



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS GRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
COMPUTO APLICADO**

**SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA GESTIÓN  
DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN MÓDULOS  
DE RIEGO**

**JUAN ARISTA CORTES**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO  
2008**

La presente tesis titulada “**Sistema informático para la gestión de la distribución del agua en módulos de riego**” realizada por el alumno **Juan Arista Cortes** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMIA, ESTADISTICA E INFORMATICA  
CÓMPUTO APLICADO**

CONSEJO PARTICULAR

Consejero   
Dr. Juan Manuel González Camacho

Director   
Dr. Waldo Ojeda Bustamante

Asesor   
Dr. Antonio Martínez Alcántara

Montecillo, Texcoco, Estado de México, enero del 2008

# **SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA GESTIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN MÓDULOS DE RIEGO**

## **Resumen**

En los distritos de riego de México, el proceso de programación y la distribución del agua de riego son actividades esenciales cuya deficiencia inducen bajas eficiencias en el uso de agua. Por ello, es importante desarrollar y aplicar tecnologías de información para mejorar estos procesos de gestión. En esta investigación se presenta el desarrollo e implementación de un sistema de información como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de la distribución del agua en módulos de riego denominado SIGE-MR. Este sistema considera las características topológicas e hidrométricas de la red de distribución, así como de las parcelas y cultivos; así como, un conjunto de procedimientos y un algoritmo recursivo para acumular las demandas de riego en la red de distribución. SIGE-MR contiene una base de datos con la información de parcelas, cultivos y red de distribución. Este sistema de cómputo posee una interfaz amigable de consulta y generación de reportes tabulares y gráficos. Se pueden generar los hidrogramas de gastos demandados semanalmente a diferentes niveles de operación de la red de distribución. Esta herramienta de cómputo fue validada con información del módulo de riego III-1 Santa Rosa del distrito de riego 075 Río Fuerte, Sinaloa, pero puede ser aplicada a módulos de riego típicos de los países administrados por una asociación de usuarios de riego.

Palabras clave: Integración de demandas, manejo de información hidrométrica, distritos de riego.

# **AN WATER DELIVERY MANAGEMENT SYSTEM FOR WATER USER ASSOCIATIONS**

## **Abstract**

In Mexican irrigation schemes, the water programming and distribution activities are vital tasks to reach high water use efficiencies. Because of this, it is very important to use information technologies to improve the water management process. In this research, a decision support system was developed to improve the water delivery management. This computer system, called SIGE-MR, takes into account the topological and hydraulic characteristics of the water distribution network, the farms and crops; similarly, a set of procedures and a recursive algorithm are incorporated into the system to integrate the water demand at different operational levels of the distribution network. This computer system has a friendly user interface to retrieve and generate text and graphical reports with flow hydrograms at weekly basis for any control points of the distribution network. This computer tool has been validated with information from the Santa Rosa irrigation module of the irrigation scheme 075 "Valle del Fuerte" Sinaloa, but it can be used in a typical module administered by a water user association.

Key words: water demand integration, information management, hydrometric data, irrigation scheme.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de postgrado como Maestro en Ciencias de Socioeconomía, Estadística E informática, Cómputo aplicado.

Agradezco al Colegio de Postgrados por la formación de maestría que me brindo al aceptarme como alumno.

Agradezco a las personas integrantes de mi Consejo Particular constituido por el Dr. Waldo Ojeda Bustamante (Director), Dr. Juan Manuel González Camacho y Dr. Antonio Martínez Alcántara, por el esfuerzo, dedicación, tiempo y apoyo que me han brindado durante la realización del presente trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a:

A la memoria de mi padre Juan Arista Calderón que con su apoyo, cariño y comprensión logro perpetuar en mí sus consejos, preceptos y reflexiones.

A mi Madre Lazara Cortés Ruano, que con su diligencia y parsimonia conspicua y su sabiduría loable la convierte en la mejor del mundo

A mis hermanas Guillermina y Yolanda y a mi sobrino Jesús, por el apoyo y comprensión que me brindan todo el tiempo.

A mis Amigos(as) que me han aconsejado, apoyado y estipulado distintos puntos de vista que han enriquecido mi formación profesional.

# CONTENIDO

<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Particulares	3
<b>3 OPERACIÓN DE UN DISTRITO DE RIEGO</b>	<b>4</b>
3.1 Estructura de los distritos de riego	4
3.2 Red de conducción y distribución	4
3.3 Distribución del agua	5
3.3.1 Métodos de distribución del agua	5
3.3.1.1 Distribución continua	5
3.3.1.2 Distribución por pedido libre o demanda libre	6
3.3.1.3 Distribución por pedido programado o demanda controlada	6
3.3.1.4 Distribución por turno o tandeo	6
3.3.2 Proceso de distribución del agua en los distritos de riego	7
3.4 Pérdidas de conducción en canales	9
3.5 Plan de riegos	10
3.6 Programación del riego	10
3.7 Estimación de las demandas de agua	11
<b>4 MODELO DE DATOS</b>	<b>12</b>
4.1 Modelo Entidad - Relación	12
4.2 Modelo Relacional	13
<b>5 DISTRITO DE RIEGO 075, VALLE DEL FUERTE, SINALOA.</b>	<b>13</b>
5.1 Estructura y organización del DR075	15
5.2 Distribución del agua en el DR075	15
5.3 Plan de riegos en el DR075	16
5.4 Programación del riego en el DR075	17
5.4.1 Programación semanal del riego	18
5.4.2 Solicitudes del riego	18
5.4.3 Integración de las demandas de riego	18
5.4.4 Solicitudes de gastos en los puntos de control a nivel del módulo	19
5.4.5 Programación de la entrega a los usuarios	19

<b>6</b>	<b>SISTEMAS DE INFORMACIÓN</b>	<b>21</b>
6.1	Funciones básicas de un sistema de información	21
6.2	Clasificación de los sistemas de información	22
6.2.1	Sistemas transaccionales	23
6.2.2	Sistemas de apoyo a las decisiones	23
6.2.3	Sistemas estratégicos	24
<b>7</b>	<b>DESARROLLO DEL SISTEMA</b>	<b>25</b>
7.1	Fases de desarrollo del sistema	25
7.2	Definición del problema	26
7.3	Identificación de las necesidades y limitaciones del sistema	28
7.4	Definición de los usuarios del sistema	29
7.4.1	Usuario administrador	29
7.4.2	Usuario ejecutivo	29
7.4.3	Usuario de Captura	29
7.4.4	Usuario de consulta	29
7.5	Definición de las funciones del sistema	29
7.5.1	Funciones relacionadas con la base de datos	30
7.5.2	Funciones que manejan fechas y horas	30
7.5.3	Funciones que despliegan información de tablas en pantalla	31
7.5.4	Funciones que trabajan con formularios	31
7.5.5	Funciones del algoritmo de distribución e integración de volúmenes de agua de riego	31
7.6	Arquitectura del sistema	32
7.6.1	Flujo de información	32
7.6.1.1	Procesamiento de la información	33
7.6.2	Unidades de procedimientos y funciones	35
7.6.3	Interfaz gráfica	36
7.6.4	Acceso al sistema por tipo de usuario	37
7.7	Modelo E-R	38
7.8	Modelo Relacional	41
7.9	Descripción de los componentes del sistema SIGE-MR	43
7.9.1	Interfaz de acceso al sistema	43
7.9.2	Descripción de la interfaz principal	44
7.9.2.1	Módulo catálogos	45
7.9.2.2	Módulo Panel de control	46
7.9.2.3	Módulo Infraestructura	46
7.9.2.4	Módulo agrícola	47
7.9.2.5	Módulo riego	47
7.9.2.6	Módulo hidrometría	48
7.9.2.7	Módulo Reportes	48
7.10	Algoritmo de integración de volúmenes de agua	49
7.10.1	Lista doblemente enlazada	49

7.10.2	Componente TQuery .....	51
7.10.3	Proceso recursivo .....	51
7.10.4	Datos de entrada del algoritmo de integración de gastos .....	51
7.10.5	Algoritmo de integración de gastos .....	52
7.10.6	Diagrama de flujo del algoritmo de integración de gastos .....	54
7.10.7	Pseudocódigo del algoritmo de integración de gastos .....	57
7.11	Algoritmo de priorización de la asignación del riego .....	57
7.11.1	Criterios de prioridad de riego .....	58
7.12	Codificación .....	58
7.13	Prueba del sistema .....	60
7.13.1	Patrón de cultivos .....	61
7.13.2	Siembras establecidas .....	62
7.13.3	Solicitudes de riego .....	64
7.13.4	Descripción de una solicitud de riego .....	65
7.13.5	Acumulación de gastos de las solicitudes desglosadas .....	66
<b>8</b>	<b>VALIDACIÓN DEL SISTEMA SIGE-MR .....</b>	<b>69</b>
8.1	Árbol de gastos acumulados semanalmente .....	69
8.2	Hidrograma de gastos demandados .....	71
8.3	Reporte de los gastos demandados .....	71
8.4	Demandas en puntos de control .....	72
8.5	Plan de riegos del módulo .....	73
8.6	Registro de aforos .....	74
8.7	Reporte de gastos programados y gastos demandados .....	75
8.8	Priorización de los riegos a nivel de PC toma granja .....	76
8.8.1	Coeficientes de selección .....	76
8.8.2	Semana de distribución .....	77
8.8.3	Ejecución del algoritmo de distribución .....	78
<b>9</b>	<b>ALCANCES Y LIMITACIONES DEL SISTEMA .....</b>	<b>81</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
10.1	Conclusiones .....	83
10.2	Recomendaciones .....	84
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>85</b>
ANEXO 1	GLOSARIO DE TERMINOS .....	89
ANEXO 2	DATOS DE PRUEBA DEL ALGORITMO .....	95
ANEXO 3	DICCIONARIO DE DATOS .....	104
ANEXO 4	MANUAL DEL SISTEMA .....	120

