenadas) en todos los mapas incluidos en el sistema de información (Bosque, 1992).

A.2.- Consideraciones generales sobre los SIG

El desarrollo de la informática y su aplicación a la geografía a través de la tecnología SIG, ha permitido profundizar en el conocimiento del espacio de una manera más global, posibilitando la transformación de los estudios del territorio en reales estudios integrados (Borcosque, 1990).

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se planifica para la recolección, almacenamiento y análisis de objetos y fenómenos, donde la localización geográfica, es una característica importante o crítica para el análisis. En todo caso, se debe dar respuesta a dos preguntas, ¿Qué es? y ¿Dónde está? (Aronoff, 1991).

Los SIG proporcionan una vía para almacenar considerables cantidades de información definida localmente para una región, acceder y usar los datos almacenados para resolver una multitud de problemas, representar los resultados en forma de tablas y/o mapas, así como mediante sobreposición de los mapas. Sin embargo, uno de principales impedimentos en el

uso de esta tecnología, es el alto costo de la entrada de datos (Williamson, 1992).

La recolección de datos, es la parte más costosa del proyecto de información espacial automatizada. Blakeman (1987); Morse y Hovey (1990); Thapa y Burtch (1990) citados por (Thapa, 1992) reportan que los costos de colección de datos, constituyen cerca del 80% en el costo total de un proyecto manejado con SIG.

Las áreas de aplicación del SIG son numerosas y han sido desarrolladas por: gobiernos locales, estatales y federales; agencias de planificación urbana, regional y nacional; agencias de planeamiento ambiental, geológico y forestal; servicios tales como gas, electricidad, agua, teléfono, cable de TV, etc (Thapa, 1992).

Los datos del inventario forestal se colectan empleando las técnicas de percepción remota, apoyado en la recolección de datos en el campo. La unidad forestal básica es el rodal, un área boscosa con una composición relativamente uniforme en especies, tamaño de árboles y densidad. Los límites de rodales se identifican sobre fotografías aéreas a escala grande (1: 10000 ó 1: 20000). La información sobre composición en especies, edad, altura, estructura y condición, se obtiene a partir de fotografías aéreas

con el apoyo de trabajo de campo. Toda esta información se incluye en el SIG. Otros conjuntos de datos comúnmente incluidos en una base de datos SIG forestal son: la cartografía de suelos, las subdivisiones legales, la red vial y los sistemas de drenaje, la información histórica pertinente a cada rodal, tal como: aprovechamiento, regeneración, construcción de vías y daños ocurridos al bosque (Aronoff, 1991).

A.3.- Historia y estado actual de los SIG

El progreso de los SIG comenzó en los años sesenta, pero como sistema basado en el computador llega a ser operacional a mediados de los años setenta, cuando se dispone de tecnología computarizada como los discos de acceso aleatorio (Hardy, 1975; Tomlinson y otros, 1976; citados por Aronoff, 1991). El primer sistema de información geográfica que funcionó es el denominado Canadian Geographical Information System (CGIS). Este sistema creado en 1964, ha venido operando continuamente desde 1967 y desarrolla un proyecto nacional para clasificar las tierras según su capacidad productiva agrícola, además incluye otras categorías de uso de la tierra como el forestal, recreacional y el de fauna silvestre (Aronoff, 1991; Bosque, 1992).

El Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis, de la Universidad de Harvard en USA, es una de las instituciones que más ha aportado en la investigación del manejo de datos (Chrisman, 1988; citado por Bosque, 1992). Las actividades desarrolladas por el Laboratorio Harvard puede resumirse en las siguientes etapas (Bosque, 1992):

1a. etapa (1966-1970): Elaboración del programa SYMAP (1968). Este programa de cartografía asistida por ordenador, diseñado para utilizarse en grandes ordenadores (mainframes), sólo permitía la obtención de "borradores" de los mapas, trazados a baja resolución mediante una impresora de líneas, es decir, una máquina de escribir muy veloz. Utilizaba una forma sencilla para conservar digitalmente la información espacial, la denominada lista de coordenadas (almacenamiento de los pares de coordenadas que definen un segmento recto, el número de vértices, y las coordenadas X,Y de cada uno de ellos). Una continuación de éste mismo enfoque, son los programas que utilizan el trazador de curvas (plotter), tales como el CALFORM (1970). En éste caso, la calidad de reproducción es alta, muy próxima a la conseguida mediante dibujo manual. En ésta fase, no es posible todavía la elaboración interactiva del mapa, ya que no existen facilidades

para la captación automática ó semiautomática de los datos. Por otra parte, se elaboran los programas GRID e IMGRID basados en la denominada representación "raster" del espacio geográfico, que serán la transcripción más directa del enfoque de superposición de mapas propuesto por Mc Harg (1969), citado por Bosque (1992).

2a. etapa (1970-1980). Consiste en el desarrollo del POLYVRT, en el cual se plantea una importante novedad en cuanto a la estructura de la información espacial, integrando en ella, de modo explícito, la topología de los objetos cartográficos. El formato DIME (Dual Independent Map Encoding) fué uno de los primeros programas que incluía la topología de información espacial. Por otra parte, el SIG de Canadá ya se planteaba y proporcionaba una primera solución al tema.

3a. etapa. En los años ochenta, el Laboratorio Harvard, crea el primer sistema de información geográfica de tipo vectorial, el programa ODYSSEY. Un precedente importante de éste SIG fué el programa asistido por ordenador POLYVRT. Aquí se incluye la digitalización semiautomática de los datos espaciales, la gestión de la base de datos y la elaboración interactiva de los mapas. La tendencia actual es hacia la mejora de las técnicas de

reproducción que incluyen el color y las formas expresivas de los mapas. Se comienza a utilizar una estructura de datos "topológica", versión de la denominada "arco/nodo" que se ha convertido en uno de los modos más aceptados del mercado actual de SIG.

Paralelamente en el mismo Laboratorio Harvard se trabajó en la creación de una línea de programas cartográficos basados en una representación de datos "raster", tales como los ya citados GRID e IMGRID. De ellos surge en parte el programa MAP de Dana Tomlin, en la Universidad de Yale, que ha servido de pauta para la mayoría de programas de éste tipo, como por ejemplo, ERDAS, IDRISI, etc.

Tras los aportes del Laboratorio Harvard, otro empuje significativo lo da una empresa comercial, ESRI, que partiendo de los trabajos de Harvard, conocidos a través de J. Dangermond y S. Morehouse, han desarrollado y ampliado estos planteamientos, creando varios sistemas de información geográfica y programas propios. Unos, de tipo "raster" como el denominado GRID; otros vectoriales, primero el llamado PLOS y, más tarde, el más conocido ARC/INFO inspirado en el programa ODYSSEY, aunque con avances y mejoras muy significativas (Dangermond y Smith, 1988 citado por Bosque, 1992).

En resumen, el desarrollo de los sistemas de información geográfica ha comprendido el enlace de varias líneas de trabajo, hasta ahora muy diferenciadas. Estas líneas de trabajo son:

- a) Los sistemas de cartografía asistida por ordenador.
- b) El planteamiento teórico-práctico de Mc Harg para la superposición de mapas con la finalidad de planeamiento urbano y regional
- c) El desarrollo de la teledetección, y
- d) Los avances técnicos y metodológicos de la denominada geografía cuantitativa. Un SIG puede suponer entre otras cosas, la aplicación práctica a problemas de tamaño real, de las técnicas matemáticas y estadísticas muy refinadas, creadas por la revolución cuantitativa en geografía (Bosque, 1992).

A.4.- Componentes de un SIG

Los componentes de un sistema de información geográfico pueden ser de tres tipos:

- a) Componentes físicos (hardware)
- b) Componentes lógicos (software)
- c) Componentes funcionales (equipos (hardware) + programas (software))

a) Los componentes físicos o hardware de un sistema de información geográfica son una serie de elementos con variada tecnología, que proporcionan forma física al sistema y constituyen los siguientes subsistemas:

- Equipos o periféricos para el ingreso de la información
- Unidad Central de Procesamiento (CPU)
- Equipos o periféricos para la salida de información.

La unidad central de procesamiento CPU, es el núcleo central del computador y está encargada de controlar su trabajo, además de realizar todas las operaciones relativas al procesamiento de la información.

Los dispositivos periféricos, por su parte, son elementos cuya misión es canalizar la entrada y salida de información a la unidad central de procesamiento. Representan los medios a través de los cuales el CPU se comunica con el usuario.

Los dispositivos periféricos pueden ser: de entrada, de salida y, de entrada/salida. Son periféricos de entrada para un SIG: el monitor, el teclado, la tabla digitalizadora y, el rastreador óptico-electrónico (scanner).

Son periféricos de salida para un SIG: el monitor,

la impresora de texto, la impresora de imágenes a color, y el trazador de curvas (plotter).

Son periféricos de entrada/salida o de almacenamiento: los discos duros, los discos flexibles, las cintas magnéticas, los discos ópticos, etc.

b) Los componentes lógicos ó software de un sistema de información geográfica proporcionan a los dispositivos físicos, las instrucciones necesarias para llevar a cabo las tareas a desarrollar. Este software está constituido por:

- Programa básico o Sistema Operativo
- Programas de aplicación o Programas disponibles para SIG

El sistema operativo esta formado por un conjunto de programas cuyo cometido es el de controlar la máquina, es decir, el funcionamiento general básico del computador.

Los programas de aplicación contienen una serie de instrucciones precisas para comunicar a la máquina el conjunto de operaciones que debe realizar sobre una determinada información.

Un SIG puede utilizar diversos sistemas operativos, destacando los siguientes:

MS-DOS ó PC-DOS desarrollado por Microsoft Corporation.

UNIX desarrollado en acuerdo entre Bell Laboratories e IBM .

Un SIG puede emplear, entre otros programas de aplicación los siguientes:

ARC/INFO desarrollado por ESRI .

ERDAS desarrollado por Earth Resources Data Analysis Systems.

IDRISI desarrollado por Clark University

c) Los componentes funcionales de un sistema de información geográfica están constituidos por una serie de módulos o subsistemas, donde se integran los componentes físicos o hardware y los componentes lógicos o software para efectuar las operaciones necesarias en el funcionamiento de un SIG . Estos módulos son:

- Módulo de entrada, verificación y corrección de los datos.
- Módulo de archivo o almacenamiento, recuperación y manejo de los datos.
- Módulo de salida, presentación y visualización de los datos.
- Módulo de transformación de los datos.

El módulo de entrada, verificación y corrección de datos, está conformado en un SIG por los siguientes elementos:

Equipo de digitalización o entrada de datos, como el teclado, la mesa digitalizadora, y el scanner.

Programa para la verificación y corrección de datos, como la función de edición ARCEDIT en el programa PC ARC/INFO .

El módulo de archivo o almacenamiento, recuperación y manejo de los datos, está integrado en un SIG por los siguientes elementos:

La unidad central de procesamiento (CPU)

El sistema operativo

Los dispositivos para el almacenamiento de la información, como los discos duros, los discos flexibles o floppy disk, las cintas magnéticas, los discos ópticos, etc.

Los programas para el manejo de los datos, como por ejemplo, el PC OVERLAY en el programa PC ARC/INFO.

El módulo de salida, presentación o visualización de los datos en un SIG, está formado por los siguientes elementos:

Periféricos empleados para la salida de los datos: pantallas o monitores, impresoras gráficas y el trazador de curvas o plotter.

Programas para la visualización de los datos, como por ejemplo, el PC ARCPLOT en el programa PC ARC/INFO.

El módulo de transformación de datos en un SIG, está constituido por los siguientes elementos:

La unidad central de procesamiento (CPU)

El sistema operativo.

Los dispositivos de almacenamiento.

El Sistema Manejador de la Base de Datos (SMBD) que en el programa PC ARC/INFO es el DBase IV, Fox Pro o Tables.

A.4.1 Componentes básicos de un sistema de computación para SIG (adaptado de Weir, M.J., 1991) (ver figura 1)

Un sistema de computación básico para un SIG, comprende los siguientes componentes físicos o hardware:

Un computador personal (PC), AT 486 mínimo con una memoria RAM de 8 MB.

Dispositivos de almacenamiento: disco duro de 240 MB mínimo, y discos blandos.

Para algunas aplicaciones SIG, se requieren algunos dispositivos adicionales, a saber:

Una mesa digitalizadora y/o digitalizador óptico electrónico (scanner) para la entrada de datos espaciales, desde las fuentes de datos existentes (fotografías aéreas, mapas, etc.)

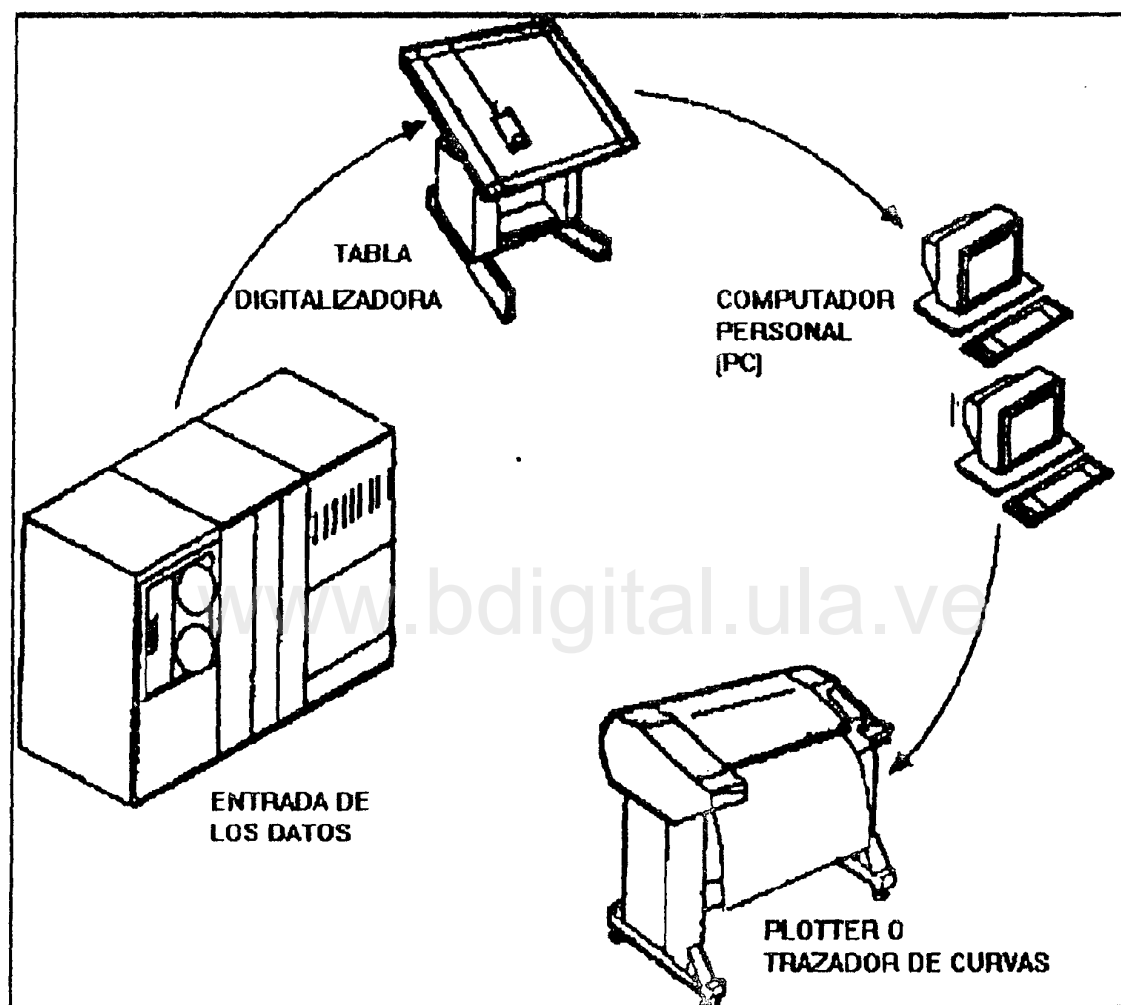
Un monitor a color de alta resolución para el despliegue de las operaciones realizadas en el SIG.

Una impresora gráfica para imprimir los mapas raster y las imágenes de sensores remotos.

Una impresora de texto para imprimir los reportes e información general de texto.

Un trazador de curvas o plotter para la producción de mapas de alta calidad, en forma vector.

FIGURA 1. Componentes Básicos de un Sistema de Computación para SIG.



A.5.- Calidad de los datos en un SIG.-

Un sistema de información geográfica utiliza datos digitales que permiten obtener productos cartográficos también digitales. Para evaluar la calidad de estos productos, hay que analizar sus componentes fundamentales, a saber:

Material fuente del cual se derivan los datos y puntos de control empleados.

Transformaciones involucradas en la producción final de los datos.

Exactitud posicional de los datos espaciales.

Consistencia lógica (prueba de valores válidos, pruebas de datos gráficos y pruebas topológicas especiales).

Completación y exactitud temporal.

Comentarios generales.-

La introducción de las computadoras en el manejo de datos espaciales ha introducido un falso sentido de exactitud. Los problemas, limitaciones y aproximaciones involucradas en la colección de datos espaciales, no permiten usar dichos datos en escalas más grandes que la escala del documento original, debido a que no satisfacen las especificaciones necesarias.

Las principales funciones de un SIG, tales como: cobertura, intersección y análisis, no deben ejecutarse, si los datos son inexactos, ya que pueden generar errores inaceptables.

Una de las principales deficiencias de los sistemas de información geográfica, es que ellos no incluyen información acerca de: fuentes de información, edad de los datos, exactitud de los datos y, tipo de transformación llevada a cabo con los datos, etc.

Thapa y Burch (1990) citados por Thapa y Bossler, introducen el concepto de métodos primarios y secundarios de colección de datos para uso con SIG.

Los métodos primarios de colección de datos se refieren a datos colectados directamente a partir de: levantamientos sobre el terreno, fotografías aéreas y terrestres e imágenes de satélites.

Los métodos secundarios de colección de datos se refieren a datos colectados a partir de documentos existentes, tales como: mapas, cartas, gráficos, etc.

La exactitud y calidad asociada con los datos coleccionados o capturados por métodos primarios y secundarios, son muy diferentes.

Tipos de errores que se cometen al coleccionar datos.-

Un error es la diferencia entre el valor verdadero y el valor observado de una cantidad, causado por la imperfección del equipo, por efectos ambientales o debidos a las imperfecciones en los sentidos del observador.

Errores ocurridos al utilizar métodos primarios de colección de datos.-

Los errores introducidos en los métodos primarios de colección de datos, incluyen los siguientes tipos:

Errores personales

Errores instrumentales, y

Errores ambientales

Los errores personales ocurren debido a la presencia de defectos en los sentidos de la vista y el tacto del observador. Este tipo incluye errores en la estimación de lecturas. Los errores personales pueden ser: groseros, sistemáticos y al azar. (Thapa y Bossler, 1992).

Los errores instrumentales son causados por defectos en la construcción y ausencia de calibración adecuada de los instrumentos usados para coleccionar los

datos. Los errores introducidos por defectos instrumentales son de naturaleza sistemática principalmente. (Thapa y Bossler, 1992).

Los errores ambientales son causados primariamente por variaciones en la temperatura, presión, humedad, variaciones magnéticas, obstrucción de señales, vientos e iluminación en el momento de la observación.

Los errores introducidos por factores ambientales son de naturaleza sistemática y, como tal pueden ser modelados matemáticamente y corregidos. (Thapa y Bossler, 1992).

Normas de exactitud.--

Los métodos primarios de colección de datos se guían y controlan por la existencia y uso de normas o estándares de exactitud.

En relación a la exactitud horizontal las normas NMAS (National Mapping Accuracy Standards de USA), establecen que en mapas a escala de publicación mayores de 1: 20000., menos del diez por ciento de los puntos probados, pueden tener un error mayor a 1/30 de pulgada (0.08 cm) ó 0.8 mm; medidos a escala de publicación. Para mapas a escalas menores a 1: 20000 ., el error es de 1/50 de pulgada(0.05 cm) o

0.5 mm (ASCE, 1983 citado por Thapa y Bossler, 1992).

Errores ocurridos al utilizar métodos secundarios de colección de datos.-

Los métodos secundarios de colección de datos incluyen todos los errores contenidos en los métodos primarios, adicionando los siguientes:

Error al ubicar "ploteo de" puntos de control.

Error de compilación.

Error introducido en el dibujo.

Error debido a la generalización del mapa.

Error en la reproducción del mapa.

Error en el registro del color.

Error debido a la deformación del material.

Error debido al uso de escala inapropiada.

Error producto de la incertidumbre o duda en la definición de una característica

Error causado por la exageración de una característica.

Error producido en la digitalización o en el barrido con el scanner.

En la tabla 1 , se establece una comparación entre los métodos primarios y secundarios de colección de datos.

TABLA 1 Comparación entre los métodos primarios y secundarios de colección de datos (tomado de Thapa y Bossler, 1992)

FACTORES	METODOS PRIMARIOS	METODOS SECUNDARIOS
a Definición de datos	Se toma en cuenta	No se toma en cuenta
b Proyección de mapas	Se toma en cuenta	Frecuentemente ignorada
c Escala	Se utiliza un rango amplio de escalas	Se utiliza un rango limitado de escalas
d Edad de los datos	Actualizados	Frecuentemente Viejos
e Exactitud	Muy alta	Baja
f Costos	Altos	Bajos
g Normas	Muy rígidas	Inexistentes
h Densidad de las observaciones	Alta, dependiendo de los requerimientos	Baja, depende del tipo de información existente
i Exactitud no cuantitativa o temática	Alta	Baja
j Generalización	tiene un efecto limitado	Muy afectados por la generalización
k Desplazamiento	No afectados	Afectados
l Exageración	No afectados	Afectados

En las siguientes tablas, se presentan los usos posibles de métodos primarios y secundarios de colección de datos.

TABLA 2 Usos posibles de métodos primarios en la colección de datos (tomado de Petrie, 1990 citado por Thapa y Bossler, 1992)

FUENTE DE DATOS	EQUIPO USADO	EXACTITUD	COBERTURA	USOS TIPICOS
Levantamientos de campo	Estaciones topográficas	Muy alta	Areas con menos de 8 ha	Pequeños proyectos de Ingeniería
Métodos fotogramétricos	Restituidores o Trazadores Analíticos o Analíticos (plotters)	Depende de las escalas	Areas grandes	Cartografía nacional y Grandes proyectos de ingeniería

TABLA 3 Usos posibles de métodos secundarios en la colección de datos (tomado de Petrie, 1990 citado por Thapa y Bossler, 1992)

FUENTE DE DATOS	EQUIPO USADO	EXACTITUD	COBERTURA	USOS TIPICOS
Proyectos existentes y mapas	Digitalizador manual	Baja, depende de la escala, exactitud y edad de los mapas	Áreas pequeñas	Aplicado en áreas donde la actuali- dad y exactitud de los datos no son im- portantes
Proyectos existentes y mapas	Digitalizador óptico - electrónico (scanner)	ídem al anterior	Áreas medianas y grandes	ídem al anterior

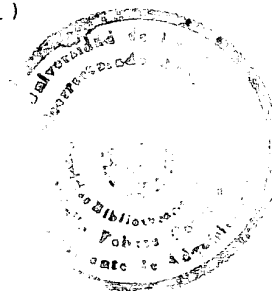
A.6.- Estructuras de datos en los SIG.-

Consideraciones generales:

La percepción de un fenómeno geográfico, la obtiene un usuario, a partir de: La ubicación espacial del fenómeno, usualmente especificada con referencia a un sistema de coordenadas comunes, tales como Latitud y Longitud; la topología o relaciones posicionales existentes entre los diferentes fenómenos o datos presentes en un área determinada y, la dimensión física, clases o atributos que caracterizan al fenómeno o dato geográfico.

En concreto, la información geográfica, describe un fenómeno por su ubicación, la clase o atributo y su relación con otros fenómenos.

Los datos geográficos se han representado tradicionalmente como puntos, líneas y áreas dibujadas sobre un pedazo de papel, que constituyen el mapa. La disponibilidad de las computadoras, ha permitido automatizar la codificación de estos datos mediante símbolos, textura y colores que se explican en la leyenda del mapa y que constituyen la base de datos geográfica. (Aronoff, 1991)



Los datos geográficos pueden representarse sobre un mapa o en un sistema de información geográfica como características de puntos, líneas o áreas. Los puntos se usan para representar la ubicación de fenómenos geográficos tan pequeños, que no pueden representarse como líneas o áreas, por ejemplo, la ubicación de una ciudad o caserio sobre un mapa a escala pequeña.

Una característica de línea consiste en un conjunto ordenado de puntos conectados. Las líneas se utilizan para representar características que son angostas y no pueden mostrarse como áreas o no tienen ancho, por ejemplo, un límite político o frontera, una línea costera, una curva de nivel, una carretera, una pica, un límite administrativo, etc. Una característica de área es una región encerrada, rodeada o cercada por características de líneas. La extensión geográfica de una ciudad, un rodal boscoso, o un lago pueden representarse como elementos de área. Los elementos de área se representan en un SIG por medio de polígonos. Un polígono es una figura cerrada plana limitada por líneas rectas. (Aronoff, 1991).

Modelos de datos espaciales.-

Existen dos enfoques fundamentales para la representación de los componentes espaciales de la información geográfica: el modelo raster y el modelo vectorial. (Aronoff, 1991)

En el modelo raster, el espacio está subdividido regularmente en celdas, usualmente de forma cuadrada.

La ubicación de los objetos o condiciones geográficas está definida por la posición o número de fila y columna que ocupa en las celdas. El área que cada celda representa define la resolución espacial disponible. El valor almacenado para cada celda indica el tipo de objeto o condición que se encuentra en esa ubicación. Así, en el enfoque raster, el espacio se estima utilizando un gran número de celdas distribuidas regularmente, cada una de las cuales tiene un valor diferente.

Las unidades espaciales son las celdas, cada una de cuales corresponde a un área con ubicación específica tal como el área sobre la superficie terrestre. De manera que, un río está representado por un grupo

de celdas con la condición río (r). (Aronoff, 1991)
(ver figura 2, parte A).

En el modelo vector, los objetos o condiciones del mundo real, se representan por los puntos y líneas que definen sus límites o fronteras, como si ellos estuviesen dibujados sobre un mapa. La posición de cada objeto se define por su colocación en el espacio del mapa u organización de acuerdo a un sistema de coordenadas de referencia.

Cada posición en el espacio del mapa tiene un valor de coordenadas único. Los puntos, líneas y polígonos se utilizan para representar los objetos geográficos distribuidos irregularmente. Un punto puede representar un campamento, una línea puede representar una carretera y un polígono puede representar un rodal boscoso. Las entidades espaciales en el modelo vector corresponden por lo menos a las entidades espaciales que ellas representan en el mundo real.
(ver figura 2, parte B)

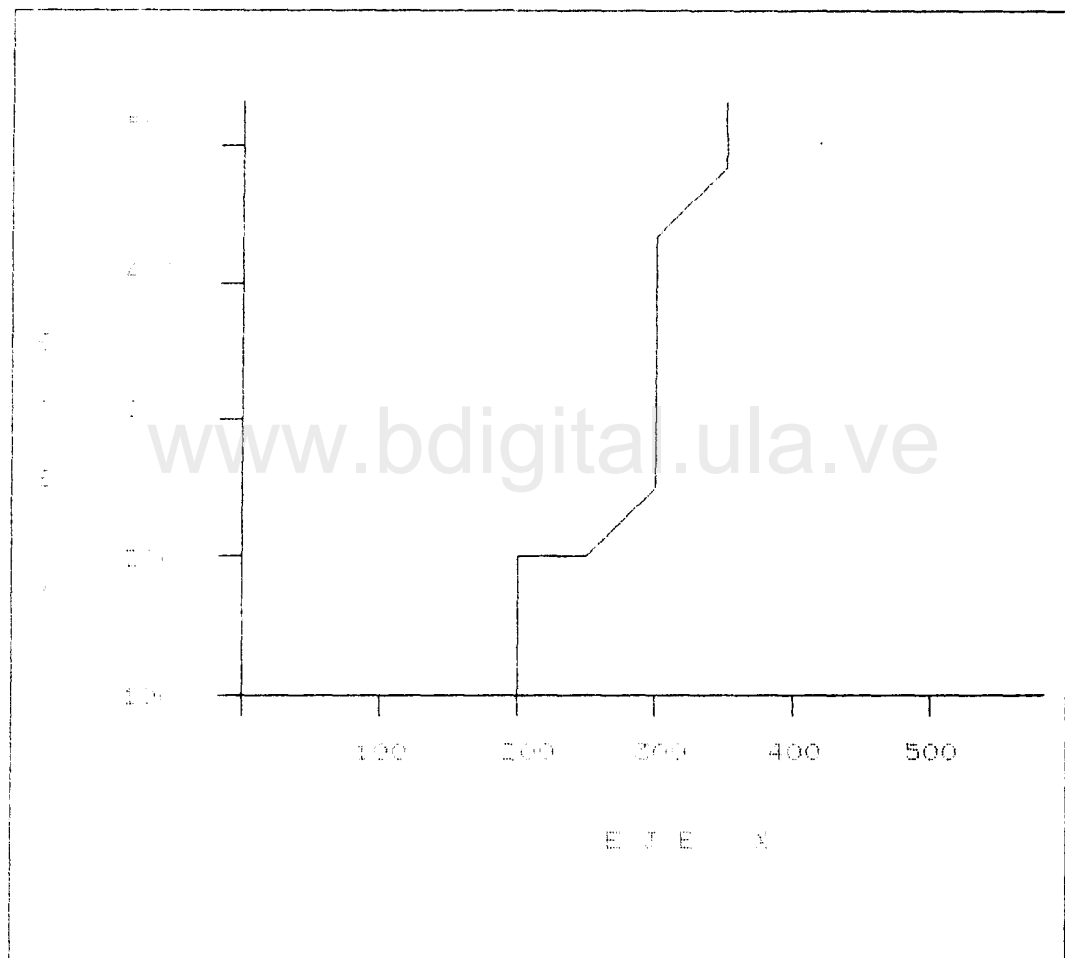
En ambos modelos, la interacción espacial se representa utilizando unidades homogéneas. En el modelo raster, las unidades homogéneas son las celdas. El área dentro de una celda no está subdividido y el

FIGURA 2A Representación raster.

(tomado de Aronoff 1991)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1							r			
2							r			
3						r				
4					r					
5					r					
6					r					
7					r					
8			r	r						
9			r							
10			r							

FIGURA 2B Representación vector
(Tomado de Aronoff, 1991)



atributo de la celda se aplica a cada localización dentro de ella. Se emplean un gran número de celdas, relativamente pequeñas, todas del mismo tamaño.

Los archivos de datos raster, contienen comúnmente millones de celdas y, la posición de cada una de ellas está definida en forma rígida.

En el enfoque vector, las unidades homogéneas son los puntos, líneas y polígonos. Esas unidades son relativamente pocas y variables en tamaño.

En el archivo vector, los elementos pueden sumar decenas de miles, pero no los millones del archivo raster. Las posiciones de las unidades en el modelo vector se definen empleando un rango continuo de valores coordenados. Este método proporciona una posición mucho más flexible y precisa que la fila y columna usada en el modelo raster.

En la siguiente tabla, se establece una comparación entre las ventajas y desventajas de los modelos raster y vector.

