

II DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN SISTEMA DE ALERTA HIDROMETEOROLÓGICA

2.1 Componentes de un Sistema de Alerta

Los sistemas de alerta están formados por varias partes que se complementan entre sí, tales como un plan operativo contra inundaciones, un subsistema de medición y proceso hidrológico y un subsistema de información (figura 2.1). El plan operativo consiste en el conjunto de instrucciones específicas para realizar de modo eficiente el traslado de las personas a los lugares seguros. Considera que los caminos hacia estos lugares sean cortos y no queden interrumpidos durante la ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico. Debe formularse antes de la temporada en que suelen presentarse tales fenómenos y haberse realizado simulacros donde participe la población que habita las zonas de riesgo.

Por otro lado, el subsistema de información incluye los procedimientos para enterar a la población de los lugares seguros, las rutas hacia estos sitios desde sus viviendas, el momento de iniciar una evacuación, etc.

El subsistema de medición y procesamiento hidrológico estima los escurrimientos que producirá la lluvia en una región, en los minutos u horas posteriores a la ocurrencia de esta última, para advertir del peligro que podría generarse en algunas zonas de una ciudad. Su objetivo es calcular, de preferencia con base en mediciones de lluvia o niveles de agua en cauces, los eventos que causan daños (escurrimientos, flujos de lodo, etc.), para que se actúe anticipadamente con la intención de disminuir sus consecuencias. Este subsistema se apoya en un estudio de ingeniería que permite obtener la magnitud de los efectos de la lluvia en las zonas que podrían sufrir mayores daños.

Figura 2.1 Componentes indispensables de un Sistema de Alerta Hidrometeorológica



Se le denominará subsistema de medición y procesamiento hidrológico al componente del sistema de alerta hidrometeorológica temprana municipal que se encarga de la medición de lluvias o niveles de agua y del cálculo hidrológico que sirve de base para activar una alerta en caso de ser necesario.

La observación de los fenómenos hidrometeorológicos será permanente en la zona y servirá para estimar algunos de sus efectos que puedan ser perjudiciales para la población. Emplea una red de instrumentos que permite tener las mediciones en tiempo real en un puesto central para su procesamiento inmediato.

Un Sistema de Alerta Hidrometeorológica está basado en un conjunto de estaciones pluviométricas e hidrométricas, ubicadas en las diferentes cuencas hidrológicas en que se divide la región en estudio (figura 2.2) Estas estaciones miden la precipitación acumulada, la intensidad de lluvia y los niveles de los cauces y envían la información vía radio a un puesto central de registro (figura 2.3) Allí se procesan los datos con los modelos lluvia-escurrimiento para estimar los escurrimientos esperados en las zonas vulnerables y los pronósticos de los tiempos de ocurrencia de los niveles críticos en los cauces. Al rebasarse ciertos umbrales establecidos, se activan alarmas indicando a los usuarios, generalmente autoridades de Protección Civil, sobre

el peligro de la posible ocurrencia de flujos e inundaciones que pudiesen provocar daños en una cierta área de la cuenca y poder poner así en marcha un plan de emergencia previamente establecido.