## **CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS**

<b>Cuadro 1.</b>	Unidades lógicas del sistema SIGE-MR .....	58
<b>Cuadro 2.</b>	Patrón de cultivos del ciclo otoño-invierno de las sección 37. ....	61
<b>Cuadro 3.</b>	Siembras establecidas capturadas en la sección 37. ....	62
<b>Cuadro 4.</b>	Solicitudes de riego registradas en la sección 37 del 6/Nov/2006 al 12/Nov/2006 del 2006. ....	64
<b>Cuadro 5.</b>	Estructura de los registros de los días riego de las solicitudes de la sección 37 .....	65
<b>Cuadro 6.</b>	Cálculos de gastos por punto de control para el canal Ramal 5+700. ....	66
<b>Cuadro 7.</b>	Cálculos de gastos por punto de control para el canal Ramal 6+700. ....	67
<b>Cuadro 8.</b>	Cálculos de gastos por punto de control para el canal Ramal 7+700. ....	67
<b>Cuadro 9.</b>	Cálculos de gastos por punto de control para el canal Lateral 23+700. ....	68
<b>Cuadro 10.</b>	Gastos acumulados por toma canal en lps de la sección 37. ....	68
<b>Figura 1.</b>	Esquema tipo de la red de distribución de un distrito de riego. ....	8
<b>Figura 2.</b>	Esquema a detalle de una sección de riego. ....	9
<b>Figura 3.</b>	Esquema ejemplo del modelo Entidad-Relación .....	13
<b>Figura 4.</b>	Esquema ejemplo de una tabla Relacional .....	14
<b>Figura 5.</b>	Distrito de Riego 075 “Valle del Fuerte” .....	15
<b>Figura 6.</b>	Circuito del proceso de solicitud y entrega del agua de riego .....	20
<b>Figura 7.</b>	Tipos de sistemas de información .....	22
<b>Figura 8.</b>	Arquitectura del sistema SIGUE-MR .....	33
<b>Figura 9.</b>	Secuencia de los subprocesos de información .....	34
<b>Figura 10.</b>	Descripción de los cuatro subprocesos del sistema SIGUE-MR. ....	34
<b>Figura 11.</b>	Unidades de procedimientos y funciones del sistema SIGE_MR .....	36
<b>Figura 12.</b>	Arquitectura de la interfaz gráfica .....	37
<b>Figura 13.</b>	Acceso al sistema por tipo de usuario .....	37

<b>Figuras 14a, 14b y 14c</b>	Modelo Entidad – Relación	38,39,40
<b>Figura 15a y 15b.</b>	Modelo Relacional des sistema SIGE_MR.	41, 42
<b>Figura 16.</b>	Pantalla de acceso al sistema	44
<b>Figura 17.</b>	Interfaz principal del usuario	45
<b>Figura 18.</b>	Opciones del módulo catálogos.	45
<b>Figura 19.</b>	Módulo Panel de control	46
<b>Figura 20.</b>	Módulo infraestructura.	47
<b>Figura 21.</b>	Módulo agrícola.	47
<b>Figura 22.</b>	Módulo riego.	47
<b>Figura 23.</b>	Módulo Hidrometría.	48
<b>Figura 24.</b>	Módulo reportes.	48
<b>Figura 25.</b>	Creación de la lista doblemente enlazada.	49
<b>Figura 26.</b>	Características de un nodo de la lista doblemente enlazada.	50
<b>Figura 27.</b>	Lista doblemente ligada de la red de distribución.	50
<b>Figura 28.</b>	Gastos en PC toma granja o directa, PC toma canal y PC de partida	54
<b>Figura 29.</b>	Diagrama de flujo del algoritmo de integración de gastos	55
<b>Figura 30.</b>	Diagrama de flujo del módulo de acumulación de gastos.	56
<b>Figura 31.</b>	Unidades lógicas del sistema.	60
<b>Figura 32.</b>	Acumulación de gastos semanal por toma, punto de control y canal.	70
<b>Figura 33.</b>	Hidrogramas de gastos demandados semanalmente por canal.	71
<b>Figura 34.</b>	Reporte semanal de demanda de riegos en formato Excel.	72
<b>Figura 35.</b>	Reporte de demandas semanales en puntos de control.	73
<b>Figura 36.</b>	Gastos programados del módulo de riego.	74
<b>Figura 37.</b>	Registro de aforos	75
<b>Figura 38.</b>	Gastos programados y entregados en el PC del módulo	75
<b>Figura 39.</b>	Coefficientes de selección.	77
<b>Figura 40.</b>	Fechas de inicio y final del programa semanal de gastos.	77
<b>Figura 41.</b>	Ejecución del algoritmo.	78
<b>Figura 42.</b>	Distribución de riegos.	79
<b>Figura 43.</b>	Gráfica de la distribución de gastos.	80

## **1. INTRODUCCIÓN**

La práctica de una agricultura intensiva y competitiva requiere del uso del riego tecnificado bajo un esquema de uso eficiente del agua, debido a que la disponibilidad del agua es cada vez mas reducida e incierta en las regiones agrícolas bajo riego. En México, la mayor parte de los recursos hídricos se destinan al sector agrícola, en particular, a los distritos de riego (DR) que son los principales usuarios. Del total del área bajo riego, 60% se concentra en 85 distritos de riego y el 40 % restante está repartido en más de 27,000 pequeñas unidades de riego (Lomelí, 1999; Comisión Nacional del Agua, 2004).

Los DR son unidades administrativas delimitadas geográficamente que tienen una infraestructura hidráulica que permite almacenar y/o derivar y distribuir el agua de las fuentes de abastecimiento, hasta las parcelas de cultivos. Para transportar el agua desde la fuente hasta cada una de las parcelas, se utiliza una red de distribución conformada por canales y/o tuberías y obras de control, que permiten organizar la distribución de agua entre unidades, zonas y secciones de riego, hasta su entrega a nivel parcelario. La distribución del agua tiene como objetivo proporcionar el agua a los cultivos de manera oportuna y en la cantidad requerida para asegurar una producción comercial. La distribución del agua puede realizarse principalmente por demanda controlada, tandeo o demanda libre. En México el principal método de entrega de agua es por demanda controlada (Palacios Vélez y García, 1989).

La red de canales de distribución es organizada en niveles de operación (distrito, unidades y módulos). El personal de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) del DR controla las fuentes de abastecimiento y entrega el agua (programada anualmente) a las unidades de riego y éstas a los módulos y finalmente los módulos a las parcelas.

Uno de los problemas principales en la operación de los módulos de riego es la necesidad de procesar la gran cantidad de datos generados diariamente relacionados

con las solicitudes de agua para regar, la programación y la distribución del agua de riego. Lo cual ocasiona atrasos y errores en las actividades y en los informes estadísticos, por lo que el uso de la tecnología informática es importante para procesar la información y facilitar la toma de decisiones por parte de los técnicos responsables.

En las zonas de riego se han desarrollado sistemas computacionales para el procesamiento de datos relacionados con la operación de la red de distribución. Sin embargo, estos sistemas no involucran los aspectos más importantes en la distribución del agua, desde que la reciben hasta la entrega al usuario y son creados de forma específica para algún módulo, en consecuencia su aplicabilidad es limitada para otros módulos.

En varios DR es posible contar con información digital sobre los cultivos, parcelas, usuarios, redes de canales, estructuras y puntos de control; dicha información está organizada en bases de datos relacionales. Esta información es utilizada por sistemas computacionales como el SIPAD, PLAN-DR, SPRITER, SISTAG-DR (desarrollados por el IMTA y CONAGUA), entre otros. Esta información constituye la base para organizar la distribución del agua. Hasta la fecha estos sistemas no están homologados y constituye un reto su interrelación.

En el presente trabajo se presenta el diseño y programación de un sistema computacional para mejorar la gestión de la distribución del agua en módulos de riego. Este sistema considera los aspectos más relevantes de la programación y distribución del agua desde la fuente a la toma parcelaria e incorpora un algoritmo recursivo para realizar la integración de volúmenes desde nivel parcela hasta nivel de fuente de almacenamiento. La validación del sistema se realizó con datos reales de operación del modulo de riego III-1 "Santa Rosa" del distrito de riego 075 Río Fuerte ubicado en el estado de Sinaloa, México.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Desarrollar un sistema informático para la gestión de la programación y distribución del agua a nivel de módulo de riego, que facilite el registro y seguimiento de las solicitudes de riego, la programación de la distribución, y la generación de reportes a diferentes niveles jerárquicos de la operación de un módulo de riego.