TABLA 4 Comparación de los modelos raster y vector
(tomado de Aronoff, 1991 : 966)

MODELO RASTER VENTAJAS	MODELO VECTOR VENTAJAS
1 Es una estructura de datos sencilla	Proporciona una estructura de datos más compacta que el modelo raster
2 Las operaciones de sobreposición se pueden llevar a cabo de manera fácil y eficiente	Proporciona eficiencia en la codificación y topología dando como resultado, mayor eficiencia en la implementación de operaciones que requieran información topológica, tal como el análisis de redes
3 La alta variabilidad espacial se representa eficientemente en un formato raster	El modelo vector está mejor dotado para el soporte gráfico
4 El formato raster es más eficiente en la manipulación y mejoramiento de imágenes digitales	
DESVENTAJAS	DESVENTAJAS
1 La estructura de datos raster es menos compacta. Las técnicas de compresión tienen a menudo problemas	Es una estructura de datos más compleja que un raster sencillo
2 Las relaciones topológicas son más difíciles de representar	Las operaciones de sobreposición son más difíciles de ejecutar

El modelo topológico.-

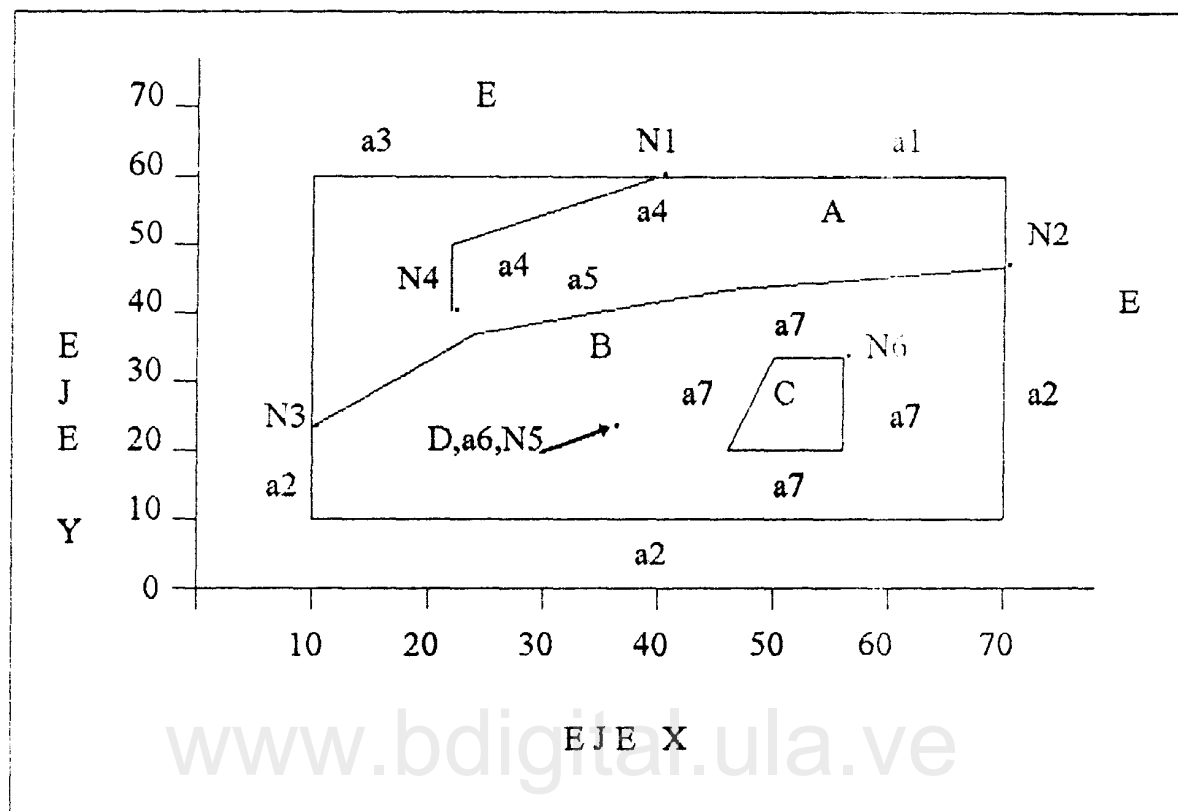
Es el método más ampliamente utilizado para la codificación de relaciones espaciales en un SIG (Aronoff, 1991). La topología es un método matemático usado para definir relaciones espaciales. Una forma particular de modelo topológico es el llamado modelo de datos Arco-Nodo.

La entidad lógica básica es el Arco, una serie de puntos que comienzan y terminan en un nodo. Un Nodo es el punto de intersección donde se encuentran dos o más arcos. Un nodo puede ocurrir al final de un "Arco colgante", es decir, un arco que no está conectado a otro arco. Los puntos se representan con nodos aislados. Un polígono está comprendido por una cadena o serie cerrada de arcos que representan los límites del área.

En un SIG, los puntos y polígonos se almacenan en una capa de datos separada de la líneas, que se almacenan en otra capa. En cualquier caso, a cada capa de datos se asocia un conjunto separado de topología y tablas de coordenadas.

En la ilustración adjunta (figura 3), se muestran los puntos, líneas y polígonos juntos en la misma capa de datos.

Figura 3. Capas de datos y modelo topológico con puntos, líneas y polígonos.
(tomado de Aronoff, 1991: 175)



Codificación de los datos espaciales:

Topología de Polígonos	
Polígono	Arcos
A	a1, a5, a3
B	a2, a5, a6, a7
C	a7
D	a6
E	área exterior a la cobertura del mapa.

Topología de Nodos	
Nodos	Arcos
N1	a1, a3, a4
N2	a1, a2, a5
N3	a2, a3, a5
N4	a4
N5	a6
N6	a7

Topología de Arcos				
Arco	Nodo de Comienzo	Nodo final	Poligono a la izquierda.	Poligono a la derecha.
a1	N1	N2	E	A
a2	N2	N3	E	B
a3	N3	N1	E	A
a4	N4	N1	A	A
a5	N3	N2	A	B
a6	N5	N5	B	B
a7	N6	N6	B	C

Datos de Coordenadas de Arco			
Arco	X Y Iniciales	X Y Intermedias	X Y Finales
a1	40, 60	70, 60	70, 47
a2	70, 47	70, 10; 10, 10	10, 23
a3	10, 23	10, 60	40, 60
a4	40, 60	22, 50	22, 40
a5	10, 23	20, 30; 24, 37; 46, 43	70, 47; 37, 23
a6	37, 23		37, 23
a7	56, 33	56, 20; 45, 20; 46, 33	56, 33

A.7.- Estructuras de las bases de datos en un SIG.-

Una base de datos geográfica, es una colección de datos referenciados espacialmente que actúa como un modelo de la realidad (Belward y Valenzuela, 1991). Los datos geográficos tienen tres componentes principales: su posición geográfica, los atributos o propiedades, y el tiempo o dinámica de ocurrencia. En otras palabras, ¿Dónde está?, ¿Qué es? y ¿Cuándo existe?.

La posición se refiere, a la ubicación de cada característica respecto a un sistema de coordenadas determinado (posición absoluta) o con referencia a otros objetos (posición relativa o topológica).

Los atributos son a menudo llamados datos no espaciales, ya que no presentan información de localización, sino valores de medición o características propias de los datos.

Los atributos de datos de acuerdo a las escalas de medición pueden categorizarse de la siguiente manera (Belward y Valenzuela, 1991):

Nominales: constituyen valores que establecen identidad y describen los atributos por nombres, sin

orden específico, por ejemplo: matorral, bosque, sabana, etc. Las operaciones con esta clase de datos son frecuentes y no son de tipo matemático.

Ordinales: estos valores establecen un orden o rango en los datos, por ejemplo, primero, segundo, etc. Las operaciones a realizar con ellos incluyen cálculos de media y percentiles pero ninguna operación matemática.

Intervalos: son aquellos que siguen una secuencia natural a intervalos iguales sobre una escala con un punto cero arbitrario. Las operaciones a realizar con ellos incluyen análisis de correlación y regresión, desviación estándar y media aritmética.

Razón y Cociente: son aquellos que siguen una secuencia natural como el de intervalos, pero con un cero natural o punto de partida. Con ellos se pueden realizar todas las operaciones matemáticas para números reales, incluyendo estadísticas como medias geométricas y coeficientes de variación.

El tiempo es importante y crítico, puesto que la información geográfica está referida a un punto en el tiempo o a un período de tiempo. Conocer el

momento, en que se colectan los datos es de suma importancia, para el uso apropiado de los mismos.

Los datos temporales, se describen en estos términos:

Duración del tiempo. Involucra la extensión de la base de datos en el tiempo.

Resolución temporal. Implica el período de tiempo discreto, en que se colectan y agregan los datos por unidad de tiempo. Por ejemplo, datos diarios o mensuales, disponibilidad de agua para cosechas seleccionadas y predicción de cosechas o aprovechamientos de áreas boscosas.

www.bdigital.ula.ve

Frecuencia temporal. Constituye la frecuencia de tiempo en que se colectan las observaciones o datos. Por ejemplo, el monitoreo de temperaturas y otros factores climáticos para la selección de intervalos de tiempo.

Condiciones mínimas de las bases de datos.-

Las bases de datos deben reunir una serie de condiciones mínimas, que puedan garantizar su efectividad. Entre esos requisitos tenemos los siguientes: (Fuente: Belward y Valenzuela, 1991):

Datos no redundantes. Esto se refiere a que los datos no deben repetirse en la base de datos, porque consumirían mayor espacio de almacenamiento y de ser requerida una actualización, deberán realizarse operaciones sucesivas en la base de datos.

Ser de aplicación múltiple. La base de datos debe permitir la participación de los datos, en aplicaciones múltiples, esto, además de reducir la redundancia de los datos, permite que diferentes usuarios con variadas necesidades, puedan usar los mismos datos o porciones individuales de éstos.

Tener disponibilidad inmediata. Los datos almacenados en la base de datos, deben estar disponibles para el momento que se necesiten. De acuerdo, a las exigencias de los usuarios, algunas consultas tendrán prioridad sobre otras, por tanto, su acceso será más eficiente.

Deben ser susceptibles a la evolución. Las bases de datos deben ser diseñadas de tal manera, que permitan su expansión o crecimiento, en función de las necesidades de los usuarios.

Poseer independencia. Implica la separación del almacenaje físico de los datos y los programas de aplicación, esto es, los datos deben ser independientes de las estructuras de almacenaje primario y programas de aplicación, de manera que los cambios producidos en cualquiera de ellos, no altere a los otros. Se dan entonces, dos tipos de independencia:

Independencia física.— Implica que los cambios en la distribución y organización de los datos (diseño físico) se realizan sin afectar su estructura lógica en los programas de aplicación, de manera que los datos puedan emplearse en varias aplicaciones al mismo tiempo.

Independencia lógica.— Se refiere a que los cambios efectuados en la estructura lógica de los datos (diseño lógico), no debe alterar su estructura de almacenamiento ni los programas de aplicación.

Los datos deben mantener su integridad y calidad. Las bases de datos deben contener normas y reglas que permitan evitar las inconsistencias en los datos, y así, asegurar los valores reales de los datos.

Debe poseer restricciones de seguridad. Las bases de datos deben incluir herramientas de seguridad para controlar el acceso a los datos, particularmente cuando se trata de insertar o borrar datos. Solamente los usuarios autorizados pueden acceder a la base de datos, en algunos casos, bajo niveles de accesibilidad a la misma.

Sistemas manejadores de bases de datos (SMBD).-

Un Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD) está constituido por un conjunto de programas que proporcionan facilidades para mantener y manipular los datos en la base de datos (Belward y Valenzuela, 1991). Los programas permiten organizar los datos en la base de datos y, utilizar comandos para la entrada, edición, análisis y salida de los datos. El SMBD establece un enlace o puente entre el sistema operativo del computador y el compartimiento de almacenaje de los datos (base de datos).

Un SMBD debe proporcionar las siguientes características:

Independencia de los datos: Las bases de datos y su SMBD, deben garantizar la independencia de los datos con respecto a los dispositivos de almacenamiento y

la estructuración física de los datos, dentro de dichos dispositivos.

Un diccionario de datos: Constituye un sistema usado para el almacenamiento y recuperación de información, sobre las estructuras definidas en un sistema de base de datos.

Estructuración de los datos: Debido a la gran cantidad de datos a manejar, el SMBD debe proporcionar facilidades para estructurar los datos y expresar las relaciones a menudo complejas entre ellos.

Validación y recuperación: El SMBD debe validar los datos o evitar que se inserten datos erróneos, antes de permitir su almacenamiento en la base de datos e intentar procedimientos eficaces de recuperación.

Controlar la redundancia de los datos: La redundancia excesiva en los datos es costosa. Un SMBD puede usarse para monitorear y bajar el nivel de redundancia, aplicando los procedimientos de actualización.

Los SMBD se basan en cuatro modelos de estructura de datos: tabular, jerarquizado, de red o cadena y relacional. (Kroenke, 1992)

Tipos de estructuras en las bases de datos.-

Los sistemas de información geográfica han adoptado cuatro modelos propuestos para generalizar las bases de datos. Esos modelos son: el modelo tabular, el modelo jerarquizado, el modelo de red o cadena y el modelo relacional.

El modelo de datos sobre el cual se fundamenta un sistema de base de datos, representa la organización, descripción y manipulación de la base de datos. Esto incluye un conjunto de operaciones primitivas, referidas a lenguajes de datos, sublenguajes de datos y manipulación de datos, que pueden usarse para el manejo de los datos almacenados en la base de datos. (Kroenke, 1992)

El modelo tabular o archivo plano.-

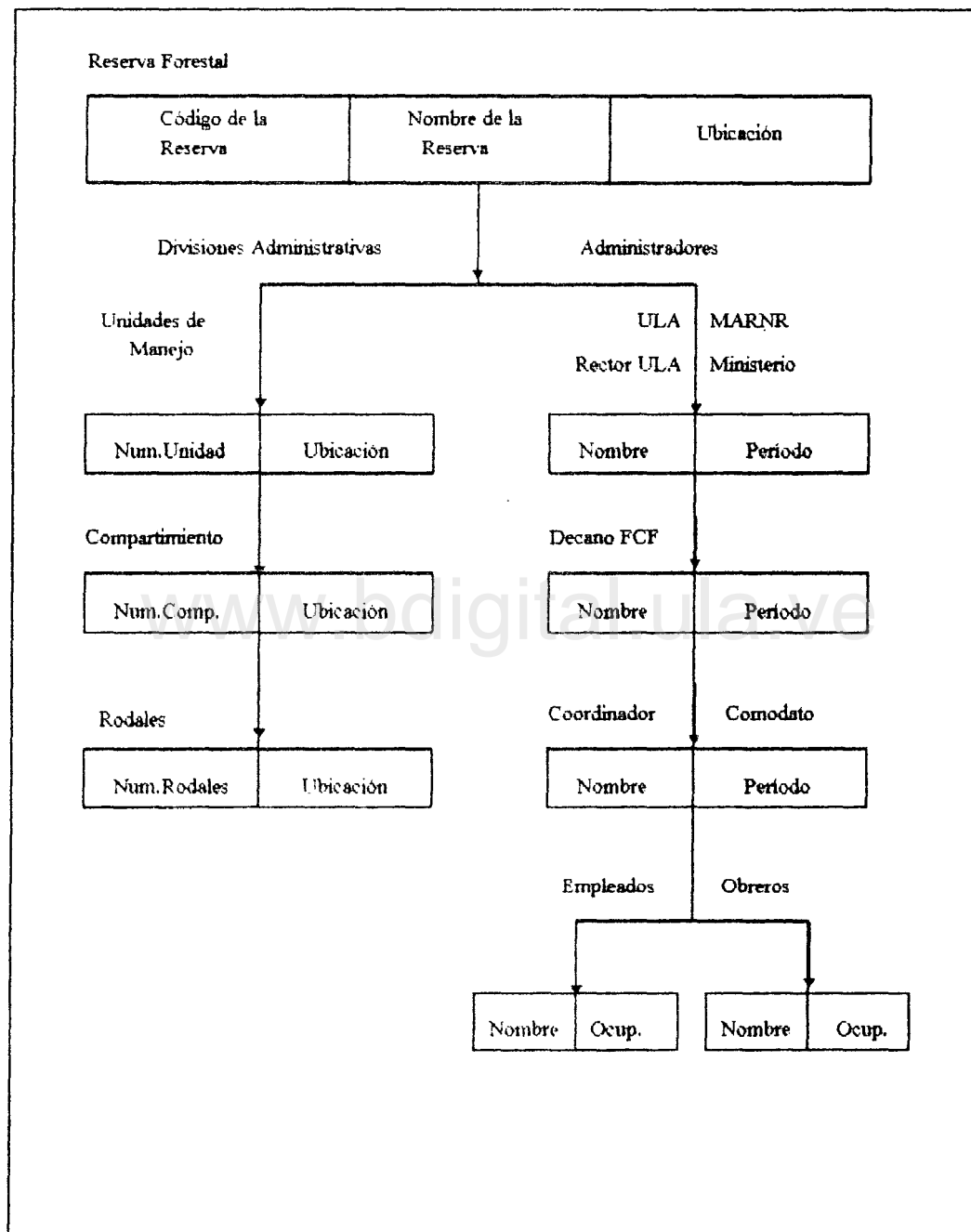
La estructura tabular constituye el medio básico, a partir del cual se desarrollan los modelos: jerárquico, de red o cadena y, relacional. Estos modelos ensayan con datos tabulares, al tratar con más de un objeto y sus relaciones. Las bases de datos pueden requerir para el manejo de información,

varios tipos de registros con atributos diferentes, pero relacionados. (Kroenke, 1992)

El modelo jerarquizado.-

En la estructura jerarquizada, los datos se organizan en forma jerárquica o de árbol. Este modelo está constituido por un conjunto de lazos o enlaces que conectan todos los tipos de registros en el árbol. La base o raíz es el tope de la jerarquización. La raíz tiene uno o más elementos relacionados bajo ella, estos, a su vez tienen uno o más elementos subordinados, y así sucesivamente. Como consecuencia, cada elemento está conectado con sólo un elemento más alto, llamado origen o "padre" y con uno o más elementos más bajos llamados "hijos". (la figura 4 muestra esquemáticamente el modelo jerarquizado)

Figura 4. El Modelo jerarquizado.

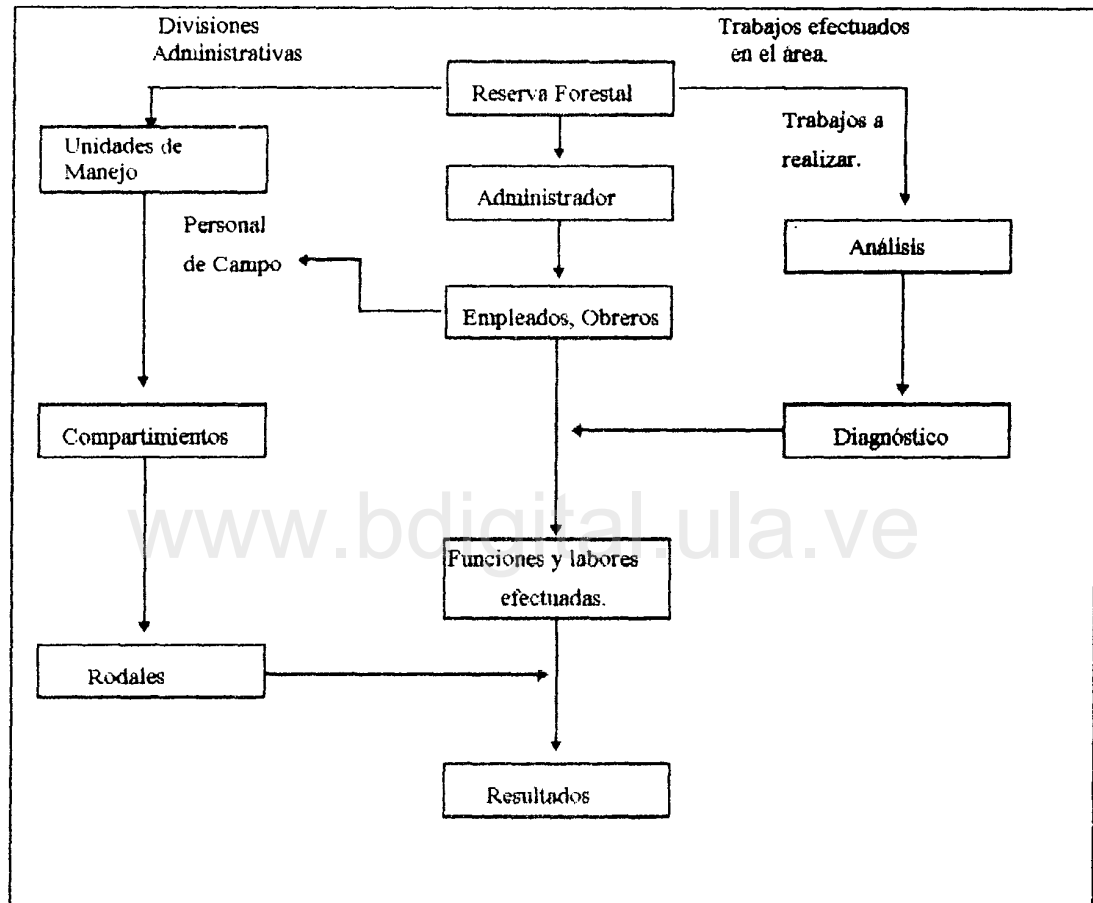


Estructuras de red o cadena.-

Las estructuras de red o cadena superan algunos de los problemas encontrados en el modelo jerárquico. Ellas permiten a las entidades tener múltiples padres como también cualquier número de hijos y no requieren raíz o base (ver figura 5). Como resultado de las mejoras señaladas, los modelos de red o cadena tienen mayor flexibilidad que los modelos jerárquicos en el manejo de relaciones espaciales complejas.

www.bdigital.ula.ve

Figura 5. Estructura de red o cadena.



Estructura relacional.-

Una estructura relacional constituye una colección de relaciones normalizadas (entidades) definidas por un conjunto de campos o dominios (ver figura 6). Una relación normalizada puede verse como una tabla bi-dimensional, donde cada fila de la misma tabla, conocida como "tupla", corresponde a un elemento de la relación. Cada columna de la tabla conocida como "atributo", contiene entradas que pertenecen al conjunto de valores del campo o dominio fundamental de la columna. Un campo o dominio es un conjunto abstracto de valores sencillos de datos, donde el campo de la columna está representado por aquellos valores que aparecen como entradas en esa columna (la figura 7, ilustra una tabla relacional).

FIGURA 6. Estructura Relacional

1. Reserva Forestal

Nombre Reserva	Reserva_ID	Reserva_	Unidad Manejo	Superficie	Empleados	Título trabajo.
----------------	------------	----------	---------------	------------	-----------	-----------------

2. Unidades de manejo

Nombre Reserva	Reserva_ID	Reserva_	Unidad_ID	Superficie	Comodato
----------------	------------	----------	-----------	------------	----------

3. Compartimientos

Unidad_ID	Comodato	Compartimiento_ID	Superficie	Rodal_ID
-----------	----------	-------------------	------------	----------

4. Rodales

Compartimiento_ID	Rodal_ID	Rodal_	Superficie
-------------------	----------	--------	------------

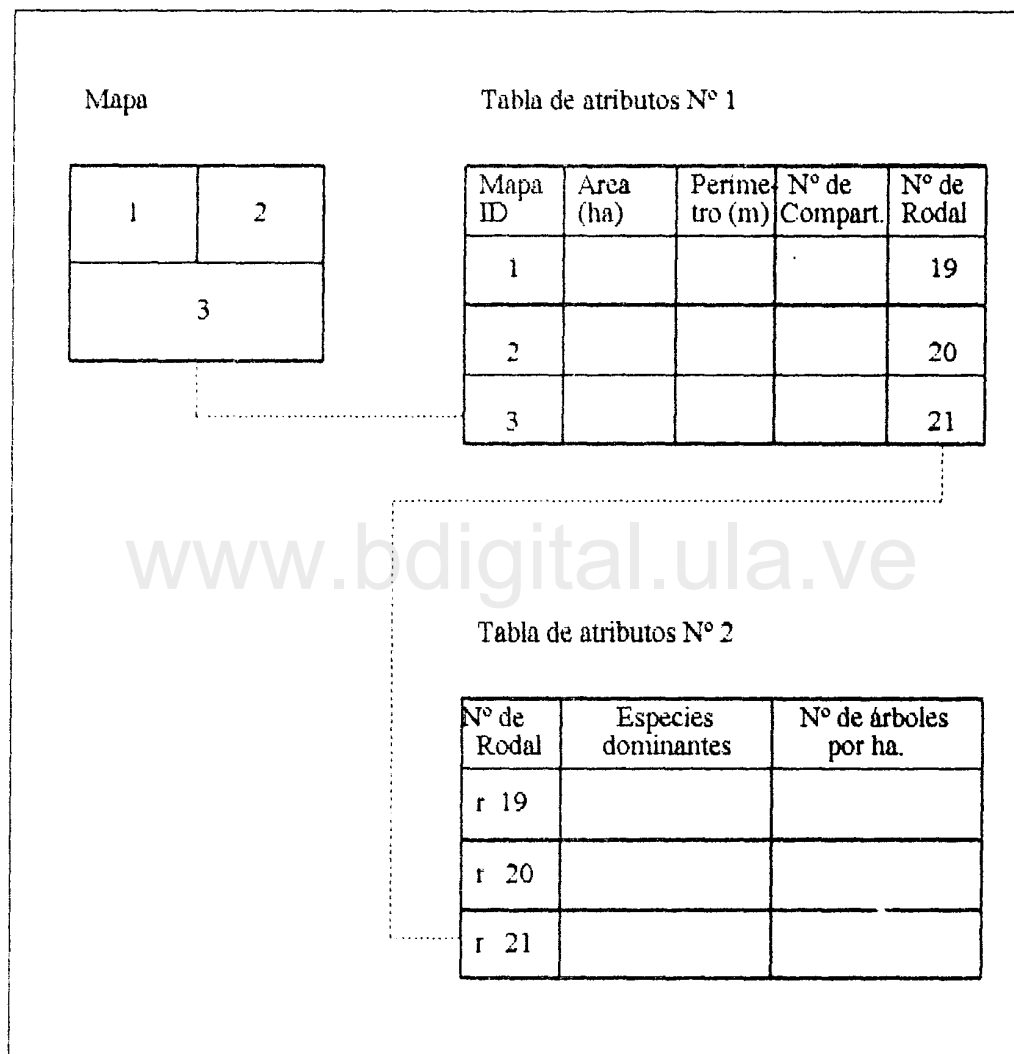
5. Empleados

Empleado_ID	Apellido	Nombre	Años de servicio	Area de trabajo
-------------	----------	--------	------------------	-----------------

6. Trabajos efectuados

Trabajo_ID	Título del trabajo	Nombre de la Reserva	Unidad_ID
------------	--------------------	----------------------	-----------

FIGURA 7. Tabla relacional
(Adaptada de Aronoff, 1991. p.160).



Características de la estructura relacional.-

Una característica importante de la estructura de datos relacional es que las asociaciones entre filas o tuplas, esta representada por valores de datos, extraídos de columnas que tienen un campo en común o dominio. Del conjunto de atributos que constituyen una tabla, en una entidad particular, hay uno, que identifica las entradas (tuplas o filas) en esa tabla entidad. Este atributo se dice que es la clave primaria. Una clave primaria no está restringida a un atributo individual, también puede ser una combinación de varios atributos, que tendrán la identificación característica o dominio. Una tabla entidad puede algunas veces contener más de una combinación de atributos, que proporcionen la característica de identificación. La estructura relacional constituye la estructura de datos más utilizada en los SMBD para SIG; son ejemplo de ello: el INFO, dBase III plus y dBase IV en ARC/INFO, el EMPRESS en SISTEMA/9, varios SIG emplean ORACLE, otros SIG basados en PC usan también dBase, etc.

Terminología de una tabla relacional.-

En una tabla relacional dos tuplas o filas nunca son idénticas, el orden de las filas y columnas es

irrelevante, todos los valores son atómicos (individuales o sencillos). (Kroenke, 1992)

Los registros de cada tipo, forman una tabla o relación. Cada fila es un registro o tupla. Cada registro tiene un conjunto de atributos. Cada columna es un atributo. En ellos esta definido el rango, recorrido o alcance de los valores posibles. Una relación es una tabla de registros, no es un enlace entre registros. El grado de una relación es el número de atributos en la tabla: un atributo, la relación es unaria; dos atributos, la relación es binaria; más de dos atributos ("n" atributos), la relación es n-aria.

www.bdigital.ula.ve

Ejemplo de relaciones:

Grado de la relación	Tabla	Atributos.
Unaria	Reserva	Nombre
	Forestal	
Binaria	Personas	Nombre, Dirección
Terciaria	Casas	Dirección, Precio
		Tamaño.

El modelo relacional en el SIG.-

El modelo relacional, captura la realidad geográfica utilizando un conjunto de tablas o relaciones enlazadas a través de claves (campos comunes o atributos), (Kroenke, 1992) por tanto:

Cada tabla contiene un conjunto de registros, tuplas o filas. Las tablas se normalizan para minimizar la redundancia de la información.

En general, el modelo relacional es una vía conveniente para representar la realidad, debido a que:

Cada tabla corresponde a un conjunto de características del mundo real con tipos comunes de atributos.

El usuario necesita conocer las características que se van a almacenar, en cada una de las tablas.

El modelo relacional tiene ciertas deficiencias en el manejo de datos espaciales, por ejemplo en las operaciones de sobreposición (overlay) y generación de corredores (zonas buffer). (Kroenke, 1992)

Medidas de seguridad contra la pérdida de datos.-

El costo en la creación o desarrollo de bases de datos espaciales es muy alto, por tanto, la inversión se debe proteger contra pérdida. Estas pérdidas pueden ocurrir debido a fallas en el hardware o en el software.

Las operaciones de protección contra la pérdida de datos pueden ser costosas, pero está plenamente justificado, en función del valor de la base de datos.

www.bdigital.ula.ve

Las bases de datos deben respaldarse regularmente, en algún medio de almacenaje permanente, por ejemplo, una cinta magnética o un disco óptico. Todas las operaciones, a partir de la última copia de respaldo, deben guardarse o "salvarse", al momento de finalizar una sesión de trabajo o a ciertos intervalos de tiempo en el curso de la misma. Las fallas en el hardware o software afectan al SMBD, debido a errores operativos que ocasionan pérdida de la memoria principal, y hacen obligado la reinstalación del sistema.

Fallas en la energía eléctrica, pueden causar la pérdida del trabajo realizado hasta el momento. Estas pérdidas pueden minimizarse, tomando la previsión de guardar o "salvar", la información procesada a ciertos intervalos de tiempo.

En cualquier caso, las pérdidas que puedan ocurrir en las bases de datos, son evitables utilizando copias de respaldo.

Acceso de usuarios no autorizados.-

El control en el acceso a las bases de datos, y su protección, es necesaria como mecanismo preventivo en los siguientes casos:

Protección de datos confidenciales o de manejo restringido en las bases de datos.

Reducción de la ocurrencia de posibles infecciones con "virus", empleando programas eficaces que los detecten y combatan.

A.8. Operaciones en el manejo de los datos espaciales y no espaciales.-

En el manejo de los datos espaciales con un SIG, se pueden llevar a cabo las siguientes operaciones (Aronoff, 1991) :

Transformación de las estructuras de datos: datos raster a vector o vector a raster.

Transformación geométrica: transformación de las coordenadas en diferentes capas de datos (registro de capas de datos)

Transformación de la proyección en los mapas: modificación de la proyección utilizada en los mapas.

Acomodación de las características correspondientes a diferentes capas de datos.

Emparejamiento o igualación de bordes en áreas limítrofes de hojas de mapas adyacentes.

Aplicación de funciones de edición para añadir, borrar o cambiar la posición de las características geográficas, especialmente en polígonos delgados o finos que se forman al ejecutar el proceso de digitalización entre polígonos adyacentes.

Adelgazamiento de las líneas coordenadas.

Operaciones en el manejo de datos de atributos o datos no espaciales.-

En el manejo de datos de atributos se pueden llevar a cabo las siguientes operaciones:

Funciones para editar atributos: utilización de las funciones que permitan la recuperación, revisión y cambio de atributos (añadir y borrar atributos).

Funciones de preguntas (query) sobre atributos: utilización de las funciones que permiten obtener reportes y consultas, mediante operaciones de unión relacional entre tablas con campos comunes.

Operaciones en el manejo integrado de datos espaciales y atributos.-

En el manejo integrado de datos espaciales y atributos, pueden llevarse a cabo las siguientes operaciones (Aronoff, 1991):

Operaciones de recuperación, clasificación y medición a través de: funciones para la recuperación de datos que no modifiquen la ubicación geográfica existente, y permitan obtener nuevas entidades espaciales; funciones de clasificación que faciliten la identificación de características pertenecientes a un grupo determinado; funciones de generalización que permiten reducir el nivel del detalle en las

clasificaciones, mediante la agrupación de clases, y funciones de medición que facilitan la realización de mediciones espaciales, como: distancias entre puntos, longitud de líneas, medición de perímetros y áreas de polígonos, longitud de redes, etc.

Operaciones de sobreposición (overlay), que incluyen: sobreposición aritmética con el empleo de funciones para la adición, sustracción, multiplicación y división entre valores correspondientes a dos capas de datos; sobreposición lógica con la utilización de funciones para la búsqueda de áreas correspondientes a dos capas donde ocurren condiciones similares.

Operaciones de vecindad, que permiten desarrollar las siguientes actividades:

Búsqueda de valores promedio, medidas sobre diversidad, mayoría o mayor parte, máximo y mínimo, total, etc.

Identificación de los puntos y líneas contenidas dentro de un área de polígonos.

Aplicación de funciones topográficas para la medición de pendientes, direcciones de superficies y azimutes.

Aplicación de polígonos de Thiessen para definir áreas de influencia alrededor de conjuntos de puntos.

Ejecución de interpolaciones en la predicción de valores desconocidos a partir de valores conocidos en los alrededores o vecindad.

Generación de contornos o curvas de nivel, empleadas para representar superficies de relieve que conectan puntos con el mismo valor de altitud.

Operaciones de conectividad que representan actividades donde se utilizan funciones para acumular valores sobre el área que está siendo recorrida o atravesada. Entre las actividades a desarrollar tenemos:

Mediciones de contigüedad que permiten evaluar características de unidades espaciales que se conectan. Mediciones de proximidad que representan una medida de la distancia entre características.

Utilización de funciones en redes para la predicción de rutas óptimas.

Empleo de otras funciones como: funciones de intervisibilidad, iluminación, vista perspectiva, etc.

En resumen, las operaciones en el manejo de los datos incluyen:

Rotación, translación y escalonamiento de coordenadas.

Transformación de coordenadas en los mapas a elaborarse y corrección de errores.

