O/X.12
C26es
2da. Etapa
XXVI

MFN-22C
39967

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
PROVINCIA DE CATAMARCA

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel Belgrano

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyT N° S 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

CAPITULO VII

MODELO MATEMÁTICO COMPUTACIONAL.

SECRETARIA de EST. de CIENCIA Y TECNICA
MESA DE EE. Y CS.
Expte o 9 de ... 460
DIA ... DIA ...
MES ... MES ...
AÑO ... AÑO ...
HORA ... HORA ...
5 OCT 1995

12 DE JUNIO DE 1995

O/X.12
C26es
2a etapa
XXVI

CONVENIO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE CATAMARCA

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS ETAPA II - PRIMERA FASE

Sr. Gobernador de la Provincia de Catamarca
DR. Arnoldo Anibal CASTILLO

Sr. Secretario Gral. del Consejo Federal de Inversiones
ING. Juan José CIACERA

Representantes por la Provincia de Catamarca:

Sr. Secretario de Ciencia y Tecnología
Ing. Adolfo FACTOR

Sr. Dir. Inst. de Investigaciones del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ing. Juan R. SEQUI

Representantes por parte del Consejo Federal de Inversiones:

Sr. Jefe del Area de Estado y Gestión Pública
Lic. Francisco DEL CARRIL

Responsable Regional Zona NOA - SUR
Lic. Eduardo O. CARRENZO

12 DE JUNIO DE 1995

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
PROVINCIA DE CATAMARCA

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyT N° S 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

EQUIPO DE TRABAJO

EXPERTO: Ing. Civil Antonio Alberto ROLDAN
SENIOR II: Ing. en Recursos Hidricos Anibal COMBA
SENIOR II: Ing. Civil Leandro Raúl DIAZ
JUNIOR: Ing. Civil Claudio Fernando BRAVO
JUNIOR: Ing. Civil Roberto Ricardo LAZARTE
JUNIOR: Mg. Ing. Civil Hugo Roger PAZ
TECNICO: Mariana JAIME DE RONGETI
TECNICO: Angel Emilio POLANCO
TECNICO: Jorge RONVEAUX

12 DE JUNIO DE 1995

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
PROVINCIA DE CATAMARCA

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS
Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

CAPITULO VII

MODELO MATEMATICO COMPUTACIONAL

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyTCa Nº 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

INDICE

1. INTRODUCCION.

2. ESQUEMA CONCEPTUAL. DIAGRAMA DE FLUJO.

3. MODELO SISTEMA "PIRQUITAS".

3.1. ESQUEMA GENERAL DE PLANILLA. ARCHIVOS.

3.2. ENTRADA DE DATOS.

3.3. PLANILLA DE MOVIMIENTO DE EMBALSE.

3.4. DETERMINACION DE GARANTIAS.

3.5. GRAFICOS.

4. MODELO COMPLEJO "PIRQUITAS - ISLA LARGA".

4.1. ESQUEMA GENERAL DE PLANILLA. ARCHIVOS.

4.2. ENTRADA DE DATOS.

4.3. PLANILLA DE MOVIMIENTO DE EMBALSE.

4.3.1. PLANILLA DE MOVIMIENTO DE EMBALSE DE LA PRESA ISLA LARGA

4.3.2. PLANILLA DE MOVIMIENTO DE EMBALSE DE LA PRESA PIRQUITAS

4.4. DETERMINACION DE GARANTIAS.

4.5. GRAFICOS.

12 DE JUNIO DE 1995

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
PROVINCIA DE CATAMARCA

EJECUCION DE LOS ESTUDIOS DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS ETAPA II

MANEJO DE EMBALSE Y ANTEPROYECTO DE OBRAS

INFORME FINAL

CAPITULO VII

MODELO MATEMATICO COMPUTACIONAL

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA
EXPEDIENTE SECyTCa Nº 416/94
EXPERTO: Ing. ROLDAN, Antonio Alberto

1.- INTRODUCCION.

La evaluación del funcionamiento del Embalse "Pirquitas" existente, y del potencial Complejo "Pirquitas - Isla Larga", para diferentes condiciones de aportes naturales (sólidos y líquidos) y planes de demanda exigió la elaboración de un modelo de simulación de los movimientos de los embalses mencionados, tanto un su faz unitaria - "Pirquitas"- como en su funcionamiento conjunto para el caso del Complejo "Pirquitas -Isla Larga".

El modelo de simulación se planteó entonces para los dos esquemas: el actual, vale decir el Embalse de "Pirquitas" funcionando como sistema unitario y el Embalse de "Pirquitas" funcionando con el embalse proyectado en "Isla Larga".

Dentro de este marco, se pueden diferenciar dos modelos cuyos objetivos principales son diferentes.

El primero -Modelo del Sistema "Pirquitas" Unitario- tiene como fin fundamental evaluar el comportamiento actual y futuro del Embalse "Pirquitas" en relación al cubrimiento de las demandas, teniendo en consideración la disminución del volúmen de regulación que presenta el embalse debido al elevado aporte de sedimentos de la Cuenca, por un lado, y por otro considerando la disminución del volúmen aportado de sedimentos merced a acciones correctivas en la Cuenca. De esta manera se puede conocer y cuantificar la severidad de la situación de una manera que permita diseñar estrategias que posibiliten la optimización del aprovechamiento.

El segundo modelo - Modelo del Complejo "Pirquitas - Isla Larga" - entra dentro de las propuestas que se contemplan para optimizar el abastecimiento de agua para riego, agua potable y otros usos.

Este modelo permite analizar los volúmenes del Embalse de "Isla Larga" necesarios para un adecuado cubrimiento de las demandas, tanto presentes como futuras.

Con los volúmenes de "Isla Larga" adoptados como prueba, como se verá en la aplicación que se presenta, el modelo permite evaluar el comportamiento

conjunto de los embalses y permite diseñar estrategias de funcionamiento de los mismos que optimicen las garantías de suministros.

En ambos casos, los modelos se elaboraron de manera de permitir el análisis de la explotación de los embalses tanto en la etapa de diseño (simulación) como de obra construida (explotación), posibilitando la evaluación de estrategias de restricciones de demandas y el impacto de las mismas para situaciones reales de utilización, actuales y futuras, del recurso hídrico del río del Valle.

2.- ESQUEMA CONCEPTUAL. DIAGRAMA DE FLUJO.

La modelización del funcionamiento de los embalses propuestos se sustenta en un diagrama de flujo para el Complejo "Pirquitas - Isla Larga", en donde se ponen de manifiesto todas las interacciones existentes entre los parámetros de cálculo que se adoptaron. VER PLANO Nº VII.01.

Dicho diagrama se ha dividido en Bloques que permiten identificar los procesos de cálculo y otras determinaciones que se llevan a cabo a medida que se avanza en el diagrama.

Se puede separar el diagrama de flujo en dos partes fundamentales. Estas corresponden a los movimientos de embalse de la Presa "Isla Larga", en

primer lugar, y a continuación para el Embalse "Pirquitas". Ambos movimientos de embalse están separados por la salida de resultados de la modelización del Embalse "Isla Larga" y que sirven como datos de entrada para la modelización del Embalse "Pirquitas" (Bloques 8 y 1 respectivamente).

Cada movimiento de embalse presenta un patrón similar en cuanto a la disposición de los bloques, los cuales se explican seguidamente. A continuación del Bloque de Datos de entrada y de determinación del Total del Volúmen de Demanda - Bloques 1 y 2 respectivamente- se presenta una bifurcación (bloque3) que separa dos estados de embalse; si se cumple la condición planteada, el diagrama se bifurca hacia condiciones de volúmenes de embalse superiores al mínimo. Por otra parte, si no se cumple la condición de desigualdad, el diagrama se bifurca hacia estados de volúmenes de embalse iguales al volúmen de embalse mínimo.