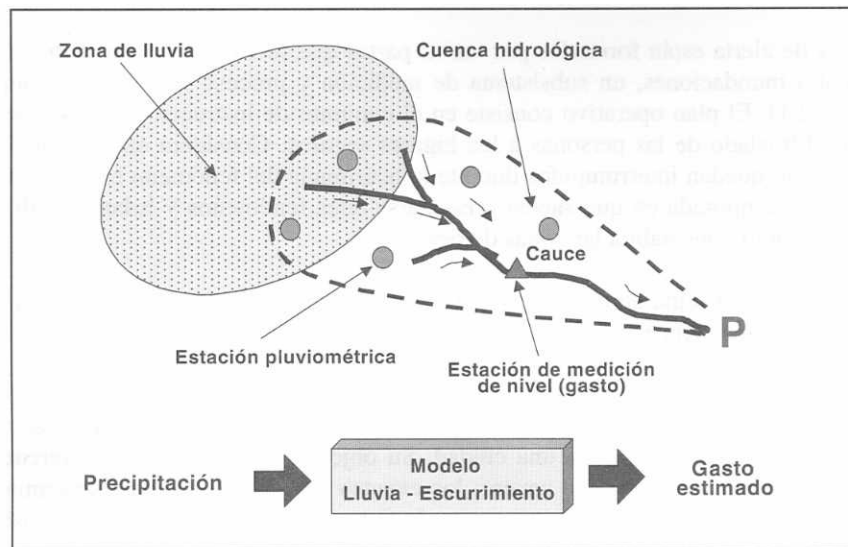


Figura 2.2 Medición del fenómeno hidrometeorológico

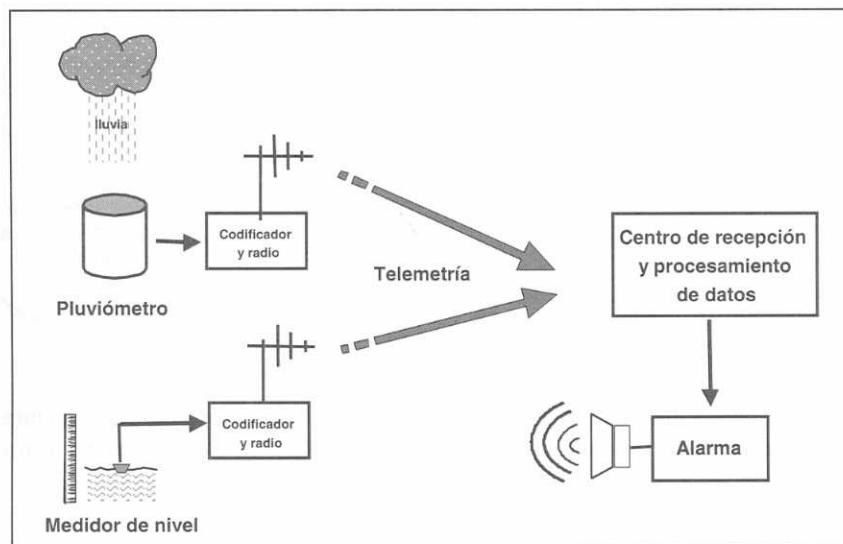


Figura 2.3 Sistema de medición y alerta

2.2 Funcionamiento de un Sistema de Alerta

En la figura 2.4 se observa cómo está constituido un sistema de alerta: un cierto número de estaciones remotas, distribuidas en las regiones de interés, y dos puestos centrales de registro, que es donde se concentran los datos de lluvia y de nivel de agua de los ríos. El Puesto Central de Registro (PCR-1) se encarga de interrogar a cada una de las estaciones remotas a intervalos fijos de 10 minutos. Para ello envía un código a la estación en turno, solicitándole el envío de la información recolectada en los 10 minutos anteriores. Una

vez que los datos de un intervalo han sido recibidos, decodificados y desplegados en forma tabular, se almacenan en un archivo para ser procesados y analizados por las computadoras. Si después del análisis y procesamiento de cada uno de estos archivos los datos resultantes sobrepasan los umbrales preestablecidos, de acuerdo con el estudio hidrológico, se activa una alarma visual en la pantalla y también se acciona una señal auditiva de alerta que da aviso al personal de la guardia y supervisión del sistema, para que de acuerdo con los procedimientos de emergencia establecidos tome las medidas necesarias.

Cuando el proceso de interrogación de un intervalo ha concluido y se han procesado los datos, el PCR-1 envía el archivo con los datos del último intervalo de interrogación hacia el puesto PCR-2. Éste es un espejo del PCR-1, excepto que no controla el proceso de interrogación, sólo recibe el archivo con todos los datos de precipitación ya recolectados. Una vez recibidos, los analiza y los presenta en pantalla en la misma forma que en el PCR-1. También procesa las alarmas de igual manera.