Transformación de las estructuras de datos raster a vector y viceversa, vector a raster.

Reclasificación y agrupación de los datos de atributos.

Cálculo de distancias, áreas y direcciones.

Análisis estadístico.

Análisis espacial de conectividad y vecindad.

Ubicación de líneas y centroides.

Las operaciones de análisis espacial mencionadas por Knopp citado por Bastidas (1991) son las siguientes:

Sobreposición de polígonos o celdas mediante funciones de correlación, promedio ponderado y aritmético; operaciones estadísticas de proximidad en perfiles, agrupación y cortes.

Determinación de líneas y longitudes de arcos, intervalo entre dos puntos, cálculo de perímetros y volumen de polígonos en estructuras raster y vector.

Análisis estadístico a través del uso de histogramas, correlación, regresión; así como la producción de archivos con el empleo de los paquetes estadísticos como: SPSS, BIOMED y MINITAB.

Salida de reportes que incluyen el almacenamiento de

archivos texto y el etiquetado de los reportes.

Establecimiento del modelaje espacial, interrelacionando diversas variables para lograr el análisis espacial, en forma particular o mediante la aplicación de los programas de simulación.

A.9.- Aplicaciones de los SIG.-

Aplicaciones generales:

Las áreas de aplicación de los SIG son numerosas: gobiernos locales, estatales y nacionales; agencias de planificación urbana, regional y local; planeamiento ambiental, estudios geológicos, estudios forestales, áreas de servicios tales como: gas, electricidad, agua, teléfono, cable de TV, etc. (Thapa y Bossler, 1992).

En los Estados Unidos, la comisión de conservación y la Universidad de Oklahoma, han empleado un SIG para planificar la conservación del suelo. El análisis integrado de: tipo de suelo, pendiente, prácticas agrícolas y cultivos desarrollados, se utilizaron para predecir la erosión del suelo y lograr su enfoque hacia las áreas con mayores riesgos (Walsh, citado por Aronoff, 1991).

Los SIG están siendo usados por la Comunidad Económica Europea, en el análisis comparativo de la

agricultura y otros usos de la tierra, en los países miembros (Aronoff, 1991). Los métodos de sistemas de información geográfica, se han utilizado para tomar ventaja, de fuentes de información no usuales, como la cartografía de distribución de especies no arbóreas, mecanismo útil en la protección de especies bajo peligro, dentro del recurso bosque. Los herbarios constituyen museos de plantas, que preservan y catalogan muestras empleadas para la investigación científica y educación.

Los sistemas de información geográfica han servido para analizar la planificación de explotaciones madereras, la protección de habitats críticos de fauna silvestre y, la planificación de rutas para carreteras (Hart y otros, citado por Aronoff, 1991).

La influencia de ciertos factores físicos y socioeconómicos, en la dinámica de ocupación del suelo, permite obtener mapas de uso para dos diferentes fechas, luego a partir de estos mapas, se genera un tercer mapa donde se representa la evolución del suelo, entre esas dos observaciones. Esta aplicación ha sido desarrollada a partir de un SIG por Bosque y otros, (1991).

Otros trabajos basados en los SIG son:

estructuración de bases de datos en proyectos de inventario de recursos (Behn y Petit, 1989); estudio donde se realiza un inventario general de los recursos de la región Guayana, con el propósito de crear una base de información para fines de ordenamiento territorial, a partir de la identificación, caracterización y cartografía de áreas, para el aprovechamiento potencial de la tierra en los siguientes aspectos: agropecuario, forestal, hidroeléctrico, minero, etc. Empleo de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica en la planificación del territorio (Chuvieco y Sancho, 1989), el estudio aborda un método concreto para realizar la conexión de ambas tecnologías, aplicado a la obtención de un modelo óptimo de utilización del territorio.

Aplicaciones de los SIG en aspectos forestales:

El SIG puede utilizarse para almacenar y analizar información forestal, de maneras que antes no se efectuaba. Puede calcularse el volumen maderable de un área, modelar el desarrollo de incendios forestales, desarrollar y evaluar planes alternativos de aprovechamiento forestal. (Aronoff, 1991).

En el Canadá, se ha empleado el SIG para planificar el volumen de madera a ser cortado e identificar las rutas de acceso a la misma. (ESRI, 1990). Los SIG incluyen información sobre inventario forestal, que permite obtener la existencia de recursos boscosos y desarrollar planes de aprovechamiento, como por ejemplo, programas de tratamiento que puedan asegurar la explotación maderera en el futuro.

Los datos del inventario forestal se colectan utilizando las técnicas de sensores remotos, apoyadas en la recolección de datos en el campo. La unidad forestal básica es el rodal, un área boscosa con una composición relativamente uniforme en especies, tamaño de los árboles y densidad.

www.bdigital.ula.ve

Sobre fotografías aéreas a escala grande (1: 10000 a 1: 20000), intérpretes capacitados identifican los límites de rodales. La información sobre composición de especies, edad, altura, estructura y condición se obtiene, a partir de las fotografías con apoyo en datos de campo. Esta información se incluye en el SIG.

Otros conjuntos de datos, comúnmente incluidos en las bases de datos SIG forestal son: cartografía de suelos, subdivisiones legales, redes viales y sistemas de drenaje. Además se incluye, la

información histórica pertinente a cada rodal, tal como: aprovechamiento, regeneración, construcción de vías y daños ocurridos al bosque, que también pueden, formar parte del SIG. (Aronoff, 1991).

Entre algunos de los trabajos desarrollados en hispanoamérica con SIG en aspectos forestales tenemos:

En España, Chuvieco y Salas (1991) utilizaron la tecnología SIG, para la evaluación del riesgo de incendios forestales, con estudios dirigidos a: prevención, extinción eficaz y forma más idónea para la restauración de sus consecuencias. Ellos elaboraron una cartografía de riesgo al iniciarse el incendio y otra de su comportamiento para localizar con precisión geográfica áreas de riesgo. La información obtenida se emplea en esfuerzos preventivos que incluyen: planificación de quemas controladas, ubicación de torres de vigilancia, diseño de cortafuegos, situación de estaciones meteorológicas y generación de planes de ataque.

En Chile, Flores y Jerez (1991) emplearon la tecnología SIG para desarrollar un sistema computacional de cartografía, en una empresa forestal bajo el SIG ARC/INFO V 3.3 , eligiendo el

microcomputador como solución de hardware y una interfase para usuarios finales en lenguaje CLIPPER y SML de ARC/INFO, que permite la generación de nuevas ediciones de mapas, listados comparativos entre versiones, emisión de reportes, respaldo histórico y comunicación con el sistema forestal de la empresa.

En el Perú, Alva (1991), utilizó el software ARC/INFO con el propósito de obtener, una base de datos que permita realizar un diagnóstico del estado de intervención, de los bosques del Perú, en el periodo que va desde 1954 hasta 1986 y, obtener un diseño del modelo de simulación en áreas desforestadas.

En Chile, Castro y Ponce (1991), utilizaron un SIG con el paquete ARC/INFO para obtener la cuantificación y distribución de bosques de Nothofagus glauca y Obliquae, pertenecientes al tipo forestal Roble-Hualo considerando la accesibilidad y el estado de desarrollo en que se encuentran, como información imprescindible para el logro de un manejo adecuado, con posible intervención actual y futura, bajo criterios de sustentabilidad. Además presentan un modelamiento espacial de las variables de accesibilidad, a saber: pendiente, exposición, altitud e influencia de caminos.

En el Perú, Alarcón y Suarez (1991) emplearon un SIG; para el desarrollo de análisis geográfico a través de la aplicación de modelos ponderativos, con el objeto de determinar zonas para el manejo sostenido de bosques, por el sistemas de fajas de aprovechamiento cortadas a tala rasa. Las variables usadas en el modelo son: grado de erosión, fisiografía, pendiente, serie de suelo, vegetación natural, y uso actual.

En España, Villaescusa (1991) usa el SIG para crear y mantener un banco de datos geográfico para el estudio y manejo de áreas forestales, con información referente a incendios, repoblaciones, cambios en la titularidad de los montes y variaciones en el uso de la tierra; necesarios para la adecuada planificación de otros recursos, en términos de protección, producción y recreación. Utilizó los siguientes parámetros: capa o información cartográfica de divisiones administrativas, propiedades, áreas protegidas, altitudes y uso del suelo. Además puede emplear otros pisos de información como clase de suelo, pendiente, orientación, forma y densidad de la masa, etc, para ampliar o sustituir los anteriores parámetros.

En el Perú, Gonzales (1990) desarrolló un modelo para la ubicación de áreas ecológicamente aptas a especies forestales como: Eucaliptus globulus, Polylepis sp. (queñual), Buddleia coriacea (kolle), Escallonia myrtilloides (tassta), y Eucaliptus resinosa (chachacomo); en el Cuzco, mediante un sistema de información geográfica. El modelo involucra la combinación y análisis de seis parámetros: precipitación, temperatura, profundidad del suelo, textura del suelo, pendiente, y elevación (altura sobre el nivel del mar).

En Chile, Espinosa (1989) utilizó la tecnología SIG, con el fin de localizar áreas aptas, para establecer plantaciones en base a Eucaliptus globulus y Pinus radiata.

En Colombia, Otavo y Yanine (1989) emplearon un SIG para identificar, evaluar y monitorear la cobertura forestal, vegetación asociada, el uso de la tierra y procesos erosivos de regiones afectadas por la colonización.

En Costa Rica, Fallas y Valverde (1989) utilizaron un SIG de bajo costo, MAP-for-the-Pc; en la selección de sitios potenciales para la reforestación con Cupressus lusitánica Mill (ciprés), en la cuenca superior del río Grande de Tárcos, Costa Rica.

En Venezuela se pueden citar los siguientes trabajos:

Vincent (1986), desarrolló un prototipo como modelo, de una base de datos y sistema de información sobre costos y rendimiento en plantaciones forestales (SINFOPLAN), basado en datos e información proveniente de la experiencia en la Reserva Forestal de Caparo desde 1970, como instrumento para facilitar la formulación y evaluación de proyectos de plantación forestal con fines de producción.

Zerpa (1988), desarrolla e implementa un sistema de información sobre rendimiento de plantaciones forestales (SINFOPLAN), en la Unidad Experimental Reserva Forestal de Caparo, bajo el método de plantación a campo abierto con las especies: melina, teca y saqui-saqui.

Pardi y otros (1989), aplicaron la tecnología SIG, para evaluar el estado de conservación de la vegetación natural de Venezuela. Obtuvieron un mapa a escala pequeña donde muestran, los diferentes tipos de vegetación existentes en el país y, la situación de protección en que se encuentran.

Bastidas (1991) utilizó la tecnología SIG, y el programa ARC/INFO para mostrar la secuencia metodológica en la definición de un modelo potencial de erosión, a escala 1: 100000; con la finalidad de

medir susceptibilidad a la erosión en diferentes unidades espaciales, de la cuenca del lago de Valencia; con datos de geomorfología, geología, uso de la tierra, clima, suelos y pendiente. Briceño, Elba T. (1993) usó la tecnología SIG en el diseño e implantación de una Base de Datos Geográficos para clasificación de tierras en la Unidad Experimental de Ticoporo. Estado Barinas.

B. Revisión bibliográfica sobre bases de datos geográficas.-

B.1. Definiciones de base de datos.-

Una base de datos se puede definir como:

Una colección de datos no redundantes, que pueden ser compartidos por diferentes sistemas de aplicación (NCGIA, National Center for Geographic Information and Analysis, USA, 1990b).

Una colección de información acerca de cosas u objetos y sus relaciones (Aronoff, 1991).

Una colección de datos referenciados espacialmente que actúan como un modelo de la realidad (Belward y Valenzuela, 1991).

Una colección de uno o más ficheros de datos, almacenados en una forma estructurada y que contienen información no-redundante, de modo que las relaciones existentes entre los distintos items o conjuntos de datos, pueden ser utilizados por el

Sistema de Gestión de Base de Datos o Sistema
Manejador de Base de Datos (SGBD) o SMBD, para
manipular o recuperar los mismos (Bosque, 1992).

B.2.- Gestor o manejador de bases de datos.-

Las bases de datos constituyen una de las
aplicaciones más comunes de la informática actual.
El gestor, manejador o administrador de bases de
datos es un medio informático para procesar
información con rapidez y fiabilidad.

Evolución de los sistemas manejadores de bases de datos (SMBD) (Turgeon, 1992).-

La evolución de los SMBD, hasta llegar al concepto
de base de datos relacional, es un proceso
secuencial, desarrollado en el tiempo, de la
siguiente manera:

(1) Inicio

Uso de archivos de tipo secuencial, por ejemplo,
cinta perforada de papel, para leer por medios
mecánicos u ópticos.

(2) Aparición de las primeras unidades de disco, que
permiten el acceso aleatorio de los datos, por
ejemplo, disco duro y disco flexible (floppy).

(3) Aparición de gestores o manejadores de ficheros
o archivos. Son programas que permiten efectuar

operaciones de grabación, consulta o modificación de los datos contenidos en un fichero o archivo único.

(4) Aparición de gestores o manejadores de bases de datos. Son programas que permiten efectuar operaciones sobre varios archivos al mismo tiempo, intercambiando información y definiendo las relaciones entre los mismos.

Requerimientos de los SMBD.-

Los manejadores de bases de datos requieren sistemas de almacenamiento masivo, muy sofisticados y rápidos, para que las operaciones de acceso a la información se realicen en forma fiable y eficaz.

La potencia de estos paquetes depende en gran medida del hardware disponible, y el volumen de información que se ha de manejar, ya que en la actualidad las limitaciones, son más producto del hardware que del software, por ejemplo, dBase IV permite manejar hasta 100 millones de fichas si el hardware lo permite, es así como producirá 225 campos por registro, para un total de 100 millones de registros por cada base de datos.

Los SMBD incorporan utilidades que permiten la creación de aplicaciones específicas, pasando a ser más una herramienta de programación, que un simple programa para el manejo de la información.

Manejadores de bases de datos relacionales.-

Entre los SMBD destaca el SMBD relacional. Esto significa que permite establecer relaciones complejas entre los datos de dos o más ficheros al mismo tiempo.

Los programas de los SMBD relacionales permiten acceder a los datos de un fichero, a través del contenido de un campo común, pudiendo existir más de un campo común e incluso, se pueden establecer criterios de relaciones múltiples, en función de las necesidades de cada aplicación. La única información repetida o datos repetidos en dos ficheros, se reduce al código de identificación correspondiente, lo que representa mayor agilidad a la hora del manejo de la base de datos y, un ahorro considerable de espacio (Turgeon, 1992).

Ventajas de los SMBD.-

- 1) Rapidez en el procesamiento de los datos
- 2) Posibilidad de realizar operaciones complejas o repetitivas sin los errores que caracterizan la labor humana
- 3) Conveniente en aplicaciones donde interviene un número considerable de datos

Desventaja de los SMBD.-

La introducción inicial de la información en la base de datos y su actualización, constituyen trabajos lentos y delicados, sobre todo si se utilizan bases de datos con errores o no actualizadas. Es necesario actualizar la información, de manera que, los datos contenidos en la base de datos sean lo más reales posible.

B.3. Fases a ejecutar en el desarrollo de bases de datos.-

El desarrollo de una base de datos y sus aplicaciones puede resultar, una tarea compleja, que requiere los esfuerzos de docenas de personas por muchos meses.

Los requerimientos del sistema surgen a partir de las necesidades que tienen los usuarios para conseguir algo. Para lograr éste objetivo, con un sistema que procese una base de datos, los documentos fuentes de información se toman como requerimientos. A partir de estos se desarrolla un modelo de datos para los usuarios, éste modelo, se transforma entonces en un proyecto de base de datos. Una vez desarrollado el proyecto se procede a establecer la estructura de la base de datos sobre medios físicos. Por último, la base de datos se

procesa para una o más aplicaciones, por medio de un Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD) (Kroenke, 1992).

La tabla 5 muestra la situación de un usuario individual, con una aplicación en particular.

TABLA 5 Desarrollo de un sistema de procesamiento de base de datos, para un usuario individual, con una aplicación particular (tomado de Kroenke, 1992).

FASES	
1	Establecimiento de los requerimientos del usuario a partir de los documentos fuentes
2	Desarrollo del modelo de datos para el usuario
3	Transformación del modelo desarrollado en proyecto de base de datos
4	Ejecución de la base de datos, a partir de estructuras desarrolladas sobre medios físicos.
5	Aplicación de la base de datos mediante la utilización de un SMBD

La situación llega a ser más complicada, para grupos de trabajo y sistemas organizacionales que tengan muchos usuarios y otras tantas aplicaciones. En este caso, existen muchos y, diferentes procesos para desarrollar las bases de datos. Dichos procesos se resumen aquí, capturando la esencia, de la mayoría de las metodologías desarrolladas (ver tabla 6).

TABLA 6 Resumen de las metodologías puestas en práctica al desarrollar y aplicar bases de datos (tomado de Kroenke, 1992).

FASES	
1 Fase de definición	- Elaborar el proyecto de trabajo - Definir el problema - Establecer el campo de aplicación - Evaluar la factibilidad ó viabilidad del proyecto
2 Fase de requerimientos	- Creación del modelo de datos para los usuarios - Determinar los mecanismos de actualización, despliegue y control - Entrevistas a usuarios - Uso de prototipos
3 Fase de evaluación	- Selección de sistemas de arquitectura - Revalorar la viabilidad - Revalorar requerimientos, diferir posiblemente algunos
4 Fase de proyecto	- Desarrollar el proyecto de base da datos ... Establecer archivos (relación, tablas) ... Establecer artículos (ítems) de datos (atributos, columnas) ... Establecer las relaciones - Desarrollo del proyecto de aplicación ... Establecer listas (menús) de proyectos, formas, reportes, facilidades para la interrogación y consulta. ... Establecimiento de mecanismos específicos de actualización, despliegue y control. ... Establecer el proyecto de programas lógicos.
5 Fase de ejecución	- Construcción de la base de datos - Estructuración de las aplicaciones - Instalación de la base de datos y puesta en práctica de las aplicaciones.

La Tabla 7 presenta los componentes de un proyecto de base de datos

TABLA 7 Componentes de un proyecto de base de datos

- Nombres de archivos o tablas - Artículos o ítems de los datos en cada archivo ... Nombre del ítem ... Descripción física del ítem ... Descripción lógica del ítem - Relaciones entre archivos - Restricciones sobre los ítems y las relaciones

- La tabla 8 presenta el resumen de las fases a cumplir en el desarrollo de bases de datos y sus componentes.

- La tabla 9 muestra las fases y tareas a ejecutar en el desarrollo de una base de datos.

TABLA 8 Resumen de las fases a cumplir en el desarrollo de bases de datos y sus componentes (tomado de Kroenke, 1992)

	Hard-ware	Progra-mas	Datos	Proce-dimien-tos	Perso-nal
Defini-ción					
Reque-rimien-tos			base		
Evalua-ción			de		
Proyec-to			da-		
Ejecu-ción			tos		

TABLA 9 Resumen de las fases y tareas a ejecutar en el desarrollo de una base de datos (tomado de Kroenke, 1992).

Fase de Re-querimientos	Fase de Eva-luación	Fase de Pro-yecto o plan	Fase de Eje-cución
Construcción de modelo de datos del usuario	Evaluación del modelo de datos	Transformación del modelo para el SMBD-Proyecto independien-te	Ejecución del SMBD Proyecto independien-te
		Transformación en un proyecto de base de datos	Ejecución del modelo utilizando un SMBD en particular

Nota: Paralelamente a estas fases se van desarrollando las aplicaciones

B.4. Etapas generales en la construcción de la base de datos:

En la construcción de bases de datos, se cumplen las siguientes etapas:

Planificación de la base de datos.

Entrada de datos espaciales mediante digitalización o datos digitales reformateados.

Edición y creación de topología, establecimiento de coberturas y generación de tablas AAT y PAT en ARC/INFO.

Entrada de atributos de los datos y, añadir datos
Manejo y manipulación de los datos, por ejemplo, aplicación de las operaciones Project, Transform y Mapjoin en ARC/INFO sobre la base de datos geográfica.

Análisis de los datos, por ejemplo, aplicación de la operación de sobreposición sobre la base de datos geográfica.

Presentación de los resultados del análisis o relación de nuevos datos a través de mapas, consultas y reportes.

B.5. Modelaje de datos.-

La construcción de un modelo de datos, es un proceso de deducción. Este proceso, constituye más arte que ciencia. Es posible aprender y utilizar debidamente

las herramientas y técnicas para modelaje de datos, en base a la intuición que proporciona la experiencia. Si el modelo de datos producido, refleja exactamente el modelo presente en la mente del usuario, entonces hay una excelente oportunidad para que los datos resultantes, se ajusten a las necesidades de los usuarios. Pero, si no es así, es imposible que un reporte a producirse, este ajustado a dichas necesidades.

B.5.1 Modelaje en sistemas multi-usuarios.-

El proceso de modelaje de datos, llega a ser más complicado para grupos de trabajo multi-usuarios y bases de datos organizacionales. Si existen muchos usuarios individuales, habrán muchos modelos de datos. En ocasiones, estos modelos serán inconsistentes. Algunas veces, estas inconsistencias podrán resolverse, ya que, por ejemplo, son un producto de diferencias en el uso de la terminología. Los usuarios pueden estar empleando el mismo término para objetos o cosas diferentes, o diferentes términos para las mismas cosas u objetos (Kroenke, 1992).

Otras veces, sin embargo, las diferencias serán irreconciliables. En tales casos, el desarrollador de la base de datos, debe documentar las diferencias

problemáticas y ayudar a los usuarios, para obtener la solución. Esto usualmente significa que alguien tiene que cambiar la forma como ve el mundo, a fin de solucionar el problema y darle continuidad al proyecto.

Un reto más grande se presenta con sistemas multi-usuarios, en los cuales, ningún usuario tiene la estructura completa del modelo. Cada usuario entiende una parte del trabajo u organización del modelo de datos, pero individualmente ninguno lo entiende todo. En tales casos, la base de datos llega a ser la unión lógica de la perspectiva de un grupo de trabajo o el modelo de una organización.

B.6.- El modelo entidad-relación o modelo E-R.-

El modelo entidad-relación es un modelo utilizado para interpretar, especificar y documentar requerimientos para sistemas de procesamiento de bases de datos. Este modelo fue descrito en primera instancia por Peter Chen; en él se definen las entidades que constituyen los objetos o cosas identificables e importantes para los usuarios (Kroenke, 1992).

Una entidad es algo que puede identificarse en el ambiente de trabajo del usuario. De acuerdo a como

estén asociadas, las entidades pueden ser de dos tipos: La entidad clase es una colección de entidades del mismo tipo y constituye la forma general o descripción de un objeto, por ejemplo, la entidad vegetación, la entidad uso, etc. La entidad instancia constituye una representación particular dentro de la entidad clase, por ejemplo, vegetación boscosa, vegetación arbustiva, uso agrícola, etc.

B.6.1 Relaciones entre entidades.-

Las entidades pueden asociarse unas a otras a través de las denominadas relaciones. Estas relaciones pueden ser: relaciones de clase o relaciones de instancias, según sean entidades de clases o instancias respectivamente.

Las entidades tienen propiedades también denominadas atributos que describen sus características, por ejemplo, el nombre de la entidad, ubicación geográfica, etc.

El modelo entidad-relación, define explícitamente relaciones, cada relación tiene un nombre, existiendo relaciones de clase y relaciones de instancias. En él, pueden existir relaciones entre muchas entidades.

El número de entidades involucradas en una relación

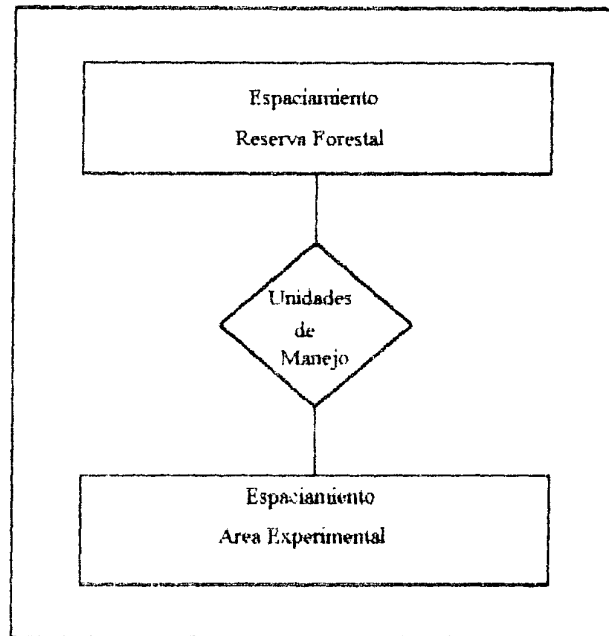
se llama grado de la relación. En la figura 8, la relación es de grado 2, debido a que cada instancia de la relación, involucra dos entidades. En la figura 9, la relación es de grado 3, puesto que, cada instancia involucra tres entidades.

Aunque el modelo E-R permite relaciones de cualquier grado, todas las aplicaciones del modelo involucran solamente relaciones de grado 2, estas relaciones son también llamadas binarias.

B.6.2 Tipos de relaciones binarias.-

La figura 10, muestra los tres tipos fundamentales de relaciones binarias. En una relación 1:1 (se lee uno es a uno), una entidad instancia de un tipo, se relaciona a una entidad instancia de otro tipo. La relación 1:N (se lee uno es a ene o uno es a muchos), una entidad instancia se relaciona a muchas entidades instancias. El tercer tipo de relación binaria establece la relación N:M (se lee muchos a muchos), donde muchas instancias se relacionan a otras tantas instancias.

Figura 8. Relación de grado 2.



www.bdigital.ula.ve

Figura 9. Relación de grado 3.

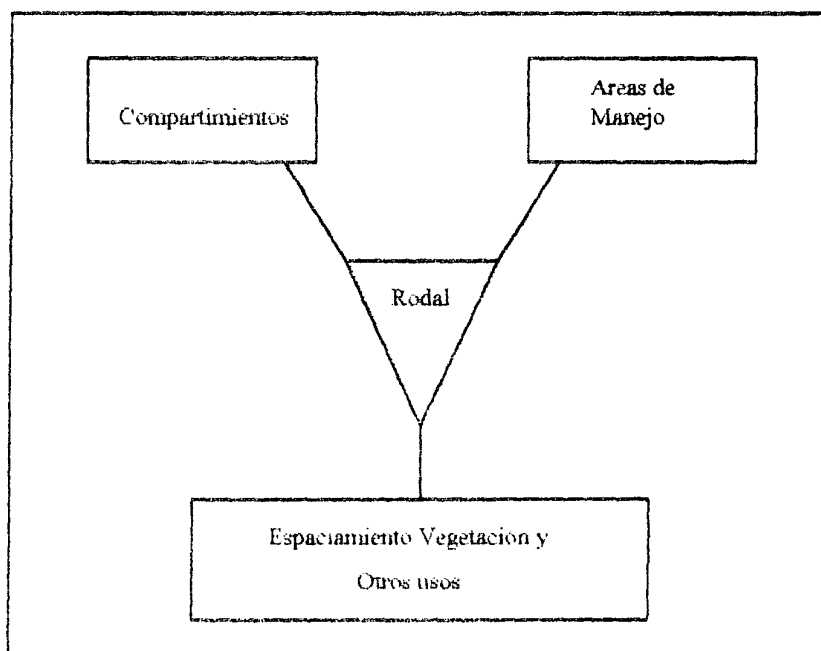
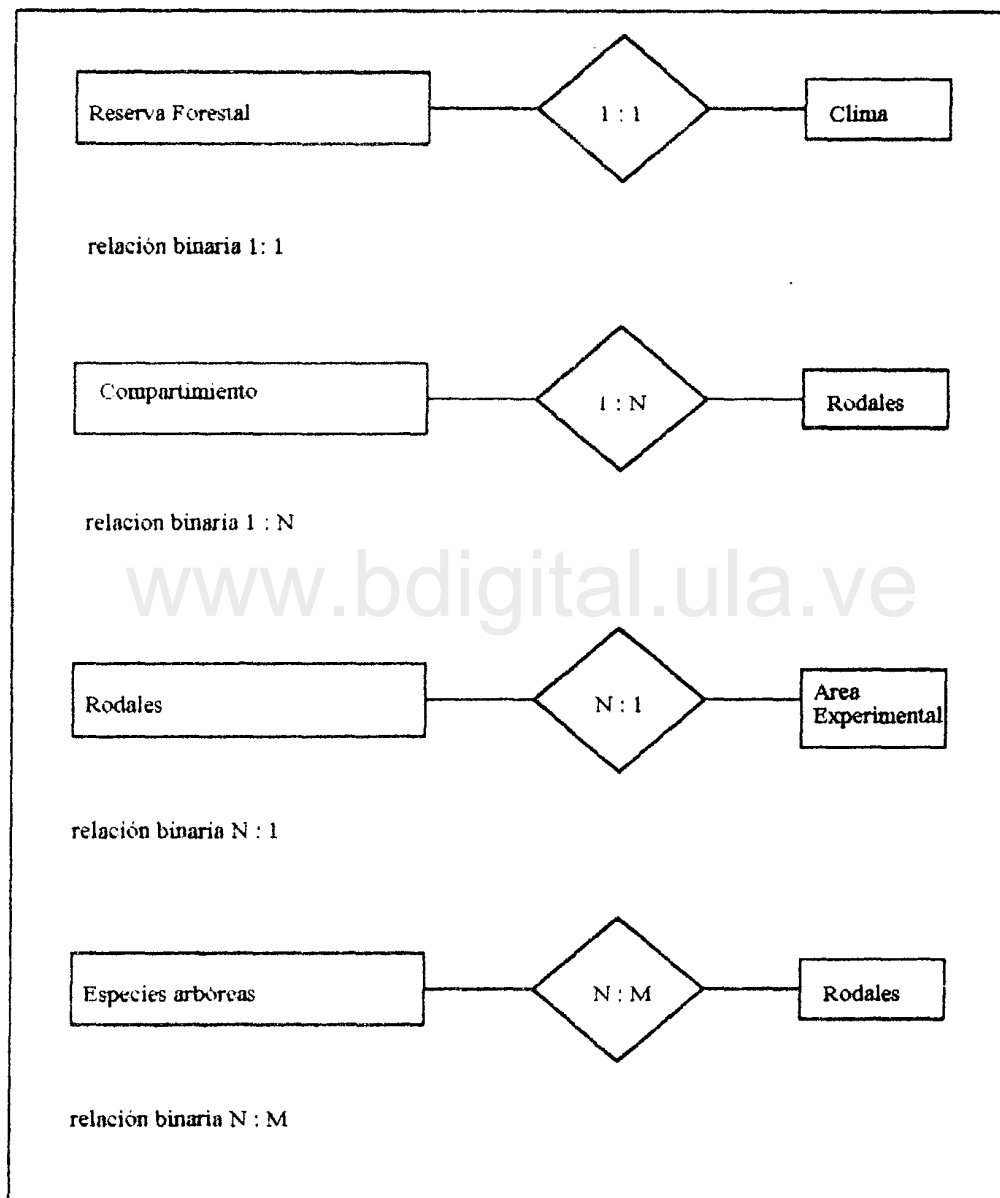


FIGURA 10. Tipos fundamentales de relaciones binarias.
(Adaptado de Kroenke, 1992)



B.6.3 Diagramas entidad-relación.-

Los dibujos o gráficos de la figura 10, se denominan de entidad-relación o diagramas E-R. Estos diagramas siguen un patrón establecido. De acuerdo a éste patrón, las entidades clase se muestran como rectángulos y, las relaciones por medio de diamantes. La cardinalidad máxima de la relación se muestra dentro del diamante. El nombre de la entidad se muestra próxima al diamante.

B.6.4 Entidades fuertes y entidades débiles.-

El modelo entidad-relación, define dos tipos especiales de entidades llamadas: entidades fuertes y entidades débiles. Una entidad fuerte, es aquella cuya presencia en la base de datos no depende de la existencia de otra entidad en la misma. Una entidad débil es aquella cuya presencia en la base de datos depende de la existencia de otra entidad, en éste caso, una entidad fuerte.

Las entidades débiles y sus relaciones, se muestran utilizando rectángulos y diamantes con las esquinas redondeadas, configurando diagramas de entidad relación.

B.7.- Aplicaciones del modelo entidad-relación.-

Una aplicación muy común del modelo E-R, se produce en el proyecto de base de datos Top-down (desarrollo desde lo general hasta lo específico). Para hacer esto, el equipo de trabajo entrevista a los usuarios e identifica, las entidades y relaciones que están dentro del campo de acción del proyecto, al mismo tiempo se documentan las propiedades y relaciones de las entidades.

En el proceso de modelaje se utilizan diversas fuentes del conocimiento, como base para guiar las entrevistas con los usuarios. El equipo desarrollador utilizará gráficos y reportes, así como la existencia de otras bases de datos relacionadas.

B.8.- El modelo relacional.-

Una relación es una tabla bidimensional. Cada fila de la tabla, contiene datos que pertenecen a alguna cosa o porción de ella. Una fila es lo mismo que un registro, en el sistema de procesamiento de archivos. Cada columna de la tabla contiene datos y son lo mismo que los campos, en el sistema de

procesamiento de archivos. Algunas veces, las filas se llaman tuplas y las columnas atributos (Kroenke, 1992).

