

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS PARA EXPERIMENTOS
DE SIMULACION CON MODELOS HIDROLOGICOS CONCEPTUALES

Por: LUIS G. HIDALGO PLAZA

Caracas, Junio de 1979

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS PARA EXPERIMENTOS
DE SIMULACION CON MODELOS HIDROLOGICOS CONCEPTUALES

Por: LUIS G. HIDALGO PLAZA

Caracas, Junio de 1979

R E S U M E N

El resultado final de este trabajo es el diseño de una base de datos que sirva de apoyo a experimentos que emplean simulación con computadoras y modelos hidrológicos conceptuales. La necesidad de la creación de esa base de datos es una realidad observada en diferentes sitios de trabajo de Venezuela. En particular, el Departamento de Meteorología e Hidrología de la Universidad Central de Venezuela dicta la materia Hidrología Avanzada, en base a experimentos de simulación con diversos modelos del tipo mencionado. Un conjunto de datos lógicamente almacenados en cintas o cassettes digitales facilitaría enormemente el estudio de los diferentes modelos. Eventualmente el conjunto de datos ya almacenados estaría a disposición de otras entidades nacionales e internacionales que pudieran necesitar este tipo de base de datos hidrometeorológicos. En la revisión bibliográfica efectuada se encontró que en Venezuela no existen trabajos con modelos hidrológicos analógicos y físicos (a escala).

I N D I C E

Resumen	ii
Indice	iii
Lista de Figuras	iv
Lista de Tablas	v
1. Introducción	1
2. Modelos Hidrológicos	2
3. Datos de Entrada y Salida de los Modelos Hidrológicos Conceptuales	4
4. Modelos Hidrológicos de Simulación Empleados en Venezuela	5
5. Selección de la Cuenca de Venezuela para la Base de Datos	6
6. Base de Datos y Fases del Desarrollo del Sistema de Computación	8
7. Base de Datos para Experimentos de Simulación en Hidrología	10
8. Conclusiones y Recomendaciones	17
Bibliografía	18 y 19
Anexo 1 (Figuras)	
Anexo 2 (Tablas)	

LISTA DE FIGURAS

(Anexo 1)

FIGURA 1

Esquema de Funcionamiento de los Subsistemas **Bases de Datos y Modelo.**

FIGURA 2

Estructura del Archivo de la Base de Datos a Nivel **Horario.**

FIGURA 3

Estructura del Archivo de la Base de Datos del Nivel **Diario.**

FIGURA 4

Estructura del Archivo de la Base de Datos del Nivel **Mensual.**

FIGURA 5

Estructura del Archivo de la Base de Datos del Nivel **Anual.**

FIGURA 6

Organización General de los Programas del Subsistema **Base de Datos.**

FIGURA 7

Estructura del Archivo de la Base de Datos del Nivel **Horario** (con caudal medio diario).

FIGURA 8

Esquema General de la Subrutina para Cargar los Datos en **Cassettes.**

LISTA DE TABLAS

(Anexo 2)

Tabla 1

Número de Datos por Año de Registro por Categoría para Diferentes Valores del Número de Segmentos de la Cuenca.

Tabla 2

Número de Datos Totales en la Base de Datos para Diferentes Números de Años de Observaciones.

Tabla 3

Número de Cassettes requeridos para el nivel anual de la Base de Datos en función del Número de Años de Registro y del Número de Segmentos de la Cuenca. (Cassette de 32.000 palabras = H.P.).

Tabla 4

Número de Cassettes requeridos para el nivel mensual de la Base de Datos en función del Número de Años de Registro y del Número de Segmentos de la Cuenca. (Cassette de 32.000 palabras = H.P.).

Tabla 5

Número de Cassettes requeridos para el nivel diario de la Base de Datos en función del Número de Años de Registro y del Número de Segmentos de la Cuenca. (Cassette de 32.000 palabras = H.P.).

Tabla 6

Número de Cassettes requeridos para el nivel horario de la Base de Datos en función del Número de Años de Registro y del Número de Segmentos de la Cuenca. (Cassette de 32.000 palabras = H.P.).

1.- INTRODUCCION.-

Durante los últimos años la Hidrología, como muchas otras ciencias ha experimentado una fuerte tendencia al uso de modelos para simulación con computadores. Estos modelos en su mayoría conceptuales, se aplican a determinadas cuencas para resolver determinados problemas relacionados con escurrimiento y almacenamiento de agua.

Con el transcurso del tiempo, se hace necesario pensar en una evaluación de muchos de los modelos mencionados mediante experimentos de simulación con datos de cuencas previamente seleccionadas. Estas cuencas, escogidas de acuerdo a la cantidad y calidad de datos hidrológicos y meteorológicos permitirían comparaciones entre modelos con el objeto de conseguir pautas sobre el mejor uso de los modelos hidrológicos conceptuales en Venezuela.

Un conjunto de datos apropiados para la evaluación de estos modelos se denomina base de datos para experimentos de simulación con modelos hidrológicos conceptuales.

La idea de la base de datos proviene de la experiencia obtenida en el curso Hidrología Avanzada, dictado por el Departamento de Meteorología e Hidrología (Facultad de Ingeniería U.C.V.) según el pensum regular de estudios. Aprovechando la existencia dentro del Departamento de un área de investigación y procesamiento que sustituye a una concepción no vigente actualmente de almacenamiento indiscriminado de datos hidrometeorológicos, se pueden pensar en un nuevo objetivo de trabajo. Este objetivo sería dirigir la capacidad de trabajo del área mencionada hacia el perfeccionamiento tanto técnico como didáctico de la materia Hidrología Avanzada. Cuando se iniciaron los cursos de Hidrología Avanzada, cada modelo poseía su propio conjunto de datos, dificultándose el empleo inmediato de diferentes conjuntos de datos en diferentes modelos. Esta dificultad proviene de una elaboración no adecuada de los programas de computación. La programación inicial dirigida hacia los procesos de cálculo debe ser reemplazada, sobre la marcha, con una programación dirigida hacia el conjunto de datos apropiados para los modelos hidrológicos conceptuales empleados con computadores digitales.

El objetivo específico de este trabajo es:

- a) Obtener varios nombres de cuencas de Venezuela con posibilidad de integrar un conjunto de archivos de datos (base de datos) que permita experimentar el manejo de modelos hidrológicos conceptuales de simulación.
- b) Obtener estimados de almacenamiento para diversos números - de años de observación y diversos segmentos de cuenca, para un computador Hewlett Packard 9830A y cassettes de 30.000 - palabras.

2.- MODELOS HIDROLOGICOS.-

Un modelo como un medio de investigación científica, es una imagen generalizada de un sistema físico (material) que refleja o reproduce en tal forma que como resultado, se consigue nueva información y se adquiere un conocimiento más detallado del sistema y de sus propiedades cuantitativas.

Los modelos empleados en Hidrología (modelos hidrológicos) pueden dividirse en tres categorías (O.M.M. 1975 b):

- Modelos físicos (a escala)
- Modelos analógicos
- Modelos matemáticos

En los físicos se construye un modelo de la cuenca a escala para luego comparar las relaciones entre la lluvia y el escurrimiento del modelo con las relaciones medidas en la cuenca. Sellin y Treleaven (1975) elaboraron un aparato para simular procesos hidrológicos como escurrimientos superficiales y subterráneos. Con este aparato han logrado comparaciones entre resultados teóricos y resultados observados.