Para el primer caso (volúmenes de embalse superiores al mínimo), tenemos que la demanda se cubre completamente. De esta manera los Volúmenes de Demanda Cubiertos son iguales a los Volúmenes de Demanda. (Bloque 4). Se entiende por Volúmen de Demanda Cubierta al volúmen que efectivamente se cubre con los aportes y volúmenes de embalse existentes incluyendo las pérdidas por evaporación y filtración.

A continuación, y siguiendo en la rama de los volúmenes superiores al mínimo, se presenta otra bifurcación (Bloque 6) que separa las condiciones en las

cuales el embalse posee volúmenes comprendidos entre el volúmen de embalse mínimo y el volúmen de embalse máximo, por una parte, y la condición de volúmen de embalse máximo, por otra parte. Cuando se presenta esta situación y existen excedentes, los mismos deben ser evacuados por el Vertedero, o por los Descargadores de Fondo cuando se impone una restricción de cota de embalse máximo (restricción al volúmen máximo) inferior a la cota del labio del Vertedero.

Los Bloques 4 y 5 en la rama izquierda del diagrama de flujo corresponden a estados de volúmenes de embalse mínimo y determinan: el primero, el volúmen de embalse, el segundo los volúmenes de demanda cubiertos. Para el embalse de "Pirquitas", la determinación de los volúmenes de demanda cubiertos se hace con los volúmenes disponibles y teniendo en cuenta las prioridades o jerarquías de cubrimiento de las demandas. El orden adoptado para el cubrimiento de la demanda es el siguiente:

1.- **Demanda de agua potable 1: correspondiente a la Ciudad de Catamarca.**
2.- **Demanda de agua potable 2: correspondiente a Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo.**
3.- **Demanda de riego.**
4.- **Demanda de la central Las Carreras.**

Las prioridades se definieron en base a la ley de aguas existente.

Si el volúmen de existencias (aporte más volúmen disponible en el embalse) cubre totalmente la primera demanda y existen excedencias, se cubre la segunda demanda, continuando de este modo hasta agotar las existencias. Si los volúmenes existentes no cubren la totalidad de las demandas, se cubre el porcentaje de las mismas hasta que los volúmenes de embalse mas el de aporte se agoten. Mas allá de esto, no se puede cubrir la demanda.

El diagrama de flujo anterior se utilizó como algoritmo de programación en la elaboración del Modelo Computacional, realizado en una planilla electrónica de calculo QPRO V 4.0 para DOS de Borland.

Los criterios seguidos en la elaboración del modelo fueron:

*** Facilidad en el ingreso de datos.**

*** Facilidad de explotación del modelo.**

*** Capacidad del mismo para variar ampliamente las condiciones del embalse en lo que hace a su estado de sedimentación, proyección de atarquinamiento y posible recrecimiento para "Pirquitas"; y de condiciones de altura de presa, niveles mínimos u máximos, volúmen de regulación, estado de**

sedimentación y proyección de atarquinamiento del potencial embalse "Isla Larga".

*** Flexibilidad en el diseño de demandas de riego y agua potable.**

*** Posibilidad de tener en cuenta las perdidas por evaporación e infiltración, variables según datos existentes.**

*** Posibilidad de imposición de restricciones en los volúmenes minimos y máximos del embalse de manera de poder realizar un manejo inteligente del embalse, adecuado a las condiciones vigentes en el momento de la simulación.**

*** Posibilidad de introducir datos de aporte actualizados que permitan realizar simulaciones en tiempo real y pronósticos utilizables para el manejo del embalse.**

En cuanto a los caudales de aporte considerados para la aplicación de los modelos cabe aclarar que se tomaron tres períodos característicos de 30 años cada uno y que corresponden a un período seco (1932 - 1962), un período húmedo (1956 - 1986) y un período medio (1948 - 1978).

Para la determinación de los períodos se evaluó una serie de caudales mensuales que van de septiembre de 1917 a agosto de 1986. Se adoptó para el análisis un período de 30 años tomando como base una proyección de la evaluación de los sistemas desde el año 1995 hasta el año 2025, y para adecuarlos a los estudios de repleción realizados.

El modelo permite variar las curvas, niveles y volúmenes característicos de los embalses cada 3 años, para adecuarlos a los estudios de repleción o batimetrías que eventualmente se realicen en los embalses. No se adoptó un paso de tiempo inferior por las siguientes razones:

1.- Las posibles batimetrías a realizar en el embalse se efectuarían aproximadamente cada 3 años.

2.- Las diferencias en los volúmenes de embalse y en las curvas características calculadas para un paso de tiempo anual, están dentro del error que se comete en los estudios de repleción, con lo que un menor paso de tiempo no aporta mayor precisión al estudio.

En el modelo se contempla la posibilidad de regular el cubrimiento de las demandas mediante la adopción restricciones. Las mismas se entienden como la adopción de un volúmen de reserva que se dispone en el Embalse y del que se

puede disponer cuando se necesite. El Volúmen de reserva se determina como porcentaje del volúmen de regulación del embalse.

Se entiende por volúmen de regulación al volúmen de embalse comprendido entre el **Nivel Mínimo de Operación (N.M.O.) y el Nivel Máximo Normal (N.M.N.),** correspondiente a la cota del labio del Vertedero.

Estas restricciones se pueden realizar mensualmente, de manera de programar el cubrimiento de la demanda en meses de mayores aportes y guardar un volúmen de agua para los meses en que el **Porcentaje de Demanda Cubierta** es muy bajo.

De igual modo es posible adoptar una restricción al volúmen máximo llevando el nivel del embalse por debajo del nivel máximo ordinario o normal. De manera de se pude contar con capacidad adicional para regular crecientes. El establecimiento de una cota de embalse máxima inferior a la del labio del Vertedero exige que el embalse pueda descargar volúmenes al río para que, de esta manera, se mantenga la cota prefijada. Para ello se introdujo en el modelo la variable **Volúmen de Descarga al Río**, que presenta valores cuando se desea mantener una cota inferior a la del labio vertedero y existen volúmenes excedentes.

En relación a la demanda del embalse, para la Presa "Isla Larga" se contempla una demanda (la que ingresa al Embalse Pirquitas como volúmen de

aporte) que junto con el volúmen de evaporación y de filtración forman el **Total del Volúmen de Demanda.**

Para el embalse de "Pirquitas" se plantean las siguientes demandas:

1.- Demanda de agua potable de la Ciudad de Catamarca (VDAP1).

2.- Demanda de agua potable de Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo (VDAP2).

3.- Demanda de riego (VDR).

4.- Demanda de la Central Las Carreras (VDCLC).

5.- Volúmen de evaporación (VE).

6.- Volúmen de filtración (VI).

Para la determinación del **Volúmen de Evaporación** se ingresan datos de evaporación mensual en mm, con los que el modelo, en base a la cota del embalse para el mes, calcula la correspondiente superficie y con esta el volúmen evaporado.

Las demandas de agua potable se determinan con otros modelos, ya explicados en el tema correspondiente. **(VER también SEGUNDO INFORME PARCIAL, ANEXO I Y TOMO COMPLEMENTARIO).** En cuanto a la demanda de riego, se ingresan los consumos mensuales en hm3/mes.

La suma de las demandas expuestas conforma el volúmen total de demanda para "Pirquitas". Las demandas se plantean mensualmente en hm3/mes.

El modelo matemático simula el movimiento de embalse para cada situación planteada y determina las garantías correspondientes - totales y mensuales- para los volúmenes de demanda cubierta, los porcentajes de demanda cubierta, los volúmenes que escapan por el Vertedero y los volúmenes que se descargan al río para mantener la cota elegida en el caso de restricción del nivel máximo.

El modelo presenta gráficos de las variables para las garantías resultantes, un gráfico de la evolución de la cota de embalse y de los volúmenes de aporte en el período y un gráfico de la evolución de los déficit de Agua Potable, Riego y Energía en el mismo tiempo.