8.8.1 Restricciones impuestas a la tabla o relación.-

A las tablas o relaciones se le imponen ciertas restricciones. Entre las restricciones tenemos:

- 1.- Las celdas de la tabla deben contener valores individuales.
- 2.- No se permiten arreglos o grupos repetidos de valores.
- 3.- Los valores incorporados en cualquier columna o atributo debe ser de la misma clase.

La tabla 10, es un ejemplo de tabla o relación.

TABLA 10 Tabla relacional

	Atributo1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
	Nombre			
Fila 1				
Fila 2				
Fila 3				
Fila 4				
.				
.				
.				
Fila 8				

B.8.2 Estructura de la tabla o relación.-

El formato general de la tabla (nombre, tipo,); se denomina estructura de la tabla o relación. Los términos relación, tupla, y atributo provienen del campo de la matemáticas relacional, el cual constituye la fuente teórica del modelo relacional. Los profesionales manejadores de sistemas de información encuentran los términos

archivo, registro y campo más convenientes. Sin embargo, la mayoría de los usuarios, encuentran a los términos tabla, fila y columna como más razonables.

La tabla 11 resume la terminología relacional

TABLA 11 Terminología relacional

MODELO RELACIONAL	PROGRAMADOR	USUARIO
Relación	Archivo	Tabla
Tupla (Fila)	Registro	Fila
Atributo	Campo	Columna

B.8.3 Importancia del modelo relacional.-

El modelo relacional es importante por dos razones:

- 1.- Puede ser utilizado para expresar proyectos independientes con SMDB, siendo esto la base para una categoría básica de productos.
- 2.- la normalización puede ser usada como una guía para chequear, la conveniencia y exactitud de las relaciones. La normalización constituye una

ayuda para el proyecto de base de datos, ya que evita las modificaciones irregulares producidas, al efectuar la actualización de las tablas o relaciones.

B.8.4 Formas normales.-

Una relación puede ser definida como una tabla bi-dimensional que presenta ciertas restricciones, básicamente al relacionar los atributos.

Las relaciones se pueden clasificar de acuerdo al tipo de irregularidad que ellas eliminan. Estas clasificaciones se denominan formas normales.

Las formas normales son relaciones o tablas que permiten eliminar anomalías o irregularidades, de las mismas relaciones o tablas.

Primera forma normal: cada relación o tabla está en primera forma normal por definición.

Segunda forma normal: una relación está en segunda forma normal, si todos los atributos no claves, son dependientes del atributo clave. La clave es un grupo de uno o más atributos, que identifican una tupla o una relación (tabla).

Tercera forma normal: una relación o tabla está en tercera forma normal, si se encuentra en segunda forma normal y no tiene dependencias transitivas, es decir, que un atributo dentro de la tabla, permita determinar a otro.

Forma normal Boyce-Codd: una relación está en forma normal Boyce-Codd, si cada determinante, es una clave candidata, es decir, si los atributos que contiene la tabla, pueden ser tomados como claves. La clave a seleccionar es llamada clave primaria.

Cuarta forma normal: una relación o tabla está en cuarta forma normal, si está en forma normal Boyce-Codd y tiene dependencias no multievaluadas entre los atributos, es decir, cuando hay al menos tres atributos en la relación y, los valores de dos de ellos, no depende de los valores del tercer atributo.

B.9. Transformación del modelo entidad-relación en proyecto de base de datos relacional.-

Los requerimientos de datos se expresan en términos del modelo entidad-relación. Con éste modelo, se representan por medio de entidades y relaciones

binarias explícitas, las cosas u objetos que los usuarios desean investigar.

B.9.1 Representación de las entidades con el modelo relacional.-

En general, la representación de las entidades con el modelo relacional es franca. Comienza por definir una relación para cada entidad. El nombre de la relación, tabla o archivo, es el nombre de la entidad y sus atributos son las propiedades de dicha entidad. Luego se examina cada relación de acuerdo a los criterios de normalización, pudiéndose realizar cambios de acuerdo a dichos criterios. Si se conocen a partir del modelo de datos las propiedades que identifican a la entidad, estas propiedades se convierten en la clave de la relación.

Durante la fase de requerimientos se establece el lugar que ocupará una entidad, en función de la importancia que tenga para los usuarios. Los criterios de normalización se aplican al definir las relaciones entre las entidades. La clave de las entidades débiles, siempre será la clave de la entidad fuerte de quién depende.

B.10 Desarrollo de aplicaciones para proyectos de bases de datos.-

Los procesos generales para desarrollar las aplicaciones de bases de datos son: fase de requerimientos, fase de proyecto, y fase de ejecución.

Durante la fase de requerimientos se determinan las funciones de aplicación. La fase de proyecto incluye la estructuración y lógica de los programas de aplicación, el proyecto de interfases de usuarios: facilidades de control tales como comandos y menús, estructuración y procesamiento de formas o figuras, y la definición de reportes. La fase de ejecución implica la construcción de las aplicaciones. La tabla 12 muestra las principales tareas para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos (Kroenke, 1992).

TABLA 12 Principales tareas para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos

FASE DE REQUERIMIENTOS ... Entrevista a usuarios ... Construcción de diagramas de flujo de datos ... Determinación del flujo de datos ... Determinación de los procesos que operan sobre el flujo de datos ... Especificación del grupo de aplicaciones
FASE DE PROYECTO ... Proyecto sobre facilidades de control de aplicación ... Proyecto de gráficos o figuras ... Proyecto de reportes ... Especificación de la lógica de programas
FASE DE EJECUCION ... Construcción de las aplicaciones con el SMDB, sistemas de generación de códigos y programación

B.10.1 Funciones para una aplicación de bases de datos.-

El propósito de una aplicación de base de datos es crear, actualizar, borrar y exhibir o desplegar objetos o vistas de entidades, destinadas a los usuarios, mientras se protege la seguridad e integridad de la base de datos. En lo ideal, una aplicación proporciona facilidades, para el uso de

interfases de usuarios autorizados o quienes estén elaborando solicitudes con datos válidos y exactos. Esto representa el equivalente a una puerta cerrada para usuarios no autorizados, ya que produce información y mensajes de error útiles para usuarios autorizados, cuando éstos hagan solicitudes no autorizadas o intenten procesar datos no validos. A menudo estos ideales no pueden ser logrados del todo, debido a limitaciones en los SMBD, restricciones en presupuesto y tiempo, limitados conocimientos y habilidades de los desarrolladores, y otras restricciones. Hasta ahora, estos ideales, sirven como objetivos principales en la aplicación de bases de datos.

Los objetos se crean a partir de datos aportados por los usuarios u otras fuentes, procediendo a su almacenaje en la base de datos. La actualización ocurre al leer los datos de objetos a partir de las relaciones y efectuar los cambios apropiados. El borrado involucra la remoción de todos los objetos, a partir de las relaciones sobrepuestas que sirven de base. El despliegue se puede producir vía reporte, sobre papel u otro medio externo o mediante estructuras de objetos sobre dispositivos de video-despliegue.

B.11 Ejecución de bases de datos con el modelo relacional.

El modelo relacional, constituye hoy en día, uno de los tres modelos básicos utilizados en el procesamiento de bases de datos. Es el más popular y ampliamente usado de los tres. Los otros dos son: el DL/I y el CODASYL DBTG (Kroenke, 1992).

B.11.1 Definición de datos relacionales.-

Hay una serie de tareas a ejecutar, cuando se emplean bases de datos relacionales. Primero, se define la estructura de base de datos para el SDBD. Para hacer esto, el desarrollador utiliza un lenguaje para la definición de datos (LDD), o algún medio equivalente, tal como un dispositivo de exhibición o despliegue gráfico para describir la estructura. Luego, la base de datos se ubica o coloca en un medio físico de almacenaje y se llena con datos.

B.11.2 Terminología relacional.-

Una relación es una tabla bi-dimensional que tiene las siguientes propiedades:

- 1.- Las entradas en la relación son valores individuales. Los valores múltiples no están permitidos. Por tanto, la intersección de una fila y una columna contiene solamente un valor.
- 2.- Las entradas en cualquier columna, son del mismo tipo o clase. Por ejemplo, una columna puede contener altura del bosque y otra densidad de cobertura. Cada columna tiene un nombre único y, el orden de las columnas es de poca importancia en la relación. Las columnas de una relación se llaman atributos. Cada atributo tiene un dominio, que son el conjunto de valores que pueden asumir los atributos.
- 3.- No hay filas idénticas en la relación o tabla y, el orden de las filas es despreciable.

En la tabla 13, se presenta un resumen de la terminología relacional.

TABLA 13 Resumen de la terminología relacional (tomado de Kroenke, 1992)

TERMINO	SIGNIFICADO
Relación (tabla o archivo)	Tabla bi-dimensional
Atributo (columna, campo o ítem de datos)	Columna de una relación, tabla o archivo
Tupla (fila o registro)	Fila en una relación, tabla o archivo
Dominio	Conjunto de valores que puede tener un atributo
Estructura de la relación	Formato de la relación
Ocurrencia	Estructura de la relación con datos
Esquema relacional	Estructura de la relación con restricciones
Clave	Grupo de uno o más atributos que identifican una tupla en la relación
Clave lógica	Igual que para clave
Clave física	Un grupo de uno o más atributos, apoyados por una estructura de datos que facilita el acceso secuencial rápido o recuperación

B.11.3 Manejo de datos relacionales.-

En el manejo de datos relacionales, se han propuesto cuatro estrategias, a saber: álgebra relacional, cálculo relacional, lenguajes orientados a la transformación y los sistemas orientados gráficos (Kroenke, 1992).

El álgebra relacional, define operadores que trabajan sobre las relaciones, tal como los operadores $+$ y $-$ del álgebra superior. Las relaciones se pueden manejar empleando éstos operadores hasta llegar al resultado deseado. El álgebra relacional es particularmente difícil de usar, motivado al aspecto procedimental. Esto quiere decir, que cuando se emplea el álgebra relacional, se debe conocer lo deseado y como obtenerlo.

El cálculo relacional es el segundo tipo de manejo de datos relacionales. No es un procedimiento, constituye un lenguaje para expresar lo que se quiere, sin decir como obtenerlo. Al menos, que se esté buscando la teoría de la tecnología relacional, se tendrá que aprender cálculo relacional. El cálculo relacional es rara vez utilizado, en el procesamiento de bases de datos comerciales.

Aunque el cálculo relacional es difícil para entender y utilizar, sus propiedades no

procedimentales son altamente deseables. En consecuencia, los proyectistas de SMBD, examinarán otras técnicas no procedimentales. Esto, los guiará a lenguajes manejadores de tercera y cuarta categoría.

Los lenguajes orientados a la transformación constituyen la tercera categoría y, son un tipo de lenguaje no procedimental, que transforma los datos de entrada expresados como relaciones, en resultados que se manifiestan como una relación particular. Estos lenguajes, proporcionan estructuras fáciles de usar para expresar lo que se desea, en términos de los datos existentes. Lenguajes orientados a la transformación son: SQUARE, SEQUEL y SQL.

La cuarta categoría de lenguajes manejadores de datos relacionales (LMD), es el sistema orientado gráfico. Los sistemas orientados a ésta tecnología, como el PARADOX de Borland's y el QBE de IBM, proveen al usuario de una imagen de la estructura de relación.

Los usuarios establecen en un modelo, lo que desean, y el sistema responde con los datos actualizados en ese formato (Kroenke, 1992).

Si se entiende el algebra relacional y el SQL, entonces será totalmente fácil utilizar, productos de SMBD orientados gráficamente.

Las cuatro categorías de lenguajes manejadores de datos relacionales, se resumen en la Tabla 14.

TABLA 14 Categorías de lenguajes manejadores de datos (LMD) relacionales (tomado de Kroenke, 1992).

... Algebra relacional
... Cálculo relacional
... Lenguajes orientados a la transformación de datos como el SQL
... Sistemas gráficos como el QBE

B.11.4 Interfases de los lenguajes manejadores de datos con SMD.

Hay diferentes maneras, para que los usuarios puedan acceder y procesar las bases de datos, a saber:

- 1) Uso de reportes o gráficos proporcionados por el SMD.
- 2) Utilización de un lenguaje de interrogación y actualización de la base de datos, por ejemplo, SQL.

- 3) Programas de aplicación, escritos en lenguaje de programación que accedan la base de datos, a través de comandos del SDBD; como por ejemplo, COBOL, BASIC, REXX, PASCAL y, en algunos casos, programas de aplicación escritos en lenguajes proporcionados por los vendedores del SDBD, como es el caso del lenguaje de programación dBase.

B.11.5 Algebra relacional.-

Aunque similar conceptualmente, el algebra relacional difiere sustancialmente del algebra aprendida en la escuela. En el algebra de la escuela, las variables representadas son números y las operaciones +, -, x, y / operan sobre cantidades numéricas. Para el algebra relacional sin embargo, las variables son relaciones y las operaciones manejan relaciones para formar nuevas relaciones. Por ejemplo, la operación + o UNION, combina las filas de una relación con las filas de otra relación, para producir una tercera relación (Kroenke, 1992).

B.11.6 Operaciones del algebra relacional.-

Las operaciones que manejan relaciones son: UNION, DIFERENCIA, INTERSECCION, PRODUCTO, PROYECCION, SELECCION y JOIN (juntar, reunir, empalmar) (Kroenke, 1992).

UNION.-

La unión de dos relaciones o tablas se forma añadiendo las filas o tuplas de una relación o tabla, con aquellas de una segunda relación para producir una tercera relación o tabla.

DIFERENCIA.-

La diferencia de dos relaciones o tablas, es una tercera relación o tabla que contiene las filas que aparecen en la primera relación o tabla, pero no así en la segunda.

INTERSECCION.-

La intersección de dos relaciones o tablas, es una tercera relación, que contiene las filas que aparecen tanto en la primera como en la segunda relación o tabla, o sea, en ambas.

PRODUCTO.-

El producto de dos relaciones, algunas veces llamado

producto cartesiano, es la concatenación de cada fila o tupla de una relación, con la fila o tupla de una segunda relación.

PROYECCION.-

La proyección es una operación que selecciona atributos específicos a partir de una tabla o relación. El resultado de la proyección, es una nueva relación que tiene los atributos seleccionados. En otras palabras; una proyección constituye una operación que entresaca columnas de una relación o tabla.

SELECCION.-

Mientras que en la operación de proyección, se toma un subconjunto vertical o columna de una relación, la operación selección, toma un subconjunto horizontal o fila. La proyección identifica los atributos a incluir en la relación, así como la selección identifica las filas.

JOIN.-

La operación JOIN (juntar, reunir, empalmar), es una combinación de las operaciones: producto, selección y proyección. El "join" de dos relaciones o tablas como A y B, opera de la siguiente manera: primero,

se forma el producto de A y B. Entonces, bajo un criterio específico, se hace una selección para eliminar algunas filas o tuplas. Luego, opcionalmente, se remueven los atributos con proyección.

B.11.7 Resumen de las expresiones en algebra relacional.-

La tabla 15 resume las operaciones relacionales básicas. Este conjunto de operaciones incluye: Unión (+), Diferencia (-), Intersección y Producto. La Selección especifica filas o tuplas de una relación, según condiciones preestablecidas, sobre los valores de atributos. La proyección especifica la columna o atributo de una relación, por nombre de atributo. Finalmente, "join" concatena las filas de dos relaciones, según una condición de valores de atributos.

Los operadores relacionales, pueden emplearse para expresar interrogantes.

TABLA 15 Resumen de las operaciones relacionales básicas

TIPO	FORMATO	EJEMPLO
Conjunto de operaciones	+,- intersección y producto	
Selección	SELECT relación WHERE condición	
Proyección	Relación [lista de atributos]	
Join	Relación 1 JOIN (condición) Relación 2	

B.12. Lenguaje de consulta estructurado (SQL).-

El lenguaje de consulta estructurado, es el lenguaje más importante, para el manejo de datos relacionales en uso, hoy en día este lenguaje, ha sido respaldado por el Instituto de Estándares (Normas) Nacionales Americanos (ANSI), como el lenguaje a escogerse para manejar bases de datos. El SQL constituye el lenguaje de acceso a los datos, empleado por muchos SGBD comerciales que incluyen: DB2, SQL/DS, ORACLE,

INGRES, SYBASE, SQL, SERVER, dBASE IV, R:BASE, y otros.

Se fundamenta en una combinación de construcciones basadas en álgebra relacional y cálculo relacional (QBE, QUEL, SQL).

Debido a su popularidad, SQL ha llegado a ser el lenguaje estándar para el intercambio de información entre computadores (Kroenke, 1992).

B.13. Organización de los archivos, relaciones o tablas.-

Los datos computarizados se almacenan en periféricos llamados dispositivos de almacenamiento secundario. Estos dispositivos pueden dividirse, en dos amplias categorías: acceso secuencial y acceso directo. Los dispositivos de acceso secuencial o sucesivo requieren que los datos se accesen, en la secuencia como fueron entrados. Así, antes de procesar el cuarto registro en la secuencia del archivo, un programa necesitará acceder el primero, segundo y tercer registro. Los dispositivos de almacenamiento directo, permiten que un programa accese cualquier registro directamente sin necesidad de acceder, registros precedentes o registros en serie.

Dispositivos secuenciales tales como unidades de cinta y teclados, no tienen un impacto significativo

sobre las aplicaciones de bases de datos. Ellos se usan por ejemplo, para archivar datos en la base de datos o ejecutar instrucciones. La base de datos en si misma, incluye, datos de aplicación que se almacenan sobre dispositivos de acceso directo, típicamente discos duros y blandos (floppy).

B.14. Estructuras de datos para el procesamiento de bases de datos.-

Los métodos de organización de archivos, presentados anteriormente son por si mismos inadecuados, para el procesamiento de bases de datos. Los archivos secuenciales son de hecho, completamente inapropiados para el almacenamiento de datos. Los archivos secuenciales indexados, son raras veces utilizados por SMBD debido a sus limitantes. Los archivos directos, se usan en casi todos los SMBD, a causa de su versatilidad. Sin embargo, no pueden prestar todos los servicios necesarios a los usuarios de la base de datos. Para proporcionar esos servicios, los productos de SMBD construyen y mantienen estructuras especializadas.

Las estructuras de datos especializadas son: archivos planos (flat file), estructuras de datos en árbol, redes simples y redes complejas.

B.15. Conclusiones sobre el desarrollo de bases de datos.-

- 1.- Las tres partes de una base de datos son:
 - a) Los datos de aplicación o datos organizados,
 - b) El diccionario de datos o directorio de datos
 - c) Los datos de alto nivel, como listas enlazadas, indexadas y datos similares (relaciones o fuente de datos).
- 2.- El grado de detalle, incorporado en la representación de la base de datos, dependerá de las necesidades de información que tenga el usuario o usuarios.
- 3.- Las bases de datos se utilizan en tres niveles organizacionales: personal, grupos de trabajo, y organizaciones. Cuando se pasa de aplicación de base de datos personal a grupos de trabajo, se efectúa una transición de sistemas para usuarios individuales a sistemas multiusuarios. Si nos movemos desde aplicaciones de bases de datos, para grupos de trabajo hasta organizaciones, hacemos una transición entre bases de datos que proporcionan una vista de la base de datos, a otra que facilita vistas múltiples de los datos.

- 4.- En la construcción de base de datos, es necesario llevar a cabo las siguientes actividades: a) descargar los datos a partir del inventario de la base de datos, b) crear la estructura de la base de datos en el computador, c) cargar los datos en la base de datos, y d) interrogar o preguntar a la base de datos.
- 5.- Las bases de datos son el corazón de aplicaciones críticas para la toma de decisiones.
- 6.- Las bases de datos deben ser accesibles, pero debidamente protegidas.
- 7.- Los proyectos de bases de datos, permiten obtener experiencias importantes, en el modelaje de datos.
- 8.- La tecnología de bases de datos facilita: la producción de información, la identificación de patrones, orientaciones y tendencias. Su propósito fundamental es reducir la incertidumbre.
- 9.- La tecnología de bases de datos, facilita la representación de objetos o cosas, en el ambiente o entorno de los usuarios.
- 10.- En el entorno o ambiente de la base de datos, el SMBD, es el componente de la máquina que

facilita la conexión (interfase) entre los programas de aplicación y la base de datos.

11.- Un SMBD constituye un conjunto de programas que proporcionan facilidades para definir, procesar y administrar la base de datos y sus aplicaciones.

12.- Los principales componentes del SMBD son: a) el motor o máquina del SMBD, b) la definición de las herramientas del subsistema, c) el procesamiento de conexión o interfase, d) el desarrollo del subsistema de aplicación y, e) el diccionario de datos y subsistema de administración.

13.- El SMBD, reduce los problemas relacionados con la integridad y duplicidad de los datos.

14.- Los componentes de un sistema de procesamiento de base de datos son: a) los datos, b) los programas c) el hardware, d) los procedimientos, y e) los usuarios. El principal componente de los datos es la base de datos.

15.- Las tres funciones fundamentales de un programa de aplicación de base de datos son: a) controlar las actividades de los usuarios, b) proporcionar las facilidades para actualizar los datos y, c) proporcionar facilidades para exhibir o desplegar los datos.

16.- Los diversos procesos que permiten desarrollar sistemas de información, involucran cinco fases, a saber: a) definición del problema, b) definición de requerimientos, c) evaluación de varios modelos de datos (arquitectura de datos), d) proyecto de aplicación, y e) ejecución.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 11

ASPECTOS GENERALES DEL AREA EXPERIMENTAL

2.1. Antecedentes generales del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.-

Las reservas forestales son macizos boscosos que ecológica, económica y legalmente, están destinadas a la producción de madera con fines industriales. El aprovechamiento industrial de la madera proveniente de las reservas forestales, se encuentra enmarcado dentro de la política de desarrollo forestal que ha venido instrumentando el Estado Venezolano.

El Estado Venezolano ha inducido al establecimiento de concesiones en las reservas forestales, a largo plazo, mediante la aplicación de planes de ordenación y manejo forestal. Para tal fin, la normativa vigente dicta los lineamientos para el aprovechamiento racional de los productos derivados de la aplicación de los programas de investigación. La Reserva Forestal de Caparo fue creada como tal en el año 1961, siendo administrada en principio por la Dirección de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), que reservó una superficie aproximada de 2500 ha para el funcionamiento de una "Estación Experimental" con pequeños programas de plantaciones forestales. En el año 1965 se dividió

la reserva en cinco unidades de manejo, que se licitaron para la elaboración de planes de manejo y ordenación forestal.

Producto de un convenio suscrito entre Corpoandes y la Universidad de Los Andes, en el año 1970, se inicia un programa de investigación que persigue establecer normas de manejo en las actividades forestales de los Llanos Occidentales, pasando la Estación Experimental a ser manejada por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes, ampliando la superficie dedicada para este fin a unas 7000 ha (Colmenares, 1992).

Es a partir del año 1981, en que la denominada Area Experimental, tiene la administración de la Facultad de Ciencias Forestales en convenio con el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) bajo la figura de comodato.

El Area Experimental cuenta con bosques naturales donde se han realizado experimentos relacionados con el manejo forestal, ensayos de especies, plantaciones forestales y numerosos trabajos de investigación en variados campos como el de los suelos, dendrología, tecnología de maderas, etc., que han servido de apoyo a la docencia impartida en las carreras de Ingeniería Forestal y Capacitación Forestal, dentro de la Facultad de Ciencias Forestales.

La zona se ha representado en varios mapas que aunque han resultado muy útiles, la información que contienen y la que aún falta por recabar, amerita de la existencia de un sistema que permita un rápido acceso, manipulación, transformación y generación de productos (salidas) cartográficos, gráficos, consultas y reportes para el uso de los investigadores, docentes y diversos usuarios del área.

2.2. Descripción general del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.-

2.2.1 Ubicación geográfica y política.-

La Reserva Forestal de Caparo dividida en tres unidades de manejo, se encuentra localizada al sur-oeste del Estado Barinas, en los Llanos Occidentales de Venezuela, en jurisdicción del antiguo Distrito Ezequiel Zamora, y antiguos Municipios Ignacio Briceño y Andrés Bello Blanco (figura 11). El Area Experimental de la reserva forma parte de la Unidad I y se encuentra ubicada al oeste de la misma (figura 12). La Unidad I abarca 59.000 ha y el Area Experimental 7.800ha.

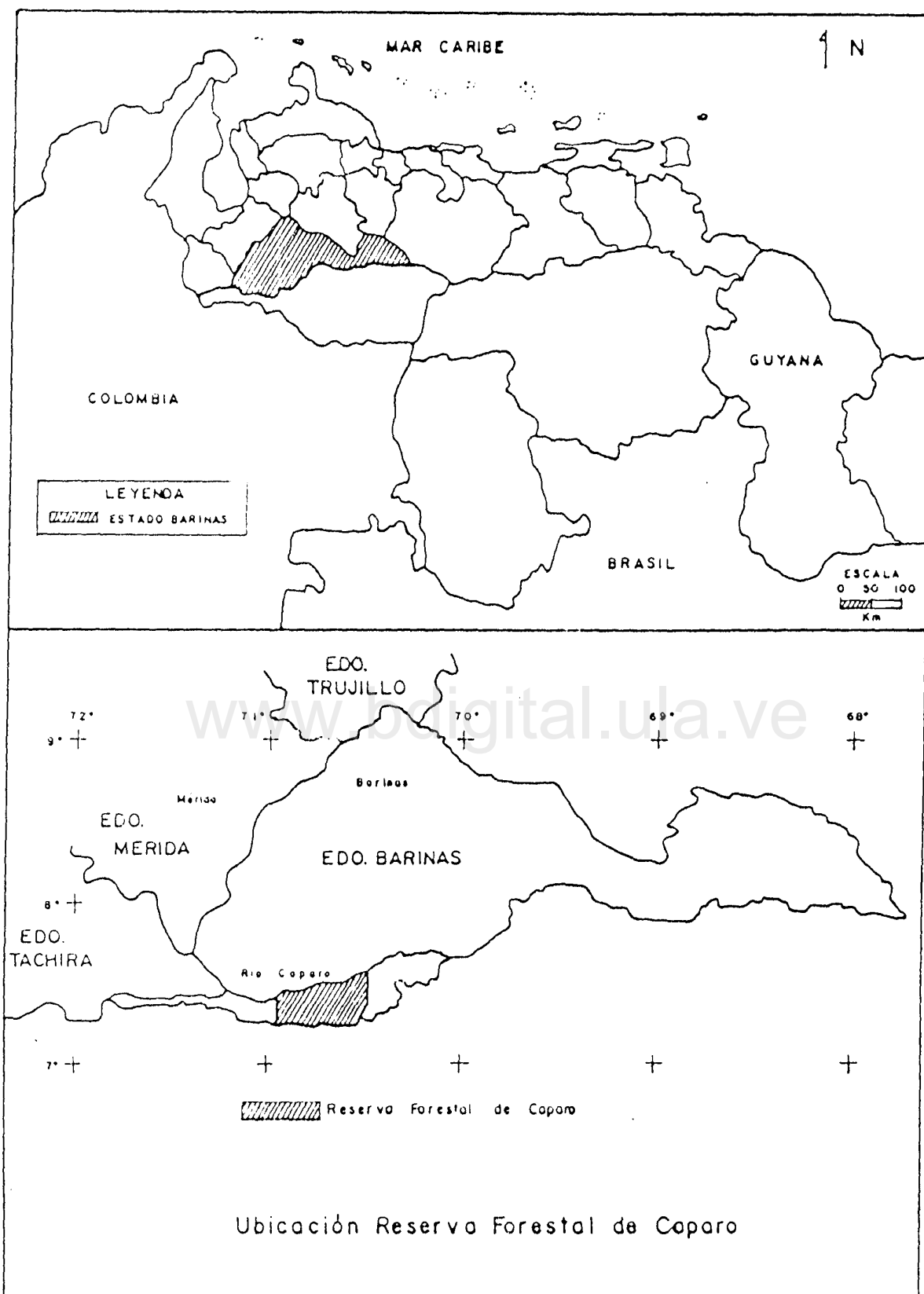
Los linderos del Area Experimental son los siguientes: Al norte el Río Caparo, al sur el Caño

Anarú, al este el área está limitada por una vía designada como Pica 5, que parte desde un punto ubicado en el Caño Anarú, con longitud $70^{\circ} 56' 40''$ Oeste y latitud $07^{\circ} 24' 43''$ Norte, hasta un punto de coordenadas $70^{\circ} 57' 01''$ de longitud Oeste y $07^{\circ} 27' 14''$ de latitud Norte., que al continuar el sentido y dirección de la pica permiten llegar al Río Caparo. Por el oeste, el Area Experimental está limitada por una línea recta, que parte del sitio conocido como Cachicamo, con coordenadas $71^{\circ} 03' 33''$ de longitud Oeste y $07^{\circ} 28' 18''$ de latitud Norte y llega hasta el Caño Anarú (figura 12).

Las coordenadas geográficas del Area Experimental son: Al $70^{\circ} 56' 40''$ O y $07^{\circ} 24' 43''$ N Caño Anarú con Este $70^{\circ} 57' 01''$ O y $07^{\circ} 27' 14''$ N Pica 5 Al $71^{\circ} 03' 33''$ O y $07^{\circ} 28' 18''$ N desde Cachicamo Oeste en línea recta hasta Caño Anarú

Al Norte Río Caparo y Al Sur Caño Anarú.

El área cartografiada no cubre el extremo norte del Area Experimental, zona donde existe una fuerte intervención antrópica, en forma de actividades agrícolas y ganaderas, adelantadas por parte de ocupantes de la reserva. El estudio, se limita a un área de 7.800 ha (Jurgenson, 1993), en la cual el Comodato ULA-MARNR, desarrolla actividades de manejo forestal, investigación y docencia (figura 12).



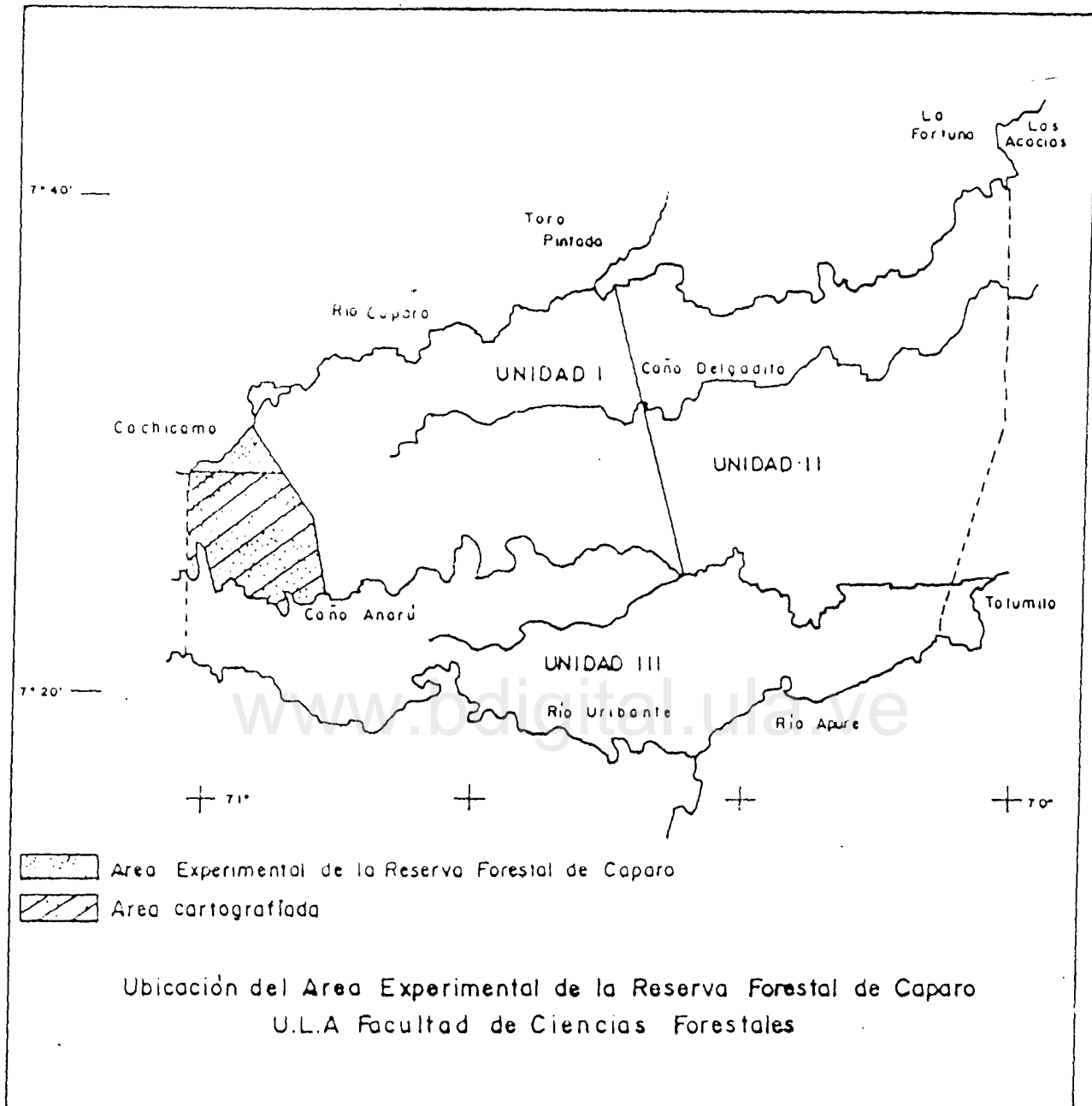


FIGURA 12

2.2.2 Clima.-

Precipitación: La precipitación media anual en la Reserva Forestal de Caparo es de 1750 mm. La distribución de las lluvias es marcadamente estacional, con un período de sequía de 4 ó 5 meses, que va desde Diciembre hasta Marzo o Abril. Los meses más secos son Enero y Febrero, durante los cuales prácticamente no hay precipitación (Franco, 1982). El período de lluvias corresponde al resto del año, siendo el mes más lluvioso el de Julio (Pulido, 1978). La estacionalidad de la precipitación, determina un exceso de agua en la época de lluvias con inundación parcial del área y, deficiencia de agua durante la sequía (Franco, 1982).