Los modelos analógicos están principalmente basados en la analogía entre el movimiento de una corriente eléctrica y una corriente de agua en un sistema de vasos. Walton (1969) presenta una descripción de un modelo analógico para simular el flujo de aguas subterráneas, aplicándolo luego a un caso de estudio.

Otros autores pueden encontrarse en libros y revistas especializados en Hidrología. El mayor número de trabajos sobre modelos hidrológicos corresponden a los modelos matemáticos.

Los modelos matemáticos están formados en general por relaciones matemáticas. Estos pueden clasificarse en:

- Modelos de Correlación Múltiple
- Cajas Negras (aproximación de Sistemas)
- Modelos Dinámicos (Distributivos)
- Modelos conceptuales de Cuencas o modelos de simulación del comportamiento básico de una cuenca.

Los modelos hidrológicos conceptuales abarcan los siguientes aspectos:

- descripción del movimiento del agua en la cuenca
- balance del agua almacenada en la cuenca
- cálculos en base a datos discretos con intervalos de tiempo relativamente pequeños con respecto al período total de estudio.

Los modelos conceptuales pueden clasificarse también en dos grandes grupos (Linsley y Crawford, 1974):

- modelos discretos
- modelos continuos

En los discretos, por lo general se trabaja con eventos aislados hidrológicamente hablando, por ejemplo, una creciente de un río registrada en la red hidrometeorológica. En los continuos se estudian períodos más largos de tiempo a un nivel de agregación de horas o días, meses, etc., en contraposición con los discretos que se emplean cuando se desean muchos detalles dentro del período de una hora o días.

Muchos de los modelos hidrológicos descritos, especialmente -- los conceptuales, se utilizan para simular el comportamiento de las cuencas.

El uso del computador se vuelve casi imprescindible, debido a la inmensa cantidad de operaciones aritméticas y almacenamiento de datos en memoria.

En general, la simulación con computador es una técnica que provee de un medio efectivo para comparar y evaluar un sistema propuesto bajo diversas condiciones en un ambiente de laboratorio (IBM, 1967). El comportamiento del sistema (cuena) es modelado por un programa de computación, el cual reacciona a diversas condiciones de operación (diversos manejos de cuencas) en una manera cuantitativa similar a la del sistema mismo. Varias horas o semanas, o algunas veces años de actividad simulada pueden examinarse en un computador en materia de segundos o minutos. Los resultados ayudan a ganar conocimientos de la parte interna del sistema, comprobar hipótesis, demostrar y verificar nuevas ideas, comparar alternativas, diseñar sistema, entrenar personal, etc. La simulación con computadores permite obtener respuestas simuladas que frecuentemente serían rara vez observadas en el sistema real y que serían difíciles de conseguir con otros tipos de modelaje.

En Hidrología, la simulación con computadores está destinada -- principalmente a:

- Pronósticos en tiempo real de grandes crecientes
- Obtención de respuestas simuladas (caudales) a eventos extremos de lluvia (tormentas).
- Extensión hacia el pasado de registros de escurrimiento relativamente recientes en base a registros de lluvias relativamente antiguos.

En este sentido, la base de datos que se quiere diseñar servirá para los dos últimos propósitos.

3.- DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DE LOS MODELOS HIDROLOGICOS CONCEPTUALES:

Los modelos hidrológicos conceptuales han sido los de mayor desarrollo en los últimos años a nivel mundial. Con el interés de tener un buen conocimiento de estos modelos, la O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial) llevó a efecto un proyecto (O.M.M. 1975 c) para comparar el funcionamiento de 10 modelos hidrológicos conceptuales empleados con fines operativos de pronósticos hidrológicos, simulación de períodos de flujo, etc. Estos 10 modelos provenientes de diversas partes del mundo fueron estudiados en base a conjunto de datos provenientes de seis cuencas fluviales de diferentes condiciones climatológicas y geográficas. Cada conjunto de datos comprendía dos períodos distintos: un período de calibración (seis años) seguido inmediatamente por un período de verificación (dos años). Los datos de entrada fueron precipitación, evaporación, otros datos meteorológicos y caudales.

Estos datos de entrada se suministraron para el período de calibración con la finalidad de determinar los parámetros empíricos y verificar los parámetros medidos en el campo. La simulación durante el período de calibración es repetida variando en forma lógica algunos de los parámetros hasta lograr que los caudales simulados se ajusten lo más posible a los caudales observados tomados éstos últimos como patrón. Los datos de entrada durante el período de verificación fueron precipitación, evaporación y otros datos meteorológicos. Los caudales observados de este último período no fueron mostrados a los operarios de los modelos.

Con los parámetros verificados y calibrados provenientes de la simulación de los primeros seis años se generaron los caudales simulados del período de verificación. Luego se hizo un estudio entre los caudales observados (medidas en campo) y los caudales simulados.

Esta comparación se hizo en base a métodos gráficos y a métodos numéricos.

Los conjuntos de datos de entrada de cada cuenca de los 8 años de estudio abarcaron:

- lluvias diarias y horarias para estaciones pluviográficas
- caudales medios diarios y caudales instantáneos cada 6 horas.
- espesores diarios de nieve
- evaporación diaria
- temperatura media del aire
- velocidad media del viento
- porcentaje de brillo solar
- datos hidráulicos de campo

Los tamaños de las cuencas oscilan entre 1.580,0 Km² hasta 131.500,0 Km². Los países dueños de los modelos eran: U.S.A., CCCP, Italia, Francia, Japón y Rumania.

Los datos de salida abarcaron:

- Caudales medios diarios (m³/s)
- Caudales máximos diarios (m³/s)
- Volúmenes mensuales de flujo (m³)
- Hidrogramas simulados producidos por fuertes precipitaciones.
- Curvas de duración de flujo

Esta experiencia a nivel mundial sirve de punto de partida para el diseño de una base de datos para Venezuela. La base de datos, -- una vez implementada, puede ser de gran utilidad en el estudio de los modelos que actualmente se emplean en Venezuela sin la verificación -- apropiada. Esta falta de verificación se debe a la ausencia de conjuntos de datos bien preparados y que de manera inmediata pueden emplearse para la comprobación de la operación racional bajo diversas condiciones climatológicas de Venezuela.

4.- MODELOS HIDROLOGICOS DE SIMULACION EMPLEADOS EN VENEZUELA:

Los principales usuarios de modelos hidrológicos de simulación empleados en Venezuela se encuentran en compañías privadas (Ejemplo: -- HIDROMET C.A.), algunos ministerios (Ejm. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables), Universidades (Ejm. Universidad Central de Venezuela, Universidad de Mérida y Universidad Simón Bolívar). Aunque los objetivos del uso de estos modelos sean diferentes, se emplean un mismo tipo de datos de entrada. Entre los modelos más conocidos se tiene el modelo HSP=Hydrocomp Simulation Programing (Hydrocomp International, Inc., 1969), el cual fue empleado en diversos estudios hidrológicos por el antiguo Ministerio de Obras Públicas de Venezuela. Después de la aparición del HSP, aparecen a nivel mundial gran cantidad de modelos de simulación.