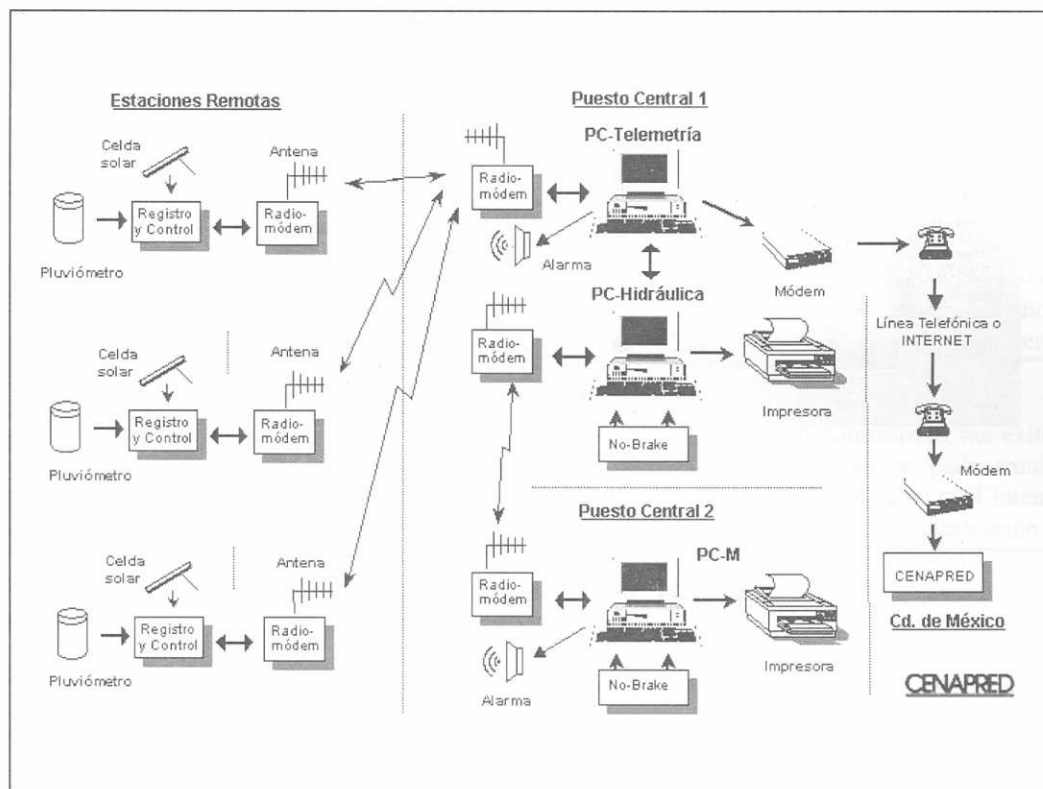


Figura 2.4 Diagrama general de un Sistema de Alerta Hidrometeorológica

2.3 Descripción del programa de interrogación y despliegue

Como se mencionó anteriormente, el sistema se basa en una computadora, *Telemetría*, que interroga vía radio desde el Puesto Central de Registro PCR-1 a cada estación pluviométrica, y recoge los datos de lluvia registrados en el último intervalo de 10 minutos. Una vez recibidos, los decodifica, analiza y finalmente los despliega en pantalla en forma tabular, como se muestra en la figura 2.5, que en este caso corresponde al caso de Acapulco pero la presentación es similar en los otros cuatro sistemas de alerta, variando solamente el número de estaciones y su nombre.