Temperatura: La temperatura media anual es de 24,6 °C. La diferencia entre el mes más frío (Junio) y el más cálido (Febrero) es de 3,1 °C. La variación diaria es mayor en los meses secos (12-15 °C) que en los meses lluviosos (4-10 °C) (Franco, 1982).

Humedad relativa: La humedad relativa del aire (media mensual) oscila entre 59 % en Enero y 89 % en Junio. La variación diaria es mínima entre la 1 y 2 de la tarde y máxima entre las 5 y 6 de la mañana,

antes de la formación del rocío. La evapotranspiración potencial (calculada según Penman), con un albedo de 0,15 y factor de corrección para vegetación boscosa de $5/3 E_a$ (poder evaporante del aire), alcanzó un valor de 1,515 mm/año (Franco, 1982).

Vientos: Los vientos dominantes en el área se desplazan con dirección noreste, este y sureste. Franco (1982) reportó para el área 3 de la Unidad I, una velocidad media de los vientos de 0,7 a 0,9 m/seg, obtenida con mediciones realizadas a 1,75 m. de altura sobre el nivel del suelo, en una estación ubicada en un claro de 1ha en el bosque.

www.bdigital.ula.ve

2.2.3 Geomorfología.-

La Reserva Forestal de Caparo se encuentra al pie de la cordillera Andina, distante unos 50 Km, a una altura de 140 m.s.n.m., sobre una llanura aluvial de desborde, cuya formación se originó en el período pleistoceno-holoceno con los materiales sedimentarios procedentes de la cordillera de Los Andes. Los drenajes que descienden de Los Andes atraviesan esta llanura, en dirección predominantemente Oeste-Este, hacia el río Orinoco, generando el primer patrón de deposición de los

sedimentos con esa dirección. La fisiografía típica de la Reserva Forestal de Caparo, responde por tanto a patrones de transporte y sedimentación fluvial. Los materiales más gruesos (bloques, cantos y grava), han quedado depositados en el pie de monte andino sobre las márgenes de los ríos, y el material más fino (arenas, limos y arcillas) han sido transportado aguas abajo, hacia el Este. A nivel de la Unidad I de la reserva, aproximadamente 40 Km desde la zona montañosa, no se ha encontrado en la capa superior de sedimentos (3 m de profundidad) material más grueso que la arena (2 mm de diámetro) (Franco, 1978).

Los drenajes mayores son el río Caparo que constituye el límite Norte, el río Uribante que representa el límite Sur de la Reserva, y el Caño Anarú que la atraviesa en su parte media, en dirección Oeste-Este. Existen además, numerosos caños secundarios, la mayoría de ellos de tipo estacional que contribuyen a formar la red hidrológica del área de la reserva (Pernía, 1993).

En dirección perpendicular a los drenajes señalados, es decir, en dirección Norte-Sur, ha ocurrido el segundo patrón de distribución de los sedimentos, característico de las llanuras aluviales de desborde (Franco, 1978; Pulido, 1978; Pernía, 1982, Pernía,

1993), generando en el área unidades geomorfológicas típicas como: diques, napas de desborde, y cubetas de decantación. En el lenguaje propio o local, dichas unidades reciben el nombre de diques, bancos, bajíos y esteros. En los diques y bancos predominan las arenas, en las cubetas predominan las arcillas, y en las napas las texturas intermedias. Debido a que el cambio de curso, es una de las características más resaltantes de los drenajes de la llanura aluvial, la deposición de los sedimentos es afectada o alterada por los cambios de curso de los drenajes, generando al transcurrir el tiempo una alternancia de capas en el perfil vertical. En la Reserva Forestal de Caparo puede encontrarse una gran variedad en la alternancia de las capas de materiales, que ha sido descrita en detalle por Franco (1982).

El paisaje fisiográfico actual de la reserva, es un mosaico constituido por diques, bancos, napas de desborde y cubetas de decantación con caños o canales de desagüe, cauces actuales y cauces abandonados. El relieve general es casi plano, con pendiente inferior al 1%. Las diferencias de altitud entre las partes más altas o diques y las partes más bajas o cubetas generalmente son pequeñas (menores de 2 m), en trayectos relativamente largos. Estas

variaciones altitudinales tienen una gran influencia desde el punto de vista hidrológico, pues controlan el movimiento superficial del agua. Durante la época lluviosa se inunda prácticamente toda el área. Los diques y bancos arenosos drenan con relativa rapidez, pero la mayor parte del área presenta suelos con reducida permeabilidad, y por tanto, el agua de lluvia drena en forma superficial, desde los bancos y subbancos hacia los bajíos y esteros, para ser luego vaciada lentamente en los ríos y caños mayores. Los esteros mantienen generalmente el agua durante gran parte de la época de sequía (Pernía, 1993).

2.2.4 Características de los suelos.-

La Reserva Forestal de Caparo por estar localizada en una llanura aluvial de desborde, desarrollada a partir del pleistoceno-holoceno, sus suelos se caracterizan por presentar perfiles verticales con capas alternas de materiales de diferentes texturas. La alternancia en las capas de materiales del perfil vertical son el producto de la dinámica fluvial característica de las llanuras aluviales de desborde o cambios en el curso de los drenajes (Pernía, 1993). Franco (1982), determinó tres condiciones típicas de los suelos en la Unidad I de la Reserva

Forestal de Caparo, a partir del estudio de más de 150 perfiles verticales. Estas condiciones o catenas de suelos se citan textualmente a continuación:

Catena de Suelos 1: Partiendo de un perfil arenoso profundo, correspondiente a un antiguo dique de río y ubicado en posición alta (banco), esta serie muestra una gradual modificación de la textura del estrato superior, el que se hace cada vez más fino. El sedimento inferior mayormente arenoso medio conserva su carácter. Con la modificación textural (texturas más finas) del suelo superior hacia las posiciones topográficas más bajas aumenta también la tendencia a la inundación por agua de lluvias y a la saturación del suelo en la época de lluvias. El agua que escurre superficialmente puede ocasionar localmente una erosión parcial en material limoso, creando un microrelieve de microterrazas (microzuros). Las pequeñas terrazas islas sobresalen 10-50 cm sobre la superficie y en ellas se concentra la vegetación y la actividad de los animales del suelo.

Catena de Suelos 2: Si en la serie de suelos 1 se encuentra material fino sobre grueso, ocurre en la serie 2 lo contrario. Puede tratarse aquí de

antiguas depresiones (bajíos), donde el carácter del material de relleno puede variar. El material arcilloso debajo de un estrato arenoso, limoso o francoso constituye una barrera para la infiltración y contribuye a la gleyzación del suelo. La textura del estrato superficial y la profundidad de la capa de menor permeabilidad son decisivos para el desarrollo radicular, la capacidad de reserva de agua del suelo y la aireación, y además influyen junto con la topografía en las dimensiones de posibles inundaciones.

Catena de Suelos 3: Los suelos de esta catena podrán considerarse como eslabones finales de las series 1 y 2. Se trata de suelos de los bajíos más profundos con un carácter arcilloso predominante. Se trata en parte de sedimentos muy jóvenes con una fuerte dinámica estructural. Debido a la impermeabilidad del material y del aporte lateral de agua superficial se presentan aquí fuertes y largas inundaciones durante la época de lluvias. Los bajíos más profundos son denominados esteros y se caracterizan por vegetación herbácea y arbustiva adaptada a las extremas condiciones del sitio.

En relación a las propiedades químicas de los suelos de la Unidad I, Franco (1982) establece que las

mismas "pueden considerarse buenas en comparación con los niveles más comunes del trópico". Esto obedece a que el material depositado en el área por el río Caparo, y en menor grado por el río Uribante, es relativamente joven y poco meteorizado. El pH en (CaCl₂) se mantiene en valores entre 3.1 y 5.5 y ocasionalmente superior. El porcentaje de saturación de bases por lo general oscila entre 50 y 80% y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) entre 9 y 20 meq/100 gr de suelo. Sólo los suelos muy arenosos (60 % de arena) pueden considerarse muy pobres químicamente, con una CIC inferior a 5 meq/100 gr de suelo y un porcentaje de saturación de bases inferior a 50 %.

www.bdigital.ula.ve

2.2.5 Características de la vegetación.-

Según el sistema de clasificación de Holdridge (Ewel, J., y otros, 1968) la Reserva Forestal de Caparo está ubicada en la transición entre las zonas de vida bosque seco tropical y bosque húmedo tropical (biotemperatura: 24,68 °C, precipitación media anual: 1750 mm; y altitud sobre el nivel del mar: 100-120m). Según la clasificación de Pittier (1938) el área corresponde a la zona tropófito macrotrópica. Según el sistema de Beard (1946), la vegetación de la Reserva está comprendida dentro de

las siguientes formaciones: formación de pantano, formación de lodazal y formación estacional.

La vegetación en la Reserva es compleja en cuanto a su estructura, composición florística y tipo de formación, contribuyendo a ésta situación, los siguientes factores: el carácter marcadamente estacional de las lluvias, las condiciones hídricas, las condiciones geomorfológicas, las condiciones edáficas y, la permanencia de la inundación. La complejidad en la vegetación también está afectada por la presencia alternada en el área, de diversas formaciones, con diversidad y mezcla de especies, especialmente las arbóreas.

De acuerdo a Franco (1982), el bosque se encuentra en superficies libres de inundación, y en otras cuya inundación en los meses críticos, no sobrepasa los 10 cm de profundidad, en períodos cortos de 3 a 5 días alternados con otros períodos cortos, donde el área queda libre de agua superficial. En la medida en que aumenta la profundidad y duración de la inundación, se van produciendo variaciones significativas en la estructura y composición del bosque. Al hacerse continua la inundación, por períodos de 2-3 meses y con profundidades de 10-20 cm, se presenta un bosque bajo, generalmente ralo, denominado Bosque ralo de bajío (Vincent, 1970;

Franco, 1982). El bosque ralo de bajío da paso al estero herbáceo, cuando la inundación es superior a los 50 cm y se prolonga por seis o más meses (Franco, 1982).

Por otra parte, las diferencias microclimáticas entre las áreas a campo abierto y bajo bosque son notables, particularmente en cuanto a la influencia de los vientos sobre la evaporación, siendo dicho efecto mínimo en las zonas bajo bosque. Esta condición, origina dentro del bosque un microclima más balanceado, menos extremo, y especialmente más húmedo que la situación a campo abierto. Este microclima, tiene seguramente marcada influencia sobre el desarrollo de la vegetación (Veillón, 1989).

El clima de transición entre el bosque seco tropical y el bosque húmedo tropical, permite el desarrollo de un bosque de hasta 30 m de alto, denso y semidecídúo, a pesar de una sequía de varios meses. Otra característica importante y significativa en la vegetación boscosa de la Reserva Forestal de Caparo, es la caducifolia de algunas especies. Franco (1978), clasificó las especies arbóreas de la Unidad I de la Reserva, según la caída de las hojas, en las siguientes tres categorías: decíduas obligatorias, decíduas facultativas y siempreverdes.

El sistema de clasificación ecológica de la vegetación boscosa desarrollado por Vincent (1970) con fines de manejo forestal denominado tipificación, incluye la caducifolia de los individuos arbóreos como uno de los parámetros más importantes. Según éste sistema, los bosques pueden clasificarse de acuerdo a la caducifolia en: siempreverdes, subsiempreverdes, subdecíduos y decíduos. El bosque es siempreverde cuando entre el 0 y 10 % de los árboles del dosel pierden sus hojas. Es subsiempreverde, cuando entre el 10 % y 33 % de los árboles del dosel pierden sus hojas. Es subdecíduo, cuando la proporción es de 33 y 66 % y, decíduo cuando la proporción está entre 66 y 100 % . La composición florística y la proporción de los árboles decíduos del bosque, varía mucho al comparar un suelo xeromórfico y otro con una capa freática accesible al sistema radicular de los árboles. Las selvas de galería a lo largo de ríos, caños llaneros y sobre llanuras con capas freáticas elevadas, cuyos árboles pueden aprovechar el agua edáfica durante la época de sequía, son un ejemplo típico de éste fenómeno (Veillón, 1989).

Los tipos de vegetación que destacan por su importancia y dominancia ecológica, en la Reserva Forestal de Caparo son las selvas naturales y los herbazales (Finol, 1974). Además en el área, se

incluye un tipo de vegetación arbórea de origen antrópico, importante debido a la superficie que cubre y la función que desempeña. Esta vegetación está constituida por las plantaciones y ensayos forestales, establecidos en el área desde los años setenta.

Algunos autores, han reportado información sobre las características estructurales y florísticas de los bosques de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Franco (1982) muestra en la figura 13 la curva de distribución promedio del DAP (diámetro a la altura del pecho) de los individuos en 19 parcelas, de 50 m por 50 m cada una, levantadas a lo largo de la transecta río Caparo-caño Anarú. Con respecto a la abundancia de individuos arbóreos, Franco (1982) encontró en las parcelas levantadas de la Unidad I, 323 individuos por ha y variaciones entre 240 y 372 individuos por ha. También, Finol (1974) reportó para las unidades II y III un promedio de 420 árboles por ha., además encontró 45 especies arbóreas por ha, como promedio de seis levantamientos de 1 ha en la Unidad I. Franco (1982) encontró 78 individuos con DAP mayor de 10 cm, en las 4,75 ha., levantadas en 19 parcelas de la Unidad I. En la tabla 16 se presenta un listado de las especies más abundantes que Franco (1982), encontró en las 19 parcelas levantadas para la Unidad I.

FIGURA 13. Distribución de los individuos según el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en 19 parcelas de 50 m por m, levantadas a lo largo de una transecta en la pica 8 río Caparo-
caño Anarú (Tomado de Franco, 1982).

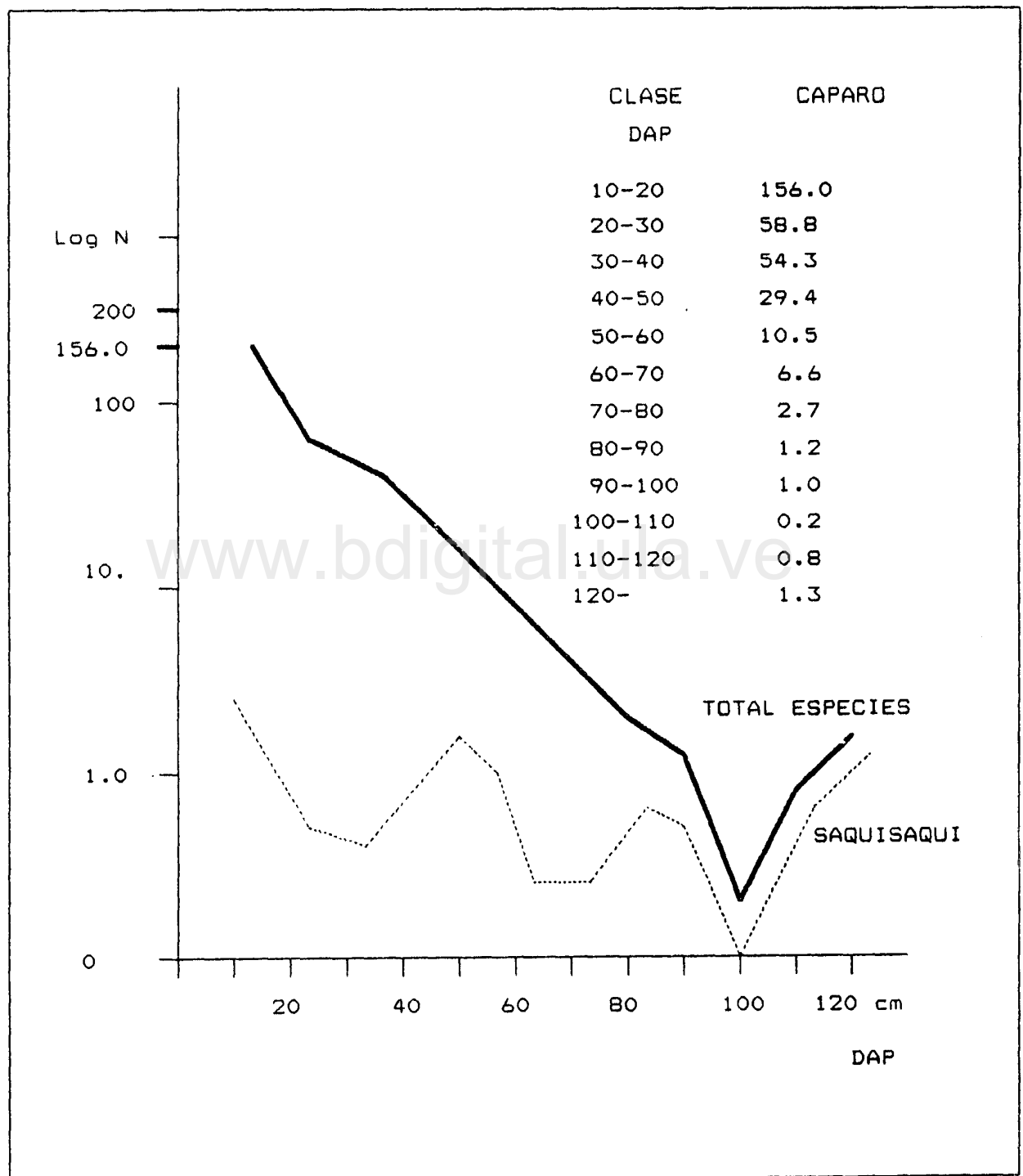


TABLA 16 Especies más abundantes en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo (tomado de Franco, 1982).

NOMBRE LOCAL	INDIV/ha	AREA BASAL	FRECUENCIA	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
1 Palma de agua	14.2	18.7	100	Attalea Sp.	Palmae
2 Pejito	6.4	1.6	68	Trichilia unifoliata	Meliaceae
3 Palma serena	6.4	2.4	79	Syagrus sandora	Palmae
4 Jobo liso	4.7	8.1	95	Spondias cf mombin	Anacardiaceae
5 Lechero	4.1	6.3	74	Sapium stylare	Euphorbiaceae
6 Chupón	3.9	5.9	63	Pouteria cf ambifolia	Sapotaceae
7 Yátigo	3.2	0.7	42	Trichantera gigantea	Acanthaceae
8 Charo amarillo	2.8	2.9	63	Brosimum sp	Moraceae
9 Pandillo	2.8	2.2	63	Cordia apurensis	Boraginaceae
10 Saquí-saqui	2.5	14.6	74	Bombacopsis quinata	Bombacaceae
11 Uvero	2.2	0.4	47	Coccoloba sp.	Polygonaceae
12 Guacimo cimarrón	2.1	1.5	63	Luehea cymulosa	Tiliaceae
13 Palo Marra	2.1	0.3	58	Triplaris sp.	Polygonaceae
14 Yagrumo	2.0	1.6	47	Cecropia sp	Moraceae
15 Manayagua	1.6	0.9	26	Lonchocarpus sp.	Papilionaceae
16 Cacalito quebrna hacha	1.8	0.6	47	Coccoloba padiformis	Polygonaceae
17 Guamo	1.7	1.1	42	Inga marginata	Mimosaceae
18 Tapabo cacho	1.6	2.8	10	Lonchocarpus sericeus	Papilionaceae
19 Guayabón	1.6	2.2	58	Terminalia guianensis	Combretaceae

- Otras 20 especies con 3.5 Individuos/ha en promedio
- Otras 39 especies con menos de 2 Individuos/ha en promedio

2.3. Descripción de las características representadas en la base de datos gráfica.-

A continuación se presenta una descripción de las siguientes características:

- a) Drenaje
- b) Vialidad
- c) Infraestructura
- d) Toponimia
- e) Vegetación y otros usos
- f) Divisiones administrativas

2.3.1 Descripción del drenaje o hidrografía.-

En el Area Experimental se presentan los siguientes cursos de agua: río Caparo, caño Anarú, caño Chenchena, otros caños, pozo Los Curitos y, varios esteros.

El movimiento del agua superficial en el área es controlado por las diferencias de relieve que se producen en distancias cortas, por ejemplo, 1 a 2 metros en 100 metros de recorrido, aunque el relieve general de la zona es muy plano, con pendientes del 1 % aproximadamente.

Como producto del relieve existente, el área se inunda al caer sobre ella fuertes lluvias entre los meses de junio y agosto. El río Caparo ejerce su influencia represando los caños que desembocan en él y, el agua de lluvia tiende a moverse superficialmente, debido a la reducida permeabilidad de los suelos. El agua caida sobre los bancos y subbancos, se mueve hacia los bajos, de allí

lentamente a los esteros y a través de los caños hasta el río. En los esteros, el agua puede permanecer todo el año o gran parte de él (Franco, 1978).

Otra parte del agua se infiltra, y origina niveles freáticos colgantes que permanecen al alcance de las raíces de las plantas, durante la época de sequía e influyen decisivamente en la ecología del área (Franco, 1978).

El régimen hidrológico en la zona es muy variable, manifestándose esta variabilidad, en los cambios de caudal que experimenta el río Caparo. En la época seca, el caudal llega a su valor más bajo y, en la temporada lluviosa al valor más alto, produciendo frecuentes inundaciones con la correspondiente deposición de materiales. Esta variación del caudal juega un papel importante en el régimen hídrico, por su relación con las inundaciones y efecto sobre la vegetación (Hoyer y otros, 1976).

2.3.2 Descripción de la vialidad.-

El Area Experimental cuenta con las siguientes vías de acceso externas:

Vía carretera de 34 Km de longitud, desde la población de El Cantón hasta el campamento "Cachicamo", en el Area Experimental.

Vía acuática a través del río Caparo, desde la población de El Cantón hasta los islotes "Cachicamo" y campamento con el mismo nombre al nor-oeste del Area Experimental.

El Area Experimental cuenta con las siguientes vías de acceso internas:

Un terraplen de acceso al área principal de trabajo entre los campamentos Cachicamo y Area 3, con una longitud de 8.3 Km., y dirección oeste-este del área, transitable todo el año.

Pica 5 (Santaromita), que constituye una vía de acceso por el este del área en dirección norte-sur, hasta llegar al caño Anarú., sólo es transitable en época de verano. Existe una red de picas-caminos que delimitan las áreas de trabajo (rodales, compartimientos) y sirven de protección contra incendios. Entre estas picas caminos tenemos: pica palma pintada, pica 9, pica 8 auxiliar, pica 8, pica 7 auxiliar, pica 7, pica 6 auxiliar, pica 6, pica 5 auxiliar, pica 5 y pica central.

Además existe una red de picas para la saca de madera que son transitables en la época de verano.

2.3.3 Descripción de la infraestructura.-

La infraestructura del Area Experimental ha venido mejorando con el desarrollo de los programas de

investigación. Actualmente cuenta con la vialidad señalada anteriormente y dos campamentos que constituyen centros de operaciones para los programas de investigación y docencia a desarrollar en el área. Los campamentos son los siguientes: campamento "Cachicamo" y campamento "Area 3".

Las instalaciones existentes sirven de base para el funcionamiento de los programas de investigación y la realización de pasantías al nivel de postgrado, pregrado y capacitación forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes. Incluso, las labores de docencia se han extendido más allá de la Universidad de Los Andes, con la realización de cursos internacionales y pasantías de otras Universidades, por ejemplo, UNELLEZ, GOETTINGEN (Alemania) y UCV.

La infraestructura existente requiere mejoras y mantenimiento para adecuarlas, a las necesidades presentes y futuras.

2.3.4 Descripción de la toponimia.-

A continuación se presenta una lista de los nombres o topónimos empleados, para denominar lugares o sitios dentro del Area Experimental.

- a) Campamento Cachicamo b) Finca ULA
- c) Pica Palma Pintada d) Curva de La Mona

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| e) Reserva Ecobiológica | f) Pica 9 |
| g) Puente San Juan | h) Pica 8 auxiliar |
| i) Pica 8 | j) Area 3 |
| k) Pica 7 auxiliar | l) Pica 7 |
| M) Pica 6 auxiliar | N) Pica 6 |
| O) Pica 5 auxiliar | P) Pica 5 |
| Q) Pica Central | R) Río Caparo |
| S) Caño Anarú | T) Caño Chenchena |
| U) Pozo Los Curitos | |

Estas denominaciones permiten a los usuarios del Area Experimental un desplazamiento adecuado en la misma, para el desarrollo de las actividades relacionadas con la investigación, docencia y manejo forestal.

2.3.5 Descripción de la vegetación y otros usos.-

Para fines de representación gráfica o cartográfica, la vegetación del Area Experimental Reserva Forestal puede clasificarse de manera general, en las siguientes clases de cobertura:

... Bosques:

- ___ Bosque propiamente dicho
- ___ Bosque de Galería
- ___ Casildal
- ___ Palmar

Bosque propiamente dicho: Es una formación vegetal natural, generalmente pluriestratificada, en la cual predominan las formas de vida arbóreas de por lo menos cinco metros de altura, cuyo dosel presenta una cobertura con cierto grado de densidad (MARNR, 1982).

Bosque de Galería: Es un tipo de bosque que se encuentra formando una asociación hídrica, siempreverde mono o pluriestratificada, que crece a orillas de los cursos de agua o márgenes y áreas de influencia freática, con sus raíces en la zona de saturación de humedad o cerca de ellas. Está situado en las tierras bajas, tanto en zonas de vegetación baja o herbazales, como dentro de los macizos boscosos (MARNR, 1982).

Casildal: Es un tipo de formación muy particular en el área de estudio. Esta comunidad denominada casildal por los lugareños, debe su nombre a la presencia del "casildo" (Acacia articulata), que confiere a la formación su aspecto típico. El casildo, es un árbol pequeño de 6 a 13 m de altura, con ramas decumbentes y retorcidas, que crece de manera tal que la copa presenta un aspecto de cúpula pequeña.

Las comunidades de casildo muestran un aspecto grumoso suave y denso, al ser observadas en las fotografías aéreas, de manera que puede ser confundido con matorrales debido a su baja altura. Junto al casildo, se pueden encontrar otras especies importantes, dada su abundancia y aspecto similar al casildo. Entre estas especies podemos nombrar al "ranchero" (Laetia americana) y al "cirigüelo" (Phyllanthus suripaensis). El casildal puede presentarse en comunidades muy homogéneas que se denominan casildales abiertos o simplemente casildales y, en asociación con formas arbóreas, que emergen por arriba del dosel continuo como el palo de agua (Symmeria paniculata), el palo de maría (Triplaris americana) y el jebecito (Lonchocarpus sp.), denominándose a éste tipo de casildal, casildal con emergentes (Arends, 1992, Guevara, 1992, Carrero, 1992 citados por Jurgenson, 1993).

Palmar: El palmar es una formación compuesta por comunidades casi puras de palmas, dentro del macizo boscoso. La presencia de diversas especies de palmas en la reserva, constituyen un elemento de gran importancia ecológica dada su gran abundancia y potencialidad indicadora de sitio. En el área bajo estudio, las especies más frecuentes de palmas son:

la palma de agua (Attalea sp.), la palma sarare (Syagrus sancona) y la palma mapora (Roystonea venezolana) ésta última, forma comunidades casi puras en algunos sitios (Carrero, 1992; Bustamante, 1992 citados por Jurgenson, 1993).

... Matorrales:

- ☐ Matorral arbolado
- ☐ Matorral no arbolado

En el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, podemos encontrar ésta formación vegetal, constituyéndose en una etapa pionera de la sucesión vegetal. El matorral está conformado por arbustos y árboles jóvenes, mezclados con hierbas y, acompañados o no por árboles aislados, dando lugar a la denominación de matorrales arbolados y matorrales no arbolados respectivamente. En la mayor parte de los casos, los matorrales se consiguen alternando con las concentraciones de herbazal.

... Herbazales:

- ☐ Herbazales propiamente dichos
- ☐ Sabanas naturales

Herbazales propiamente dichos: Los herbazales son formaciones propias de los bajíos, que están compuestos por especies herbáceas en forma de manchas, islas o esteros. Se encuentran ubicados dentro de los macizos boscosos, en áreas de suelos con gran disponibilidad de humedad (Finol, 1974). Los herbazales pueden ser de hoja ancha como aquellos formados por las especies "platanillo" (Heliconia sp.) y "platanico" (Thalia paniculata) o de hoja lineal como las especies de los géneros Paspalum, Panicum, Cynodon, entre otras.

Sabanas naturales: Las sabanas naturales son formaciones monoestratificadas donde predominan gramíneas perennes, dispuestas en macollas. Pueden presentarse sin elementos arbóreos o sabanas abiertas y asociadas a formas arbóreas dispersas o en pequeños grupos denominadas sabanas arboladas. En algunos casos, la continuidad de las sabanas se ve interrumpida por la presencia de bosques de galería y palmares (MARNR, 1982).

Las sabanas están sujetas a condiciones rigurosas y fluctuantes del clima. Su fisonomía está condicionada por los incendios periódicos, las condiciones edáficas limitantes y las continuas intervenciones humanas (MARNR, 1982).

... Plantaciones forestales:

— Plantaciones forestales a campo abierto

— Plantaciones forestales en línea o bajo cubierta

En el Area Experimental se ha venido desarrollando un manejo forestal, donde la vanguardia ha sido llevada a través del establecimiento de ensayos y plantaciones forestales que datan de los años setenta. En los actuales momentos, varias zonas del Area Experimental, están cubiertas por dos tipos de plantaciones: plantaciones a campo abierto y plantaciones bajo cubierta.

Plantaciones a campo abierto: Son plantaciones que están ubicadas en áreas, donde se ha eliminado por completo la vegetación natural y, se ha sustituido por especies exóticas o introducidas como la "teca" (Tectona grandis) y "melina" (Gmelina arborea).

Plantaciones en línea o bajo cubierta: Son plantaciones que se hacen en áreas de bosque intervenido, por medio de líneas de árboles plantados, con la finalidad de enriquecer el bosque en especies de alto valor comercial. La mayor parte de las especies empleadas, son autóctonas como por ejemplo: apamate, pardillo, saquí-saquí, etc.

Es de hacer notar que en el área, existen otras modalidades en el manejo forestal que incluyen: ensayos de especies, ensayos de regeneración natural dirigida y huertos semilleros, que para los fines cartográficos fueron considerados como plantaciones. Además de las áreas cubiertas por los tipos de vegetación antes descritos, se pueden encontrar en el Area Experimental zonas dedicadas a las actividades Agropecuarias, como producto de la intervención humana sobre la reserva.

2.3.6 Descripción de las divisiones administrativas.-

A partir del año 1970, se planteó la planificación del manejo, del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo, bajo tres aspectos fundamentales:

- ... Ensayos de especies en todas sus fases
- ... Area de estudios ecobiológicos
- ... Manejo del bosque natural

En función de los estos tres aspectos, se concibió la división administrativa del Area Experimental, en las siguientes áreas:

Area 1: destinada para efectuar estudios ecológicos.

Area 2: destinada para efectuar ensayos de especies a campo abierto.

Area 3: destinada para efectuar ensayos de especies bajo cubierta, método limba.

Areas 4 y 5: destinadas para el manejo del bosque natural.

Posteriormente, se concibió el Area Experimental dividida en cuatro compartimientos (Compartimientos I, II, III y IV), contentivos de rodales con tamaño de 100 ha (1000 m x 1000 m). Los Compartimientos I, III y IV han sido dedicados al aprovechamiento forestal, bajo la modalidad de anualidades de explotación desde el año 1985, por el actual comodato ULA-MARNR.

El Compartimiento II ha sido explotado parcialmente y constituye el área de estudios ecológicos o área ecobiológica, reservada para la preservación de un área que represente las características del bosque original existente (D' Jesús, 1994).

Ultimamente, ha surgido una nueva propuesta de división del Area Experimental, en las siguientes áreas de manejo:

Area I: área natural sin intervención (bosque natural)

Area II: área de estudios sobre impacto ecológico o área ecobiológica

Area III: área bajo manejo silvicultural intensivo o

áreas de bosque intervenido sometidas al establecimiento de plantaciones a campo abierto.

Area IV: área bajo manejo silvicultural extensivo o áreas de bosque intervenido sometidas al establecimiento de plantaciones en fajas o bajo cubierta, para buscar su enriquecimiento.