Rodríguez (1970), realizó un intento de simulación hidrológico en el río Cuira perteneciente a la cuenca del río Tuy. Para ello empleó datos horarios de lluvias y datos diarios de lluvia para un período de 3 años (1965 a 1967). Se obtuvo un buen ajuste gráfico entre los hidrogrmas observados y simulados. Empleó el modelo "Stanford Watershed Model IV ó HSP".

Muchos otros trabajos a nivel de informes técnicos no publicados de compañías de Ingeniería presentan el uso de los modelos conceptuales de simulación. El modelo HSP constituye uno de los modelos más representativos de la simulación hidrológica del mundo, sin embargo en Ve-

nezuela se ha comenzado a emplear otros modelos en busca de mejores y más sencillas soluciones. En todo caso, los datos de entrada y salida de manera general abarcan:

a) Datos de entrada (datos observados)

- precipitaciones horarias
- precipitaciones diarias
- precipitaciones mensuales
- evaporaciones diarias
- caudales medios diarios
- volúmenes escurridos mensuales
- volúmenes escurridos anuales
- hidrogramas de grandes crecientes

b) Datos de salida (datos simulados)

- caudales medios diarios
- volúmenes escurridos diarios
- volúmenes escurridos mensuales
- volúmenes escurridos anuales
- hidrogramas de grandes crecientes

Como próximo paso se buscará una cuenca de Venezuela que posea una red hidrometeorológica densa tanto en el cauce principal como en sus afluentes, luego se diseñará la base de datos.

5.- SELECCION DE LA CUENCA DE VENEZUELA PARA LA BASE DE DATOS.-

La selección de una determinada cuenca de Venezuela para luego emplear sus datos hidrometeorológicos en el estudio de un modelo hidrológico conceptual dado es compleja. Es necesario tomar en cuenta la red nacional de observaciones pluvio-evaporimétrica y la red nacional de observaciones hidrológica. Para ambas redes se debe considerar tanto la cantidad como la calidad de estaciones. La cantidad de estaciones por unidad de superficie fue analizada por Piña (1973), quien encontró que la región del país con más alta densidad de estaciones pluvio-evaporimétricas es la Región Central(*) con 2,28 estaciones por cada 2.000 Km². Para el mismo tipo pluvio-evaporimétrico las regiones de Venezuela de menor densidad están en los alrededores de 1 estación para cada 2.000 Km². La región Central también posee la más alta densidad de estaciones pluviométricas con 30,19 estaciones por cada 2.000 Km².

(*) Incluye el Lago de Valencia y los ríos Aroa, Yaracuy, Unare, Urama, Maya, Ocumare, Petaquire, Chuspa, Camurí Grande, Noguera, Guayos, Uchire, Tuy, Guaire, Lagartijo y otros de menor importancia.

Dentro de la Región Central la cuenca del río Tuy presenta la más alta densidad de estaciones con 10 estaciones pluvio-evaporimétricas por cada 2.000 Km² y 139 estaciones pluviométricas cada 2.000 Km².

Dentro de la cuenca del río Tuy se encuentran estaciones hidrométricas (estaciones medidoras de flujo de agua) en varios de sus afluentes (**), cuyos registros podrían ser apropiados para una base de datos, estas estaciones son:

- río Grande en Carpintero
- río Merecure en Calentura
- río Charallave en Hda. Las Juasjuitas
- río Pacairigua en Guatire
- río Araira en Pte. Tapón
- río Cuira en Hda. Santa Rosa
- río Guare en Táchata

El propio río Tuy presenta las siguientes estaciones hidrométricas en su curso:

- río Tuy en Hda. San Antonio
- río Tuy en El Clavo
- río Tuy en El Peñón

La información anterior se completó con encuestas entre profesionales de Hidrología en las cuales se les pedían nombres de ríos con mediciones apropiadas para experimentos de simulación, obteniéndose los siguientes cursos:

- río Neverí (Macizo Oriental)
- río Cuira (afluente del Tuy)
- río Tuy
- río Manzanares (Macizo Oriental)
- río Grande (cuenca del río Tuy)
- río Quinimare (Los Andes)
- río Taguaza (cuenca del río Tuy)
- río Taguacita (cuenca del río Tuy)
- río El Laurel (cuenca del río Tuy)
- río Maticora (Edo. Falcón)

Para selección definitiva de alguno de los ríos mencionados como posible integrante (junto con sus afluentes) de la base de datos, la investigación directa en los registros de los archivos de las estaciones es necesaria. Esta investigación será el criterio definitivo para selección. Una vez seleccionada la cuenca se procederá a la solicitud de la información a los organismos nacionales respectivos. Los datos recopilados de las cuencas formarán la base de datos buscada.

(**) Ver Mensuarios Hidroclimáticos del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (Venezuela).

6.- BASES DE DATOS Y FASES DEL DESARROLLO DE SISTEMAS DE COMPUTACION.-

Morrison (1977), indica que la creación de un sistema de computación que funcione eficientemente es una tarea compleja que conlleva las siguientes fases:

6.1 Fase de definición, en la cual se define el problema y las tareas elementales que debe cubrir el sistema. Se definen los límites del problema por medio de la determinación de requerimientos de personal, standard de precisión, la cantidad y tipo de datos a ser procesados, la naturaleza de la fuente de datos, y los reportes de información requeridos.

Se estudian posibilidades técnicas y económicas, se determina el equipo a emplear, los flujos de información, funciones del computador, bases de datos, interfases con otros sistemas y las formas de chequear el sistema.

6.2 Fase de especificación, es una ampliación de la fase de definición. Incluye la lista de los programas de computación requeridos, tareas manuales, procedimientos de consola (teclado) y necesidades de mensajes por pantallas. Se determina el personal de planta. Una parte muy importante de esta fase es la especificación del diseño, donde se expresa en detalle lo que quiere construirse. Las especificaciones del diseño incluyen:

6.2.1 Funciones del sistema. Descripción de lo que el sistema debe efectuar.

6.2.2 Criterios de ejecución para esas funciones.

6.2.3 Requerimientos operativos de cada función, es decir, la tarea a realizar en cada función. En cada función se determina:

- fuente y tipo de entrada
- procesamiento de datos requerido
- tipo y destino de la información de salida

6.2.4 Base de datos requerida:

- anticipación del volumen de datos
- definición de las clases de datos
- descripción de unidades de medidas y rangos
- necesidades de conversión o transformación de datos

6.2.5 Computadores requeridos:

- limitaciones de memoria
- lenguajes de programación
- relaciones entre el programa y otros elementos del sistema.
- programas de computación ya preparados que pueden o deben ser usados.

6.2.6 Diseño requerido:

- organización del programa
- chequeos especiales y características de expandibilidad

Como puede observarse el diseño de una base de datos es parte integrante de un conjunto muy complejo e interactuante: el sistema de instrucciones y procesos para un computador (sistema de computación).

6.3 Fase de diseño.-

- 6.3.1 Las especificaciones de diseño se finalizan. La persona(s) que requiere el sistema aprueba el diseño.
- 6.3.2 La entrada, la salida y las funciones de procesamiento son analizadas y las funciones del sistema se agrupan en tareas.
- 6.3.3 Una revisión preliminar se lleva a efecto para establecer la integridad de la aproximación.
- 6.3.4 Se diseña un programa de prioridad de tareas para el sistema.
- 6.3.5 Se definen los items de documentación.