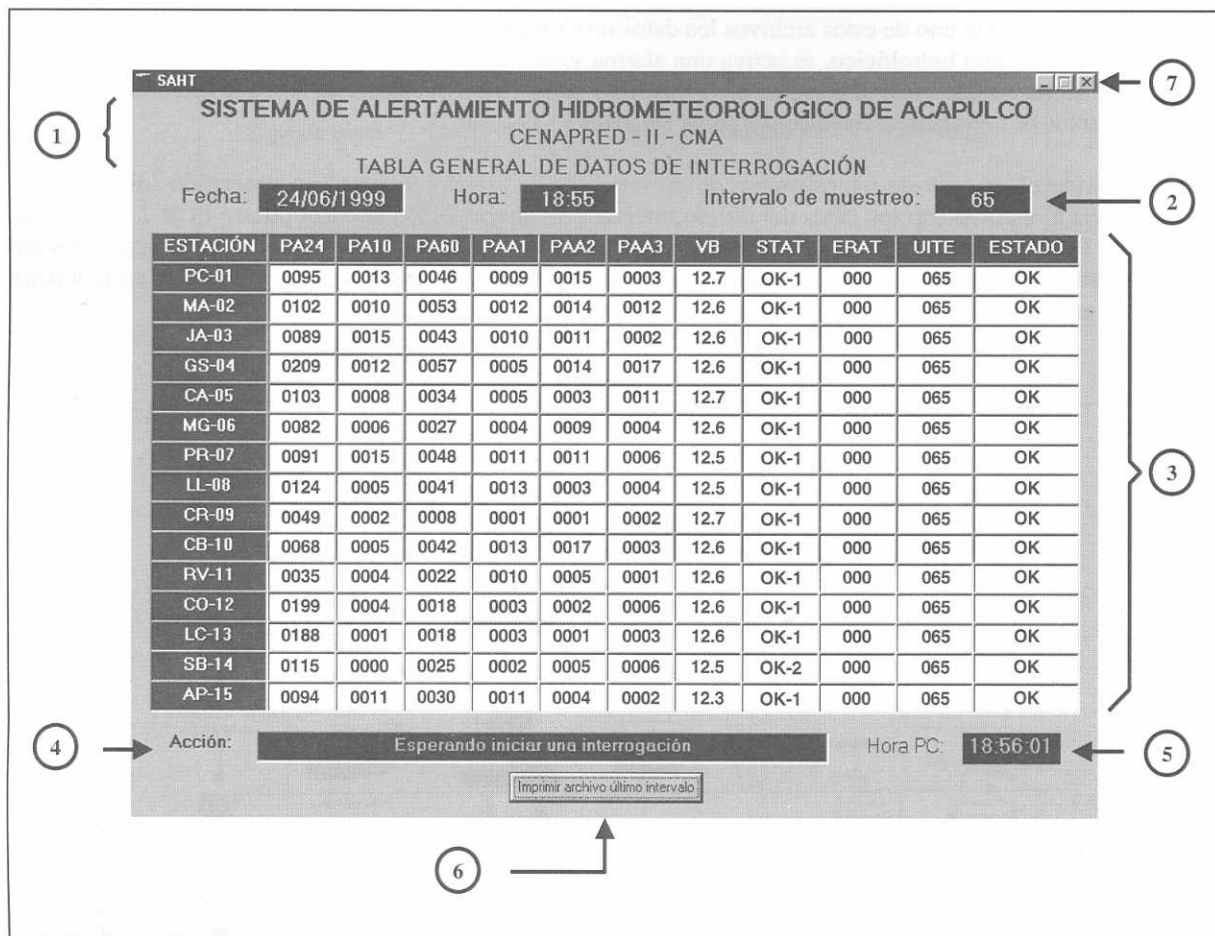


Figura 2.5. Despliegue de los datos de interrogación por la computadora Telemetría

Los elementos que integran la tabla son los siguientes:

- (1) Título e instituciones participantes.
- (2) Ventanas con el intervalo de muestreo de 10 minutos más reciente, la hora y la fecha correspondientes a dicho intervalo.
- (3) Tabla general de datos de interrogación en la cual se vacían los datos que resultan de la interrogación de las estaciones.
- (4) Acción o actividad que el programa está realizando en un momento determinado, tal como espera para iniciar una nueva interrogación, almacenamiento de los datos en un archivo, envío del archivo al PCR-2, entre otras.
- (5) Hora actual de la computadora.
- (6) Botón de control para imprimir los datos del último intervalo de interrogación.
- (7) Controles para minimizar la ventana o terminar la ejecución del programa.