3.- MODELO DEL SISTEMA "PIRQUITAS"

3.1 Esquema General. Archivos.

El modelo del Embalse "Pirquitas" - Sistema Unitario- está constituido por los siguientes archivos:

1.- PH_(A).WQ1

2.- PM_(A).WQ1

3.- PS_(A).WQ1

4.- AGUACAT.WQ1

5.- AGUAFRAY.WQ1

Los tres primeros archivos corresponden a los modelos de movimiento del Embalse "Pirquitas". La nomenclatura utilizada para su denominación hace referencia a lo siguiente:

- **La primera letra (P) hace referencia a la Presa "Pirquitas".**
- **La segunda letra al período considerado, H: Húmedo, M: medio y S: Seco.**
- **La letra entre paréntesis (A) hace referencia a que se trata del Sistema Unitario.**

Los archivos 4 y 5 corresponden a los modelos de demanda de agua potable y se deben cargar en conjunto con **uno de los modelos** de movimiento de embalse, ya que los archivos se encuentran enlazados. El archivo **AGUACAT** corresponde a la demanda de agua potable de la ciudad de Catamarca. El archivo **AGUAFRAY** corresponde a la demanda de agua potable de Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo. La instalación del modelo se debe realizar copiando estos archivos en un directorio particular, y que debe contener solo el Modelo del Sistema Pirquitas Unitario.

El manejo de los archivos enlazados se puede realizar de varias maneras según sea la capacidad de la computadora que se disponga. Para entender el procedimiento, en primer lugar se debe explicar la forma en que se realizan los enlaces y el carácter de los mismos.

Se debe entender los enlaces entre archivos como la dependencia de un archivo de los datos generados en otro archivo. Los archivos **PH_(A).WQ1, PM_(A).WQ1, PS_(A).WQ1** toman datos generados en los archivos **AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1** los que corresponden a las demandas de agua potable, como se explicó más arriba. Se debe destacar que estos enlaces son unidireccionales, es decir, que los archivos de agua potable no se encuentran enlazados a los archivos de movimiento de embalse, ya que no dependen de datos generados en ningún otro archivo, sino que son generadores de datos. Ocurre lo contrario con los archivos de movimiento de embalse.

Cuando se carga un archivo de movimiento de embalse **(PH_(A).WQ1, PM_(A).WQ1, PS_(A).WQ1)**, el programa presenta tres opciones posibles : **Hojas Asociadas, Actualizar referencias y Ninguna.**

La primera de estas opciones abre además de correspondiente archivo de movimiento de embalse, los archivos asociados **(AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1)**, de manera de permitir realizar cambios en estos últimos.

Sin embargo, si no se pretende cambiar los datos de entrada de los mismos, no tiene sentido abrirlos y convendrá solamente actualizar referencias. En este último caso, los archivos de movimiento de embalse leen los datos de los archivos de demanda de agua y actualizan los datos correspondientes. Esta última opción consume menos memoria, ya que los archivos de demanda de agua no se cargan, y facilita el trabajo debido a que la computadora no disminuye su velocidad de trabajo. Una estrategia para trabajar en computadoras con poca memoria **RAM** será, entonces, abrir primero los archivos **AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1**, cambiar los datos que se desee, gravar los archivos, cerrarlos y en el momento de abrir un archivo de movimiento de embalse, escoger la opción de **Actualizar referencias**.

Para computadoras de gran capacidad de memoria, se pueden abrir todos los archivos al mismo tiempo y realizar los cambios en los parámetros que se deseen en cualquiera de los archivos, estos cambios se actualizan inmediatamente en los archivos correspondientes de enlace.

Cuando se desee guardar una simulación realizada con un nombre de archivo diferente, convendrá transformar las fórmulas en valores, mediante el correspondiente comando del **Menú Edición**, ya que si posteriormente se realizan cambios en los archivos de demanda de agua potable, estos cambios se podrían actualizar en el archivo guardado y modificar los resultados obtenidos.

Se recomienda verificar que los enlaces se mantengan como se ha explicado cuando se presentó la lista de archivos del modelo. Esto se puede realizar mediante el **Gestor de Enlaces** del menú **Útiles, Gestionar Enlaces**, del Programa Qpro V4.0, teniendo siempre presente que los archivos que tienen enlace son los de movimiento de embalse, que dependen de los archivos **AGUACAT.WQ1 y AGUAFRAY.WQ1.**

Para un mejor manejo de archivos enlazados, y ante cualquier duda, se recomienda consultar el **Manual de Usuario del Software Qpro. V4 para DOS** o la ayuda en pantalla del mismo.

Los archivos 1, 2 y 3 presentan la siguiente disposición general de bloques al ser recuperados en la planilla de cálculo.

BLOQUE DE ENTRADA DE DATOS	**BLOQUE DE GARANTIAS FINALES Y MENSUALES**	**BLOQUE DE MACROS**
BLOQUE DE MOVIMIENTO DE EMBALSE		
BLOQUE DE ORDENAMIENTO GENERAL DECRECIENTE		

Cada bloque realiza una función específica en el modelo, las cuales se describen en los siguientes apartados:

3.2 Entrada de Datos

Los datos de entrada al modelo se han separado en tres partes principales:

3.2.1.- Condiciones iniciales: Se ingresan en esta parte, el volúmen inicial del embalse (en hm3) en el comienzo de la simulación y el año de inicio de la simulación planteada. La cota de embalse inicial (en msnm) se calcula en base al volúmen inicial ingresado.

3.2.2.--Datos de embalse: En este apartado se ingresan en primer lugar, los volúmenes de regulación del embalse para el año de inicio de la simulación y el volúmen de regulación correspondiente para cada año especificado en la planilla. Los volúmenes de regulación para los años posteriores al del inicio de la simulación pueden ser iguales al correspondiente al 1º año de la simulación, con lo que se supone un ingreso nulo de sedimentos al embalse. Si se desea tener en cuenta la disminución de volúmenes de regulación por efecto de los sedimentos, se deben realizar los correspondientes estudios de repleción, de donde se obtendrán los datos correspondientes. Los volúmenes se ingresan en hm3.

A continuación se colocan los valores de los coeficientes correspondientes a las curvas características del embalse que son necesarios para modelizar el movimiento de embalse. Ellas son:

- Curva Superficie de embalse en función de la Cota de embalse [S=f(CE)], ajustada para el modelo a un polinomio de tercer grado:

$$S = A + B * CE + C * CE^2 + D * CE^3$$

donde:

S: Superficie del Embalse en (ha).

CE: Cota del Embalse en (msnm).

A, B, C y D: Coeficientes de la curva polinómica determinados mediante mínimos cuadrados.

- Curva Cota de embalse en función del Volúmen de embalse [CE=f(VE)], la que se ajustó a un polinomio de sexto grado:

$$CE = E + F * VE + G * VE^2 + H * VE^3 + I * VE^4 + J * VE^5 + K * VE^6$$

donde:

CE: Cota del Embalse en (msnm).

VE: Volúmen del Embalse en (hm^3)

E, F, G, H, I, J y K: Coeficientes de la curva polinómica determinados mediante mínimos cuadrados.

En la parte final se ingresan los datos correspondientes a las restricciones a los Volúmenes de Regulación. Las restricciones se plantean como

porcentaje del Volúmen de Regulación del embalse, corregido por repleción, correspondiente a cada año en particular según se avanza con la simulación.

3.2.3.- Datos de Demanda: En esta parte se ingresan los datos correspondientes a las demandas de riego, caudal de turbinado de la Central Las Carreras, evaporación del embalse (en mm) y el caudal de filtración. La demanda de riego se ingresa en hm3/mes. Dicha demanda se considera fija para todo el período considerado aunque se debe aclarar que se puede corregir en cualquier momento procediéndose en ese caso a comenzar como si fuera el 1° año y de conformidad al estado de atarquinamiento existente.