6.4 Fase de implementación.-

- 6.4.1 Como base de codificación se producen diagramas de flujo y descripciones narrativas.
- 6.4.2 Se revisa finalmente el diseño para verificar la integridad de los programas.
- 6.4.3 Las tareas de los programas se codifican.
- 6.4.4 Los programas son examinados (chequeados).
- 6.4.5 Se completa la documentación de las tareas individuales.
- 6.4.6 Se integran los programas individuales en el computador.
- 6.4.7 Se completa el documento final que describe al sistema y su operación.

6.5 Fase de Instalación.-

- 6.5.1 Se entrena el personal en el manejo del software y hardware mediante la operación guiada del sistema y manuales de usuarios, listas de programas, manuales de referencias.
- 6.5.2 Se efectúa una prueba de aceptación del sistema en el medio ambiente de operación, con los programas ya preparados que pueden o de-

6.6 Fase de operación de rutina.-

- 6.6.1 Se actualiza la base de datos.
- 6.6.2 La entrada de datos es suplida rutinariamente.
- 6.6.3 La información de salida del computador es utilizada efectivamente.
- 6.6.4 El sistema comienza a rendir beneficios.

7.- BASE DE DATOS PARA EXPERIMENTOS DE SIMULACION EN HIDROLOGIA.-

Las diferentes fases estudiadas anteriormente pueden tener dos grandes formas de desarrollo, una dirigida hacia los procesos en si mismos (cálculos, impresiones, etc.) y otra dirigida hacia los archivos de datos (Lyon, 1975). La primera forma fue empleada hasta mediados de 1960, luego fue sustituida por el desarrollo de sistemas dirigidos hacia el manejo de conjuntos de datos en archivos. Cuando el volumen de datos a manejar es pequeño, en comparación con la capacidad de la memoria interna del computador, se puede emplear el desarrollo dirigido hacia los procesos. Cuando el volumen de datos a emplear es de tal cantidad que es imposible mantenerlos al mismo tiempo en la memoria interna del computador, el almacenamiento de datos en dispositivos integrados al computador (periféricos integrados) es necesario.

En lo que sigue se aplicará el esquema de Morrison a un subsistema denominado Base de Datos que servirá para suministrar los datos de entrada a otro subsistema denominado Modelo (*). En la figura 1 se presenta el esquema de funcionamiento de los dos subsistemas. En este trabajo no se detallará la estructura del subsistema Modelo.

(*) El sistema real es modelado por un programa de computación que forma un subsistema (Subsistema Modelo).

7.1 Fase de Definición de la Base de Datos.-

Se requiere la disponibilidad de un conjunto de datos (archivo de datos) hidrometeorológicos para varias cuencas hidrológicas de Venezuela (*), que puedan servir para el estudio de la operación de modelos hidrológicos conceptuales de simulación. Este estudio -- abarca la realización de experimentos de simulación con computado-- ras, empleando series de datos hidrológicos desde un nivel hora-- rio hasta un nivel anual; para períodos de aproximadamente como -- máximo ocho años.

La base de datos será empleada en un computador Hewlett Packard - HP 9830A del Departamento de Meteorología e Hidrología (Universidad Central de Venezuela, Caracas). Ese Departamento cuenta con un "Area de Investigación y Procesamiento" cuyos integrantes operarán los dos subsistemas. Por lo general el sistema será maneja-- do por personal sin conocimientos profundos del computador HP 9830A y periféricos.

El subsistema Modelo deberá permitir la verificación de la permanencia real de los datos en sus respectivas posiciones en las cintas, discos, cassettes u otro medio físico que se elija para el -- almacenamiento de los datos.

El Sistema debe tener facilidades para añadir o modificar los registros.

7.2 Fase de especificación.-

7.2.1 Funciones asociadas a la base de datos.

- a) El conjunto de archivos de la base de datos debe proveer al subsistema Modelo de un conjunto de datos en cada lazo de los algoritmos principales de ese subsistema. El subsistema Modelo variará según el Modelo de simulación empleado.
- b) Cuando sea necesario, podrá agregarse nueva información y/o modificar las anteriores. Este proceso podrá efectuarse una vez al año, después del montaje total del -- subsistema.
- c) El subsistema "Base de Datos" podrá ligarse con cualquier otro subsistema que sea compatible con las especificaciones de entrada y salida de la base de datos.
- d) El susbsistema "Base de Datos" debe ser independiente - del subsistema "Modelo", aunque servirá de entrada de - datos al subsistema "Modelo" durante la simulación.

(*) Cuenca del cauce principal y afluentes con subcuencas.

- e) Los modelos que requieran datos a un nivel de agregación muy bajo serán programados en forma separada de la "Base de Datos".

7.2.2 Tareas a realizar en cada función.

- a) Para proveer al subsistema Modelo de la entrada de datos adecuada, se requiere una variable entera cuyo valor sea determinado por el subsistema Modelo y que para el subsistema Base de Datos represente una dirección en el almacenamiento físico de los datos de entrada.
- b) Para modificar cualquier dato de la base de datos, en el subsistema Base de Datos deben incluirse instrucciones que permitan localizar el campo del almacenamiento físico donde se encuentra la (s) cifras problema (s), para luego hacer las sustituciones necesarias. Los nuevos datos a intercambiar serán dados por el operador -- del sistema.
- c) Para agregar mayor información a la base de datos se establece el criterio de efectuar este proceso una vez al año con las modificaciones necesarias al índice de archivos.
- d) La forma de sacar información de la base de datos debe estar plenamente identificada y planificada para efectuarse con el menor uso posible de la memoria interna de la unidad central de procesamiento. La posibilidad de interacción del subsistema Base de Datos con otros subsistemas diferentes del subsistema Modelo debe ser alta.

7.2.3 Base de datos requerida.

- a) Descripción de variables, unidades de medida y rangos.
 Las variables que van a formar la base de datos con la lluvia, la evaporación de tina y los escurrimientos (caudales), para destinarlos a la calibración del modelo. La única variable que podría faltar en un lapso de tiempo dentro del período general es el escurrimiento. Una base de datos completa requeriría que estas variables vinieran expresadas en mm/hora, mm/día, --- mm/mes y mm/año en el caso de lluvia y evaporación. En el caso de escurrimiento se requerirían caudales medios horarios (m^3/s), caudales medios diarios (m^3/s), caudales mensuales (m^3/s) y caudales anuales (m^3/s). Los rangos de las variables van desde 0.000 a 9999.00 en un alto porcentaje de los valores observados en Venezuela.

b) Descripción de las clases de datos.-

Los datos requeridos por el subsistema Modelo, según el deseo del usuario pertenecen a una determinada categoría, es decir que el subsistema Modelo trabaja con uno solo de los siguientes niveles a la vez:

- Horario
- Diario
- Mensual
- Anual

Por lo tanto, es conveniente tener un archivo de datos para cada nivel. Además el sistema Modelo por lo general requiere de los datos de precipitación, evaporación y caudal el mismo intervalo de tiempo considerado, por lo cual es conveniente almacenar el grupo - precipitación - evaporación - caudal observados en la naturaleza conjuntamente (grupo P-E-Q) en un mismo campo. El conjunto de grupos diarios P-E-Q de un mes formaría por ejemplo un registro.