### **2.2 Objetivos Particulares**

- Diseñar la arquitectura del sistema informático, con base en un análisis de requerimientos, para crear una base de datos con la información básica y temporal, relativa a la programación y distribución del agua de riego y generar los reportes de distribución utilizados en los módulos de riego.
- Diseñar los algoritmos computacionales para realizar la programación y distribución del servicio de riego considerando las restricciones hidráulicas del sistema de conducción y distribución y las restricciones ligadas al desarrollo de los cultivos.
- Diseñar un algoritmo recursivo para realizar la integración de volúmenes demandados diariamente a cualquier nivel de organización de la red de distribución.
- Validar el sistema utilizando datos del módulo de riego "Santa Rosa" del Distrito de Riego 075 "valle del fuerte".
- Implementar el sistema diseñado en el lenguaje de programación Pascal bajo la plataforma de desarrollo visual DELPHI 6.0.

## **3 OPERACIÓN DE UN DISTRITO DE RIEGO**

### **3.1 Estructura de los distritos de riego**

Los distritos de riego son unidades administrativas delimitadas geográficamente que constan de cuatro tipos de obras que permiten realizar su operación: las obras de cabeza (presas de almacenamiento y plantas de bombeo); la red de conducción y distribución y sus estructuras de control para captar y derivar el agua para conducirla hasta las parcelas cultivadas; la red de drenaje que permite evacuar los excesos de agua, tanto superficiales, como subsuperficiales, debidos a la lluvia o sobrierigos; y la red de caminos, indispensables para la movilidad del personal de operación y auxiliares y para el movimiento de los insumos y productos del distrito de riego.

### **3.2 Red de conducción y distribución**

La red de canales de conducción y distribución de un DR puede ser de tierra o revestidos de concreto. La red de distribución, para su operación, cuenta con estructuras hidráulicas de control y cruce. Las cuales se clasifican como bocatomas, tomas directas, represas, aliviadores, caídas, rápidas, estructuras de aforo y de desfogue final. Las bocatomas permiten derivar el agua a otros canales. La toma directa o toma granja permite entregar el agua a nivel de parcelas. Las estructuras de cruce permiten librar obstáculos naturales como arroyos, cerros, barrancas o para librar el cruce de caminos, drenes y vías ferroviarias.

Los canales se clasifican de acuerdo a su nivel jerárquico de derivación: el canal principal se deriva de la obra de toma o del tramo muerto, posteriormente se conectan los canales laterales, sublaterales, ramales, subramales, subsubramales y subsubsubramales

Los puntos de control son estructuras hidráulicas localizadas en la red de distribución, donde se reciben, entregan y miden los volúmenes de agua. Se ubican en los sitios de alimentación de las secciones y zonas de riego y en la derivación de los canales. Las

tomas directas también se consideran como puntos de control, ya que es donde se realiza la entrega del agua a los usuarios de riego.

### **3.3 Distribución del agua**

El proceso de la distribución del agua de riego se refiere al “Cómo”, “Cuándo” y “Cuánto” volumen de agua se transportará desde la obra de almacenamiento hasta donde se le requiera (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1981). Para ello se utiliza la red de canales y las estructuras de control, para distribuir el agua entre las distintas unidades, módulos, zonas y secciones de riego.

Como el destino final de la distribución es su aplicación al cultivo, es de vital importancia que el servicio de riego sea oportuno y eficiente para satisfacer la demanda de riego de los cultivos. Debido a la falta de información oportuna las pérdidas de agua por una operación deficiente pueden ser importantes. Este problema es mayor cuando la disponibilidad de agua es incierta: en estos casos se desea que la distribución se realice con el mínimo de pérdidas, para ello es necesario disponer de una herramienta informática capaz de procesar grandes cantidades de información en tiempos cortos para apoyar con oportunidad a los técnicos operadores en la toma de decisiones.

#### **3.3.1 Métodos de distribución del agua**

En las zonas de riego se consideran cuatro métodos de distribución de agua, y estos son: distribución continua, distribución por demanda libre, distribución por demanda controlada y la distribución por rotación, turno o tandeo (Palacios Vélez y García, 1989).

##### **3.3.1.1 Distribución continua**

Esta técnica se efectúa en parcelas muy grandes, para uso industrial o doméstico del agua. Los DR distribuyen de esta forma una pequeña parte del agua, en un gasto más o menos fijo en forma continua durante todo el ciclo de operación o durante gran parte de éste.

### **3.3.1.2 Distribución al pedido libre o demanda libre**

En México esta forma de distribución es raramente aplicada en sistemas por gravedad ya que requiere abundancia de agua, capacidad excesiva de canales y una demanda de riego no muy grande. Sin embargo, en sistemas de distribución a presión el método puede ser más adecuado y otorga mayor flexibilidad en el servicio de riego; en estos sistemas el usuario dispone del servicio de riego cuando lo requiere.

### **3.3.1.3 Distribución por pedido programado o demanda controlada**

Consiste en programar la extracción de agua de la fuente de abastecimiento de acuerdo a los pedidos de los usuarios en un periodo dado, la extracción y el caudal conducido por la red de distribución tiene que ajustarse en cada período. Con el fin de mejorar la eficiencia de conducción conviene que el período sea de varios días; sin embargo a mayor período de programación, con menor oportunidad puede entregarse el agua a los usuarios, al menos que éstos se coordinen con los operadores del distrito de riego.

Este método de distribución es que se utiliza frecuentemente en los distritos de riego de México, esto es porque las demandas se deben ajustar a la capacidad de los canales. Para aplicar el riego oportuno, en este método se ajusta la programación del riego de acuerdo a la situación (Palacios Vélez y García A., 1989).

### **3.3.1.4 Distribución por turno o tandeo.**

El agua se entrega al usuario con cierta periodicidad y de acuerdo a un calendario de riegos que se elabora para cada sección del módulo de riego. En este caso el usuario se ajusta a las fechas que le proporciona el distrito de riego; sin embargo como los terrenos de cultivos presentan gran variabilidad en las propiedades del suelo, se presenta el problema de un buen acoplamiento entre la oferta y la demanda de riego. Este método de distribución es apropiado en zonas de riego homogéneas en términos de cultivos y de suelos. Puede aplicarse en épocas de sequía, cuando la disponibilidad hídrica es baja o en casos donde existen problemas con la capacidad de la red de distribución.

### **3.3.2 Proceso de distribución del agua en los distritos de riego**

Los módulos de riego elaboran para cada ciclo agrícola, el plan de cultivos, el cual está en función de la disponibilidad del agua en las fuentes de aprovechamiento y de las políticas agrícolas. El padrón de cultivos y las demandas hídricas por cada cultivo, permiten estimar los volúmenes de agua a consumir mensualmente durante el año agrícola.

Cuando las siembras se ha establecido y los cultivos requieren el agua, los usuarios realizan sus solicitudes de riego en las oficinas del módulo de riego. El encargado de la distribución del agua registra, autoriza y acumula los gastos demandados por los usuarios, a nivel de toma parcelaria y después a nivel sección, a nivel zona y por último a nivel del modulo. En cada nivel, se agregan las pérdidas intrínsecas de cada canal. La integración de gastos solicitados a nivel diario permite realizar una programación semanal de los volúmenes solicitados en los puntos de control y elaborar la solicitud de volúmenes demandados al distrito de riego.

El distrito de riego integra los gastos demandados por cada módulo de riego y de acuerdo a la capacidad de los canales y a las prioridades de los módulos, se programa semanalmente la entrega de agua en los puntos de control de entrega-recepción de cada módulo.

Con los gastos o caudales entregados por el distrito de riego, los técnicos de operación del módulo se encargan de realizar la distribución del agua a los diferentes niveles de operación de la zona de riego hasta llegar a nivel de toma parcelaria, que es donde los usuarios la reciben y éstos se encargan de conducirla hasta las parcelas de riego.

La entrega del agua a los usuarios puede demorar hasta tres días. En la Figura 1 se muestra un esquema de la red de distribución de un distrito de riego. El distrito de riego se divide en Unidades, Módulos, Zonas y secciones de riego, con su respectivo punto de control para cada división. La Figura 2 muestra el detalle de una sección de riego.