La demanda de agua potable para la Ciudad de Catamarca y Valle Viejo y F. M. Esquiú se consideran en otro archivo, como se explicó más arriba.

En cuanto a la demanda para la Central Las Carreras, se adoptó el siguiente esquema de cálculo:

*** Si el volúmen de demanda de la central es superior al volúmen de demanda de riego, se considera demanda (en volúmen) a la diferencia entre ambas.**

*** Si el volúmen de demanda de la central es inferior a la demanda de riego, se considera demanda nula.**

Los valores se ingresan en la celda correspondiente, para cada dato en particular. Las unidades de los datos se especifican cuando corresponda.

3.3.- Planilla de Movimiento de Embalse.

Con los datos ingresados se realiza la modelización del movimiento de embalse. La planilla consta de las siguientes columnas:

1.- Año: Comienza con el año de inicio de simulación, no se deben ingresar datos en esta columna, ya que el programa toma el año de inicio de simulación del bloque de entrada de datos.

2.- Mes: Se toman como inicio de la simulación el mes de septiembre, correspondiente al comienzo del año hidrológico.

3.- QAPp (Caudal de Aporte): Corresponde a los caudales medios mensuales del río del valle para el periodo de 30 años considerado. Los caudales se ingresan en m3/s y ya están cargados en el modelo para los períodos Húmedo, Medio y Seco, como ya se explicó más arriba. Estos datos se pueden cambiar para adecuarlos a mediciones futuras de manera de posibilitar la realización de pronósticos.

4.- VAp (Volúmen de Aporte a Pirquitas): Se determina en base al caudal medio mensual, para cada mes. Su unidad es hm3/mes.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES BIBLIOTECA

5.- VDAP1p (Volúmen de Demanda de Agua Potable 1, correspondiente a la Ciudad de Catamarca): En esta columna se toman las demandas de agua potable generadas en el modelo AGUACAT. La demanda se plantea en hm3/mes.

6.- VDAP2p (Volúmen de Demanda de Agua Potable 2, correspondiente a Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo): En esta columna se toman las demandas de agua potable generadas en el modelo AGUAFRAY. La demanda se plantea en hm3/mes.

7.- VDRp (Volúmen de Demanda de Riego): Se toman en esta columna los datos de demanda de riego en hm3/mes del Bloque de Entrada de Datos.

8.- VEp(Volúmen de Evaporación): Se calculan en esta columna los volúmenes de evaporación, en hm3/mes, en base a los datos de evaporación en mm ingresados en el Bloque de Entrada de Datos y a la superficie que presenta el embalse para el mes de cálculo.

9.- VIp (Volúmen de Filtración): En esta columna se calcula el Volúmen de Filtración a traves de la Presa, en hm3/mes, en base al caudal de filtración ingresado.

10.- TVDp (Total de Volúmen de Demanda): Corresponde a la suma de todas las demandas que presenta el embalse, incluidos los volúmenes de evaporación y filtración.

11.- VdescRp (Volúmen de Descarga al Rio): Corresponde a los volúmenes evacuados por el descargador de fondo necesarios para mantener la cota máxima, cuando se han impuesto restricciones al volúmen de embalse máximo.

12.- VEp (Volúmen de Embalse): Se determina aquí el volúmen que presenta el embalse (en hm/mes) al final del mes considerado, luego de haberse realizado los balances de volúmenes pertinentes, según el diagrama de flujo ya explicado.

13.- CEp (Cota de Embalse): Corresponde a la Cota que presenta el Embalse al final del mes considerado. Se calcula base al volúmen de embalse en msnm.

14.- VVp (Volúmen de Vertedero): Se evalúa en esta columna el volúmen evacuado por el vertedero , en hm^3/mes, para el mes considerado.

15.- VDCAP1p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 1): Corresponde al volúmen de demanda de agua potable 1 efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en hm3/mes.

16.- VDCAP2p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 2): Corresponde al volúmen de demanda de agua potable 2 efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en hm3/mes.

17.- VDCRp (Volúmen de Demanda Cubierta de Riego): Corresponde al volúmen de demanda de riego efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en hm3/mes.

18.- VDCLCp (Volúmen de Demanda Cubierta de la Central Las Carreras): Corresponde al volúmen de demanda de la Central Las Carreras efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en hm3/mes.

19.- %DCAP1p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 1): Corresponde al porcentaje de la demanda de agua potable 1 efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en %.

20.- %DCAP2p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 2): Corresponde al porcentaje de la demanda de agua potable 2 efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en %.

21.- %DCRp (Volúmen de Demanda Cubierta de Riego): Corresponde al porcentaje de la demanda de riego efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en %.

22.- %DCLCp (Volúmen de Demanda Cubierta de la Central Las Carreras): Corresponde al porcentaje de la demanda de la Central Las Carreras efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en %.

23.- DEFAP1p (Deficit de agua potable 1): Se evalúa en esta columna el déficit total que se presenta en el suministro de agua potable correspondiente a la Ciudad

de Catamarca, teniendo en cuenta los déficits propio de suministro del embalse más los que se generen por restricciones impuestas a la entrega de agua evaluadas en el modelo **AGUACAT**.

24.- DEFAP2p (Déficit de agua potable 2): Se evalúa en esta columna el déficit total que se presenta en el suministro de agua potable correspondiente a Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo, teniendo en cuenta los déficits propios de suministro del embalse más los que se generen por restricciones impuestas a la entrega de agua evaluadas en el modelo **AGUAFRAY**.

La planilla realiza los cálculos automáticamente con cada nuevo ingreso de datos. Se debe tener cuidado de ingresar sólo datos de caudales de aporte **(QAp)** a esta planilla, manteniendo siempre una copia de respaldo cuando se lo haga. Las demás columnas deben permanecer protegidas contra modificación.

3.4.- Planillas de Garantías Finales y Mensuales:

El modelo determina las garantías de los Volúmenes de Demanda Cubierto de Agua Potable 1, Volúmen de Demanda Cubierto de Agua Potable 2, Volúmen de Demanda Cubierto de Riego, Volúmen de Demanda Cubierto de la Central Las Carreras, los porcentajes de demanda cubierta para estos usos, para los volúmenes evacuados por Vertedero y para los volúmenes erogados por Descargador de Fondo.

Las garantías se determinan, tomando los datos de la planilla de movimiento de embalse, para todo el período considerado en forma general y por mes.

La garantía se determina para cada parámetro realizando un ordenamiento monótono decreciente, determinando su valor mediante la siguiente expresión:

$$G = N / (M+1) * 100$$

donde

G = Garantía en %.

N= Número de orden en el ordenamiento decreciente.

M= Número total de valores.

La determinación de garantías se realiza en el modelo automáticamente, mediante una macro de programación. Para activar la macro que realiza la determinación de garantías, se procede de la siguiente forma: mientras se mantiene presionada la tecla ALT, se presiona la tecla D (ALT_D), con lo que el modelo comienza la determinación de garantías. El proceso demora aproximadamente un minuto.

3.5.- Gráficos.

En el modelo se han realizado gráficos de las variables presentes en las planillas de garantías, gráficos que muestran la evolución de la demanda y de la cota de embalse para el período considerado, y por último se graficaron los déficits de agua potable en función del tiempo.

La visualización de los gráficos se realiza en una secuencia, que se activa presionando las techas simultáneamente ALT -G . Para pasar de un gráfico a otro debe presionar cualquier tecla.

4.- MODELO COMPLEJO "PIRQUITAS - ISLA LARGA".