c) Volumen de datos.-

En estudios hidrológicos, la cuenca por lo general se divide en segmentos que poseen valores propios de grupos P-E-Q. El número de datos de entrada por cada año de simulación deseado para cada categoría o nivel de agregación serían (en función del # de segmentos):

$$(N_0 = \# \text{ de variables} = 3)$$

$$(N_1 = \# \text{ horas del día} = 24)$$

$$(N_2 = \# \text{ de días del año} = 365)$$

$$(N_3 = \# \text{ de meses del año} = 12)$$

$$(N_4 = \# \text{ de segmentos de la cuenca})$$

$$- \text{ Nivel horario} = N_0 \times N_1 \times N_2 \times N_4 = 26280 \times N_4$$

$$- \text{ Nivel diario} = N_0 \times N_2 \times N_4 = 1095 \times N_4$$

$$- \text{ Nivel mensual} = N_0 \times N_3 \times N_4 = 36 \times N_4$$

$$- \text{ Nivel anual} = N_0 \times N_4 = 3 \times N_4$$

En la Tabla 1 se presenta el número de datos por categoría, considerando diversos valores del número de segmentos de la cuenca. (Ver nota en la Tabla 1).

d) Necesidades de conversión y transformación.-

El subsistema Base de Datos debe poseer un programa de computación (conjunto secuencial de instrucciones para el computador) que permita la entrada de datos por la consola (teclas de la computadora), los convierta en las unidades deseadas y los transforme al nivel deseado. Se tomará como criterio las siguientes unidades para cualquier categoría:

lluvias en mm
 evaporaciones en mm
 caudales en m³/s

El almacenamiento en los dispositivos físicos de la Base de Datos (cassettes, cintas, etc.) se hará con datos con las unidades dadas anteriormente. La salida de datos del subsistema Modelo también vendrá dada en mm., y m³/s.

La conversión de unidades, si es necesaria se hará antes del almacenamiento. La transformación de datos de un nivel a otro solo se hará en el caso de la evaporación, ya que su medición es diaria. Para pasar de diaria a horaria se divide el valor diario entre 24.

7.2.4 Computador a emplear.-

- Hewlett Packard modelo 9830A
- Lenguaje BASIC
- Programas ya preparados que pueden usarse: ninguno.

7.2.5 Diseño Requerido.-

- a) En las figuras 2, 3, 4 y 5 se presentan los esquemas de la estructura de los almacenamientos de datos en los medios físicos de almacenamiento ya sean cintas de papel, cassettes, discos, etc. Cada figura lleva como título una categoría o nivel de agregación de las variables. Cuando haya sido efectuado el almacenamiento de datos, los archivos de los niveles horarios, diarios, mensuales y anuales, contendrán datos horarios, diarios, mensuales y anuales respectivamente. Existirán por -- ejemplo, un conjunto de cassettes digitales para el nivel horario, otro conjunto diferente para el nivel diario, etc.
- b) Se requiere del subsistema Base de Datos las siguientes tareas:
 - entrada de datos a la consola del computador.
 - almacenamiento de los datos entrados en cassettes.

- elaboración automática de un índice de archivos.
- identificación dentro del almacenamiento de los campos de datos y registros.
- modificación de datos ya almacenados.
- adición de nuevas informaciones.
- impresión del contenido de cualquier campo a requerimiento del operador.

c) En la figura 6 se presenta el esquema más general del diseño requerido.

Un programa, formado por una decisión inicial y dos subrutina permitirán cargar o descargar datos.

Se empleará el periférico "Cassette Memory".

La subrutina "Cargador" almacenará los datos y la subrutina "Descargador" mostrará en forma impresa o/y por pantalla cualquier grupo P=E=Q.

7.3 Fase de Diseño.-

7.3.1 Una revisión de la disponibilidad de los datos aportados por los organismos encargados de la recolección de los datos en el campo indica que la adquisición de series de caudales medios horarios es muy laboriosa. Por lo tanto la Figura 2 podría ser modificada con la finalidad de incluir caudales medios diarios, sin alterar la estructura del grupo P=E=Q. El campo para el caudal medio horario del grupo P=E=Q quedaría vacío. La inclusión del caudal medio del día podría incluirse en el registro "DIA", en un campo aparte, inmediatamente después de los grupos del intervalo 23 a 24 HLV. El archivo de datos horarios quedaría como se presenta en la figura 7.

7.3.2 Análisis de entradas, salidas y funciones de procesamiento.

a) La entrada de datos será por teclado, empleando instrucciones de entrada por consola (manual) y ayudas con mensajes por pantalla. La entrada debe incluir:

- Nombre de la simulación, nivel de agregación del dato (anual, mensual, diario, horario), # de meses -- con datos observados de cada año, # de días con datos observados de cada mes, # de horas con datos observados de cada día, datos de precipitación, datos de evaporación, datos de caudales medios, # de palabras de diferentes precisiones por cassette.

b) La salida debe incluir:

Impresión de los datos que se van entrando, datos calculados del # de cassettes necesarios para el trabajo (de acuerdo al nivel de agregación), # de palabras requeridas en los cassettes para diferentes niveles de agregación. Datos almacenados en cassettes, datos sobre el estado del almacenamiento de los datos en los cassettes, reportes impresos sobre el contenido de cualquier campo.

c) Funciones de procesamiento:

Almacenamiento en cintas de cassettes, cálculo de requerimiento de memoria de cassette de acuerdo a los volúmenes de datos del trabajo en particular. Elaboración automática de índices de registros y campos.

d) En la figura 8 se presenta un esquema general de la Subrutina Cargador de la figura 6. Si para una cuenca se requieren archivos del nivel mensual y del diario, cada nivel representa un trabajo distinto, con conjuntos de cassettes distintos. Primero se efectuaría el almacenamiento diario y luego el almacenamiento mensual. El trabajo de almacenar el conjunto de datos de un nivel determinado puede hacerse en tantas partes (o momentos) como se deseen. Dentro de cada subrutina se efectúan los algoritmos de entrada y almacenamiento. También se incluirá al terminar el trabajo con cada campo, el almacenamiento de las características actuales del proceso (previando fallas de luz, etc.).

7.3.3 Necesidades de Cassettes.-

En base a "Digital Cassettes" con capacidad de 32000 palabras y a precisión completa de 5,04 palabras por dato, con la tabla 1 se pueden calcular para cada nivel los siguientes requerimientos en unidad de cassette por cada año y -- por cada segmento de cuenca:

nivel anual :	$4,2 \times 10^{-4}$
nivel mensual :	$5,67 \times 10^{-3}$
nivel diario :	0,1725
nivel horario :	4,1391

aumentando un 10% para identificación de campos y registros que da:

nivel anual :	$4,62 \times 10^{-4}$
nivel mensual:	$6,23 \times 10^{-3}$
nivel diario :	0,18975
nivel horario:	4,55301