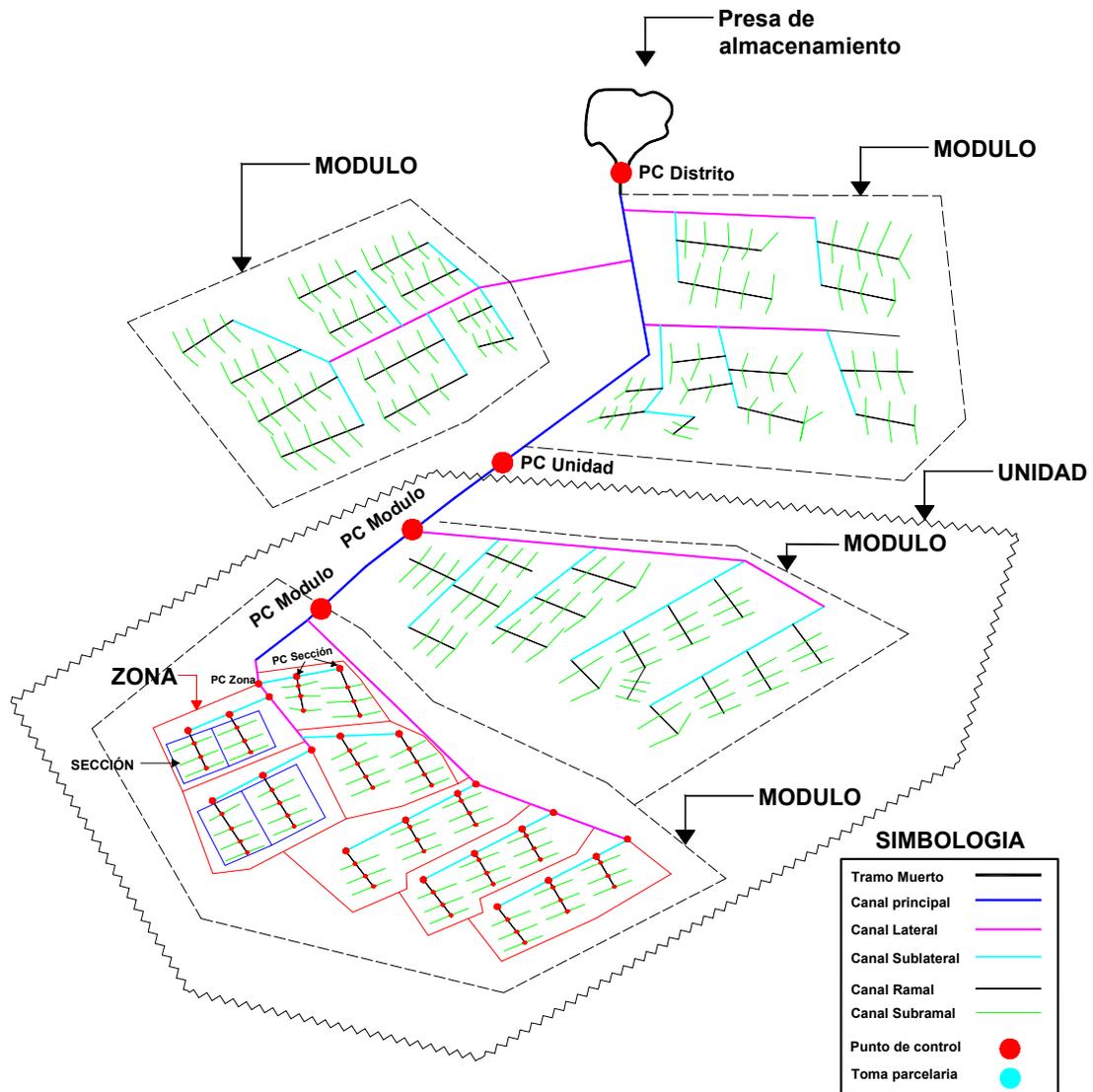
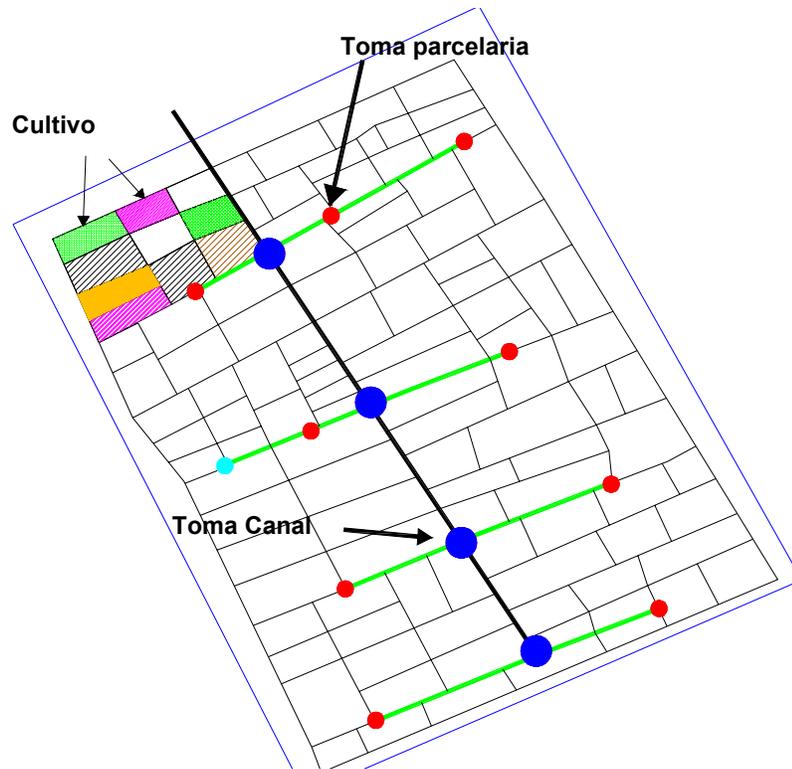


Figura 1. Esquema tipo de la red de distribución de un distrito de riego.



**Figura 2.** Esquema a detalle de una sección de riego.

### 3.4 Pérdidas de conducción en canales

En el proceso de conducción del agua de riego desde la fuente de abastecimiento hasta la parcela del usuario, se producen pérdidas las cuales se clasifican en: pérdidas por evaporación, por infiltración, por fugas y debidas a problemas en la operación de los canales. Las pérdidas por fugas y operación, son las más importantes y pueden ser del orden de 40%. (Takeda Inuma J., 1998)

**Pérdidas por evaporación:** estas pérdidas no son significativas y en general no se toman en cuenta en los cálculos de los caudales a derivar (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1977).

**Pérdidas por infiltración:** éstas dependen del perímetro mojado, de la longitud del canal, de la carga hidráulica, del coeficiente de infiltración, etc.; para reducirlas se trata de mantener constante el tirante de los canales, también se puede concentrar el área e riego para evitar lo mayor posible los recorridos del agua (Palacios Vélez, 1971).

**Pérdidas por fugas:** las fugas se producen en obras incompletas, en los sellos de las compuertas y en estructuras dañadas.

**Pérdidas por problemas de operación:** estas pérdidas son generadas por la falta de programación adecuada, por descuidos del personal en el manejo de las estructuras de control o por problemas de los usuarios para recibir el servicio de riego. La falta de información confiable y oportuna debido a la carencia de una base de datos actualizada ocasiona, con frecuencia, pérdidas importantes de agua.

### **3.5 Plan de riegos**

El plan de riegos de un distrito, es la planeación por ciclo agrícola que especifica las superficies y cultivos a establecer en el distrito, según las disponibilidades hidráulicas y el plan agrícola anual; los volúmenes de agua necesarios para cubrir las demandas requeridas para riego, usos domésticos, industriales y otros, distribuyendo por meses los consumos específicos y las extracciones requeridas de la fuente de abastecimiento

### **3.6 Programación del riego**

La programación del riego tiene como propósito la aplicación oportuna del agua a los cultivos de acuerdo a sus fases de desarrollo, para asegurar la cosecha. Para ello, se requiere saber cuánto y cuándo regar según la etapa de desarrollo, por lo que se debe definir el orden de entrega, horario y caudal del agua de riego (Grassi, 1977).

La programación del riego, bajo demanda controlada permite definir para cada sección del riego el orden, caudal y horario de entrega del agua de cada toma parcelaria.

Para reducir las pérdidas de agua por conducción a nivel de toma parcelaria, se busca el menor recorrido, para ello la repartición del agua en cada parcela es de acuerdo a su posición con respecto al canal de distribución, siendo las más alejadas las primeras en regar, reduciendo así la longitud de mojado del canal a medida que los riegos se aplican.

El volumen por aplicar en cada parcela depende de la lámina de riego requerida por el cultivo y del área de la parcela. Luego, el tiempo de riego programado permite calcular el gasto de entrega a la parcela. Este gasto se afecta por la eficiencia global, del canal hasta la toma parcelaria. Si el gasto por aplicar es pequeño será difícil aplicar, para solventar esta situación, se agrupan gastos de diferentes tomas, luego se turnan el gasto según la localización de éstas, asegurándose de no exceder la capacidad de canales y de tomas (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1977).

### **3.7 Estimación de las demandas de agua**

Los gastos máximos de entrega a los usuarios, están condicionados por la capacidad de los canales. Por ello, se recomienda la distribución por demanda programada y controlada.

El proceso inicia con una solicitud de riego por parte de los usuarios de riego. Luego, se realiza una acumulación de gastos demandados para cada toma del canal. Estos gastos se va integrando desde el punto de control más alejado de la red hasta el punto de control del módulo de riego; a la suma total se acumulan las demandas no agrícolas tales como el agua para uso urbano, cuyo gasto es constante para todo el año. En general, en cada nivel de operación los gastos son afectados por las correspondientes eficiencias de conducción o pérdidas de conducción.

Si el gasto demandado en una semana es mayor al servido por el canal de riego, se realiza un calendario de riegos por periodos de una semana (7 días).

#### **4. MODELO DE DATOS**

Todo sistema de información requiere de información básica para la toma de decisiones, dicha información debe estar almacenada y organizada en forma coherente, íntegra y persistente para su consulta rápida. Para ello, se utiliza un modelo de datos.