La Tabla general de datos de interrogación se compone de 12 columnas, un renglón de encabezado y n renglones con datos, uno para cada estación, donde n es el número de estaciones de cada sistema, que para el caso de Acapulco es 15. Las columnas tienen los siguientes significados:

Tabla 2.1 Parámetros desplegados en la Tabla General de Datos de Interrogación

Parámetro	Descripción
ESTACIÓN	Clave de la estación (dos letras y dos números)
PA24	Precipitación acumulada diaria (en cuentas), iniciando a las 8.00 horas
PA10	Precipitación acumulada (en cuentas) en el intervalo más reciente de 10 minutos
PA60	Precipitación acumulada (en cuentas) en los últimos 60 minutos
PAA1	Precipitación acumulada (en cuentas) en el intervalo anterior (hace 20 minutos)
PAA2	Precipitación acumulada (en cuentas) 2 intervalos antes del actual (hace 30 minutos)
PAA3	Precipitación acumulada (en cuentas) 3 intervalos antes del actual (hace 40 minutos)
VB	Voltaje de la batería de la estación interrogada (en volts)
STAT	Estado de la transmisión
ERAT	Número de errores de transmisión acumulados desde las 8:00 horas
UITE	Último intervalo de transmisión exitosa
ESTADO	Se refiere al estado general de la estación

Los valores de precipitación presentados en la Tabla están dados en cuentas o balanceos del pluviómetro de balancín que se emplea. Para convertir de cuentas a milímetros basta con dividir el número de cuentas entre 4. Cabe hacer la aclaración de que la información que se muestra en la tabla no indica cuánto está lloviendo en ese momento, sino qué cantidad de lluvia se acumuló en el intervalo más reciente de 10 minutos.

El parámetro STAT puede tomar dos valores OK-x, si el resultado de la transmisión fue exitosa y los datos recibidos fueron correctos y ER-x, si hubo algún error, por ejemplo, no se pudo establecer la comunicación con la estación o si los datos recibidos no son confiables. La "x" indica en cuál intento de los tres que realiza el PCR-I para interrogar a la estación fue posible (o no) establecer la comunicación. En caso de no obtener respuesta en una interrogación o que los datos recibidos no fueron correctos, el sistema efectúa dos intentos más. Si después del tercer intento no se logra tener datos confiables, se registra tanto en pantalla como en archivo la condición de error.

ERAT es una variable que se reajusta a cero cada día a las 8:00 horas.

La columna ESTADO permite de un vistazo ver cual es la situación operativa de cada estación. Pueden aparecer los siguientes tres mensajes: "OK" que indica que la estación se encuentra en buenas condiciones y que la comunicación con ella ha sido posible en el último intervalo, "ATENCIÓN!" indica que el voltaje de alimentación de los equipos en la estación alcanzó un valor por debajo del preestablecido de 11.8 volts, por último el mensaje "NO COMUN", que indica que por alguna razón no se logró establecer la comunicación.

2.3.1 Archivos del sistema

Archivo de Datos de Interrogación (ADI)

Todos los datos presentados en la pantalla de la computadora se almacenan después de cada ciclo de interrogación en un archivo de texto, es decir, uno por cada intervalo de 10 minutos. Por lo tanto se crean 144 archivos cada día. Estos Archivos de Datos de Interrogación se almacenan en el subdirectorio C:\xxxxxxx\datos de donde luego son tomados por la computadora *Hidráulica* para extraer los datos de precipitación necesarios para procesar el modelo lluvia-escurrimiento, donde xxxxxx es el nombre de la ciudad o población donde se encuentra el sistema. Un ejemplo del contenido de un archivo de interrogación se muestra en la figura 2.6.