Si se tiene un nivel dado, con un número de años de observaciones dado, con un número de segmentos dados, para obtener un estimado de los cassettes requeridos, se multiplican el número de años por el número de segmentos por el número de cassettes requeridos por cada año por cada segmento (según el nivel). En las Tablas 4, 5, 6 y 7 se presenta el número de cassettes requeridos para los niveles anual, mensual, diario y horario. Se observa que los niveles anual y mensual no presentan problemas en cuanto al número de cassettes, un cassette sirve para almacenar grupos P-E-Q referentes a más de 10 segmentos de cuenca y más de 10 años de registro. Cuando se trabaja con el nivel diario, por cada año de registro, en un solo cassette podemos almacenar 365 grupos P-E-Q por cada segmento de cuenca (hasta un máximo de 5 segmentos). Para el nivel diario es posible que 3 segmentos de cuenca y 2 años de registro puedan almacenarse en un solo cassette (también 3 años de registro y 2 segmentos de cuenca); con seguridad se pueden almacenar 2 años de registro y 2 segmentos de cuenca en un solo cassette. El nivel horario presenta decididamente problemas con respecto al # de cassettes. Aproximadamente 2 meses de datos horarios (grupos P-E-Q) con 1 segmento de cuenca se pueden almacenar en un solo cassette. Es posible que el nivel horario se emplee solamente en eventos aislados (crecientes) y no en forma continua en la base de datos para el computador HP30.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 8.1 Conclusiones. La revisión bibliográfica realizada indica una falta muy marcada de modelos hidrológicos analógicos y físicos (a escala) en el mundo y de manera especial en Venezuela. La base de datos para experimentos de simulación con modelos hidrológicos conceptuales y computadores digitales, es posible prepararla en el computador HP30 del Departamento de Meteorología e Hidrología (U.C.V.) hasta un nivel diario, mediante el empleo de cassettes digitales de 32.000 palabras. El nivel horario se recomienda sólo para eventos aislados (crecientes).
- 8.2 Recomendaciones. Iniciar el desarrollo de modelos físicos y analógicos para la materia Hidrología Avanzada (U.C.V.). Preparar la base de datos con la cuenca del Río Tuy o alguno de sus afluentes empleando en el cauce elegido aproximadamente 5 segmentos de cuenca, y no más de 10 años de registro. Se recomiendan los niveles anuales, mensuales, diarios y crecientes.

B I B L I O G R A F I A

- HYDROCOMP INTERNATIONAL, INC.: "Hydrocomp Simulation Programing Operations Manual". Segunda Edición. Palo Alto, California, U.S.A., Julio 15, 1969, 120 págs.
- IBM: "General Purpose Simulation System (GPSS), IBM Application Program, U.S.A., 1967, 18 págs.
- LINSLEY, R. K. y N. H. CRAWFORD: "Continuos Simulation Models in Urban Hydrology". Geophysical Research Letters, Vol. 1, N^o 1, Mayo 1974, pp 59-62.
- MORRISON, James W.: Principles of data processing, U.S.A., Arco Publishing Company, Inc., 1977, 267 págs.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION: "Los métodos de simulación en el aprovechamiento de los recursos hídricos". Estudio sobre riego y avenamiento, Roma, 1974, 65 págs.
- ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL: "4-Dimensional assimilation of meteorological observations, Grap Publications Series, Ginebra, 1975 a, 75 págs.
- _____ : "HYDROLOGICAL FORECASTING PRACTICES". Operational Hydrology Reports, Ginebra, 1975 b, 134 págs.
- _____ : "INTERCOMPARATIONS OF CONCEPTUAL MODELS USED IN OPERATIONAL HIDROLOGICAL FORECASTING". Operational Hydrology Reports, Ginebra, 1975 c, 172 págs.
- _____ : "Catalogue of computer Programs in meteorology", Ginebra, 1974, 600 págs.
- _____ : "Aplicaciones of Hydrology to water resources management", Operational Hydrology Reports, Ginebra, 1973, 104 págs.
- _____ : "Quality control procedures for meteorological data", World Weather Watch Planning Reports, Ginebra, 1968, 38 págs.
- PIÑA, VICTORIANO: "Análisis de la Red Nacional de Estaciones Hidrometeorológicas". Trabajo Especial presentado en la U.C.V. para optar al Título de Ingeniero Hidrometeorologista, Caracas, 1973, 58 págs.
- RODRIGUEZ, J. L.: "Ensayo de una simulación Hidrológica en la Cuenca del Río Tuy". Trabajo Especial presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de Ingeniero Hidrometeorologista, Caracas, 1970.

SELLIN, R. H y C. R. TRELEAVEN.: "A Laboratory Scale Apparatus for Teaching Basic Hydrological Principles". Water Resources Education. International Water Resources Association. 1975, páginas 173 a 182.

WALTON, W. C.: "Use of Analog Computer in Ground Water Hydrology". The Progress of Hydrology, volumen I: New Developments in Hydrology. (A National Science Foundation Advanced Science Seminar Held at the University of Illinois, Urbana), Illinois, U.S.A., 1969.

A N E X O 1

F I G U R A S

FIGURA I

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS
SUBSISTEMAS BASE DE DATOS Y MODELO

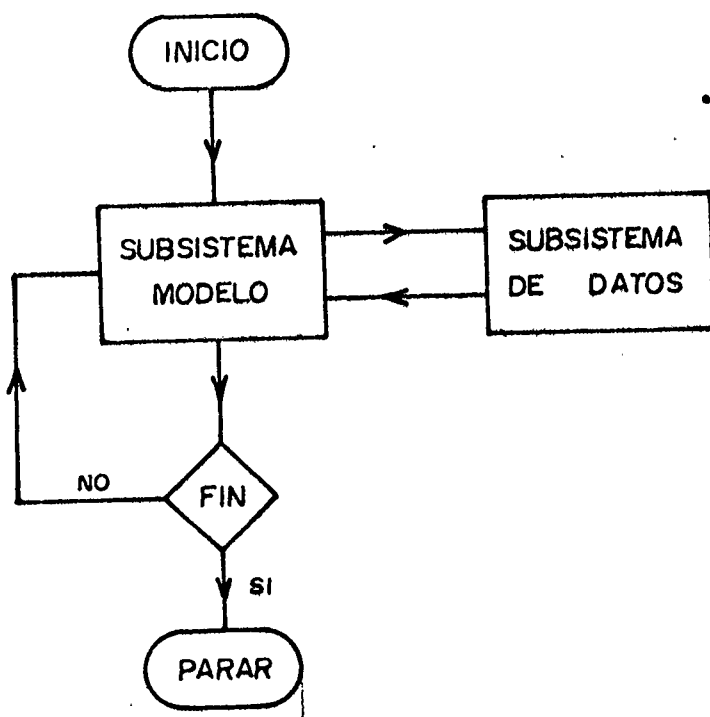


FIGURA 2
ESTRUCTURA DEL ARCHIVO DE LA BASE
DE DATOS DEL NIVEL HORARIO

SECUENCIA DE AÑOS				
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	-----	AÑO N

AÑO				
MES 1 ENERO	MES 2 FEBRERO	MES 3 MARZO	-----	MES 12 DICIEMBRE

MES			
DIA 1	DIA 2	-----	DIA 28 ó 29 ó 30 ó 31

DIA			
HORA 00 HL 01 HL	HORA 01 HL 02 HL	-----	HORA 23 HL 24 HL

HORA			
SEGMENTO 1	SEGMENTO 2	-----	SEGMENTO N4

SEGMENTO	
GRUPO P-E-Q	

GRUPO P-E-Q		
CAMPO PARA UN VALOR DE :		
PRECIPITACION	EVAPORACION	CAUDAL MEDIO

FIGURA 3
ESTRUCTURA DEL ARCHIVO DE LA BASE
DE DATOS DEL NIVEL DIARIO

SÉCUENCIA DE AÑOS				
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	-----	AÑO N