4.1. Esquema general de planilla y archivos.

El modelo del Complejo "Pirquitas - Isla Larga" está constituido por los siguientes archivos:

1.- PH_(B).WQ1

2.- PM_(B).WQ1

3.- PS_(B).WQ1

4.- ILH_ (B).WQ1

5.- ILM_(B).WQ1

6.- ILS_(B).WQ1

7.- AGUACAT.WQ1

8.- AGUAFRAY.WQ1

Los tres primeros archivos corresponden a los modelos de movimiento del Embalse "Pirquitas". La nomenclatura utilizada para su denominación hace referencia a lo siguiente:

La primera letra (P) hace referencia a la Presa de Pirquitas.

- La segunda letra al periodo considerado, H: Húmedo, M: medio y S: Seco.

- La letra entre paréntesis (B) hace referencia a que se trata del Complejo "Pirquitas - Isla Larga".

Los archivos 4, 5 y 6 corresponden a los modelos de movimiento de embalse de "Isla Larga".

La nomenclatura utilizada para su denominación hace referencia a lo siguiente:

- Las primeras dos letras (IL) hacen referencia a la Presa Isla Larga.

- La segunda letra, al período considerado, H: Húmedo, M: medio y S: Seco.

- La letra entre paréntesis (B) hace referencia a que se trata del Complejo "Pirquitas - Isla Larga".

Los archivos 7 y 8 corresponden a los modelos de demanda de agua potable y se deben cargar en conjunto con **uno de los modelos** de movimiento de embalse, ya que los archivos se encuentran enlazados. El archivo **AGUACAT** corresponde a la demanda de agua potable de la ciudad de Catamarca. El archivo **AGUAFRAY** corresponde a la demanda de agua potable de Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo. La instalación del modelo se debe realizar copiando estos archivos en un directorio particular, y que debe contener solo el Modelo del Sistema Pirquitas - Isla Larga.

El manejo de los archivos enlazados se puede realizar de varias maneras según sea la capacidad de la computadora que se disponga. Para entender el procedimiento, en primer lugar se debe explicar la forma en que se realizan los enlaces y el carácter de los mismos.

Se debe entender los enlaces entre archivos como la dependencia de un archivo de los datos generados en otro archivo. Los archivos **PH_(A).WQ1,**

PM_(A).WQ1, PS_(A).WQ1 toman datos generados en los archivos **AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1 y ILH_ (B).WQ1, ILM_(B).WQ1 LS_(B).WQ1,** en correspondencia con el periodo considerado.

Se debe destacar que estos enlaces son unidireccionales, es decir, que los archivos de agua potable y del movimiento de embalse de la Presa Isla Larga no se encuentran enlazados ya que no dependen de datos generados en ningún otro archivo, sino que son generadores de datos.

Cuando se carga un archivo de movimiento de embalse **(PH_(A).WQ1, PM_(A).WQ1, PS_(A).WQ1)**, el programa presenta tres opciones posibles : **Hojas Asociadas, Actualizar referencias y Ninguna.**

La primera de estas opciones abre además de correspondiente archivo de movimiento de embalse, los archivos asociados **AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1** y el archivo de movimiento de embalse de la Presa Isla Larga correspondiente al mismo período considerado.

Sin embargo, si no se pretende cambiar los datos de entrada de los mismos, no tiene sentido abrirlos y convendrá solamente actualizar referencias. En este último caso, los archivos de movimiento de embalse de la Presa Pirquitas leen los datos de los archivos de demanda de agua y de aporte de la Presa Isla Larga y actualizan los datos correspondientes. Esta última opción consume menos memoria

RAM, ya que los archivos de demanda de agua no se cargan, y facilita el trabajo debido a que la computadora no disminuye su velocidad de trabajo. Una estrategia para trabajar en computadoras con poca memoria **RAM** será, entonces, abrir primero los archivos **AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1** y el archivo de movimiento de embalse de Isla Larga correspondiente al mismo período que se quiere simular, cambiar los datos que se desee, gravar los archivos, cerrarlos y en el momento de abrir el archivo de movimiento de embalse de la Presa Pirquitas, escoger la opción de **Actualizar Referencias.**

Para computadoras de gran capacidad de memoria, se pueden abrir todos los archivos al mismo tiempo y realizar los cambios en los parámetros que se deseen en cualquiera de los archivos, estos cambios se actualizan inmediatamente en los archivos correspondientes de enlace.

Cuando se desee guardar una simulación realizada con un nombre de archivo diferente, convendrá transformar las fórmulas en valores, mediante el correspondiente comando del **Menú Edición**, ya que si posteriormente se realizan cambios en los archivos de demanda de agua potable o de movimiento de embalse de la Presa Isla larga, estos cambios se podrían actualizar en el archivo guardado y modificar los resultados obtenidos.

Se recomienda verificar que los enlaces se mantengan como se ha explicado cuando se presentó la lista de archivos del modelo. Esto se puede realizar

mediante el **Gestor de Enlaces** del menú **Útiles, Gestionar Enlaces**, teniendo siempre en cuenta que los archivos que presentan enlace son los de movimiento de embalse de la Presa Pirquitas, que dependen de los archivos **AGUACAT.WQ1, AGUAFRAY.WQ1**.y del archivo de movimiento de embalse de Isla Larga correspondiente al mismo período de simulación.

Para un mejor manejo de archivos enlazados, y ante cualquier duda, se recomienda consultar el **Manual de Usuario del Software Qpro. V4 para DOS** o la ayuda en pantalla del mismo.

Los archivos 1 a 6 presentan la siguiente disposición general de bloques al ser recuperados en la planilla de cálculo.

BLOQUE DE ENTRADA DE DATOS

BLOQUE DE GARANTIAS FINALES Y MENSUALES

BLOQUE DE MACROS

BLOQUE DE MOVIMIENTO DE EMBALSE

BLOQUE DE ORDENAMIENTO GENERAL DECRECIENTE

Cada bloque corresponde a una función específica en el modelo, tal como se describe en los siguientes apartados:

4.2.- Entrada de Datos

Los datos de entrada al modelo del Embalse Pirquitas y del Embalse Isla Larga presentan la misma estructura, y se han separado en tres partes principales:

4.2.1.- Condiciones iniciales: Se ingresan en esta parte, el volúmen inicial del embalse (en hm3) en el comienzo de la simulación y el año de inicio de la simulación planteada. La cota de embalse inicial (en msnm) se calcula en base al volúmen inicial ingresado.

4.2.2.- Datos de embalse: En este apartado se ingresan en primer lugar, los volúmenes de regulación del embalse para el año de inicio de la simulación y el volúmen de regulación correspondiente para cada año especificado en la planilla. Los volúmenes de regulación para los años posteriores al del inicio de la simulación pueden ser iguales al correspondiente al 1° año de la simulación, con lo que se supone un ingreso nulo de sedimentos al embalse. Si se desea tener en cuenta la disminución de volúmenes de regulación por efecto de los sedimentos, se deben

realizar los correspondientes estudios de repleción, de donde se obtendrán los datos correspondientes. Los volúmenes se ingresan en hm3.

A continuación se colocan los valores de los coeficientes correspondientes a las curvas características del embalse, necesarias para modelizar el movimiento de embalse. Ellas son:

- Curva Superficie de embalse en función de la Cota de embalse [S=f(CE)], que se ajustó para el modelo a un polinomio de tercer grado:

$$S = A + B * CE + C * CE^2 + D * CE^3$$

donde:

S: Superficie del Embalse en (ha).

CE: Cota del Embalse en (msnm).

A, B, C y D: Coeficientes de la curva polinómica determinados mediante mínimos cuadrados.

- Curva Cota de embalse en función del Volúmen de embalse [CE=f(VE)], la que se ajustó a un polinomio de sexto grado.

- Curva Cota de embalse en función del Volúmen de embalse [CE=f(VE)], la que se ajustó a un polinomio de sexto grado:

$$CE = E + F * VE + G * VE^2 + H * VE^3 + I * VE^4 + J * VE^5 + K * VE^6$$

donde:

CE: Cota del Embalse en (msnm).