Nombre del archivo:										A0770602.199	
SISTEMA DE ALERTAMIENTO HIDROMETEOROLOGICO DE ACAPULCO										CENAPRED - CNA - II	
ARCHIVO DE DATOS DE INTERROGACION											
Fecha: 02/06/1999										Intervalo de muestreo: 077	
Hora: 20:50											
ESTACION	PA24	PA10	PA60	PAA1	PAA2	PAA3	VB	STAT	ERAT	UITE	ESTADO
PC-01	0005	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
MA-02	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
JA-03	0011	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
GS-04	0013	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
CA-05	0015	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
MG-06	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
PR-07	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
LL-08	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
CR-09	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
CB-10	0000	0000	0000	0000	0000	0000	13.2	OK-1	000	077	OK
RV-11	0000	0000	0000	0000	0000	0000	13.2	OK-1	000	077	OK
CO-12	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK
LC-13	-0013	-0013	-0013	-0013	-0013	-0013	00.0	ER-3D	001	076	No Comun.
SB-14	-0014	-0014	-0014	-0014	-0014	-0014	00.0	ER-3D	001	076	No Comun.
AP-15	0000	0000	0000	0000	0000	0000	14.0	OK-1	000	077	OK

Figura 2.6 Ejemplo del contenido de un archivo de datos de interrogación

El formato del nombre del archivo ADI se muestra en la figura 2.7. Corresponde al estándar de 8 caracteres para el nombre más 3 caracteres para la extensión. Respecto al nombre, el primer carácter indica que se trata de un archivo de datos de interrogación. Los siguientes tres caracteres indican el número del intervalo de 10 minutos (1 a 144) iniciado a las 08:00. Se utilizan dos caracteres para el mes y dos más para el día. El primer carácter de la extensión indica el milenio y los otros dos caracteres indican los últimos dos dígitos del año.

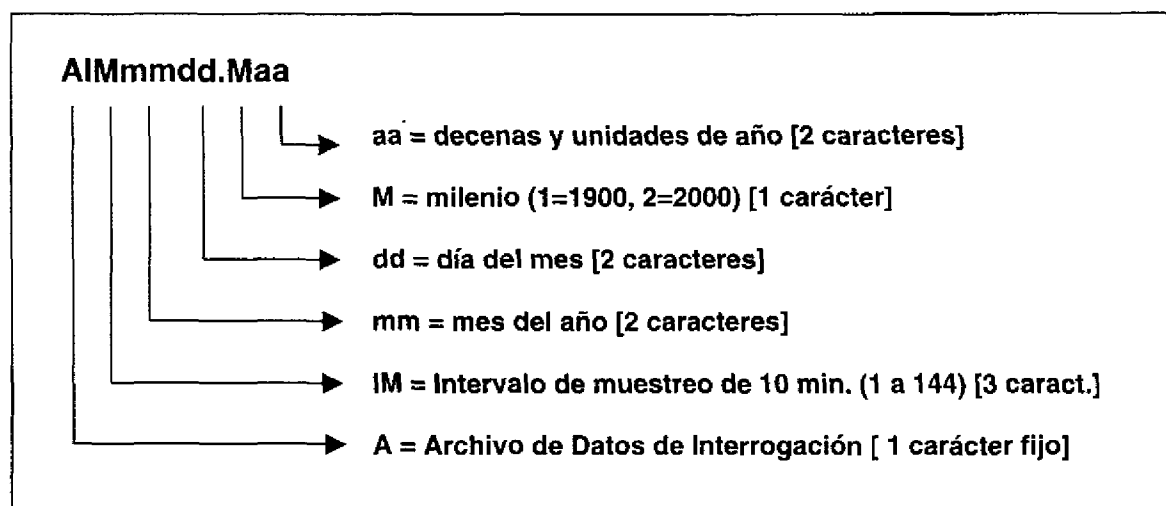


Figura 2.7 Estructura del nombre del Archivo de Datos de Interrogación (ADI)