AÑO				
MES 1 ENERO	MES 2 FEBRERO	MES 3 MARZO	-----	MES 12 DICIEMBRE

MES			
DIA 1	DIA 2	-----	DIA 28 ó 29 ó 30 ó 31

DIA	
GRUPO P-E-Q	

GRUPO P-E-Q		
CAMPO PARA UN VALOR DE:		
PRECIPITACION	EVAPORACION	CAUDAL MEDIO

FIGURA 4
ESTRUCTURA DEL ARCHIVO DE LA BASE
DE DATOS DEL NIVEL MENSUAL

SECUENCIA DE AÑOS				
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	-----	AÑO N

AÑO				
MES 1 ENERO	MES 2 FEBRERO	MES 3 MARZO	-----	MES 12 DICIEMBRE

MES	
GRUPO P-E-Q	

GRUPO P-E-Q		
CAMPO PARA UN VALOR DE:		
PRECIPITACION	EVAPORACION	CAUDAL MEDIO

FIGURA 5
ESTRUCTURA DEL ARCHIVO DE LA BASE
DE DATOS DEL NIVEL ANUAL

SECUENCIA DE AÑOS				
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	-----	AÑO N

AÑO
GRUPO P-E-Q

GRUPO P-E-Q		
CAMPO PARA UN VALOR DE :		
PRECIPITACION	EVAPORACION	CAUDAL MEDIO

FIGURA 6
ORGANIZACION GENERAL DE LOS
PROGRAMAS DEL SUBSISTEMA BA-
SE DE DATOS

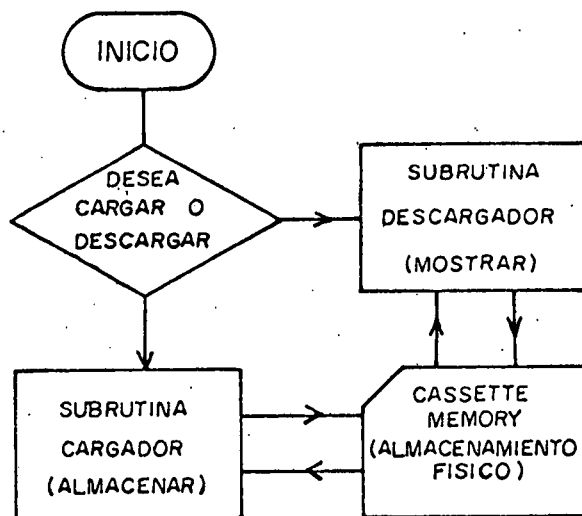


FIGURA 7
ESTRUCTURA DEL ARCHIVO DE LA BASE
DE DATOS DEL NIVEL HORARIO

SECUENCIA DE AÑOS				
AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	-----	AÑO N

AÑO				
MES 1 ENERO	MES 2. FEBRERO	MES 3 MARZO	-----	MES 12 DICIEMBRE

MES			
DIA 1	DIA 2	-----	DIA 28 ó 29 ó 30 ó 31

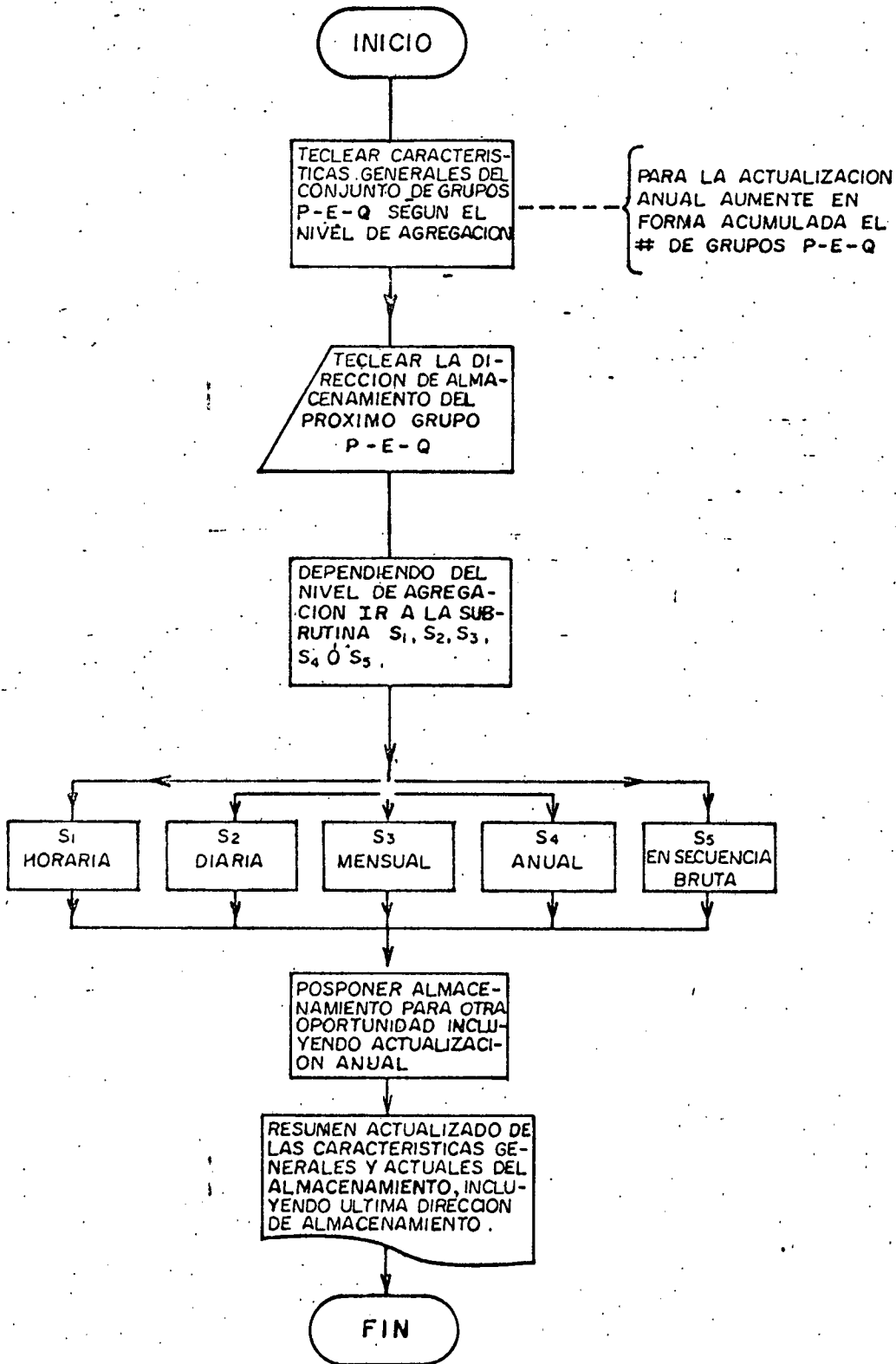
DIA				
HORA 00 HL 01 HL	HORA 01 HL 02 HL	-----	HORA 23 HL 24 HL	CAUDAL MEDIO DEL DIA