Un modelo de datos es un sistema formal y abstracto que permite describir los datos de acuerdo con reglas y convenios predefinidos. Es formal dado que los objetos del sistema se manipulan siguiendo reglas perfectamente definidas y utilizando exclusivamente los operadores definidos en el sistema, independientemente de lo que estos objetos y operadores puedan significar (Ullman, 1999).

De los distintos modelos de datos, el modelo relacional es el más utilizado por la facilidad para su implementación. El desarrollo del modelo relacional se facilita con el desarrollo previo, del modelo Entidad-Relación (E-R). El cual, representa la realidad mediante el uso de objetos geométricos. A continuación se explican ambos modelos.

##### **4.1 Modelo Entidad-Relación**

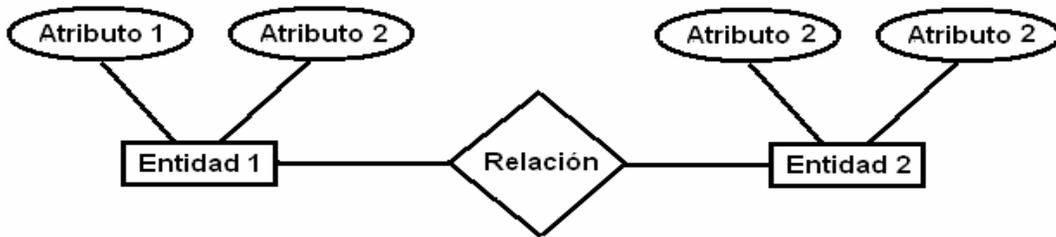
El modelo de datos E-R está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos, llamados entidades, y de relaciones entre estos objetos. Una entidad es un objeto del mundo real que es distinguible de otros objetos. Las entidades se describen en una base de datos mediante un conjunto de atributos. Una relación es una asociación entre varias entidades (Silberschatz et al., 2002).

En el modelo E-R la estructura lógica general de una base de datos se puede expresar gráficamente, mediante los siguientes componentes:

- Rectángulos: que presentan conjuntos de entidades.
- Elipses: que representan atributos.

- Rombos: que representan relaciones entre conjuntos de entidades.
- Líneas: que unen los atributos con los conjuntos de entidades y los conjuntos de entidades con las relaciones.

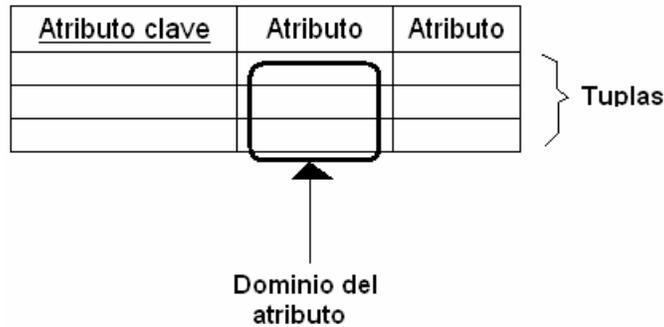
Los atributos pueden tener múltiples valores o ser calculados, los primeros son aquéllos que tienen más de un valor y los segundos que se obtienen mediante alguna operación realizada con otros atributos. Los atributos con valores múltiples se representan por una elipse doble y los calculados por una elipse punteada. En la Figura 3, se muestra un ejemplo del modelo E-R.



**Figura 3.** Esquema ejemplo del modelo Entidad-Relación.

## 4.2 Modelo Relacional

El modelo relacional utiliza un grupo de tablas para representar los datos y las relaciones entre éstas. Cada tabla esta compuesta por varias columnas, y cada columna posee un nombre único. Las tablas representan entidades y las columnas atributos, cada renglón es llamado tupla o registro y el conjunto de valores que puede contener un atributo se le denomina dominio del atributo, Un atributo clave es aquel que identifica de forma única a cada tupla de la tabla. En la Figura 4 se muestra una tabla relacional.



**Figura 4.** Esquema ejemplo de una tabla relacional.

## **5 DISTRITO DE RIEGO 075, “VALLE DEL FUERTE”, SINALOA.**

El sitio de validación del sistema desarrollado en la presente tesis fue el módulo III-1 Santa Rosa del Distrito de Riego 075 (DR075) “Valle del Fuerte” ubicado en el norte del estado de Sinaloa y comprende parte de los municipios del Fuerte, Ahome, Guasave y Sinaloa, y cubre una superficie bruta de 287,349 ha. El DR075 está ubicado dentro de los límites de las coordenadas 25° 20’ a 26° 05’ de latitud norte y 108° 25’ a 109° 25’ de longitud oeste, con una altitud de 15 m.

El DR075 colinda al norte con el distrito 076 “Valle del Carrizo” y al sur con el distrito 063 Guasave. La precipitación media anual fluctúa entre 170 y 410 mm a lo largo del distrito y se tiene un promedio anual de 340 mm. La temperatura en los meses más calurosos puede ser de 30 °C (con una máxima absoluta de 45 °C en agosto de 1935) y la temperatura mínima de 12 °C (con una mínima extrema de -1 °C en enero de 1971). La evapotranspiración oscila entre 1550 y 1750 mm al año.

La principal fuente de abastecimiento de agua para riego del distrito es el Río Fuerte que nace en el distrito de Mina, Chihuahua y desemboca en el golfo de California realizando un recorrido de 472 Km.

## 5.1 Estructura y organización del DR075

El DR075 está organizado mediante una Sociedad de Responsabilidad Limitada (S. de R.L.) llamada Red del “Valle del Fuerte” (RVF). Esta asociación es el órgano operador de la red mayor de canales y ha estado operando desde su conformación en 1995 con trece socios o módulos de riego. Los objetivos de la S. de R. L. son operar, conservar y administrar la red mayor de canales, drenes, caminos, edificios, derivadoras y sistemas de comunicación que son indispensables para la distribución del agua de riego de acuerdo al programa autorizado por el comité hidráulico. La Figura 5 muestra un esquema del distrito de riego 075 (Red del Valle del Fuerte, 2002).

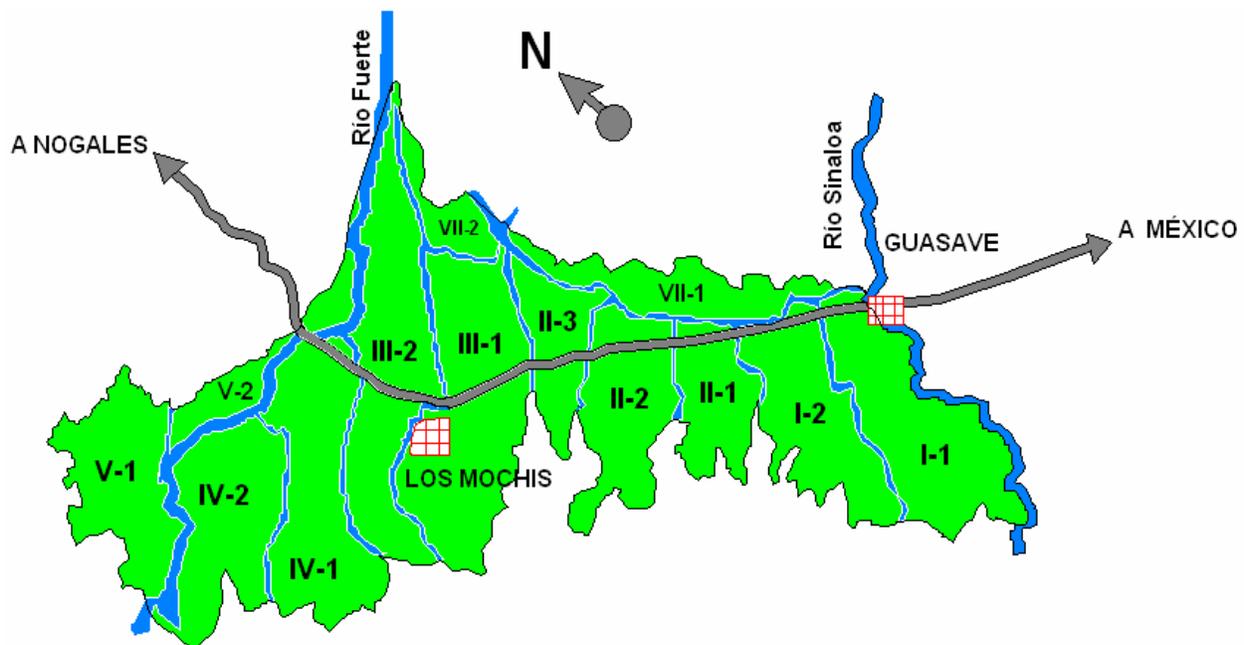


Figura 5. Esquema del distrito de riego 075 “Valle del Fuerte”, Sinaloa.

## 5.2 Distribución del agua en el DR075

La CONAGUA normada por la ley de aguas nacionales, establece para cada usuario del distrito de riego, volúmenes de agua equitativos por hectárea; estipulando los derechos en el padrón de usuarios de cada módulo, a quien se le suscribe un título de concesión

de volúmenes supeditados al volumen medio utilizado para riego en punto de control del módulo, en los últimos veinte años, con especificación de la superficie de riego.