VE: Volúmen del Embalse en (hm^3)

E, F, G, H, I, J y K: Coeficientes de la curva polinómica determinados mediante mínimos cuadrados.

El aporte de sedimentos se puede modelizar en forma independiente para cada embalse en este modelo. Se debe tener en cuenta, en el momento de considerar los aportes de sedimentos a cada embalse, que los sedimentos que retenga el Embalse de "Isla Larga" no entraran en el Embalse de Pirquitas, por lo que se deberá considerar para este último una tasa menor de ingreso de sedimentos.

En la parte final se ingresan los datos correspondientes a las restricciones a los Volúmenes de Regulación. Las restricciones se plantean como porcentaje del Volúmen de Regulación del Embalse, corregido por repleción correspondiente a cada año en particular, según se avanza con la simulación.

4.2.3.- Datos de Demanda: Podemos considerar para este apartado dos casos:

* Modelo de Movimiento de Embalse de "Isla Larga": Para el Modelo de Movimiento de Embalse de "Isla Larga" se ingresan datos correspondientes a una demanda, que no necesariamente debe ser igual a la de riego en "Pirquitas", sino que la misma

debe plantearse en vista de optimizar el funcionamiento conjunto de los embalses. Se debe ingresar además la evaporación del embalse (en mm) y el caudal de filtración (en l/s).

* **Modelo de Movimiento del Embalse "Pirquitas": Para el Modelo correspondiente al Embalse "Pirquitas" se ingresan los datos correspondientes a las demandas de riego, caudal turbinado de la Central Las Carreras, evaporación del embalse (en mm) y el caudal de filtración. La demanda de riego se ingresa en hm3/mes. Dicha demanda se considera fija para todo el período considerado.**

En cuanto a la demanda para la Central Las Carreras, se adoptó el siguiente esquema de cálculo:

- Si el volúmen de demanda de la central es superior al volúmen de demanda de riego, se considera demanda (en volúmen) a la diferencia entre ambas.

- Si el volúmen de demanda de la Central es inferior a la demanda de riego, se considera demanda nula porque ya está incluida en el riego.

La demanda de agua potable para la Ciudad de Catamarca y Valle Viejo y F. M. Esquiú se consideran en otro archivo, como se explicó más arriba.

Los valores se ingresan en la celda correspondiente, para cada dato en particular. Las unidades de los datos se especifican cuando corresponda.

4.3.- Planilla de Movimiento de Embalse.

4.3.1.- Planilla de Movimiento de Embalse del Modelo de Simulación de "Isla Larga":

Con los datos ingresados se realiza la modelización del movimiento de embalse. La planilla consta de las siguientes columnas:

1.- Año: Comienza con el año de inicio de simulación, no se deben ingresar datos en esta columna, ya que el programa toma el año de inicio de simulación del bloque de entrada de datos.

2.- Mes: Se toman como inicio de la simulación el mes de Septiembre, correspondiente al comienzo del año hidrológico.

3.- QAPil (Caudal de Aporte): Corresponde a los caudales medios mensuales del río del Valle para el período de 30 años considerado. Los caudales se ingresan en m3/s y ya están cargados en el modelo para los períodos Húmedo, Medio y Seco,

como ya se explicó más arriba. Estos datos se pueden cambiar para adecuarlos a mediciones futuras de manera de posibilitar la realización de pronósticos.

4.- VAil (Volúmen de Aporte a "Isla Larga"): Se determina en base al caudal medio mensual, para cada mes. La unidad utilizada es hm3/mes.

5.- VDil (Volúmen de Demanda): Se toman en esta columna los datos de demanda que ingresan al Embalse "Pirquitas" en hm3/mes. Los datos se toman del Bloque de Entrada de Datos.

6.- VEil (Volúmen de Evaporación): Se calculan en esta columna los volúmenes de evaporación, en hm3/mes, en base a los datos de evaporación en (mm) ingresados en el Bloque de Entrada de Datos, y a la superficie que presenta el embalse para el mes de cálculo.

7.- VIil (Volúmen de Filtración): En esta columna se calcula el Volúmen de Filtración a través de la Presa, en hm3/mes, en base al caudal de filtración ingresado.

8.- TVDil (Total de Volúmen de Demanda): Corresponde a la suma de todas las demandas que presenta el embalse, incluidos los volúmenes de evaporación y filtración.

9.- VDFil (Volúmen de Descarga al Rio): Corresponde a los volúmenes evacuados por el Descargador de Fondo necesarios para mantener la cota máxima, cuando se han impuesto restricciones al volúmen de embalse máximo.

10.- VEil (Volúmen de Embalse): Se determina aquí el volúmen que presenta el embalse (en hm/mes) al final del mes considerado, luego de haberse realizado los balances de volúmenes pertinentes, según el diagrama de flujo ya explicado.

11.- CEil (Cota de Embalse): Corresponde a la Cota que presenta el Embalse al final del mes considerado. Se calcula en base al volúmen de embalse en (msnm).

12.- VVil (Volúmen de Vertedero): Se determina en esta columna el volúmen evacuado por el Vertedero , en (hme/mes), para el mes considerado.

13.- VDCil (Volúmen de Demanda Cubierta): Corresponde al volúmen de demanda efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en (hm3/mes).

14.- %DCRil (Porcentaje de Demanda Cubierta): Corresponde al porcentaje de la demanda efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en (%).

En la planilla, los cálculos se realizan automáticamente con cada nuevo ingreso de datos. Se debe tener cuidado de ingresar sólo datos de caudales de aporte (QAp) en esta planilla, manteniendo siempre una copia de respaldo cuando se lo haga. Las demás columnas deben permanecer protegidas contra modificación.

4.3.2.- Planilla de Movimiento de Embalse del Modelo de Simulación del Embalse "Pirquitas".

Con los datos ingresados en el bloque de entrada de datos correspondiente al Modelo de Simulación del Embalse "Pirquitas" se realiza la modelización del movimiento de embalse. La planilla consta de las siguientes columnas:

1.- Año: Comienza con el año de inicio de simulación, no se deben ingresar datos en esta columna, ya que el programa toma el año de inicio de simulación del bloque de entrada de datos.

2.- Mes: Se toman como inicio de la simulación el mes de Septiembre, correspondiente al comienzo del año hidrológico.

3.- QAPp (Caudal de Aporte): Corresponde a los caudales derivados desde el embalse "Isla Larga" hacia el Embalse "Pirquitas". Se determinan a partir de los Volúmenes de Aporte al embalse "Isla Larga". La unidad utilizada es (m3/s).

4.- VAp (Volúmen de Aporte a "Pirquitas"): Corresponde a los volúmenes aportados por "Isla Larga" al Embalse "Pirquitas", y que se determinan mediante la

suma de los Volúmenes de Demanda Cubiertos, de los Volúmenes de Filtración a través de la presa, de los Volúmenes de Vertedero y de los Volúmenes de descarga al Río del embalse "Isla Larga", como ya se explicó al analizar el diagrama de flujo del modelo de Simulación del Complejo "Pirquitas-Isla Larga". La unidad utilizada es hm3/mes.

5.- VDAP1p. (Volúmen de Demanda de Agua Potable 1, correspondiente a la Ciudad de Catamarca): En esta columna se toman las demandas de agua potable generadas en el modelo **AGUACAT**. La demanda se plantea en (hm3/mes).

6.- VDAP2p (Volúmen de Demanda de Agua Potable 2, correspondiente a Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo): En esta columna se toman las demandas de agua potable generadas en el modelo **AGUAFRAY**. La demanda se plantea en (hm3/mes).

7.- VDRp (Volúmen de Demanda de Riego): Se toman en esta columna los datos de demanda de riego en (hm3/mes) del Bloque de Entrada de Datos.