Area V: Área ocupada por actividades agropecuarias fuera de las 7800 ha ; que hoy día tiene el Área Experimental bajo manejo forestal.

2.4.- Problemática del área.-

El bosque tropical en nuestro país ha venido desapareciendo aceleradamente como consecuencia de una creciente tasa de destrucción del mismo, asociada a fallas en el proceso de planificación y al proceso de invasión, quema, deforestación con fines agropecuarios y actividades de minería (Comodato ULA-MARNR, 1990).

Las tres Reservas Forestales ubicadas en los Llanos Occidentales (Ticoporo, Caparo y San Camilo), han venido reduciendo en forma notable su superficie boscosa. Es así como a partir de la década del setenta, se inició el manejo forestal de éstas áreas, para garantizar su productividad continua y búsqueda de la preservación de alguna parte de ellas, como muestras representativas de los

ecosistemas y recursos genéticos contenidos en éstas áreas.

Las 7800 ha que abarcan el Area Experimental dentro de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, bajo el Comodato Universidad de Los Andes - Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales Renovables, contiene actualmente las siguientes características:

- a) Es una muestra representativa de los diversos ecosistemas de la zona, partiendo de la existencia de los bosques altos siempreverdes hasta la presencia de los esteros.
- b) En el área se consiguen zonas en estado natural o poco intervenido que se pueden constituir en sectores protegidos de la reserva.
- c) Existen áreas donde sólo se han realizado explotaciones selectivas, con la extracción de especies comerciales que pueden ser sometidas a un manejo forestal extensivo.
- d) Hay otras áreas ya explotadas y fuertemente intervenidas, que se han sometido a tratamientos silviculturales o manejo forestal intensivo.
- e) El Area Experimental cuenta como producto de las investigaciones realizadas, con un cúmulo de información biológica y ecológica, aunada a

una infraestructura y mano de obra especializada, desarrollada a lo largo de veinte años de trabajo en donde han intervenido diversas instituciones como: La Universidad de Los Andes, el Ministerio de Agricultura y Cría con la Corporación de los Andes, bajo el programa de investigaciones forestales con fines de manejo ULA-MAC- CORPOANDES (1970-1975); el Convenio ULA - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) para el fortalecimiento del postgrado en la Facultad de Ciencias Forestales (1978-1981); el Comodato ULA-MARNR, iniciado en el año 1983 y en vigencia actualmente.

Las características del área y su problemática general, hace necesario la recopilación de información existente, así como aquella que pueda obtenerse posteriormente, integrándolas a sistemas de información geográfica que permitan su análisis y manejo eficiente, en la búsqueda de soluciones a la problemática existente.

2.5. Algunas características de la ocupación en la Reserva Forestal de Caparo.-

Como consecuencia de la problemática existente en cuanto a la creciente invasión que ha venido

ocurriendo en las Reservas Forestales y Lotes Boscosos, el Ejecutivo Nacional promulgó el Decreto 636 de fecha 7-12-89 con el fin de orientar la acción gubernamental, y promover basado en éste, un programa que contemple los lineamientos necesarios para el ordenamiento del territorio, disposición de obras de riego, saneamiento de tierras y conservación de los recursos naturales existentes en estas áreas.

Por otro lado, ésta acción busca fomentar los mecanismos de asistencia técnica y financiera, que sirva de apoyo a un programa dirigido a los ocupantes que demuestren la condición de sujetabilidad a reforma agraria, y puedan ser reubicados en zonas aptas para el desarrollo de las actividades agropecuarias (MARNR, SEFORVEN, 1991).

El Decreto No. 636 fue publicado en la Gaceta Oficial No. 34421 de fecha 5 de marzo de 1990, y hace referencia en su articulado a lo siguiente:

El Artículo 1 establece: Se prohíbe terminantemente la ocupación y realización de actividades contrarias a los fines de creación de las Reservas Forestales y Lotes Boscosos. El Artículo 2 establece: En las áreas declaradas como Reservas Forestales ó Lotes Boscosos, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) con el

Instituto Agrario Nacional (IAN), deben proceder en coordinación con el Ministerio de Relaciones Interiores (MRI) y las Fuerzas Armadas de Cooperación (FAC), a realizar un censo de los ocupantes de dichas áreas a los fines de determinar su número, superficie ocupada, actividades y condición en la tenencia de la tierra (MARNR, SEFORVEN, 1991).

En función del mandato establecido en el artículo 2 del Decreto No. 636, el Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN) coordinó la realización del Censo de ocupantes en la Reserva Forestal de Caparo, entre los meses de febrero y junio de 1990.

A continuación se presenta la tabla 17, con el resumen del Censo efectuado en la Reserva Forestal de Caparo para el año 1990.

TABLA 17 Resumen del Censo en la Reserva Forestal de Caparo para el año 1990 (tomado de MARNR, SEFORVEN, 1991)

Número Unidad	Superficie. ha	Número de Ocupantes	%	Superficie Ocupada ha	% Resp. a las Unidades.	% Resp. a la Reserva
Uno	59.000	87	17,47	21.697,4	36,78	11,96
Dos	59.583	85	17,07	5.909,5	9,92	3,26
Tres	62.900	326	65,46	52.658,3	83,72	29,01
Total	181.483	498	100,0	80.265,2		44,23

De la tabla anterior, se desprenden las siguientes consideraciones: En la Reserva Forestal de Caparo existe un total de 498 ocupantes, que cubren una superficie de 80.265,2 ha., lo que a su vez representa un 44,23 % de la superficie total de la Reserva. La mayoría de los ocupantes se localizan en la Unidad Tres con 326 ocupantes. La Unidad Uno que contiene el Area Experimental tiene 87 ocupantes, cantidad muy similar a la presente en la Unidad Dos. Sin embargo hay una significativa diferencia en cuanto a la superficie ocupada ya que, los invasores de la Unidad Uno ocupan una mayor cantidad de hectáreas.

CAPITULO III

METODOLOGIA-PROCEDIMIENTOS

3.1. Metodología utilizada para desarrollar la base de datos.-

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados, se llevan a cabo las siguientes etapas:

Etapas No. 1: Consideración de aspectos iniciales sobre la problemática a investigar.

Para cumplir con ésta etapa, se efectúan las siguientes tareas:

a) Análisis de la problemática del área.-

En función de la revisión bibliográfica efectuada, se puede afirmar que la planificación y manejo del recurso bosque dentro del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, resulta compleja desde el punto de vista del manejo de información, como producto del gran volumen y dispersión de la información existente. Esto, hace necesario la concepción de una forma que permita su archivo, administración, manejo y acceso, a los fines de optimizar su utilidad.

b) Planteamiento de la posible solución.-

Una vez detectado el problema, se procede a plantear la posible solución. Para darle solución al problema planteado, se requiere la selección de una herramienta que permita realizar en forma eficiente el almacenamiento, recuperación, actualización y procesamiento de grandes volúmenes de información.

Una herramienta que tiene las características señaladas, es un SIG, en el cual puede implantarse una base de datos desarrollada con un programa manejador de base de datos espacial y descriptiva como el ARC/INFO y/o dBase.

En concreto, se propone el desarrollo de una base de datos que facilite el archivo, manejo y acceso adecuado de la información necesaria para el manejo forestal del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

c) Establecimiento de los requerimientos de información.-

El desarrollo de una base de datos implica como primer paso, el establecimiento de los requerimientos de información por parte de los usuarios.

Los requerimientos de información para los usuarios de la base de datos, se obtienen a partir de la

revisión de las fuentes de información que hasta el momento han permitido la toma de decisiones en el manejo forestal efectuado.

Las fuentes de información utilizadas son: mapas básicos y temáticos del área, trabajos de investigación efectuados en la zona y datos levantados directamente en el terreno.

d) Concepción de la base de datos.-

Una vez obtenida la información que hace posible la creación de la base de datos, se procede a fijar la manera en que ésta va a ser concebida. En éste caso, la base de datos se divide en dos partes: una primera parte llamada base de datos espacial o gráfica, y una segunda parte denominada base de datos descriptiva. Las dos partes se desarrollan empleando el programa ARC/INFO.

Etapas No. 2: Determinación de la escala de trabajo.

Una vez emprendida la planificación de la base de datos para el área, es necesario determinar la escala de trabajo para cumplir con los requerimientos y objetivos planteados. La determinación de la escala de trabajo, es el resultado de la evaluación de los siguientes aspectos:

- a) La escala original de los materiales cartográficos disponibles como fuentes de información y su relación con los objetivos planteados y tecnología a ser empleada.
- b) El nivel de detalle requerido para las características a incluir en la base de datos o requerimientos de información por parte de los usuarios, y
- c) La relación tiempo-costo o evaluación de rentabilidad, en la obtención del material a utilizar como fuente de información

En el caso del Area Experimental, la escala original (1: 25000) de los materiales cartográficos existentes como fuentes de información, puede considerarse que proporciona un nivel de detalle adecuado para la base de datos a implementarse, en función de los requerimientos de los usuarios. Además, permite una mayor rentabilidad del proyecto, al no requerir otra inversión para obtener nuevos materiales como fuentes de información.

Etapas No. 3: Análisis de las características a incluir en la base de datos.

En ésta etapa se procede a analizar las características que deben incluirse en la base de datos, bajo el criterio de evaluación de la masa

boscosa existente dentro del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo, estableciendo una estructura adecuada de la base de datos en el Sistema Manejador de la Base de Datos (SMBD), para éste caso TABLES dentro del programa ARC/INFO.

Las características que conformarán la base de datos, se obtienen a partir de un análisis razonado del modelo de datos o diseño conceptual de la base de datos, elaborado para obtener los resultados esperados.

Etapas No. 4. Definición y descripción de las características a representar en la base de datos.

En ésta etapa se definen y describen las características representadas en la base de datos. Se procede a la descripción de las siguientes características: drenaje, vialidad, áreas de vegetación y otros usos, sitios toponimicos y divisiones administrativas.

Etapas No. 5: Diseño de la base de datos espacial y no espacial o descriptiva.

Esta etapa consiste en el diseño de la base de datos, que arranca con: a) el modelaje de los datos o diseño conceptual a partir de las fuentes de información, pasando luego a b) transformación del

modelo de datos en un proyecto de base de datos o diseño lógico, posteriormente c) el proyecto de base de datos se establece en un medio físico adecuado o diseño físico empleando una estructura de base de datos, por último, d) la base de datos se procesa para una o varias aplicaciones por medio de un SMBD (Fox Pro, dBase, etc).

Etapas No. 6: Implantación de las bases de datos espacial y la base de datos descriptiva o no espacial.

Esta etapa consiste en la ejecución de la base de datos espacial partiendo de: a) la entrada de los datos mediante la digitalización, siguiendo con b) la edición y creación de la topología empleando el subsistema EDIT de ARC/INFO, luego se procede a: c) establecer las coberturas escogidas, d) corregir y limpiar las coberturas escogidas, e) generar las tablas AAT y PAT, f) establecer los resultados obtenidos o salidas y efectuar su evaluación.

En cuanto a la base de datos no espacial se parte de: a) entrada de los datos no espaciales o atributos, luego se procede a: b) manejo y manipulación de datos por medio de comandos que actúan sobre la base de datos, c) efectuar análisis y operaciones sobre los datos mediante funciones

como sobreposición, "overlay", y d) producción de salidas.

Etapas No. 7: Producción de salidas definitivas.

Como resultado de la ejecución de las etapas anteriores se producen las salidas definitivas, que en su aspecto espacial comprende la elaboración de tres mapas, a saber: mapa de vegetación y otros usos, mapa de división administrativa del Area Experimental en áreas de manejo y rodales y, mapa de divisiones administrativa del Area Experimental en compartimientos y rodales. Estos mapas contienen la información básica referente a drenaje, infraestructura como la vialidad y los campamentos del área, además de sitios toponímicos.

En cuanto al aspecto descriptivo, temático o no espacial, las salidas que se pueden obtener al manejar la base de datos son: consultas y reportes, sobre las características representadas espacialmente.

3.2.- Materiales y equipo utilizado.-

3.2.1 Materiales.-

Mapas:

- a) Mapa de vegetación y uso actual del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo,

a escala 1:25000, elaborado por el Ing. For. Otto Jurgenson en abril del año 1993, en el Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos de la Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes.

b) Mapa de vegetación de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, a escala 1:25000, elaborado por el Ing. For. Elvecio Pernía en el año 1980, en el Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos de la Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes.

c) Croquis de áreas del Comodato, Compartimientos y Rodales del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, a escala aproximada 1:25000, elaborado por el Comodato U.L.A.-M.A.R.N.R., Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes, en el año 1988.

Otros materiales:

a) Copia en papel Mylar del mapa de vegetación y uso actual del Área Experimental Reserva Forestal de Caparo

b) Diskettes de alta densidad de 5 1/4 y 3 1/2

pulgadas..

3.2.2 Equipo utilizado.-

El presente trabajo fue desarrollado en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica ULAB-SIG, del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes. Se utilizó el sistema ARC/INFO instalado en un microcomputador 486 de 66 MHz.

El equipo requerido para desarrollar una aplicación por medio del ARC/INFO es el siguiente:

Herramientas o "hardware":

- a) Un computador personal PC QUANTUM PX486DX33/50P3 con un procesador 80486 DX2, dos unidades floppy de 1.2 MB, 5 1/4" y 1.44 MB, 3 1/2" respectivamente, además, tiene un drive Jumbo de 250 MB para acceso con cintas magnéticas. El PC está configurado para procesar a través del programa ARC/INFO.
- b) Una mesa digitalizadora CALCOMP 9100 #3 con cursor de 18 botones y formato de 1.22 m x 0.915 m, compatible y configurada para aceptar el programa ARC/INFO.

- c) Trazadores de curvas o "plotters" configurados para aceptar el programa PC ARC/INFO: HP 7475A Plotter de 6 plumillas, 28 cm de ancho, HP DraftPro Plus Plotter de 8 plumillas y 110 cm de ancho.

Además del equipo señalado, se contó con los siguientes elementos:

- a) Disco duro de 1 Giga Byte de Memoria, Memoria RAM de 8 MB y Monitor VGA/PGA/EGA. La Memoria base es de 640 KB y la Memoria extendida es de 7168 KB.
- b) Sistema operativo MS-DOS versión 6.0
- c) Programa o "software" PC ARC/INFO versión 3.4 D + d. Teclado de 101 teclas e impresora de texto EPSON FX-1050.
- e) Módulos del Programa PC ARC/INFO: PC ARC/INFO Starter Kit, PC ARCEDIT, PC ARCPLOT y PC OVERLAY, con sus respectivas guías de usuarios.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICA

La base de datos constituye uno de los elementos más importantes en la constitución de un Sistema de Información Geográficas, ya que lo alimenta y permite satisfacer las necesidades de información de los usuarios.

Para obtener una base de datos que responda a las necesidades o requerimientos de información por parte de los usuarios, es preciso establecer un diseño adecuado.

La base de datos geográfica a desarrollar en el presente trabajo, se orienta hacia la representación y caracterización de información básica y temática del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo y está constituida por dos partes, una primera parte que contiene la información espacial proveniente de los mapas digitalizados y, una segunda parte que contiene la información descriptiva sobre las características y cualidades de la información espacial representada.

Para la construcción de la base de datos geográfica es preciso establecer su diseño, éste consiste en describir y relacionar los datos espaciales o gráficos con los datos descriptivos o no espaciales.

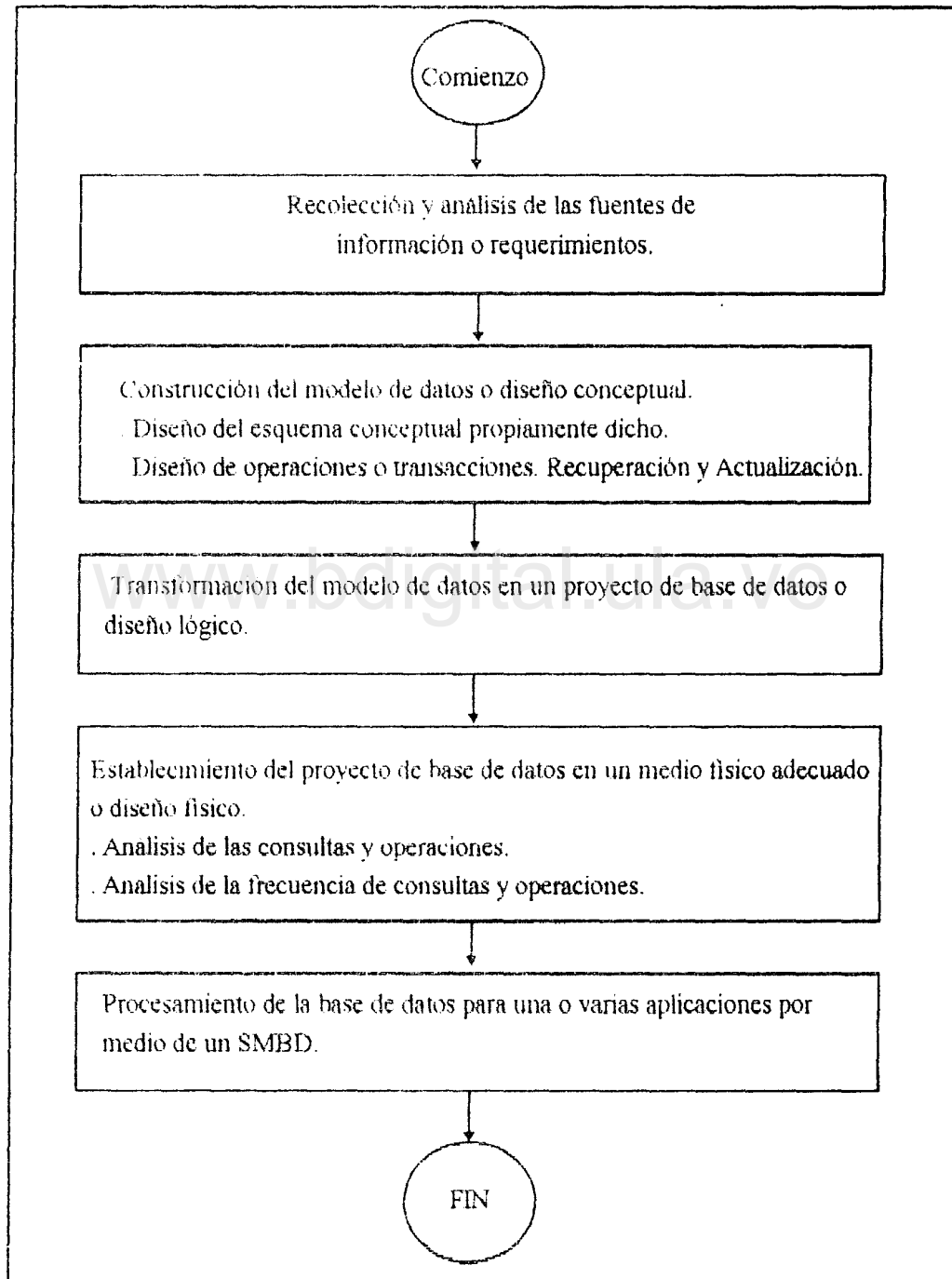
El diseño de la base de datos está conformado por las siguientes fases:

- 4.1. Recolección y análisis de las fuentes de información o requerimientos.
- 4.2. Construcción del modelo de datos o diseño conceptual en función de los requerimientos.
- 4.3. Transformación del modelo de datos en un proyecto de base de datos o diseño lógico.
- 4.4. Establecimiento del proyecto de base de datos en un medio físico adecuado o diseño físico.
- 4.5. Procesamiento de la base de datos para una o varias aplicaciones por medio de un SMBD.

En la figura 14 se muestra el proceso a seguir en el diseño de la base de datos con fines de manejo forestal del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

A continuación se procede a explicar en que consiste la ejecución de cada una de estas fases, para el desarrollo de la base de datos.

Figura 14. Proceso a seguir en el diseño de la base de datos con fines de manejo forestal del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.



4.1. Recolección y análisis de las fuentes de información o requerimientos.

En ésta fase se procede a recabar los datos espaciales o datos gráficos, que señalan la ubicación de las características sobre la superficie terrestre y los datos descriptivos, que permiten la descripción de esas características.

En consecuencia, se recolectó la siguiente información:

Datos espaciales sobre el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo:

- .. Límites geográficos
- .. Red hidrográfica o drenaje
- .. Red vial
- .. Sitios toponímicos
- .. Areas de vegetación y otros usos
- .. Divisiones administrativas

Descripción de los datos espaciales o datos no espaciales: Esta información se obtuvo a partir de las memorias descriptivas correspondientes a los trabajos realizados en el área y, que han sido citados tanto en la descripción general del Area Experimental como en la descripción de las características representadas en la base de datos gráfica o espacial.

Entre algunos de esos datos no espaciales tenemos los siguientes:

- .. Fecha de creación de la reserva
- .. Decreto y No. de Gaceta Oficial
- .. Límites políticos
- .. Superficie
- .. Coordenadas geográficas
- .. Clima
- .. Período de formación geológica
- .. Clasificación de la vegetación
- .. Especies más abundantes en el área
- .. Tipos de drenaje
- .. Tipos de vialidad
- .. Otros elementos de infraestructura
- .. Toponimia
- .. Clases de cobertura vegetal
- .. Áreas de manejo
- .. Compartimientos
- .. Rodales

4.2. Construcción del modelo de datos o diseño conceptual en función de los requerimientos.-

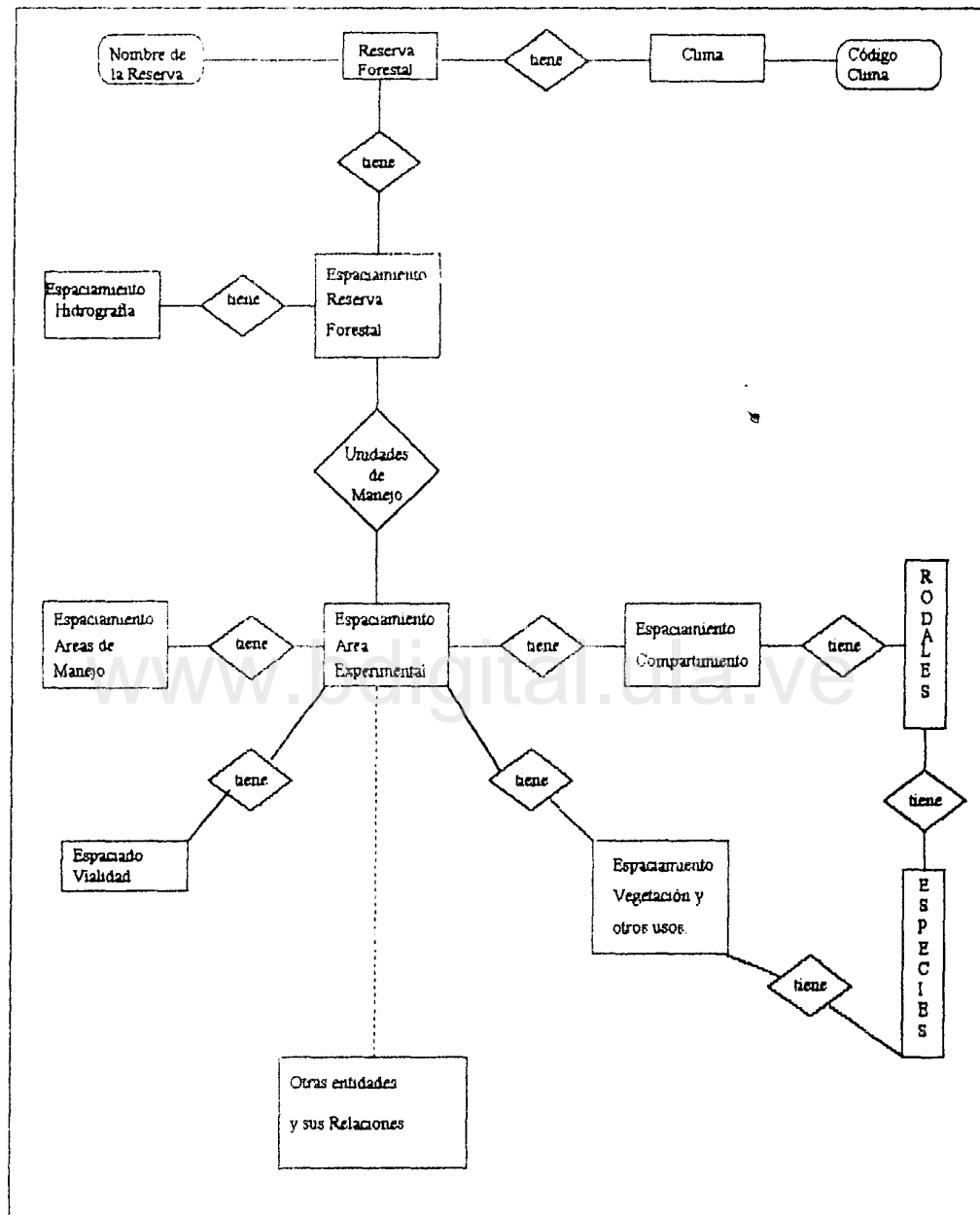
La construcción del modelo de datos o diseño conceptual involucra la ejecución de dos actividades, a saber:

.. Diseño del esquema conceptual propiamente dicho. Esta actividad se efectúa, llevando a un modelo de datos o esquema conceptual, los requerimientos de información obtenidos en la fase anterior. La finalidad que persigue el diseño del modelo, es proporcionar una visión general de la estructura de la base de datos, así como facilitar el entendimiento de su semántica, relaciones y restricciones.

Para construir el modelo de datos se utilizó el modelo E-R o Entidad-Relación que es un modelo lógico basado en objetos denominados entidades y sus respectivas relaciones. Las entidades se diferencian a través de los atributos o características que contienen. Así, por ejemplo, la entidad Reserva Forestal se distingue de las otras entidades por sus atributos, pero estos a su vez, permiten establecer su relación o asociación con otras entidades, por medio de atributos claves o claves primarias fijadas para cada entidad (Figura 15).

Así mismo, en el modelo de datos se deben considerar las limitantes que deben cumplir los datos contenidos en la base de datos, estas son: la cardinalidad de mapeo de las relaciones o correspondencia (Figura 15), y la existencia por dependencia de las entidades existentes o definición en entidades fuertes y entidades débiles (Anexo 1), además de las condiciones de integridad de los datos, es decir, las limitaciones en consistencia que

C.C. Reconocimiento



deben cumplir los valores de los datos almacenados en la base de datos (Anexo 2).

.. Diseño de transacciones. Esta segunda actividad tiene como objetivo, indicar los aspectos funcionales de las operaciones a realizar con la base de datos una vez en ejecución y así, asegurarse de la inclusión de todos los datos requeridos. Estas operaciones pueden ser agrupadas en dos categorías, a saber:

Recuperación: operación que se emplea para extraer datos contenidos en la base de datos, para luego proceder a exhibirlos o mostrarlos a través de la pantalla del computador o mediante reportes por impresora y, mapas por intermedio del trazador de curvas o "plotter". Esta operación permitirá el aporte de información sobre los siguientes aspectos:

Datos generales de la Reserva Forestal de Caparo en lo referente a: nombre, fecha de creación, No. de Gaceta Oficial, No. de Resolución, régimen de condición o propiedad, ubicación politico-territorial, posición geográfica, No. de unidades de manejo, superficie, altitud, clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, período geológico, hidrografía, vialidad, vegetación y otros usos presentes en la Reserva.

Características generales del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo en lo referente a: nombre de la Reserva, nombre del área dentro de la Reserva, No. de Unidad, ubicación político-territorial, posición geográfica, superficie, No. de compartimientos, No. de áreas de manejo, No. de rodales, altitud, clima, precipitación promedio anual, temperatura promedio anual, período de lluvia, período de sequía, período geológico, hidrografía, vialidad, tipos de vegetación y usos presentes en el área, condiciones de manejo.

Características generales del drenaje del Area Experimental en lo referente a: ríos, caños y pozos presentes en la zona.

Características generales de la vialidad del Area Experimental en lo referente a: vías de acceso externas y vías de acceso internas.

Características generales de la infraestructura en lo referente a: campamentos o centros de operaciones existentes en el área.

Características de la toponimia en lo referente a:
nombres propios de lugares o sitios dentro del Area
Experimental.

Características generales de la vegetación y otros
usos dentro del Area Experimental en lo referente a:
clases de cobertura o formaciones vegetales
presentes en el área y zonas dedicadas a otros usos.

Características de las divisiones administrativas
del Area Experimental en lo referente a: No. de
compartimientos, No. de áreas de manejo y No. de
rodales.

Especies arbóreas más abundantes en el área.

Visualización o consultas gráficas por medio de la
pantalla del computador de: Area Experimental en su
totalidad, compartimientos, áreas de manejo y
rodales.

Salidas gráficas o impresión de mapas empleando
impresora o trazador de curvas (plotter). Entre la
información gráfica impresa tenemos:

Mapa del Area Experimental con: ubicación
geográfica, división administrativa en
compartimientos y rodales, drenaje, vialidad,

campamentos, formaciones vegetales y áreas de plantaciones.

Mapa del Area Experimental con: ubicación geográfica, división administrativa en áreas de manejo y rodales, drenaje, vialidad, campamentos, formaciones vegetales y áreas de plantaciones.

En forma general es posible efectuar modificaciones en los datos espaciales o insertar datos en la base de datos descriptiva.

Actualización. Esta es una operación que es posible realizar, siempre y cuando se tenga información reciente sobre las entidades que componen la base de datos o sea necesario modificar la existente. También puede suceder que se disponga de información sobre otras coberturas no presentes en la base de datos y se requiera su incorporación a la misma.

4.3. Transformación del modelo de datos en un proyecto de base de datos o diseño lógico.-

El modelo de datos o diseño conceptual establecido en la fase anterior constituye un modelo de alto nivel desarrollado en forma independiente del SMBD, por tanto, no puede utilizarse para ejecutar la base de datos y, es necesario efectuar un proceso de conversión del modelo de datos o diseño conceptual a un modelo ejecutable.

La conversión equivale a transformar las entidades y relaciones con sus atributos, a esquemas que contengan las relaciones con las claves primarias de la entidad originaria. Los esquemas generados mediante la conversión deben ser normalizados, para buscar que los datos almacenados tengan un mínimo de redundancia o repetición, con el objeto de facilitar los procesos de recuperación y actualización de la información (Figura 16).

A continuación se presentan los esquemas considerados en el diseño:

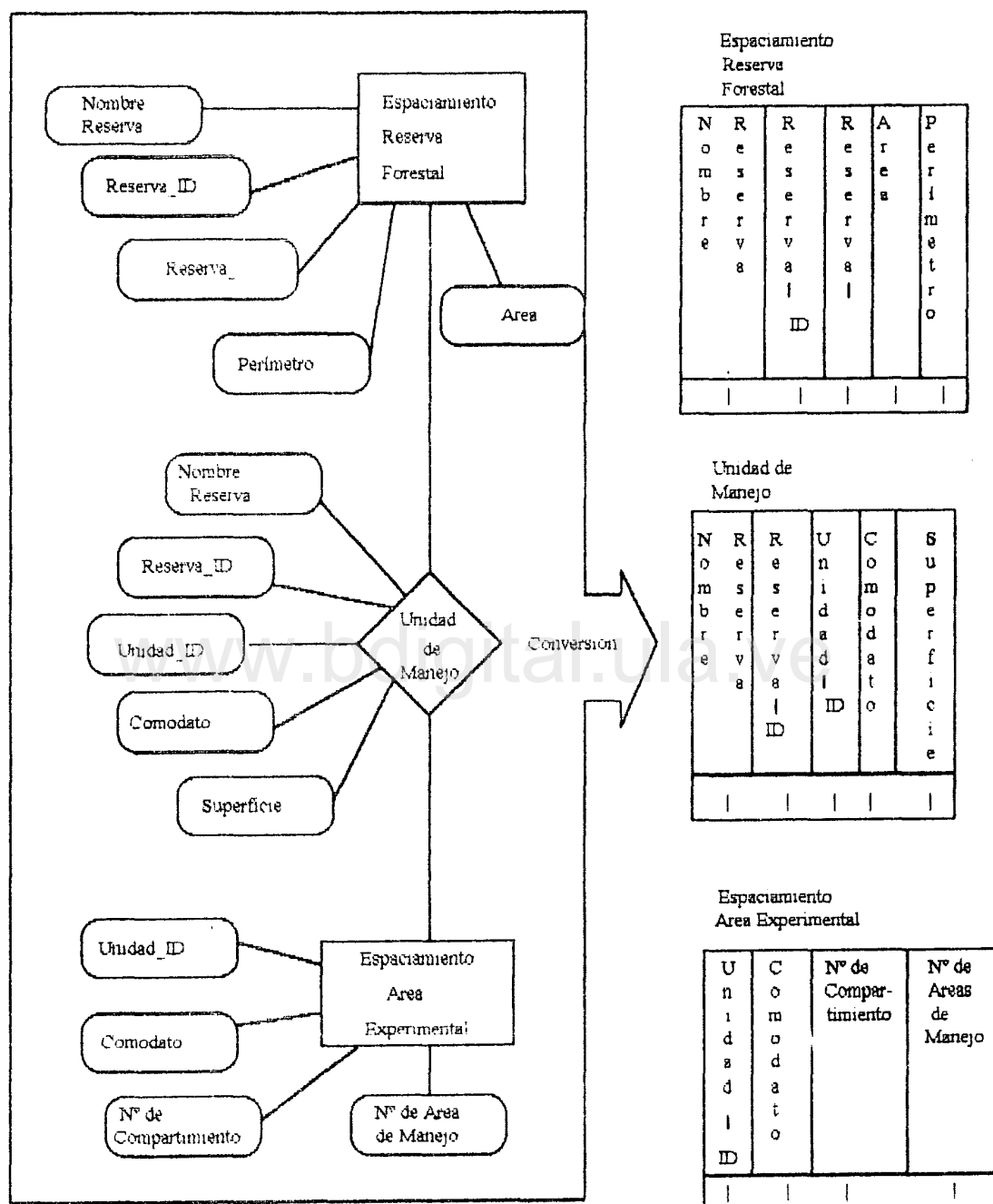
RESERVA FORESTAL (Nombre de la Reserva, Superficie, No. de Unidades de manejo, Fecha de creación, No. del decreto ejecutivo, No. de Gaceta Oficial, Estado, Municipios).