Debido a la escasez actual de agua la asignación de volúmenes en la región se realiza mediante la distribución ponderada del volumen captado por el sistema de presas de la zona norte de Sinaloa en tres distritos de riego, los cuales son: “EL Fuerte - Mayo”, “El Carrizo” y el “Valle del Fuerte”, este último es el de mayor superficie agrícola. Con el volumen establecido para el DR075, se genera el plan de cultivos en el ciclo agrícola presente y se autorizan las siembras.

Con base en el volumen disponible para riego, cada primero de octubre, el DR075 define un volumen de agua para cada módulo de riego del DR, solicitando a cada uno el plan de cultivos y el plan de riegos que se ajuste al volumen asignado para el ciclo. La autorización o corrección de los planes estará supeditada a la CONAGUA.

Cumplido lo anterior el módulo procede a la aplicación del plan de riegos y a establecer compromisos de servicios de riego a quienes presenten los permisos de siembra y sus respectivos pagos de servicio. Los servicios de riego son proporcionados de acuerdo a los programas semanales de solicitudes de riego.

Si se presentan eventos de precipitación en invierno, la CONAGUA determina durante los primeros 15 días del mes de febrero, la asignación de volúmenes excedentes para cada módulo de riego. Es obligación de cada módulo sujetarse a la asignación individual de agua de gravedad y pozos. El establecimiento de cultivos extras dependerá de la posibilidad de enajenación de volúmenes de otros módulos supeditados a la anuencia de la CONAGUA y del Comité Hidráulico.

### **5.3 Plan de riegos del DR075**

El plan de riegos del DR075, es el programa por ciclo agrícola que fija las superficies de los cultivos a desarrollar en el distrito en función de las disponibilidades hídricas y del

plan agrícola nacional que dicte la CONAGUA, los volúmenes de agua necesarios para cubrir las demandas requeridas para riego, usos doméstico, industriales y otros, distribuyendo por meses los consumos específicos y las extracciones requeridas de la fuente de abastecimiento.

El objetivo del plan de riegos es conciliar y aprovechar al máximo los recursos agua, suelo, planta y obras del distrito en debida coordinación con las diferentes dependencias, instituciones de crédito y los propios usuarios que se encuentran representados en el comité hidráulico.

En el DR075 el plan de riegos es elaborado por el módulo de riego y enviado a la S. de R. L. para que de común acuerdo con la CONAGUA sea aprobado o ajustado según los volúmenes disponibles en presas. El plan de riegos toma como base el patrón de cultivos generado en base a la experiencia agrícola de ciclos y años anteriores.

#### **5.4 Programación de riegos en el DR075**

La programación de riegos, se realiza para cada ciclo agrícola. A los usuarios se les asigna el volumen requerido para satisfacer sus necesidades de riego, tomando en cuenta lo siguiente:

- a) clase y número de cultivos.
- b) Disponibilidad de agua para cada ciclo.
- c) Derechos proporcionales al servicio de riego, de acuerdo, con el padrón de usuarios.
- d) Lo dispuesto en el reglamento de operación que la CONAGUA ha aprobado en cada distrito.

En los períodos de escasez de agua, la distribución del agua disponible se efectúa equitativamente entre pequeños propietarios, colonos y ejidatarios o comuneros. En los periodos excedentarios de agua, se prevé el aumento en el servicio para mayores superficies cultivables, o la repetición de cultivos en un mismo ciclo agrícola, pero sin

que esto implique un aumento definitivo en los derechos reconocidos a los usuarios en los padrones en épocas normales.

#### **5.4.1 Programación semanal del riego**

El módulo de riego elabora programas semanales de riego en base a las necesidades hídricas de los cultivos y las solicitudes de riego de los usuarios, considerando las eficiencias de conducción desde el punto más alejado hasta el punto de control del módulo, siendo en este punto, donde se le solicita a la red mayor entregar el volumen requerido. La red mayor solicita oficialmente a la CONAGUA cada viernes el programa de gastos diarios necesarios para la semana siguiente.

El programa semanal de riegos del módulo es enviado a la Red Mayor todos los jueves para asegurar el servicio en la siguiente semana. En caso de requerir una modificación de gastos la solicitud se presenta a la Red Mayor los días martes.

#### **5.4.2 Solicitudes del riego**

En el DR075, la solicitud se realiza de dos maneras: la primera es mediante el pronóstico del riego del cultivo en base a la información climática; para el pronóstico se utiliza el sistema SPRITER (Ojeda et al., 2007); la segunda es cuando el usuario realiza personalmente la petición del servicio de riego al módulo; si en el módulo se tiene el SPRITER, el personal del módulo verifica en campo las condiciones hídricas del cultivo en la parcela del usuario con la finalidad de corroborar los resultados del pronóstico y en su defecto reajustar el sistema.

El proceso de solicitud del riego inicia cuando el usuario acude con el jefe de sección para realizar su solicitud de riego proporcionando los datos del canal, toma de agua, parcela, lote, superficie, cultivo, fecha de inicio y fin de riego.

#### **5.4.3 Integración de las demandas en puntos de control**

Los puntos de control (PC) se clasifican en tres tipos: de aforo, de recepción y de entrega, los primeros son utilizados para registrar el volumen de agua que circula por los canales, los PC de recepción permiten recibir el agua del nivel operativo superior.

Los niveles operativos son: Módulo, Zona y Sección. Los PC de entrega permiten suministrar el agua de riego a las parcelas.

Cada *PC de entrega* (tomas granjas o directas) suministra a una o varias parcelas cultivadas y en cada parcela pueden estar establecidos varios cultivos, mismos que demandan diferentes riegos.

La integración de demandas en PC inicia con la acumulación de los gastos demandados en los *PC de entrega* y se acumulan hasta los *PC de Sección*, posteriormente se suman los gastos de las secciones para obtener los totales por *PC de Zona*; por último se suman los gastos por zonas para obtener los gastos y volúmenes demandados a nivel de PC de Módulo. La integración se realiza para cada día de la semana de programación.

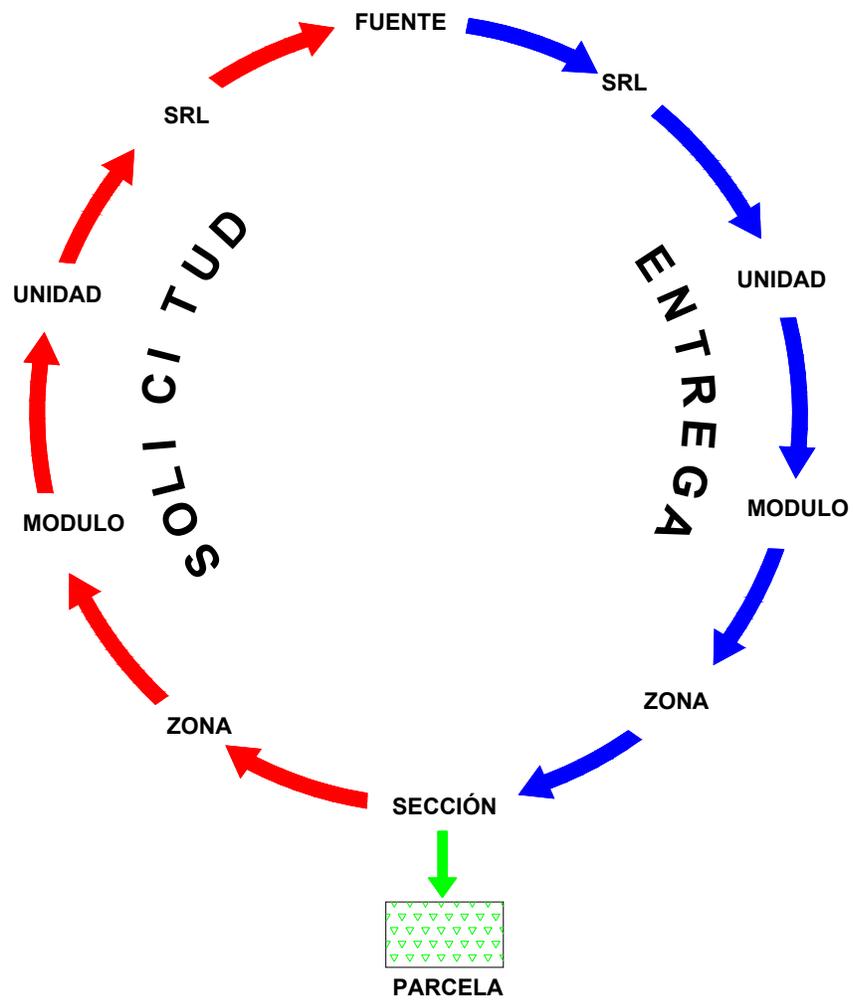
#### **5.4.4 Solicitudes de gastos en los puntos de control a nivel de módulo**

El módulo realiza la solicitud de gastos diarios demandados para cada semana de programación a la red mayor (S.R.L), quien solicita los gastos programados para cada módulo de riego a la CONAGUA. Los gastos solicitados se entregan a los módulos de riego en sus PC a nivel de módulo.

#### **5.4.5 Programación de la entrega a los usuarios**

Cuando el volumen de agua ha sido autorizado, el módulo procede a programar la distribución del agua a lo largo de la semana. La distribución inicia en orden inverso a lo solicitados. Inicia con las zonas de riego, continúa con las secciones de riego y termina a nivel de toma parcelaria. El proceso de distribución esta restringido por la capacidad de canales y el orden de solicitudes autorizadas.