8.- VEp (Volúmen de Evaporación): Se calculan en esta columna los volúmenes de evaporación, en (hm3/mes), en base a los datos de evaporación en (mm) ingresados en el Bloque de Entrada de Datos y a la superficie que presenta el embalse para el mes de cálculo.

9.- Vlp (Volúmen de Filtración): En esta columna se calcula el Volúmen de Filtración a través de la Presa, en (hm3/mes), en base al dato del caudal de filtración ingresado.

10.- TVDp (Total de Volúmen de Demanda): Corresponde a la suma de todas las demandas que presenta el embalse, incluidos los volúmenes de evaporación y filtración.

11.- VdescRp (Volúmen de Descarga al Río): Corresponde a los volúmenes evacuados por el Descargador de Fondo necesarios para mantener la cota máxima, cuando se han impuesto restricciones al volúmen de embalse máximo.

12.- VEp (Volúmen de Embalse): Se determina aquí el volúmen que presenta el embalse (en hm/mes)al final del mes considerado, luego de haberse realizado los balances de volúmenes pertinentes, según el diagrama de flujo ya explicado.

13.- CEp (Cota de Embalse): Corresponde a la Cota que presenta el Embalse al final del mes considerado. Se calcula base al volúmen de embalse en (msnm).

14.- VVp (Volúmen de Vertedero): Se determina en esta columna el volúmen evacuado por el Vertedero , en hm3/mes, para el mes considerado.

15.- VDCAP1p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 1): Corresponde al volúmen de demanda de agua potable 1 efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en (hm3/mes).

16.- VDCAP2p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 2): Corresponde al volúmen de demanda de agua potable 2 efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en (hm3/mes).

17.- VDCRp (Volúmen de Demanda Cubierta de Riego): Corresponde al volúmen de demanda de riego efectivamente cubierta por el embalse. Se determinan (hm3/mes).

18.- VDCLCp (Volúmen de Demanda Cubierta de la Central Las Carreras): Corresponde al volúmen de demanda de la Central Las Carreras efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en (hm3/mes).

19.- %DCAP1p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 1): Corresponde al porcentaje de la demanda de agua potable 1 efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en %.

20.- %DCAP2p (Volúmen de Demanda Cubierta de Agua Potable 2): Corresponde al porcentaje de la demanda de agua potable 2 efectivamente cubierta por el embalse. Se determina en %.

21.- %DCRp (Volúmen de Demanda Cubierta de Riego): Corresponde al porcentaje de la demanda de riego efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en %.

22.- %DCLCp (Volúmen de Demanda Cubierta de la Central Las Carreras): Corresponde al porcentaje de la demanda de la Central Las Carreras efectivamente cubierta por el embalse. Se evalúa en %.

23.- DEFAP1p (Déficit de agua potable 1): Se evalúa en esta columna el déficit total que se presenta en el suministro de agua potable correspondiente a la Ciudad de Catamarca, teniendo en cuenta los déficits propio de suministro del embalse más los que se generen por restricciones impuestas a la entrega de agua evaluadas en el modelo **AGUACAT.**

24.- DEFAP2p (Déficit de agua potable 2): Se evalúa en esta columna el déficit total que se presenta en el suministro de agua potable correspondiente a Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo, teniendo en cuenta los déficits propios de suministro del embalse más los que se generen por restricciones impuestas a la entrega de agua evaluadas en el modelo **AGUAFRAY.**

En la planilla, los cálculos se realizan automáticamente con cada nuevo ingreso de datos. Se debe tener cuidado de ingresar sólo datos de caudales de

aporte **(QAp)** a esta planilla, manteniendo siempre una copia de respaldo cuando se lo haga. Las demás columnas deben permanecer protegidas contra modificación.

4.4.- Planillas de Garantías Finales y Mensuales:

Para ambos modelos se determinan las garantías de: los Volúmenes de Demanda Cubiertos, los porcentajes de demanda cubiertos de los volúmenes evacuados por Vertedero y de los volúmenes evacuados por Descargador de Fondo, para el caso del embalse "Isla Larga".

Para el Embalse "Pirquitas" se determinan las garantías de los Volúmenes de Demanda Cubiertos de Agua Potable 1, Volúmenes de Demanda Cubiertos de Agua Potable 2, Volúmenes de Demanda Cubiertos de Riego, Volúmenes de Demanda Cubiertos de la Central Las Carreras, los porcentajes de demanda cubierta para las estos usos, de los volúmenes evacuados por Vertedero y de los volúmenes evacuados por Descargador de Fondo.

Las garantías se determinan, tomando los datos de la planilla de movimiento de embalse, para todo el periodo considerado en forma general y se determinan además las garantías mensuales para los parámetros mencionados.

La garantía se evalúa para cada parámetro realizando un ordenamiento monótono decreciente, al que se determina la garantía mediante siguiente formula:

$$G = N / (M+1) * 100$$

donde

G = Garantía en %.

N= Número de orden en el ordenamiento decreciente.

M= Número total de valores.

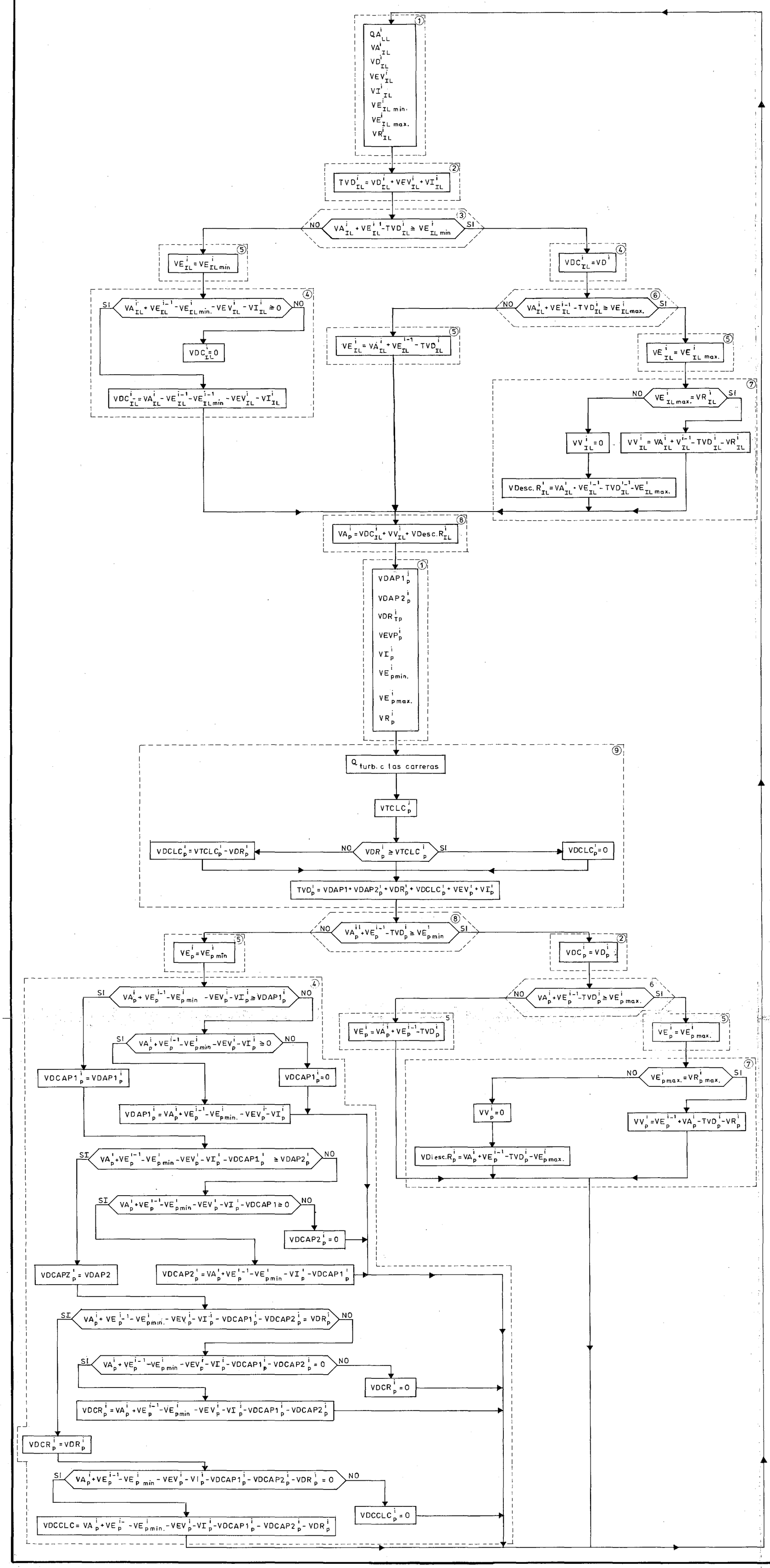
La determinación de garantías se realiza en los modelos automáticamente, mediante una macro de programación. Para activar la macro que realiza la determinación de garantías, se procede de la siguiente forma: mientras se mantiene presionada la tecla **ALT,** se presiona la tecla D **(ALT_D),** con lo que el modelo comienza la determinación de garantías. El proceso tarda aproximadamente un minuto.