CLIMA (Cód Clima, Nombre del Clima)

ESPACIAMIENTO RESERVA FORESTAL (Nombre de la Reserva, Reserva_ID, Reserva_, No. de Unidades de Manejo, Superficie, Perímetro)

ESPACIAMIENTO HIDROGRAFIA (Hidrog_ID, Nombre de la Reserva, Tipo de curso, Nombre del curso, Hidrog_, FNode, TNode, LPoly, RPoly, Longitud, Régimen)

FIGURA N° 16. Ejemplo de conversión del modelo de datos diseño conceptual (diagrama E-R) al modelo ejecutable o diseño lógico.



UNIDADES DE MANEJO (Nombre de la Reserva, Reserva ID,
Unidad ID, Comodato, Unidad_, No. de Compartimientos,
Area, Perimetro)

ESPACIAMIENTO AREA EXPERIMENTAL (Unidad ID, Comodato, No.
de Compartimientos, No. de Areas de Manejo, Superficie,
Perimetro, Latitud Norte desde, Latitud Norte hasta,
Longitud Oeste desde, Longitud Oeste hasta, Altitud
desde, Altitud hasta, Cód-Clima, Precipitación promedio
anual, Temperatura promedio anual, Meses lluviosos, Meses
secos, Fecha de inicio del Comodato, Fecha de
finalización del Comodato).

TOPONIMIA (Cód-Sitio, Nombre del Sitio)

ESPACIAMIENTO VIALIDAD (Vial ID, Nombre de la Reserva,
Reserva ID, Tipo de vialidad, Unidad_ID, FNode, TNode,
RPoly, LPoly, Longitud, Vial_, Ancho)

ESPACIAMIENTO VEGETACION Y USO (Nombre de la Reserva,
Reserva ID, Nombre veg-uso, Cód-Categoría veg-uso,
Categoría veg-uso ID, Categoría veg-uso_, Veguso_ID,
Area, Perimetro)

VEGETACION Y USO (Nombre veg-uso, Cód-Categoría veg-uso,
Nombre Categoría veg-uso)

ESPACIAMIENTO AREAS DE MANEJO (Unidad ID, Comodato, Area de Manejo ID, Area, Perímetro, Rodal_ID)

ESPACIAMIENTO COMPARTIMIENTOS (Unidad ID, Comodato, Compartimiento ID, Area, Perímetro, Rodal_ID, Turno de aprovechamiento)

ESPACIAMIENTO RODALES (Compartimiento ID, Rodal ID, Rodal_, Area, Perímetro, Especies, Turno de aprovechamiento)

ESPECIES (Rodal ID, Compartimiento ID, Rodal_, Cód-Especie, Nombre científico, Nombre vulgar)

INVENTARIO FORESTAL (Rodal ID, Compartimiento ID, Rodal_, No. de árboles/ha, Volumen m3/ha, último año de explotación, Turno de aprovechamiento)

4.4. Establecimiento del proyecto de base de datos en un medio físico adecuado o diseño físico.-

El diseño físico involucra el establecimiento del proyecto de base de datos en un medio físico adecuado, de manera que las estructuras de almacenamiento y las vías de acceso a los diversos archivos creados, permitan el buen funcionamiento de la base de datos en una aplicación determinada (Anexo3).

En la ejecución del diseño físico es necesario tomar en cuenta los siguientes elementos:

.. Análisis de las consultas y operaciones o transacciones a realizar.-

En este aspecto, se definen las consultas y operaciones que se espera efectuar sobre la base de datos, empleando lenguajes de alto nivel. Al respecto, algunas de las consultas a la base de datos podrían ser:

Sobre los datos generales de la Reserva Forestal de Caparo, en lo referente a: nombre, fecha de creación, No. de Gaceta Oficial, No. de Resolución, régimen de condición o propiedad, ubicación político-territorial, posición geográfica, No. de unidades de manejo, superficie, altitud, clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, período geológico, hidrografía, vialidad, vegetación y otros usos en la Reserva.

Sobre las características generales del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo, en lo referente a: nombre de la Reserva, nombre del área dentro de la Reserva, No. de Unidad, ubicación político-territorial, posición geográfica, superficie, No. de compartimientos, No. de áreas de manejo, No. de rodales, altitud, clima, precipitación promedio anual, temperatura promedio anual, período de lluvia, período de sequía, período geológico, hidrografía, vialidad, tipos de vegetación y usos presentes en el área, condiciones de manejo.

Sobre la descripción de las características representadas en la base de datos gráfica: drenaje, vialidad, vegetación y otros usos, sitios toponímicos y divisiones administrativas.

Además, en forma general se deben obtener respuestas a preguntas como:

¿Cuáles son los tipos de vegetación presentes en el Area Experimental Reserva Forestal de Caparo?

¿Cuáles son las especies forestales dominantes en el Area Experimental Reserva Forestal de Caparo?

¿Cuáles son los sitios toponímicos dentro del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo?

¿Cuáles son los compartimientos en que se divide administrativamente el Area Experimental Reserva Forestal de Caparo?

¿Cuáles son las áreas de manejo en que se divide administrativamente el Area Experimental Reserva Forestal de Caparo?

Una vez que se han establecido las consultas a efectuar sobre la base de datos, indicamos: archivos empleados, campos seleccionados en función de la pregunta, campos de unión entre archivos y el registro lógico como resultado de la operación realizada. En el caso de llevar a cabo operaciones de actualización, se debe indicar lo siguiente: archivos que van a ser actualizados, tipo de operación actualizadora a efectuar

sobre cada archivo y los campos que serán modificados (Anexo 4).

.. Algunas posibilidades de análisis en el manejo forestal.

Este trabajo puede proporcionar información útil para el manejo forestal al incorporar otra información cartográfica, como por ejemplo, información sobre suelos, inventario forestal, etc. De manera que manipulando la base de datos pudiéramos obtener información sobre las siguientes aspectos:

- . Calidad de sitio mediante el análisis del tipo de suelo y la vegetación presente en un determinado lugar.
- . Tipo de vegetación presente en un rodal específico
- . Tipo de vegetación presente en un compartimiento específico.
- . Especies presentes en un rodal específico.
- . Especies presentes en un compartimiento específico.
- . Número de árboles por hectárea en un rodal específico.
- . Número de árboles por hectárea en un compartimiento específico.
- . Volumen maderable en un rodal específico.
- . Volumen maderable en un compartimiento específico.
- . Volumen maderable en el Área Experimental.

.. **Análisis de las frecuencias en consultas y operaciones.** Consiste en la evaluación cuantitativa del volumen de datos a procesar por la base de datos, en una determinada aplicación. En la evaluación se consideran dos parámetros, a saber:

Volumen de datos: es el número de ocurrencias o registros en cada tabla dentro del esquema ejecutable o diseño lógico (Anexo 5).

Frecuencia de procesamiento: está constituida por el número de operaciones en las cuales se accesará la base de datos, y los registros lógicos que utiliza cada programa (Anexo 6).

4.5. **Procesamiento de la base de datos para una o varias aplicaciones por medio de un SMBD.-**

La elección del SMBD depende de los factores técnicos, económicos y políticos imperantes en la organización que pretende desarrollar la base de datos, sin embargo, en éste caso, dado los objetivos del trabajo, el criterio que prevaleció fué el técnico. En consecuencia se procedió a seleccionar como herramienta para el manejo de las entidades espaciales, el programa o "software" ARC/INFO, debido a su disponibilidad y a la existencia de personal capacitado para manejar el programa en el Laboratorio ULABSIG del Instituto de

Geografía y de los Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes. Para el manejo de los datos descriptivos se utiliza el manejador de bases de datos INFO y TABLES, incluidos dentro del mismo programa. Sin embargo, es importante aclarar que existen diversos SMBD utilizables para manejar la base de datos descriptiva y exportables al programa ARC/INFO. Entre algunos de los SMBD exportables al ARC/INFO tenemos: FOXBASE, FOXPRO, DBase III Plus y Dbase IV.

El SMBD debe proporcionar entre algunas facilidades las siguientes:

- ___ Lenguaje de consulta
- ___ Lenguaje de programación de alto nivel
- ___ Construcción de reportes y pantallas
- ___ Interfases amigables

CAPITULO V

EJECUCION DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICA

La base de datos geográfica está constituida por un componente espacial o base de datos gráfica y un componente no espacial, temático o descriptivo que se muestra en el diagrama (Figura 17) e ilustra la metodología a seguir en el desarrollo o construcción de la base de datos con fines de manejo forestal en el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

A continuación se describen los pasos seguidos en la ejecución de los componentes señalados:

5.1. Base de datos gráfica o espacial.

Está representada por la información cartográfica básica y temática levantada para el Area Experimental, así como aquella que pueda generarse después de efectuar alguna operación espacial, por ejemplo, la sobreposición de mapas. Las etapas para la ejecución de la base de datos gráfica, son las siguientes:

Recolección de las fuentes de información.

Consiste en la recopilación de los mapas que servirán para desarrollar la base de datos. Los mapas recopilados fueron los siguientes: Mapa de vegetación y uso actual

del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo a escala 1:25000.

Mapa de divisiones administrativas del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo a escala 1:25000.

Preparación de la cartografía básica, temática y de uso.

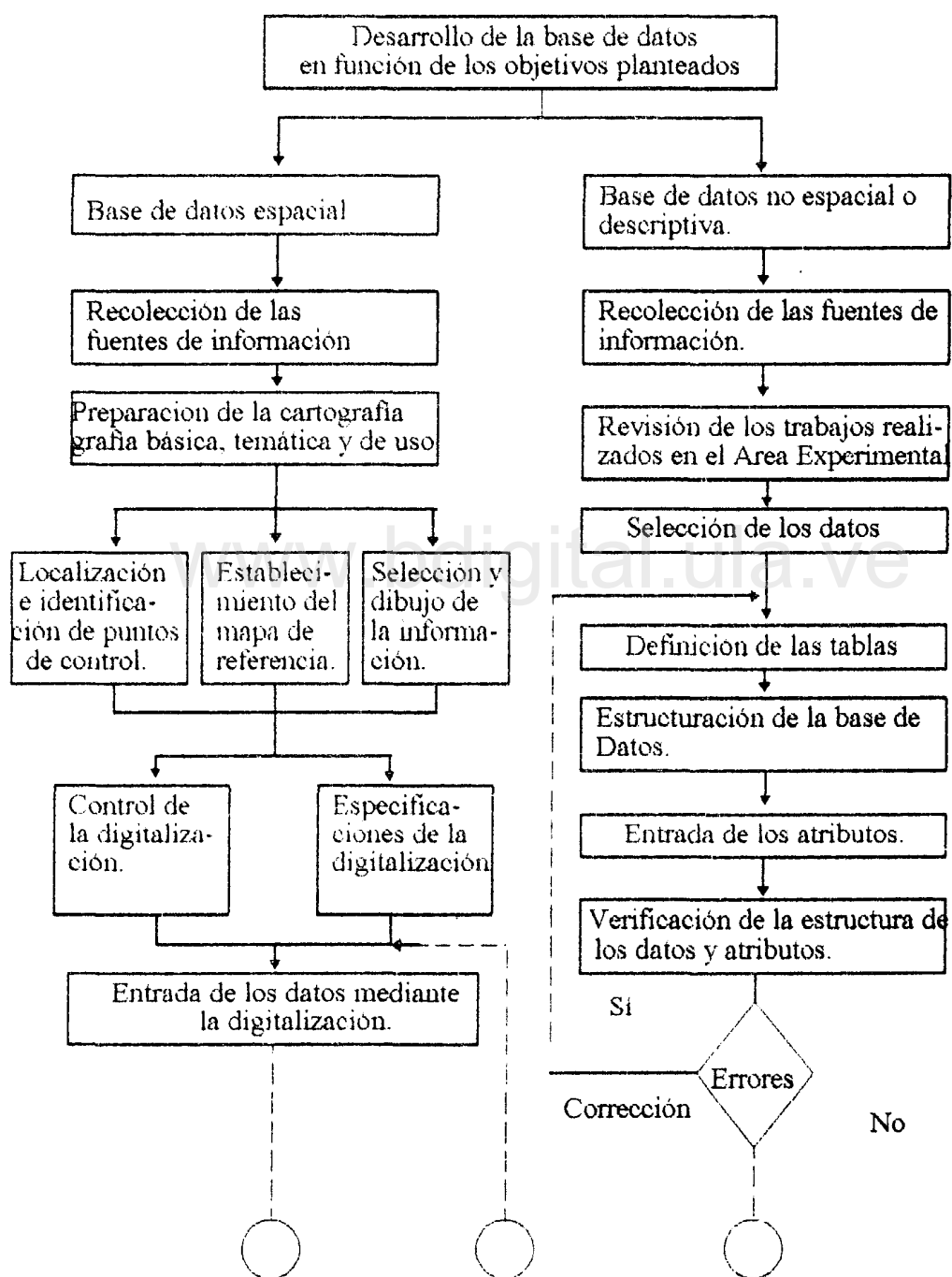
Los mapas recolectados deben ser revisados, a los fines de constatar que están en condiciones adecuadas para su entrada a la base de datos gráfica. Puede presentarse el caso de que algún mapa requiera ser redibujado para cumplir cabalmente con los objetivos propuestos. Una vez revisados los mapas se continua con las siguientes fases:

.. Selección y marcaje de los puntos de control.

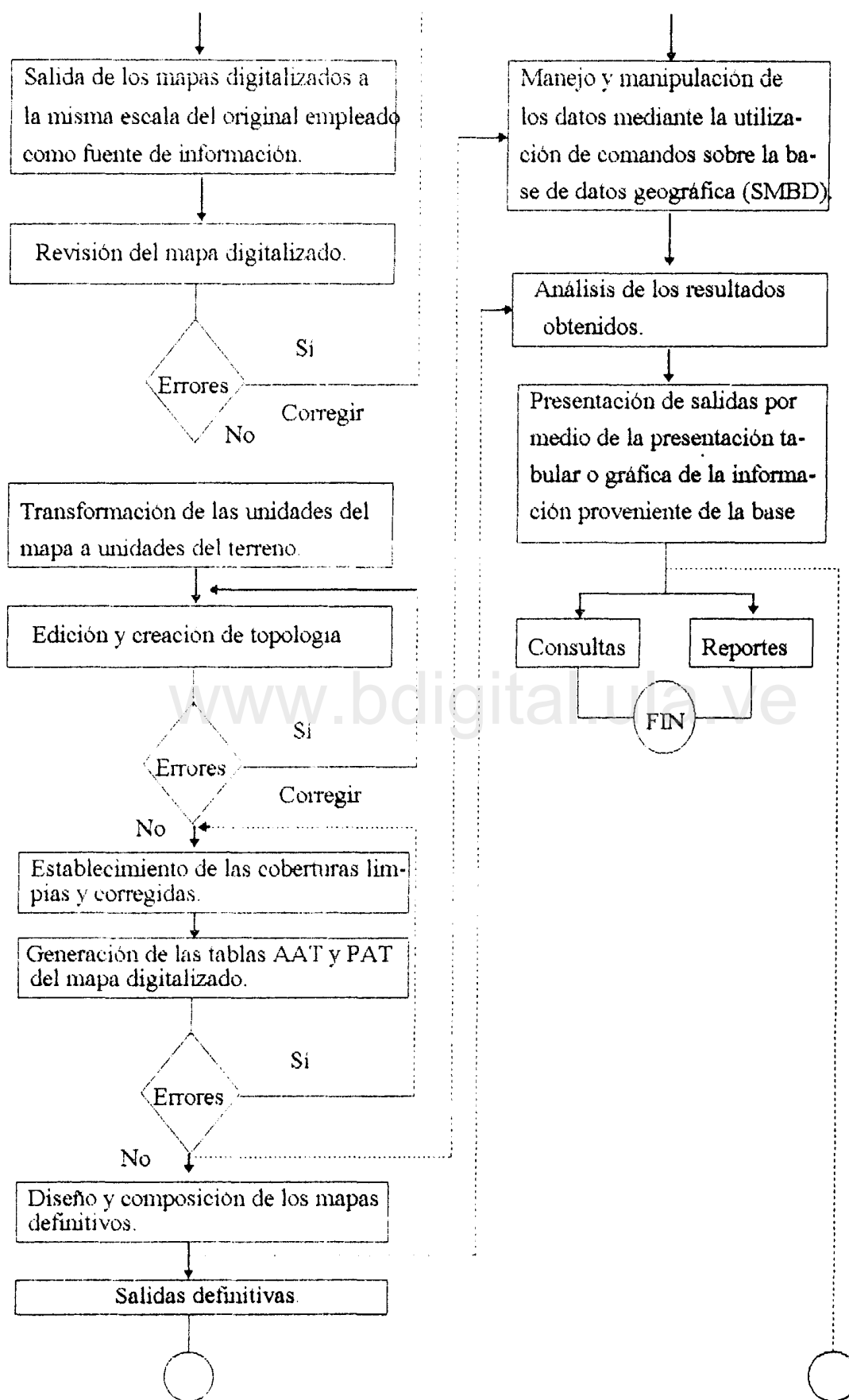
En ésta fase, se procede a seleccionar y marcar los puntos de control necesarios para:

- a) La referenciación de todas las características presentes en el mapa a estos puntos.
- b) Servir de referencia en la transformación a otros sistemas de proyección.
- c) Lograr un ensamblaje adecuado de las coberturas que puedan emplearse en procesos operacionales automatizados, como parte del manejo de datos espaciales, por ejemplo la sobreposición.

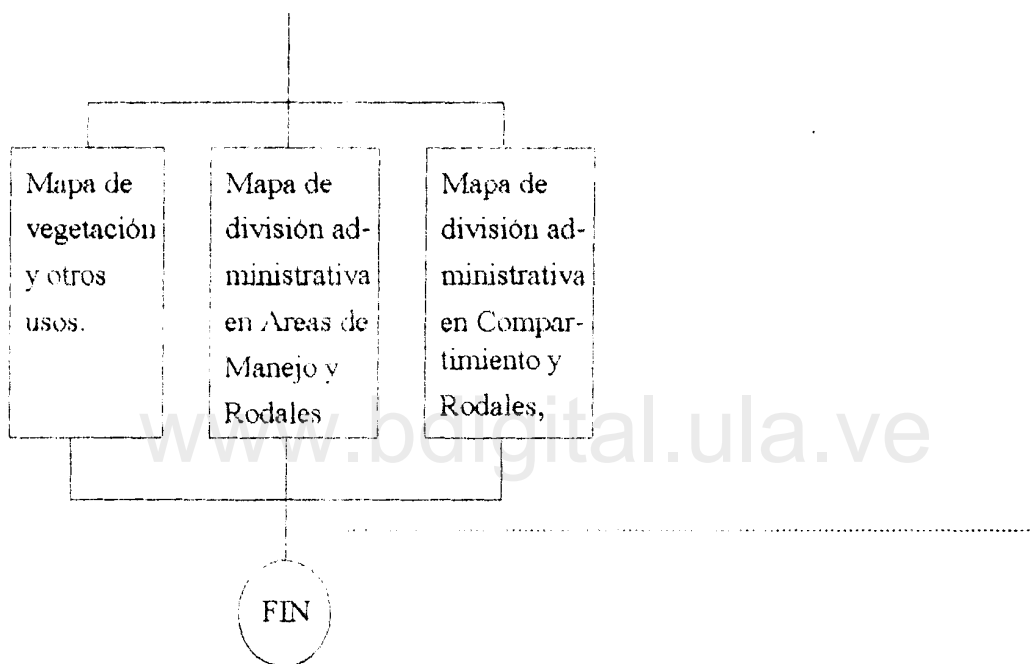
FIGURA N° 17 . Metodología a seguir en el desarrollo o construcción de la base de datos con fines de manejo forestal en el Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.



Continúa ...



Continúa ...



El listado de puntos de control seleccionados se muestra en la tabla 18.

.. Establecimiento del mapa de referencia.

En esta fase se procede a establecer, el mapa de referencia que contendrá los aspectos comunes a todos los mapas a desarrollar, como son: los límites del Área Experimental y los puntos de control seleccionados. La elaboración de este mapa referencial, además de permitir la obtención de una referencia adecuada, evita la repetición de líneas comunes en la base de datos, reduciendo así el tiempo empleado para su definición y el espacio de almacenamiento en disco.

.. Selección y dibujo de la información a representar.

Este paso se lleva a cabo luego de obtener el mapa referencial y consiste en el copiado del resto de la información cartográfica contenida en los mapas fuentes. Como producto de este proceso resultaron tres mapas temáticos, a saber:

Mapa de vegetación y otros usos.

Mapa de divisiones administrativas en áreas de manejo forestal y rodales.

Mapa de divisiones administrativas en compartimientos y rodales

Los tres mapas temáticos obtenidos pueden clasificarse de acuerdo a la información que contienen en:

TABLA 18 Listado de los puntos de control seleccionados para establecer el mapa de referencia.

Coordenadas UTM con su respectivo identificador

Coordenadas UTM de los Tics o puntos de control

Identificador	Norte (Y) m	Este (X) m
1	818000.000	272000.000
2	824000.000	272000.000
3	828000.000	272000.000
12	831325.000	272000.000
4	828000.000	279000.000
5	824000.000	279000.000
6	818000.000	279000.000
11	831325.000	279000.000
7	818000.000	286000.000
8	824000.000	286000.000
9	828000.000	286000.000
10	831325.000	286000.000

Mapa de puntos.

Son aquellos que están constituidos por la información básica referente a: sitios toponimicos y campamentos ubicados dentro del Area Experimental. Se caracterizan por medio de códigos que se le asignan a cada punto en la parte gráfica, con la finalidad de relacionarlos a la parte descriptiva o no espacial.

Mapa de líneas.

Son aquellos que están constituidos por la red de drenaje o hidrográfica y la red vial. Al igual que en el mapa anterior, a cada línea se le asigna un código con la finalidad de relacionar, la parte gráfica y la parte descriptiva correspondiente a ella.

Mapa de polígonos.

Son aquellos que están constituidos por los tipos de vegetación y otros usos, además de las divisiones administrativas correspondientes a las áreas de manejo, compartimientos y rodales.

.. Control de la digitalización.

Con la finalidad de llevar un control sobre los elementos geográficos digitalizados o dibujados en la base de datos gráfica, se usó una planilla denominada Bitácora de

Digitalización (Anexo 7), en la cual se especifican los siguientes aspectos:

Título de la base de datos a desarrollar.

Nombre del mapa, capa o cobertura.

Tipo de cobertura: punto, línea o polígono.

Escala.

Tolerancias utilizadas en el proceso de digitalización

Fecha de digitalización.

Número de hojas

Intervalo.

Coordenadas de los puntos de control empleados

Códigos que identifican a cada una de las características digitalizadas o dibujadas.

www.bdigital.ula.ve

.. Especificaciones en la digitalización.

Para ejecutar el proceso de digitalización se tomaron en cuenta las siguientes especificaciones: Las tolerancias se fijan en función de la escala de trabajo. A cada elemento del mapa se le asigna un identificador (ID) o valor previamente establecido de acuerdo a sus características en el mundo real.

A cada polígono en los mapas diseñados, se le asignó un identificador (ID) para definir la característica cartografiada. Además, los polígonos se enumeran de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, con la

finalidad de seguir un orden secuencial para evitar su omisión. Por otra parte, esta enumeración permite vincular los datos espaciales o gráficos con datos descriptivos.

Entrada de los datos mediante la digitalización.

Es el proceso mediante el cual los datos espaciales o gráficos se introducen al computador. Existen varias maneras o vías para entrar los datos espaciales, entre éstas tenemos: La digitalización manual empleando una tabla o mesa digitalizadora y un cursor y, la digitalización automática mediante el rastreador óptico electrónico o scanner. En la entrada de los datos de éste trabajo se usó la digitalización manual.

En la digitalización manual, se trasladan las coordenadas cartesianas XY en pulgadas del mapa en papel o manuscrito a un formato digital empleando una tabla o mesa digitalizadora.

El programa ARC/INFO proporciona los siguientes comandos para efectuar la digitalización:

CON-DIG: comando que permite identificar el dispositivo digitalizador o mesa digitalizadora.

ADS (Sistema de Digitalización de Arcos): Comando que permite digitalizar tics, bnd, arcos y etiquetas.

Los TICS son los puntos de referencia o control que identifican coordenadas conocidas del mapa. El BND

(Limite del mapa o Coordenadas de los límites de la cobertura) define un rectángulo (Xmin, Ymin, Xmax, Ymax) que expresa la extensión geográfica de la cobertura. Los ARCOS (Line) constituyen cadenas de pares de coordenadas XY que definen las líneas y polígonos de la cobertura. Las ETIQUETAS (Label) constituyen un par de coordenadas XY que permiten la identificación o la localización de puntos individuales dentro de la cobertura.

Salida de los mapas digitalizados a la misma escala del original utilizado como fuente de información.

Después de haber digitalizado los mapas se procede a imprimirlos usando el trazador de curvas o plotter. La escala de salida de los mapas será igual a la escala del original digitalizado. En éste momento se revisan los mapas digitalizados, comparándolos con los originales para detectar la existencia de errores. En general, los errores o redundancias que pueden ocurrir en los datos digitalizados son:

- Codificación incorrecta
- Líneas registradas dos veces
- Líneas que no se intersectan
- Polígonos que no cierran

Corrección de los errores.

Los errores cometidos se corrigen en forma automática durante el proceso denominado CLEAN, siempre y

cuando éstos se encuentren dentro de las tolerancias establecidas en el sistema. Las líneas que no se intersectan, los polígonos que no cierran y el doble registro de líneas, son un ejemplo de errores corregidos mediante éste proceso. Si los errores presentes no se pueden corregir al emplear CLEAN, podemos recurrir a otras operaciones según las modificaciones que sea necesario efectuar, bien a través del proceso de edición o digitalización.

Transformación de las unidades del mapa a unidades del terreno.

El proceso de transformación de unidades del mapa a unidades del terreno, es un proceso que implica la rotación de los ejes XY y el cambio de unidades de pulgadas a metros. Para transformar las coordenadas de una cobertura digitalizada en pulgadas a coordenadas terrestres en metros, se emplea el comando TRANSFORM.

Edición y creación de la topología.

La topología es un procedimiento matemático para definir explícitamente las relaciones espaciales. En los mapas, la topología define las conexiones entre las características, identifica polígonos adyacentes y define características como puntos, líneas y áreas. Los tres principales conceptos topológicos de ARC/INFO son:

Los arcos que conectan a otros arcos por nodos se denominan **arcos de conexión**.

Los arcos que se conectan alrededor de un área se denominan **polígono** (definición de área).

La **orientación** indica la dirección respecto a su dirección y **sentido** indica si es hacia adelante o hacia atrás de aquel tomado como referencia (**Configurado**).

El comando **ARC/INFO** al comando **CLEAN** refina las coordenadas de los arcos, mantiene la integridad de la topología de polígonos y líneas y se ejecuta con el comando **BUILD** cada vez que ocurre la modificación del mapa digitalizado como en el caso de la eliminación o edición de arcos y el cambio de sus identificadores.

Establecimiento de las coberturas limpias y corregidas.

Los errores de los datos presentes en la topología se corrigen dichos errores, para luego reestructurar la topología y así obtener las coberturas limpias y corregidas.

Generación de las tablas **PAT** (Tablas de Atributos de Polígonos) y **AAT** (Tablas de Atributos de Arcos o Líneas) del mapa digitalizado.

Al procesar una cobertura se ejecuta el comando **BUILD** dos veces, la primera vez con la opción **POLY** crea el archivo

COVER.PAT, y la segunda vez con la opción LINE crea el archivo COVER.AAT

Identificación y corrección de errores en la codificación de atributos.

Consiste en revisar los valores asignados a los atributos con la finalidad de identificar y corregir, aquellos errores cometidos durante el establecimiento de códigos a las características representadas.

Diseño y composición de los gráficos o mapas definitivos.

Constituye un proceso de edición gráfica o cartográfica, en el cual se procede a diseñar los gráficos o mapas a ser dibujados con el trazador de curvas o plotter.

Salidas definitivas.

Consiste en la impresión de los mapas definitivos, a saber:

Mapa de vegetación y uso del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

Mapa de división administrativa del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo en Areas de Manejo y Rodales.

Mapa de división administrativa del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo en Compartimientos y Rodales.

Estos mapas se producen a escalas variables para la publicación en el texto del trabajo y a escala 1:25000 para las hojas originales publicadas como fuente de información a los usuarios del Area Experimental.

5.2. Base de datos no espacial, temática o descriptiva.

Los pasos para construir la base de datos descriptiva son:

Recolección de las fuentes de información.

Consiste en la recopilación de las características o atributos que describen el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

Revisión de los trabajos realizados sobre el Area Experimental.

Los trabajos efectuados sobre el área sirvieron de base para la definición de las coberturas y atributos a incluir en la base de datos.

Selección de los datos.

Consiste en la escogencia de las coberturas y atributos que se incluyen en la base de datos.

Definición de las tablas.

A partir de los coberturas y atributos seleccionados se definen las tablas que conformarán la base de datos.

Estructuración de la base de datos.

Consiste en la forma como se organizaron las diferentes tablas y sus datos dentro de la base de datos. En el programa utilizado ARC/INFO, la estructura de los datos es manejada por el subsistema INFO, en el cual las tablas de datos constituyen archivos, sobre los cuales se puede actuar por medio de comandos que permiten la realización de diversas operaciones.

Entrada de los atributos.

Una vez definidas las tablas y su organización dentro de la base de datos, se procede a introducir los datos en cada una de las tablas o relaciones definidas.

Verificación de la estructura de datos y atributos.

La estructuración de los datos y atributos se revisan con el objeto de corregir errores, antes de proceder a establecer el manejo y manipulación de los datos.

Manejo y manipulación de los datos.

Consiste en el manejo y manipulación de los datos, mediante la utilización de comandos sobre la base de datos geográfica por medio del SMBD (Fox Pro, dBase, etc.)

Los datos pueden ser manejados por medio de diversas operaciones, por ejemplo, Transform y sobreposición.

Análisis de los resultados obtenidos.

Consiste en la evaluación de los resultados obtenidos luego de aplicar las operaciones sobre los datos.

Producción de salidas.

Consiste en la presentación de los resultados del análisis. La presentación de los resultados puede hacerse a través de:

Una descripción gráfica de los resultados en la pantalla del computador denominada consulta o una descripción escrita de los resultados a través de impresora denominado reporte.

En ARC/INFO, se emplea el subsistema TABLES dentro de ARC, para generar o producir consultas y reportes.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

El Sistema de Información Geográfica ARC/INFO, constituye un programa capaz de compilar grandes y múltiples bases de datos geográfica que analiza y maneja en forma interactiva, permitiendo la presentación de resultados a través de mapas y datos tabulares que sirven de apoyo a la toma de decisiones en el manejo de recursos.

Los datos geográficos se han presentado tradicionalmente en la forma de un mapa. Hoy, con la disponibilidad de las computadoras los datos se representan como puntos, líneas, áreas y volúmenes dibujados sobre un trozo de papel o película. Ellos se codifican utilizando variables gráficas que se explican en la leyenda del mapa o texto que lo acompaña. El mapa y su documentación constituyen la base de datos geográfica.

Los sistemas de bases de datos, proporcionan los medios de almacenamiento para un amplio rango de información, y la actualización, puede llevarse a cabo sin la incursión de nuevos programas. En ARC/INFO, ARC maneja las características espaciales, mientras INFO, dBase, Foxbase o Foxpro trata la descripción de las características o atributos de los datos y como estos se

relacionan. ARC/INFO, utiliza un lenguaje de comandos que funciona en forma similar al sistema operativo del computador, los comandos se colocan en un apuntador o "prompt" para que el sistema lleve a cabo tareas específicas. También se puede adaptar al uso de "menús" para efectuar dichas tareas.