Archivo Bitácora de Telemetría

En el Archivo Bitácora de Telemetría (ABT) se registran todas las actividades que realiza la computadora *Telemetría* tales como fecha y hora de inicio del programa, creación de archivos de datos, errores en la transmisión, etc. Este archivo permite hacer un diagnóstico de la operación del sistema facilitando al operador la detección de algún problema. El archivo se crea una vez por día a las 00:00 horas y se almacena en el subdirectorio C:\xxxxxxx\bitácora, donde xxxxxxx es el nombre de la ciudad o población

Un ejemplo del contenido de un archivo de bitácora se muestra en la figura 2.8 El formato del nombre del archivo se da en la figura 2.9. Cumple también con el estándar de 8 caracteres para el nombre más 3 caracteres para la extensión. Los primeros 4 caracteres indican que se trata de un archivo bitácora del puesto central de registro No. 1; se utilizan dos caracteres para el mes y dos más para el día. El primer carácter de la extensión indica el milenio y los otros dos caracteres los últimos dos dígitos del año.

Fecha	Hora	Intervalo muestreo	Tarea
14/04/1999	00:00	096	CREACION ABC1
14/04/1999	00:10	097	CREACION ADI
14/04/1999	00:10	097	Envío de archivo al PCR-2 OK
14/04/1999	00:20	098	CREACION ADI
14/04/1999	00:20	098	Envío de archivo al PCR-2 OK
14/04/1999	00:30	099	CREACION ADI
14/04/1999	00:30	099	Envío de archivo al PCR-2 OK
14/04/1999	00:40	100	CREACION ADI
14/04/1999	00:40	100	Envío de archivo al PCR-2 OK
14/04/1999	00:50	101	CREACION ADI
14/04/1999	00:50	101	Envío de archivo al PCR-2 OK
14/04/1999	01:00	102	CREACION ADI
14/04/1999	01:00	102	Envío de archivo al PCR-2 OK
14/04/1999	01:10	103	CREACION ADI
14/04/1999	01:10	103	Envío de archivo al PCR-2 OK
.			
.			

Figura 2.8 Fragmento del contenido de un Archivo Bitácora de Telemetría

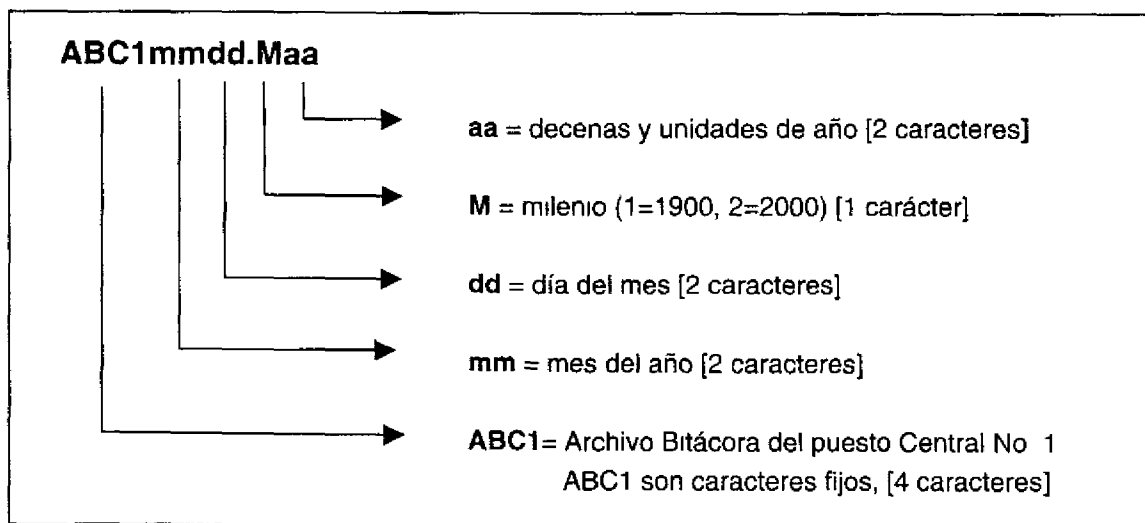


Figura 2.9 Estructura del nombre del Archivo Bitácora de Telemetría (ABT)