HORA			
SEGMENTO 1	SEGMENTO 2	-----	SEGMENTO N4

SEGMENTO	
GRUPO P-E-Q	

GRUPO P-E-Q		
CAMPO PARA UN VALOR DE :		
PRECIPITACION	EVAPORACION	CAUDAL MEDIO

FIGURA 8
ESQUEMA GENERAL DE LA SUBROUTINA PARA
CARGAR LOS DATOS EN CASSETTES
(PARA MINICOMPUTADORES)



A N E X O 2

T A B L A S

TABLA I
 NUMERO DE DATOS POR AÑO DE REGISTRO POR
 CATEGORIA PARA DIFERENTES VALORES DEL NU-
 MERO DE SEGMENTOS DE LA CUENCA

NIVEL	# SEGMENTOS (N ₄)				
	1	2	5	10	15
HORARIO	26280	52560	131400	262800	394200
DIARIO	1095	2190	5475	10950	16425
MENSUAL	36	72	180	360	540
ANUAL	3	6	15	30	45
TOTAL	27414	54828	137070	274140	411210

NOTA.: EN EL NIVEL HORARIO NO SE CONSIDERA QUE EN VENE-
 ZUELA POR LO GENERAL NO SE CALCULAN CAUDALES
 MEDIOS HORARIOS EN FORMA CONTINUA, SOLO SE CAL-
 CULAN EN FORMA DE CRECIENTES.

TABLA 2
 NUMERO DE DATOS TOTALES EN LA BASE DE
 DATOS PARA DIFERENTES NUMEROS DE AÑOS
 DE OBSERVACIONES

# DE SEGMENTOS DE LA CUENCA	# DE AÑOS DE OBSERVACIONES				
	1	2	5	10	15
1	27414	54828	107070	274140	411210
2	54828	109656	274140	548280	822420
5	137070	274140	685350	1370700	2056050
10	274140	548280	1370700	2741400	4112100
15	411210	822420	2056050	4112100	6168150

T A B L A 3

NUMERO DE CASSETTES REQUERIDOS PARA EL NIVEL ANUAL DE LA BASE DE DATOS EN FUNCION
DEL NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO Y DEL NUMERO DE SEGMENTOS DE LA CUENCA
(CASSETTE DE 32.000 PALABRAS - H.P.)

DE AÑOS DE REGISTRO

SEGMENTOS DE LA CUENCA

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
<u>1</u>	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005
<u>2</u>	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,009
<u>3</u>	0,001	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,012	0,014
<u>4</u>	0,002	0,004	0,006	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017	0,018
<u>5</u>	0,002	0,005	0,007	0,009	0,012	0,014	0,016	0,018	0,021	0,023
<u>6</u>	0,003	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,019	0,022	0,025	0,028
<u>7</u>	0,003	0,006	0,010	0,013	0,016	0,019	0,023	0,026	0,029	0,032
<u>8</u>	0,004	0,007	0,011	0,015	0,018	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037
<u>9</u>	0,004	0,008	0,012	0,017	0,021	0,025	0,029	0,033	0,037	0,042
<u>10</u>	0,005	0,009	0,014	0,018	0,023	0,028	0,032	0,037	0,042	0,046

T A B L A 4

NUMERO DE CASSETTES REQUERIDOS PARA EL NIVEL MENSUAL DE LA BASE DE DATOS EN FUNCION
DEL NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO Y DEL NUMERO DE SEGMENTOS DE LA CUENCA
 (CASSETTE DE 32.000 PALABRAS - H.P.)

		<u># DE AÑOS REGISTRO</u>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u># DE SEGMENTOS DE LA CUENCA</u>	1	0,006	0,013	0,019	0,025	0,032	0,038	0,044	0,051	0,057	0,063
	2	0,013	0,025	0,038	0,051	0,063	0,076	0,088	0,101	0,114	0,126
	3	0,019	0,038	0,057	0,076	0,095	0,114	0,133	0,152	0,171	0,190
	4	0,025	0,051	0,076	0,101	0,126	0,152	0,177	0,202	0,228	0,253
	5	0,032	0,063	0,095	0,126	0,158	0,190	0,221	0,253	0,284	0,316
	6	0,038	0,076	0,114	0,152	0,190	0,228	0,265	0,303	0,341	0,379
	7	0,044	0,088	0,133	0,177	0,221	0,265	0,310	0,354	0,398	0,442
	8	0,051	0,101	0,152	0,202	0,253	0,303	0,354	0,404	0,455	0,506
	9	0,057	0,114	0,171	0,228	0,284	0,341	0,398	0,455	0,512	0,569
	10	0,063	0,126	0,190	0,253	0,316	0,379	0,442	0,506	0,569	0,632

T A B L A 5

NUMERO DE CASSETTES REQUERIDOS PARA EL NIVEL DIARIO DE LA BASE DE DATOS EN FUNCION
DEL NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO Y DEL NUMERO DE SEGMENTOS DE LA CUENCA
 (CASSETTE DE 32.000 PALABRAS - H.P.)

DE AÑOS DE REGISTRO

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
<u>1</u>	0,19	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90
<u>2</u>	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
<u>3</u>	0,57	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	3,98	4,55	5,12	5,69
<u>4</u>	0,76	1,52	2,28	3,04	3,80	4,55	5,31	6,07	6,83	7,59
<u>5</u>	0,95	1,90	2,85	3,80	4,74	5,69	6,64	7,59	8,54	9,49
<u>6</u>	1,14	2,28	3,42	4,55	5,69	6,83	7,97	9,11	10,25	11,39
<u>7</u>	1,33	2,66	3,98	5,31	6,64	7,97	9,30	10,63	11,95	13,28
<u>8</u>	1,52	3,04	4,55	6,07	7,59	9,11	10,63	12,14	13,66	15,18
<u>9</u>	1,71	3,42	5,12	6,83	8,54	10,25	11,95	13,66	15,37	17,08
<u>10</u>	1,90	3,80	5,69	7,59	9,94	11,39	13,28	15,18	17,08	18,98

DE SEGMENTOS DE LA CUENCA

T A B L A 6

NUMERO DE CASSETTES REQUERIDOS PARA EL NIVEL HORARIO DE LA BASE DE DATOS EN FUNCION
DEL NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO Y DEL NUMERO DE SEGMENTOS DE LA CUENCA
(CASSETTE DE 32000 PALABRAS - H.P)

	<u># DE AÑOS DE REGISTRO</u>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<u># DE SEGMENTOS DE LA CUENCA</u>	1	4,55	9,10	13,65	18,20	22,75	27,30	31,85	36,40	40,95	45,50
2	9,10	18,20	27,30	36,40	45,50	54,60	63,70	72,80	81,90	91,00	
3	13,65	27,30	40,95	54,60	68,25	81,90	95,55	109,20	122,85	136,50	
4	18,20	36,40	54,60	72,80	91,00	109,20	127,40	145,60	163,80	182,00	
5	22,75	45,50	68,25	91,00	113,75	136,50	159,25	182,00	204,75	227,50	
6	27,30	54,60	81,90	109,20	136,50	163,80	191,10	218,40	245,70	273,00	
7	31,85	63,70	95,55	127,40	159,25	191,10	222,95	254,80	286,65	318,50	
8	36,40	72,80	109,20	145,60	182,00	218,40	254,80	291,20	327,60	364,00	
9	40,95	81,90	122,85	163,80	204,75	245,70	286,65	327,60	368,55	409,50	
10	45,50	91,00	136,50	182,00	227,50	273,00	318,50	364,00	409,50	455,00	