4.5.- Gráficos.

En el modelo se han realizado gráficos de las variables analizadas y a las que se les determinó la garantía y gráficas que muestran la evolución de la demanda y de la cota de embalse para el período considerado, y por último se graficaron los déficits de agua potable en función del tiempo.

La visualización de los gráficos se realiza en una secuencia, que se activa presionando las techas simultáneamente **ALT -G** . Para pasar de un gráfico al siguiente, se debe presionar cualquier tecla.

DIAGRAMA DE FLUJO
MODELO SIMULACION DEL SISTEMA
P I R Q U I T A S – I S L A L A R G A



DESCRIPCION DE BLOQUES

1. BLOQUE DE ENTRADA DE DATOS
2. DETERMINACION DEL TOTAL DEL VOLUMEN DE DEMANDA
3. CONDICIONAL DE BIFURCACION DE DETERMINACION DE PARAMETROS CORRESPONDIENTES A VOLUMENES DE EMBALSE MINIMOS Y SUPERIORES AL MISMO.
4. DETERMINACION DE VOLUMENES DE DEMANDA CUBIERTA
5. DETERMINACION DE VOLUMENES DE EMBALSE
6. CONDICIONAL DE BIFURCACION DE DETERMINACION DE PARAMETROS CORRESPONDIENTES A VOLUMENES DE EMBALSE MAXIMO Y INFERIORES AL MAXIMO.
7. DETERMINACION DE VOLUMENES DE VERTEDERO
8. DETERMINACION DE VOLUMEN DE APORTE PRESA PIRQUITA
9. DETERMINACION DE VOLUMEN DE DEMANDA DE CENTRAL LAS CARRERAS

NOMENCLATURA

PRESA ISLA LARGA

CA^i_{IL} = CAUDAL DE APORTE . . . . . (m^3/s)
VA^i_{IL} = VOLUMEN DE APORTE . . . . (Hm^3/mes)
VD^i_{IL} = VOLUMEN DE DEMANDA . . (Hm^3/mes)
VEV^i_{IL} = VOLUMEN DE EVAPORACION (Hm^3/mes)
VI^i_{IL} = VOLUMEN DE INFILTRACION (Hm^3/mes)
$VE^i_{IL\,min.}$ = VOLUMEN MINIMO DE EMBALSE (Hm^3)
$VE^i_{IL\,max.}$ = VOLUMEN MAXIMO DE EMBALSE (Hm^3)
VR^i_{IL} = VOLUMEN DE REGULACION . . . (Hm^3)
TVD^i_{IL} = VOLUMEN TOTAL DE DEMANDA . (Hm^3/mes)
VE^{i-1}_{IL} = VOLUMEN DE EMBALSE PARA EL MES i-1 . . . . . (Hm^3/mes)
VDC^i_{IL} = VOLUMEN DE DEMANDA CUBIERT PARA EL MES i (Hm^3/mes)
VV^i_{IL} = VOLUMEN DE VERTEDERO PARA EL MES . . . . . i . (Hm^3/mes)
$VDesc.R^i_{IL}$ = VOLUMEN DE DESCARGA DE FONDO PARA EL MES i (Hm^3/mes)

PRESA PIRQUITAS

VA^i_p = VOLUMEN DE APORTE . . . . . (Hm^3/mes)
$VDAP1^i_p$ = VOLUMEN DE DEMANDA AGUA POTABLE 1 . . . . (Hm^3/mes)
$VDAP2^i_p$ = VOLUMEN DE DEMANDA AGUA POTABLE 2 . . . . (Hm^3/mes)
VDR^i_p = VOLUMEN DE DEMANDA DE RIEGO. . . . . (Hm^3/mes)
VEV^i_p = VOLUMEN DE EVAPORACION . . . . . (Hm^3/mes)
VI^i_p = VOLUMEN DE INFILTRACION . . . . . (Hm^3/mes)
$VE^i_{p\,min.}$ = VOLUMEN MINIMO DE EMBALSE . . . . . (Hm^3)
$VE^i_{p\,max}$ = VOLUMEN MAXIMO DE EMBALSE . . . . . (Hm^3)
VR^i_p = VOLUMEN DE REGULACION . . . . . (Hm^3)
$Q_{turb.CLC}$ = CAUDAL TURBINADO CENTRAL LAS CARRERAS (m^3/s)
$VTCLC^i_p$ = VOLUMEN TURBINADO CENTRAL LAS CARRERAS (m^3/s)
TVD^i_p = TOTAL VOLUMEN DE DEMANDA PARA EL MES . i (Hm^3/mes)
VE^{i-1}_p = VOLUMEN DE EMBALSE PARA EL MES . i-1 . . (Hm^3)
VDC^i_p = VOLUMEN DEL TOTAL DE DEMANDA CUBIERTO PARA EL MES . . . . . i (Hm^3/mes)
VV^i_p = VOLUMEN DEL VERTEDERO PARA EL MES . . . . . i (Hm^3/mes)
$VDesc.R^i_p$ = VOLUMEN DE DESCARGA DE FONDO PARA EL MES . . . . . i (Hm^3/mes)
$VDCAP^i_{1p}$ = VOLUMEN DE DEMANDA CUBIERTA DE AGUA POTABLE 1 PARA EL MES i (Hm^3/mes)
$VDCAP^i_{2p}$ = VOLUMEN DE DEMANDA CUBIERTA DE AGUA POTABLE 2 PARA EL MES i (Hm^3/mes)
$VDCR^i_p$ = VOLUMEN DE DEMANDA CUBIERTA DE RIEGO PARA EL MES . . . . . i (Hm^3/mes)
$VDCLC^i_p$ = VOLUMEN DE DEMANDA CUBIERTA CENTRAL LAS CARRERAS PARA EL MES i (Hm^3/mes)
VDC^i_p = VOLUMEN DE DEMANDA CUBIERTA PARA EL MES . . . . . i (Hm^3/mes)
VD^i_p = VOLUMEN DE DEMANDA PARA EL MES. . . . . (Hm^3/mes)

CONVENIO
PROVINCIA DE CATAMARCA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTUDIO DEL SISTEMA PIRQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES DIRECCION DE COOPERACION TECNICA AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA	PROVINCIA DE CATAMARCA SECRETARIA DE ESTADO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

TEMA : MODELO DE SIMULACION SISTEMA PIRQUITA

AUTOR : MAG. ING. HUGO ROGER PAZ	ESCALA
	PLANO
	FECHA