2.3.2 Inicio del programa de interrogación de estaciones

El programa que efectúa la interrogación de estaciones se llama SAHx1 EXE y se ejecuta automáticamente al encender o reiniciar la computadora *Telemetría*, donde *x* es la inicial que identifica al programa de un determinado sistema. En caso de que se tenga que detener el programa, éste puede volverse a correr ya sea reiniciando la computadora, o bien oprimiendo dos veces consecutivas el botón izquierdo del ratón sobre el icono que identifica al programa (figura 2.10) y que se encuentra en la pantalla inicial del sistema operativo Windows 95 o Windows 98

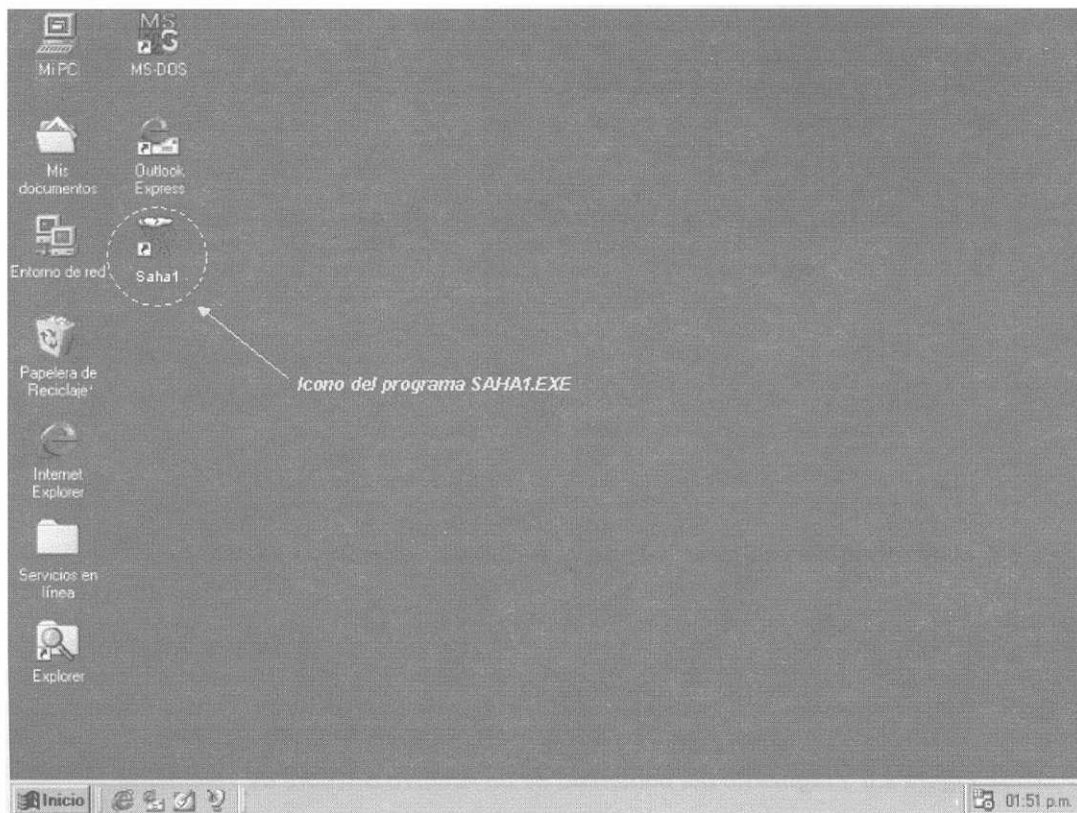


Figura 2.10 Pantalla inicial del sistema operativo e icono del programa