Si existen usuarios que cancelan sus riegos, el jefe de sección puede autorizar el riego a alguna solicitud que no había sido programada, de esta manera se puede evitar la desviación del gasto a otros canales, agilizar la entrega y evitar los desfogues. Sin embargo el informe de distribución debe ser actualizado. La Figura 6 muestra el orden desde la solicitud hasta la entrega del agua de riego.



**Figura 6.** Circuito del proceso de solicitud y entrega del agua de riego.

## **6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una organización. Los elementos que conforman un sistema de información son: (Cohen y Asin, 2003).

- Equipo de cómputo: es el hardware necesario para que el sistema pueda operar, incluye computadoras y dispositivos externos de la misma.
- Recurso humano: lo forman las personas que utilizan el sistema, alimentándolo con datos o utilizando los resultados que genere.
- Los datos o información fuente: son los datos de entrada que la computadora necesita para poder generar los resultados deseados.
- Software: son los programas que procesaran los datos de entrada para producir el resultado.
- Telecomunicaciones: facilitan la transmisión de texto, datos, imágenes y voz en forma electrónica.
- Procedimientos: incluyen las políticas y reglas de operación, tanto en la parte funcional del proceso de negocio, como los mecanismos para hacer trabajar una aplicación en la computadora.

### **6.1 Funciones básicas de un sistema de información**

Un sistema de información realiza cuatro funciones básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

**Entrada de información:** es el proceso mediante el cual se toman los datos necesarios en el SI, la información puede entrar de forma manual o automática por medio de una interfaz que interactúa con alguna aplicación o servidor de bases de datos.

**Almacenamiento de la información:** es una de las actividades fundamentales de la computadora, por medio de la cual puede recuperarse la información guardada en una sesión o proceso anterior. La información suele ser almacenada en archivos o bases de datos, en discos duros, discos compactos (CD-ROM, DVD) o cintas magnéticas.

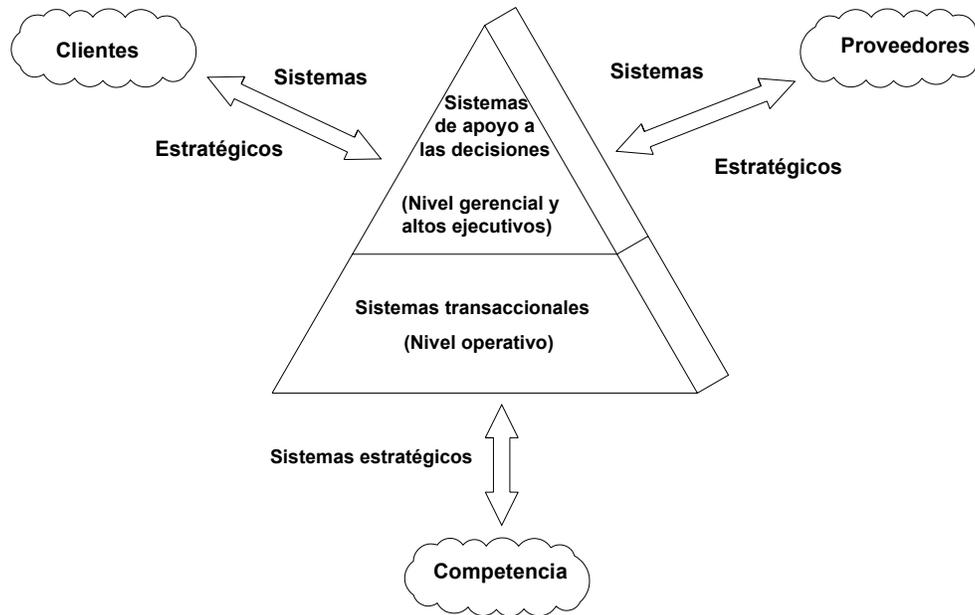
**Procesamiento de la información:** es la capacidad del sistema para realizar cálculos de acuerdo con las operaciones establecidas y con ello transformar la información de entrada para facilitar la toma de decisiones.

**Salida de información:** es la capacidad del sistema de mostrar los resultados al exterior y poder grabar, imprimir o exportar a otra aplicación dichos resultados.

## 6.2 Clasificación de los sistemas de información

Los sistemas de información se agrupan en tres grandes grupos que son (ver Figura 7):

- a) **Sistemas de información de procesos automatizados:** son sistemas que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización, también se les conoce como sistemas transaccionales, porque su función es procesar transacciones como pagos, cobros, pólizas, entradas y salidas, etc.
- b) **Sistemas de información para la toma de decisiones:** los sistemas que se tienen son:
  - Sistemas de apoyo a la toma de decisiones(DSS)
  - Sistemas para la toma de decisiones de grupo(GDSS)
  - Sistemas expertos de apoyo a la toma de decisiones (EDSS).
  - Sistemas de información para ejecutivos(EIS)
- c) **Sistemas estratégicos:** son desarrollados por las organizaciones con el fin de tener ventajas competitivas con la tecnología de información.



**Figura 7.** Tipos de sistemas de información (Cohen y Asin, 2003).

### 6.2.1 Sistemas transaccionales

Los sistemas transaccionales tienen las siguientes características:

- Logran ahorros significativos de mano de obra por la automatización de tareas operativas.
- Suelen ser los primeros sistemas que se implantan en las organizaciones.
- Muestran una intensa entrada y salida de información, con cálculos simples.
- Son recolectores de información porque a través de ellos se cargan las grandes bases de información.
- Son justificables porque sus beneficios son muy visibles como el ahorro de trabajo y tiempo.
- Se adaptan fácilmente a paquetes de aplicación disponibles en el mercado.

### 6.2.2 Sistemas de apoyo a las decisiones.

Los sistemas de apoyo a las decisiones tienen las siguientes características:

- Suelen instalarse después de los sistemas transaccionales, porque son su plataforma de información.
- La información generada sirve de apoyo a los mandos intermedios y a la alta administración en la toma de decisiones.
- Suelen ser intensivos en el cálculo pero escaso en las entradas y salidas de información.
- No ahorran mano de obra, lo que los hace difícil de justificar.
- Son interactivos y amigables con estándares de diseño gráfico y visual.
- Apoyan a la toma de decisiones estructuradas o no estructuradas.

### **6.2.3 Sistemas estratégicos**

Los sistemas estratégicos tienen las siguientes características:

- No apoyan la automatización de procesos.
- No apoyan la toma de decisiones.
- Suelen desarrollarse dentro de la organización para adaptarse fácilmente a paquetes comerciales.
- Su desarrollo se basa en incrementos a través de su evolución dentro de la organización.
- Su función es lograr ventajas que los competidores no poseen en los costos de servicios diferenciados con clientes y proveedores. Como ejemplo se tiene el comercio electrónico.
- Su tiempo de vida es el tiempo que tarda los competidores en alcanzar las ventajas de estos sistemas.
- Apoyan la innovación de productos y procesos dentro de la empresa, porque buscan ventajas sobre los competidores.

## **7. DESARROLLO DEL SISTEMA**

De acuerdo a la problemática de la distribución identificada en la operación de los módulos de riego, se desarrolló un sistema de información mixto conformado por un Sistema Transaccional (**ST**) y un Sistema para la Toma de Decisiones (**DSS por sus siglas en inglés, Decision Support Systems**), ambos encapsulados por una misma interfaz gráfica y con acceso por privilegios del usuario.

El **ST** permite realizar la captura del patrón de cultivos, de las siembras por establecer y las solicitudes de riego. El **DSS** permite analizar los gastos programados semanalmente y los gastos demandados por las solicitudes de riego, para generar los programas semanales de distribución del agua de riego, de acuerdo a parámetros de prioridad de riego.

Para el procesamiento y consulta de la información del sistema, se desarrolló una base de datos basada en los modelos entidad relación y relacional. El manejador de la base de datos utilizado es Paradox 7.0. La codificación del sistema se desarrolló en lenguaje pascal bajo la plataforma de desarrollo Delphi 6.

Las metodologías para el desarrollo de sistemas de información son diversas; sin embargo, en la presente tesis se formuló una metodología basada en la experiencia de profesores asesores, experiencia profesional del desarrollador y revisión de diferentes sistemas de información.

### **7.1 Fases de desarrollo del sistema**

Los sistemas de información (**SI**) deben concebirse como una solución integral a los problemas que afectan el desempeño óptimo de una empresa, debido al vasto volumen de datos a procesar y cuyos resultados son relevantes en la toma de decisiones. Para asegurar el éxito de un **SI** deben seguirse en orden cada una de las etapas que van

desde el análisis del problema hasta su validación. Las etapas del **SI** desarrollado en esta investigación se describen a continuación:

- a) Definición del problema.
- b) Identificación de las necesidades y limitaciones del SI.
- c) Definición de los usuarios del SI.
- d) Definición de las funciones del SI.
- e) Definición de la arquitectura del SI.
- e) Definición del modelo de datos del SI.
- f) Diseño de las interfaces del SI.
- g) Programación del SI.
- h) Prueba y validación del SI.