La base de datos es un activo y constituye el gasto más grande en el desarrollo de un SIG. Esta involucra la organización de los datos existentes y la conversión a una forma digital apropiada. Además, en su mantenimiento predomina el valor histórico de los datos, por ejemplo, el tipo de bosque que fue explotado, puede proporcionar una valiosa indicación de cuáles especies deben ser replantadas. Registros históricos en forma de mapas viejos, fotografías aéreas e imágenes de satélites han resultado invalorable para la evaluación de las características de paisajes que han cambiado.

La organización de los datos de atributos en series, como las tablas que pueden ser utilizadas individualmente o unidas, es sencilla para entender y proporciona un almacenamiento eficiente para los datos. Las bases de datos relacionales, utilizan lenguajes fáciles de aprender por los usuarios de SIG, proporcionando además capacidades de análisis muy flexibles como el Modelo Entidad Relación.

Debido al carácter individual del trabajo y, al tiempo limitado para su elaboración, no fue posible cubrir algunos requerimientos de información, como por ejemplo, la información sobre los datos del inventario forestal en el área, actualmente en ejecución por parte del Ing. For. Ali D'Jesús, Profesor de la Cátedra de Ordenación Forestal en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes.

En el presente trabajo, el diseño de la base de datos espacial o gráfica se hizo a partir del material cartográfico básico y temático existente para el área.

El diseño de la base de datos descriptiva se hizo a partir del material bibliográfico existente para el área como: trabajos de investigación, trabajos de pasantía, trabajos de ascenso, trabajos en elaboración, etc.

El diseño de la base de datos y el establecimiento de las coberturas del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, se realizó en función de los objetivos propuestos, es así como:

Se pueden visualizar todas las entidades a considerar en un proceso de inventario forestal. Se organizan y ubican los datos en dispositivos de almacenamiento como diskettes, facilitando su obtención en forma rápida.

Se producen mapas actualizados del área.

Una aplicación de los SIG en el área forestal, es la planificación del volumen maderable a ser aprovechado y el reporte de los resultados a los administradores del recurso.

Los inventarios convencionales del bosque, se hacen en forma progresiva, inventariando una porción de bosque cada año. Sin embargo, la actualización de cientos de mapas sobre coberturas boscosas tomaría años, constituyendo una costosa operación manual de dibujo. Durante los años en que se realizan los inventarios sucesivos o continuos, los cambios en la cobertura boscosa pueden dibujarse manualmente, sobre los mapas base existentes por personal entrenado, aunque también esta operación resultará costosa. Con la tecnología SIG, los mapas de cobertura boscosa pueden ser actualizados en forma continua, reduciendo el promedio en edad de la información proveniente de la base de datos forestal. Este factor ha provocado una amplia aceptación y demanda de la tecnología SIG en el sector forestal.

La evaluación de las áreas correspondientes al bosque natural y bosque remanente, sólo llegó a la discriminación espacial y al establecimiento de las variables descriptivas a medir, en virtud de no disponer de los datos del inventario forestal necesario para tal fin, el cual se encuentra actualmente en proceso.

La discriminación espacial y las variables descriptivas establecidas en el área boscosa, constituyen la base para la implementación de un inventario forestal dentro del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

Los datos correspondientes al censo de ocupantes para la Unidad I de la Reserva, efectuado por el Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN) en el año 1990, se tomó en su totalidad como valores válidos extrapolables al Área Experimental.

Toda la información descriptiva en las divisiones administrativas del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, como son los Compartimientos, Áreas de Manejo y Rodales, está enlazada o unida a los datos del mapa dentro del SIG, proporcionando un sistema de información muy flexible.

El nivel de detalle usado para presentar la información cartográfica, se escoge de acuerdo a la información requerida y los límites establecidos por el medio de almacenaje. En el caso de un mapa analógico o permanente por sí mismo constituye el medio de almacenamiento y la forma de presentación.

El poder de un SIG yace en su habilidad para analizar conjuntamente datos espaciales y atributos. Es esta la capacidad que más diferencia a un SIG de la Cartografía Automatizada y de los sistemas de diseño

asistido por computador.

Las operaciones aritméticas y lógicas de sobreposición de mapas, son parte de todos los paquetes de software en SIG. La sobreposición aritmética incluye operaciones como: adición, sustracción, división y multiplicación de cada valor en una capa de datos por el valor de la ubicación correspondiente en una segunda capa de datos. Una sobreposición lógica, involucra encontrar aquellas áreas donde ocurre un conjunto específico de condiciones, por ejemplo, cobertura boscosa, tipo de suelo, etc.

Al intentar desarrollar este tipo de trabajo, se presentan limitaciones inherentes al equipo o software disponible para adelantar el mismo.

En definitiva, el comportamiento o funcionamiento del SIG o las bases de datos, la juzgan aquellos que utilizan la información, o sea, los usuarios.

RECOMENDACIONES

Es muy importante al diseñar bases de datos, establecer todos los requerimientos necesarios para una determinada aplicación, por lo cual es recomendable investigar exhaustivamente entre los usuarios de la información sus verdaderos alcances.

Un aspecto relevante a considerar en investigaciones posteriores, es la evaluación de exactitud y calidad de los datos empleados en un SIG o en una base de datos.

Es recomendable mantener actualizada la información de la base de datos, tanto en su aspecto cartográfico o espacial como en el descriptivo. Además, es importante conectar esta base de datos con otras ya existentes o que se elaboren posteriormente, para obtener en ellas un mejoramiento recíproco.

Por último, se debe señalar que éstos trabajos requieren la participación de diversos profesionales, a los fines de integrar equipos multidisciplinarios que garanticen un diseño adecuado de la base de datos o sistema de información. Las bases de datos o sistemas de información deben estar fundados en programas que garanticen la transferencia y mantenimiento eficiente de la información, a los fines de apoyar al administrador del recurso forestal existente, en la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFIA

ALARCON, J. y C. SUAREZ. 1991. Determinación de zonas para manejo forestal sostenido de bosques por el sistema de fajas de aprovechamiento a tala rasa usando SIG. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 281-290.

ALVA, GABINO. 1991. El Sistema de Información Geográfica de la selva alta peruana. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 90-107.

ARONOFF, S. 1991. Geographic Information Systems: A management perspective. WDL Publications. Ottawa, Canadá. 294 p.

BASTIDAS, María de C. 1991. Aplicación de un SIG en la generación de un modelo de potencial de erosión en la Cuenca del Lago de Valencia-Venezuela. Trabajo Especial de grado. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 139 p.

BEARD, J. S. 1946. Los climax de vegetación en la América tropical. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, Colombia, Vol. VI, No. 23, pp. 225-293.

BEHN V. y PETIT, P. 1989. Estructuración preliminar de la base de datos del sistema de información geográfica en el proyecto inventario PIRNRG. II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp. 377-399.

BELWARD, A. y C. VALENZUELA. 1991. Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands. 506 p.

BORCOSQUE, J. L. 1990. Sistemas de Información Geográfica (SIG): conceptos, estructuras y aplicaciones en la captación, proceso y análisis de datos sobre ambiente y recursos naturales. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina (CEPAL). 51 p.

BOSQUE, J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp, S. A. Madrid, España. 451 p.

_____ y otros. 1991. Factores en la dinámica del suelo. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 355-362.

BRICEÑO, M. ELBA T. 1993. Diseño e implantación de una Base de Datos Geográficos para clasificación de tierras. Unidad Experimental de Ticoporo. Estado Barinas. Trabajo de Grado de Magister Scientiae. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Universidad de los Andes. 82 p.

CASTRO, R. y R. PONCE. 1991. Accesibilidad y distribución del Nothofagus Glauca y Obliquae en la Cordillera Andina de la Séptima Región. Pontificia Universidad Católica de Chile. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 230-249.

CHUVIECO, E. y J. SALAS. 1991. Aplicación de un SIG a la evaluación del riesgo de incendios forestales. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 18-28.

CHUVIECO, E. y J. SANCHEZ. 1989. Empleo de la teledetección y de los Sistemas de Información Geográfica

en la planificación. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp. 261-272.

COLMENARES, J. F. 1994. Experiencias silviculturales en el manejo de bosques y tierras forestales (En preparación). Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

COMODATO ULA-MARNR. 1988. Actividades realizadas en las Unidades Experimentales de Caparo-Ticoporo. Año 1988. Informe. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Mérida, Venezuela.

COMODATO ULA-MARNR. 1990. Actividades realizadas en las Unidades Experimentales de Caparo-Ticoporo. Año 1989. Informe. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Mérida, Venezuela.

D'JESUS, ALI. 1994. Aplicación del muestreo lineal para evaluar la masa remanente en la Estación Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. (En preparación). Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

ESPINOSA, J. 1989. Aplicación de los Sistemas Geográficos de Información al desarrollo de la provincia de San Antonio: La actividad forestal un caso de estudio. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp. 435-445.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). 1988. ARC/INFO. Training Course. Spanish Version. Redlands, California, EE.UU.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI).. 1990. PC Understanding GIS. The ARC/INFO Method. Redlands, California, EE.UU.

_____. 1991. ARC EDIT. Versión 3.4 D Plus. Redlands, California, EE.UU.

_____. 1991. ARC PLOT. Versión 3.4 D Plus. Redlands, California, EE.UU.

EWEL, J. y OTROS. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Dirección de Investigación, Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. 264 p.

FALLAS, J. y C. VALVERDE, 1989. Selección de sitios potenciales para la reforestación de Ciprés (Cupressus lusitánica Mill.) utilizando un Sistema de información Geográfica de bajo costo. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp. 447-475.

FINOL, H. 1974. Estudio fitosociológico de las Unidades II y III de la Reserva Forestal de Caparo, Estados Barinas. Universidad de Los Andes. Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela.

FLORES, J. y J. JEREZ, 1991. El microcomputador como solución al desarrollo de un sistema de cartografía automática en una empresa forestal. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 67-77.

FRANCO, W. 1978. Fenología de especies forestales de Caparo. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

_____. 1982. Estudio y levantamiento de sitios con fines de manejo forestal en la Unidad Uno de la Reserva Forestal de Caparo. Estado Barinas. Universidad de Los

Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

GONZALES, O. D. 1990. Areas ecológicamente aptas para especies forestales en Cusco mediante el Sistema de Información Geográfica. Revista Forestal de Perú. 17 (2): 97-109. Lima, Perú.

HOYER, O. y R. GUEVARA. 1976. Estudio de algunas fases de una sucesión primaria a las márgenes del río Caparo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela.

JURGENSON, O. 1993. Mapa de vegetación y uso actual del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

KROENKE, DAVID M. 1992. Database Processing, Fundamentals, Design, Implementation. Fourth Edition. Macmillan Publishing Company, New York. 659 p.

MARNR, 1982. Mapa de vegetación actual de Venezuela. MARNR, Caracas, Venezuela.

MARNR, 1990. Dirección General Sectorial del Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN). Dirección de Manejo Forestal. Censo de los Ocupantes de las Reservas Forestales de Ticoporo y Caparo en el Estado Barinas. Informe sintético. Caracas, Venezuela.

NCGIA, 1990a. Core curriculum. Introduction to GIS. Vol. I. Santa Bárbara, California. National Center for Geographic Information and Analysis. University of California.

NCGIA, 1990b. Core curriculum. Technical issues in GIS. Vol. II. Santa Bárbara, California. National Center for Geographic Information and Analysis. University of California.

OTAVO, E. y D. YANINE. 1989. Proyecto: Evaluación y monitoreo de la cobertura forestal mediante imágenes de satélite. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp. 295-298.

PARDI, S., BACKUS, E., PAOLINO, A., y BRUCE, W. 1989. Sistema de Información Geográfica ARC/INFO en la planificación de la conservación de la vegetación natural de Venezuela. Memorias de la II Conferencia

Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp. 619-629.

PERNIA, J. E. 1982. Sensores Remotos, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Mérida.

PERNIA, J. E. 1993. Caracterización de la vegetación de la Reserva Forestal de Caparo a través de imágenes TM de Landsat. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

PITTIER, H. 1938. Clasificación de los bosques. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales, Tomo IV, No.30, Caracas.

www.bdigital.ula.ve

PULIDO, H. 1978. Uso de las técnicas de fotointerpretación en el análisis de la vegetación de la Unidad Uno de la Reserva Forestal de Caparo con el objeto de determinar un método indirecto de tipificación del bosque con fines de manejo forestal. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

THAPA, K. and J. BOSSLER. 1992. Accuracy of Spatial Data Used in Geographic Information Systems. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol 58, No. 6, June 1992, pp. 835-841.

TURGEON, 1992. Master Informática. F & G Editores. Madrid, España.

VEILLON, J. P. 1989. Los bosques naturales de Venezuela. parte I. Universidad de Los Andes, Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela.

VILLAESCUSA, R. 1991. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a los Inventarios Nacionales. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp. 273-280.

VINCENT, L. W. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis de Magister Scientiae, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

VINCENT, L. W. 1986. Desarrollo de un prototipo de base de datos y sistema de información sobre costos y rendimiento en plantaciones forestales. Trabajo de Ascenso, Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 132 p.

WEIR, M. J. 1991. Computer systems for Geographic Information Systems. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) Enschede, The Netherlands.

WILLIAMSON, A. N. 1992. Map scanning for GIS applications. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 58, pp. 1199-1202.

ZERPA, P. FRANCISCO J. 1988. Sistema de Información sobre rendimiento de plantaciones en Caparo (SINFOPLAN). Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas. Mérida, Venezuela. 152 p.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

www.bdigital.ula.ve

C.C. Reconocimiento

Anexo 1 Entidades, relaciones, tipo de entidad o existencia por dependencia, atributos y claves primarias empleadas en la base de datos con fines de manejo forestal del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo

Nombre de la entidad o relación	Tipo de entidad	Atributos	Claves primarias
Reserva Forestal	Fuerte	Nombre de la Reserva Superficie No. de Unidades de Manejo Fecha de creación No.del decreto ejecutivo No. de Gaceta Oficial Estado Municipios	Nombre de la Reserva
Clima	Fuerte	Código del Clima Nombre del Clima	Código del Clima
Espaciamento Reserva Forestal	Débil	Nombre de la Reserva Reserva_ID Reserva_ Area Perímetro No. de Unidades de Manejo	Nombre de la Reserva Reserva_ID
Espaciamento Hidrografía	Débil	Nombre de la Reserva Hidrog_ID Tipo de curso Nombre del curso FNode TNode LPoly RPoly Hidrog_ Longitud Régimen	Nombre de la Reserva Hidrog_ID Tipo de curso Nombre del curso
Espaciamento Unidades de Manejo	Débil	Nombre de la Reserva Reserva_ID Unidad_ID Comodato Unidad_	Nombre de la Reserva Reserva_ID Unidad_ID Comodato

		Area Perímetro No.de Compartimien- tos Turno de aprovecha- miento	
Espacia- miento Area Expe- rimental	Débil	Unidad_ID Comodato No.de Compartimien- tos No. de Areas de Ma- nejo Superficie Perímetro Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste des- de Longitud oeste has- ta Altitud desde Altitud hasta Código del Clima Precipitación pro- medio anual Temperatura prome- dio anual Meses lluviosos Meses secos Fecha de inicio del Comodato Fecha de finaliza- ción del Comodato	Unidad_ID Comodato
Toponimia	Fuerte	Código del sitio Nombre del sitio	Código del sitio
Espacia- miento Areas de Manejo	Débil	Unidad_ID Comodato Area de Manejo_ID Area Perímetro Rodal_ID	Unidad_ID Comodato Area de Manejo_ID
Espacia- miento Vialidad	Débil	Nombre de la Reser- va Reserva_ID Unidad_ID Vial_ID Tipo de vialidad FNode TNode	Nombre de la Reser- va Reserva_ID Unidad_ID Vial_ID Tipo de vialidad

		LPoly RPoly Longitud Vial_ Ancho	
Espacia- miento Comparti- mientos	Débil	Unidad_ID Comodato Compartimiento_ID Area Perímetro Rodal_ID Turno de aprovecha- miento	Unidad_ID Comodato Compartimiento_ID
Espacia- miento Rodales	Débil	Compartimiento_ID Rodal_ID Rodal_ Area Perímetro Especies Turno de aprovecha- miento	Compartimiento_ID Rodal_ID
Vegetación y Uso (Veguso)	Fuerte	Nombre veguso Cód_Categoría vegu- so Nombre Categoría veguso	Nombre veguso Cód_Categoría vegu- so
Espacia- miento Vegetación y otros Usos	Débil	Nombre de la Reser- va Reserva_ID Nombre veguso Categoría_ID Categoría_ Nombre Categoría veguso Area Perímetro Cód-Categoría vegu- so	Nombre de la Reser- va Reserva_ID Nombre veguso Categoría_ID Nombre Categoría veguso Cód-Categoría vegu- so
Especies	Débil	Rodal_ID Rodal_ Compartimiento_ID Nombre científico Nombre vulgar	Rodal_ID Compartimiento_ID
Inventario Forestal	Débil	Rodal_ID Rodal_ Compartimiento_ID No. árboles/ha	Rodal_ID Compartimiento_ID

		Volumen m ³ /ha Ultimo año de aprovechamiento Turno de aprovechamiento	
--	--	---	--

www.bdigital.ula.ve

Anexo 2 Limitaciones por consistencia o condiciones de integridad que deben cumplir los valores de los datos a ser almacenados en la base de datos para el manejo forestal del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo

Entidad	Limitaciones por consistencia
Reserva Forestal	Toda Reserva Forestal posee un nombre, tiene una localización precisa mediante coordenadas geográficas y está dividida en Unidades de Manejo
Clima	La Reserva Forestal está asociada a la existencia de un Clima
Unidad de Manejo	La Unidad de Manejo está asociada a una Reserva Forestal. Las Unidades de Manejo están bajo la responsabilidad administrativa de una concesionaria, empresa o institución. La administración de las Unidades de Manejo responden a fechas de inicio y finalización de actividades
Area Experimental	El Area Experimental se encuentra asociada a la existencia de una Unidad de Manejo. Esta bajo la responsabilidad de un administrador. La administración responde a fechas de inicio y finalización del Contrato o Comodato
Toponimia	El Area Experimental y los sitios dentro de ella, responden a una denominación específica
Compartimientos	Los compartimientos se encuentran asociados a la Unidad de Manejo o Area Experimental
Areas de Manejo	Las áreas de manejo se encuentran asociadas a la Unidad de Manejo o Area Experimental
Rodales	Los rodales se encuentran asociados a los compartimientos
Vegetación y Uso (Veguso)	Cada código de Categoría Veguso corresponde a un tipo de vegetación o de uso y está asociado a un nombre en particular

Anexo 3 Establecimiento del proyecto de base de datos en un medio físico adecuado o diseño físico de la base de datos con fines de manejo forestal del Area Experimental Reserva Forestal de Caparo.

Nombre de la tabla	Atributos	Tipo de atributo	Dominio	Unidades	L	Método de acceso
Reserva Forestal	Nombre de la Reserva	Carácter	A-Z		12	Secuencial
	Superficie	Numérico		ha	8	
	No.de Unidades de Manejo	Numérico	Digítos		1	
	Fecha de creación	Numérico	Enteros positivos	D-M-A	8	
	No. del decreto ejecutivo	Numérico	Enteros positivos		4	
	No.de la Gaceta Oficial	Numérico	Enteros positivos		6	
	Estado	Carácter	A-Z		10	
Clima	Municipios	Carácter	A-Z		32	Secuencial
	Código-Clima	Carácter	A-Z		4	
Espaciamiento Reserva Forestal	Nombre del Clima	Carácter	A-Z		30	Secuencial
	Nombre de la Reserva	Carácter	A-Z		12	
	Reserva_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Reserva_	Numérico	Enteros positivos		12	
	Area	Numérico	Reales positivos		14	
	Perímetro	Numérico	Reales positivos		14	
Espaciamiento Hidrografía	No.de Unidades de Manejo	Numérico	Digítos		1	Secuencial
	Nombre de la Reserva	Carácter	A-Z		12	
	Hidrog_ID	Numérico	Enteros positivos		12	

Espacia- miento Unidades de Manejo	Tipo de curso	Carácter	A-Z		13	Indexado
	Nombre del curso	Carácter	A-Z		18	
	FNode	Numérico	Enteros positivos		12	
	TNode	Numérico	Enteros positivos		12	
	LPoly	Numérico	Enteros positivos		12	
	RPoly	Numérico	Enteros positivos		12	
	Hidrog_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Longitud	Numérico	Reales positivos		10	
	Régimen	Carácter	A-Z		12	
	Nombre de la Reserva	Carácter	A-Z		12	
	Reserva_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Unidad_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Comodato Unidad_	Carácter	A-Z		35	
		Numérico	Enteros positivos		12	
Espacia- miento Area Ex- perimen- tal	Area	Numérico	Reales positivos	m2	8	Indexado
	Perímetro	Numérico	Reales positivos	m	13	
	No. de com- partimientos	Numérico	Dígitos		1	
	Unidad_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Comodato	Carácter	A-Z		35	
	No. de com- partimientos	Numérico	Dígitos		1	
	No. de áreas de manejo	Numérico	Dígitos		1	

Toponimia	Superficie	Numérico	Reales positivos	m2	8	Secuencial
	Perímetro	Numérico	Reales positivos	m	13	
	Latitud norte desde	Alfanumérico		grados,	9	
	Latitud norte hasta	Alfanumérico		minutos y	9	
	Longitud oeste desde	Alfanumérico		segundos	9	
	Longitud oeste hasta	Alfanumérico			9	
	Altitud desde	Numérico	Reales positivos	m.	4	
	Altitud hasta	Numérico	Reales positivos	n. m.	4	
	Código-Clima	Carácter	A-Z		4	
	Precipitación promedio anual	Numérico	Enteros positivos	mm	4	
	Temperatura promedio anual	Numérico	Reales positivos	Grados Centígrados	4	
	Meses lluviosos	Carácter	A-Z	Meses	25	
	Meses secos	Carácter	A-Z	Meses	12	
	Fecha de inicio del Comodato	Numérico	Enteros positivos	D-M-A	8	
	Fecha de finalización del Comodato	Numérico	Enteros positivos	D-M-A	8	
Espaciamiento Áreas de Manejo	Código del sitio	Carácter	A-Z		3	Indexado
	Nombre del sitio	Carácter	A-Z		30	
	Unidad_ID	Numérico	Enteros positivos		12	Indexado
	Comodato Área de Manejo_ID	Carácter Numérico	A-Z Enteros positivos		35 12	

Espacia- miento Vialidad	Area	Numérico	Reales positi- vos	m2	8	Indexado
	Perímetro	Numérico	Reales positi- vos	m	13	
	Rodal_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Turno de aprovecha- miento	Numérico	Enteros positi- vos	Años	3	
	Nombre de la Reserva	Carácter	A-Z		12	
	Reserva_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Vial_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Tipo de via- lidad	Carácter	A-Z		12	
	Unidad_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	FNode	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	TNode	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	LPoly	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	RPoly	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Longitud	Numérico	Reales positi- vos	m	10	
	Vial_	Numérico	Enteros positi- vos		12	
Espacia- miento Comparti- mientos	Ancho	Numérico	Reales positi- vos	m	4	Indexado
	Unidad_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Comodato	Carácter	A-Z		35	

Espacia- miento Rodales	Comparti- miento_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	Indexado
	Area	Numérico	Reales positi- vos	m2	8	
	Perímetro	Numérico	Reales positi- vos	m	13	
	Rodal_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Turno de aprovecha- miento	Numérico	Enteros positi- vos	Años	3	
	Comparti- miento_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Rodal_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Rodal_	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Area	Numérico	Reales positi- vos	m2	8	
	Perímetro	Numérico	Reales positi- vos	m	13	
Vegeta- ción y uso	Especies dominantes	Carácter	A-Z		60	Secuen- cial
	Turno de aprovecha- miento	Numérico	Enteros positi- vos	Años	3	
	Nombre vegu- so	Carácter	A-Z		16	
	Código Cate- goría veguso	Numérico	Enteros positi- vos		2	
Espacia- miento Vegeta- ción y Otros Usos	Nombre Cate- goría veguso	Carácter	A-Z		25	Indexado
	Nombre de la Reserva	Carácter	A-Z		12	
	Reserva_ID	Numérico	Enteros positi- vos		12	
	Nombre vegu- so	Carácter	A-Z		16	

Especies	Categoría_ID	Numérico	Enteros positivos		16	Indexado
	Categoría_	Numérico	Enteros positivos		16	
	Nombre Categoría veguso	Carácter	A-Z		25	
	Area	Numérico	Reales positivos	m2	8	
	Perímetro	Numérico	Reales positivos	m	13	
	Rodal_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Rodal_	Numérico	Enteros positivos		12	
	Compartimiento_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Nombre científico	Carácter	A-Z		60	
	Nombre vulgar	Carácter	A-Z		30	
Inventario Forestal	Rodal_ID	Numérico	Enteros positivos		12	Indexado
	Rodal_	Numérico	Enteros positivos		12	
	Compartimiento_ID	Numérico	Enteros positivos		12	
	Ultimo año de explotación	Numérico	Enteros positivos		4	
	No. de árboles por ha	Numérico	Enteros positivos		4	
	Volumen en m3 por ha	Numérico	Reales positivos	m3	8	
	Turno de aprovechamiento	Numérico	Enteros positivos	Años	3	

Anexo 4 Análisis sobre algunas consultas y operaciones a realizar con la base de datos del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo

Consultas u operaciones a realizar	Archivos utilizados	Campos empleados	Campos de unión	Registro lógico obtenido después de la operación o consultas
Sobre los datos generales de la Reserva Forestal de Caparo				
Nombre de la Reserva	Reserva Forestal Superficie No. de Unidades de Manejo Fecha de creación No. del decreto ejecutivo No. de Gaceta Oficial Estado Municipios	Nombre de la Reserva	Nombre de la Reserva	Nombre de la Reserva Superficie No. de Unidades de Manejo Fecha de creación No. del decreto ejecutivo No. de Gaceta Oficial Estado Municipios
Sobre las características del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo				
Tipo de Clima	Clima	Nombre del Clima	Código del Clima	Nombre del Clima
Sitio toponímico	Toponimia	Nombre del sitio	Código del sitio	Nombre del Sitio
Tipo de curso de agua	Espaciamiento hidrografía	Nombre del curso	Nombre de la Reserva Tipo de curso	Nombre del Curso
Tipo de Vialidad	Espaciamiento vialidad	Nombre de la Reserva Tipo de vialidad	Nombre de la Reserva	Tipo de vialidad
No. de Compartimiento	Espaciamiento compartimientos	No. de Unidad de Manejo	Nombre de la Reserva	No. de compartimiento

		No. de compartimiento	No. de Unidad de Manejo No. de compartimiento	
No. de Areas de Manejo	Espaciamiento Areas de Manejo	No. de Unidad de Manejo No. de Area de Manejo	Nombre de la Reserva No. de Unidad de Manejo No. de Area de Manejo	No. de Area de Manejo
Categoría de Veguso	Espaciamiento de vegetación y otros usos (veguso) Categoría veguso	Nombre de categoría veguso	Código de categoría veguso	Nombre categoría veguso
Especies	Categoría de veguso Especies	Nombre de categoría veguso Nombre vulgar Nombre científico	Código de categoría veguso Código de la especie No. de compartimiento No. de rodal	No. de compartimientos No. del rodal Nombre vulgar Nombre científico
Inventario Forestal	Inventario Forestal	No. de compartimiento No. de rodal No. de árboles/ha Volumen m3/ha Ultimo año explotación Fecha del turno de aprovechamiento	No. de compartimiento No. de rodal	No. de árboles por ha Volumen en m3 por ha Ultimo año de explotación Fecha del turno de aprovechamiento

Consultas gráficas:				
División del Area Experimental en compartimientos	Espaciamiento Area Experimental	Unidad_ID No. de compartimiento		No. de compartimiento
Ubicación político-territorial	Reserva Forestal Espaciamiento Reserva Forestal	Estado Municipio		Estado Municipios
Ubicación geográfica	Espaciamiento Area Experimental	Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta		Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta
Hidrografía	Espaciamiento hidrografía	Nombre de la Reserva Tipo de curso Nombre del curso Régimen		Nombre de la Reserva Tipo de curso Nombre del curso Régimen
Vialidad	Espaciamiento vialidad	Nombre de la Reserva Unidad_ID Tipo de vialidad Ancho		Nombre de la Reserva Unidad_ID Tipo de vialidad Ancho
Sitios toponímicos	Toponimia	Código del sitio Nombre del sitio		Nombre del sitio

Modificación de datos espaciales sobre:				
Hidrografía	Espaciamiento hidrografía	Nombre de la Reserva Hidrog_ID Tipo de curso Nombre de curso FNode TNode LPoly RPoly Hidrog_Longitud Régimen		Nombre de la Reserva Hidrog_ID Tipo de curso Nombre de curso FNode TNode LPoly RPoly Hidrog_Longitud Régimen
Vialidad	Espaciamiento vialidad	Nombre de la Reserva Reserva_ID Vial_ID Tipo de vialidad Unidad_ID FNode TNode LPoly RPoly Longitud Vial_Ancho		Nombre de la Reserva Reserva_ID Vial_ID Tipo de vialidad Unidad_ID FNode TNode LPoly RPoly Longitud Vial_Ancho
Categoría de veguso	Espaciamiento veguso	Nombre de la Reserva Reserva_ID Nombre veguso Código categoría veguso Categoría_ Categoría_ID Area Perímetro	Nombre veguso Código categoría veguso	Nombre de la Reserva Reserva_ID Nombre veguso Código categoría veguso Categoría_ Categoría_ID Area Perímetro

Compartimientos	Espaciamiento compartimientos	Unidad_ID Comodato Compartimiento_ID Area Perímetro Rodal_ID Turno de aprovechamiento		Unidad_ID Comodato Compartimiento_ID Area Perímetro Rodal_ID Turno de aprovechamiento
Áreas de Manejo	Espaciamiento áreas de manejo	Unidad_ID Comodato Área de manejo_ID Area Perímetro Rodal_ID		Unidad_ID Comodato Área de manejo_ID Area Perímetro Rodal_ID
Rodales	Espaciamiento rodales	Compartimiento_ID Rodal_ID Rodal_ Area Perímetro Especies Turno de aprovechamiento		Compartimiento_ID Rodal_ID Rodal_ Area Perímetro Especies Turno de aprovechamiento
Inserción de datos sobre:				
Categoría de veguso	Vegetación y Uso	Nombre de veguso Código categoría Nombre categoría veguso		Nombre de veguso Código categoría veguso Nombre categoría veguso
Especies	Especies	Nombre científico Nombre vulgar		Nombre científico Nombre vulgar
Inventario Forestal	Inventario Forestal	Compartimiento_ID Rodal_ID Rodal_ No. de árboles/ha		Compartimiento_ID Rodal_ID Rodal_ No. de árboles/ha

Anexo 5 Volumen de datos en la base de datos para el manejo forestal del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo

Nombre de la tabla	Longitud del registro	No. de registros esperados
Reserva Forestal	81	15
Clima	34	10
Espaciamiento Reserva Forestal	65	(1)
Espaciamiento hidrografía	137	(2)
Espaciamiento Unidad de Manejo	106	(1)
Espaciamiento Area Experimental	181	(1)
Toponimia	33	20
Espaciamiento Areas de Manejo	105	(1)
Espaciamiento Vialidad	134	(2)
Espaciamiento Compartimientos	95	(1)
Espaciamiento Rodales	120	(1)
Vegetación y Uso	43	20
Espaciamiento Vegetación y otros Usos	118	(1)
Especies	126	50
Inventario Forestal	55	1000

(1) El número de registros esperados depende de la cantidad de polígonos existentes en la cobertura

(2) El número de registros esperados depende de la cantidad de líneas existentes en la cobertura

Anexo 6 Frecuencia del análisis de las consultas y operaciones

Nombre de la tabla	Frecuencia (%)
Reserva Forestal	5
Clima	5
Espaciamento Reserva Forestal	18
Espaciamento Hidrografía	10
Espaciamento Unidad de Manejo	20
Espaciamento Area Experimental	20
Toponimia	10
Espaciamento Area de Manejo	15
Espaciamento Vialidad	10
Espaciamento Compartimientos	15
Espaciamento Rodales	15
Vegetación y Uso	10
Espaciamento Vegetación y otros usos	15
Especies	5
Inventario Forestal	30

Anexo 7 Bitácora de digitalización

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
LABORATORIO ULAB-SIG

DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS GEOGRAFICOS CON FINES
DE MANEJO FORESTAL DEL AREA EXPERIMENTAL DE LA
RESERVA FORESTAL DE CAPARO

Nombre de la cobertura de línea: _____ Escala: _____
Nombre de la cobertura de punto: _____ Escala: _____
Nombre de la cobertura de polígono: _____ Escala: _____
Tolerancia (en pulgadas): Snap: _____ Weed: _____
Intervalo: _____
Fecha de digitalización: _____
Nombre del operador: _____
Supervisor: _____
Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____
No. de Hoja: _____ de _____

www.bdigital.ula.ve

P U N T O S D E C O N T R O L

ID.TIC	ESTE (X)	NORTE (Y)	ID.TIC	ESTE (X)	NORTE (Y)	ID.TIC

C.C. Reconocimiento

ID. LINEA	ID. PUNTO	ID. POLIGONO	CARACTERISTICAS

www.bdigital.ula.ve