## **7.2 Definición del problema**

El estudio comprende los siguientes aspectos analizados:

**I.** En los módulos de riego (MR) el encargado de operación requiere dar seguimiento a los volúmenes de agua para riego diarios en los siguientes casos:

- a) Riegos por aplicar.
- b) Riegos aplicados.
- c) Riegos que se están aplicando en un momento determinado.

**II.** El volumen de agua suministrado en los puntos de control (PC) ubicados en la red de canales distribución de agua.

**III.** Cada PC puede suministrar el agua a varias parcelas de riego y tener diferente capacidad de entrega.

**IV.** Los usuarios del MR solicitan el servicio de entrega de agua en los días estipulados con el llenado de un formato específico. El módulo se compromete a dar el servicio antes de 72 horas para no ocasionar daños a los cultivos. En el MR de estudio (Santa Rosa) las solicitudes del servicio se reciben los lunes y jueves.

**V.** Al finalizar el día de recepción de solicitudes de riego, el jefe de operación del MR estima el volumen de agua solicitado para tomar la decisión de mantener los volúmenes actuales, recortarlos o aumentarlos de acuerdo a la capacidad de los canales. En cualquier caso, el responsable de operación del MR envía su reporte de movimientos de gastos y volúmenes de agua a la CONAGUA.

**VI.** La estimación de volúmenes de agua del MR inicia con la adición de volúmenes de agua demandados en PC a nivel sección; Luego, se integran a nivel de zona y por último con la suma de volúmenes de cada zona se obtiene el volumen total demandado por el MR. La integración de volúmenes es en volumen bruto<sup>1</sup> a nivel de parcela. Esto es, los volúmenes no están afectados por la eficiencia de conducción de cada canal o en su defecto por las pérdidas asociadas a cada canal.

**VII.** El manejo de información de volúmenes de agua diarios requiere de personal encargado de integrar los volúmenes de agua desde la sección, zona y MR con el auxilio de calculadoras, formatos en papel, hojas electrónicas de cálculo. Con frecuencia, esto conlleva a retrasos y errores en la programación y seguimiento de la distribución del agua. Los errores en los volúmenes generan pérdidas de agua por desfoces al final de los canales.

---

<sup>1</sup> Consultar el glosario de términos en el Anexo 1.

## **7.3 Identificación de las necesidades y limitaciones del sistema**

### **Necesidades del sistema**

- a) Manejador de base de datos para importar la información de catálogos de ejidos, parcelas, cultivos, usuarios y red de distribución del MR.
- b) Controlador de accesos por tipo de usuario, para limitar la consulta, edición o captura de información de acuerdo a los derechos otorgados a cada usuario.
- c) Módulo de captura del padrón de cultivos y permisos de siembra.
- d) Módulo para el registro de folios o permisos de riego y solicitudes de riego.
- e) Módulo para integrar información (a nivel MR) proveniente de las secciones y zonas de riego del MR.
- f) Módulo para trabajar con gastos del plan de riegos, gastos programados y gastos aforados.
- g) Módulo generador de reportes e informes de distribución.
- h) Módulo para efectuar respaldos de información.

### **Limitaciones del sistema**

- a) El sistema no funciona en red, por lo que se ocupan unidades portátiles de grabación de información.
- b) La información del MR se procesa por año agrícola para evitar la saturación de las unidades de almacenamiento en las computadoras que operan en los MR.
- c) En caso de actualizaciones, el sistema se debe reinstalar en cada PC donde se encuentre operando.
- d) La entrada de información al sistema se realiza mediante la captura directa por parte de los jefes de sección, zona y personal del módulo por lo que puede presentar incongruencias de captura.

## 7.4 Definición de los usuarios del sistema

El sistema maneja cuatro tipos de usuario, los cuales se describen a continuación.

**7.4.1 Usuario administrador:** es el encargado de configurar el sistema, de crear, de modificar o de restringir todas las cuentas de usuario y sesiones de trabajo del sistema.

**7.4.2 Usuario ejecutivo:** es el encargado de revisar y corregir la información capturada en el sistema; así como de la programación de los riegos y generación de reportes. Este usuario tiene privilegios para crear, cancelar y restringir cuentas de usuario inferiores a su nivel, lo mismo para las sesiones de trabajo. Este usuario generalmente es el encargado del área de información hidrométrica.

**7.4.3 Usuario de Captura:** este usuario no puede capturar, modificar o consultar información de otras cuentas. Sólo puede consultar y capturar la información que le corresponde a su sesión de trabajo. Una vez capturada y validada su información, no puede modificarla ulteriormente.

**7.4.4 Usuario de consulta:** este usuario tiene acceso de solo lectura, la información que puede consultar está restringida por el usuario administrador o ejecutivo.

## 7.5 Definición de funciones del sistema

Las funciones del sistema se dividen en: funciones relacionadas con la base de datos, funciones para despliegue de información en pantallas, funciones que trabajan con formularios, funciones que manejan fechas y horas, y funciones del algoritmo de distribución e integración de volúmenes de agua de riego.

En Delphi existen componentes que encapsulan procedimientos de consulta a bases de datos, procedimientos para el despliegue gráfico de datos y procedimientos de consulta al sistema operativo. Algunas de las funciones del sistema desarrollado parametrizan el

uso de los componentes siguientes: TQuery, TTable, TTreeView, TComboBox, TChart y TNoteBook, tal como se explica a continuación.

### 7.5.1 Funciones relacionadas con la base de datos

**Creación de componentes TQuery:** permiten crear consultas en SQL.

**Creación de componentes TTable:** permiten modificar las bases de datos y se ocupan filtros para evitar que la tabla creada cargue a memoria todos los registros de la base de datos, evitando un posible desbordamiento de memoria.

**Manipulación de Cuentas de usuario:** permiten editar, eliminar o crear cuentas de usuario

**Manipulación de sesiones de trabajo:** permiten editar, eliminar o crear sesiones de trabajo.

**Manipulación de permisos de usuario:** permiten editar, eliminar o crear permisos de usuario

**Importación/Exportación de catálogos:** permiten cargar a las bases del sistema los catálogos de ejidos, parcelas, usuarios, cultivos, canales y puntos de control del MR.

**Respaldo de información:** permiten grabar en unidades externas los datos por año y ciclo agrícola en el tiempo que se desee.

### 7.5.2 Funciones que manejan fechas y horas

**Diferencia de tiempo:** estima el tiempo transcurrido entre dos datos de tiempo, devolviendo un valor real que contiene las horas, minutos y segundos.

**Fecha y hora de fin del riego:** proporciona la fecha y hora en la cual un riego terminó.

**Fecha del día lunes:** devuelve la fecha del día lunes a partir de cualquier fecha. Considerando que la semana de riegos empieza el lunes y termina el domingo.

**Calcular día futuro:** a partir de una fecha y del número de horas de riego, estima la fecha y hora a la cual terminará el riego. Trabaja con restricciones como el tiempo de riego diario que puede ser de 24 h o con un tiempo de apertura y de cierre (Por ejemplo de 6 a.m a 8 p. m. ).

**Transforma fecha:** cambia el formato de fecha de “día/mes/año” al formato “mes/día/año”. Esta función se utiliza en Paradox con consultas SQL pasadas como parámetro en formato alfanumérico.

### 7.5.3 Funciones que despliegan información de tablas en pantalla

**Creación de listas *TtreeView*:** permiten crear listas de árbol, se utilizan para mostrar información de consulta de catálogos del sistema.

**Creación de Listas *TComboBox*:** permiten cargar listas que despliegan la información en forma descendente y son de únicamente consulta.

### 7.5.4 Funciones que trabajan con formularios

**Creación parametrizada de formularios:** permiten crear los formularios de catálogos, infraestructura, panel de control, datos agrícolas, riegos y aforos.

**Creación de reportes tabulares y gráficos:** utilizan componentes para mostrar los resultados en formato Excel o mediante gráficas del componente *Tchart*

**Creación de mensajes:** permiten crear mensajes personalizados según las necesidades del sistema.

**Creación de accesos a componentes *TNoteBook*:** el componente *TNoteBook* permite tener varias vistas dentro de un mismo formulario y mediante la propiedad ‘*page*’ se muestra la vista deseada. Estos componentes se utilizaron para agrupar en un mismo formulario las vistas del mismo tipo. Por ejemplo, el formulario Catálogos engloba a: ejidos, parcelas, usuarios, cultivos, estados y municipios, años y ciclos agrícolas, sistemas de riego, usos de agua, fuentes de aprovechamiento y tipos de aforo.

### **7.5.5 Funciones del algoritmo de distribución e integración de volúmenes de agua de riego**

**Creación de lista doblemente ligada de canales y puntos de control:** permite crear una lista permanente en disco, utilizada para el recorrido de la red de distribución. Algoritmo de acumulación de gastos demandados en el MR. Es una función que ocupa las funciones de la lista enlazada, creación de componentes y de operaciones aritméticas.

**Acumulación de gastos y volúmenes de riego:** por Módulo, zona, sección y punto de control.

**Calculo de factores:** proporcionan una calificación de posición, de fenología y de tiempo de espera, para la selección de la solicitud candidata al riego.

**Colocación de riegos:** posiciona el riego en la fecha que se le asigna de acuerdo a los factores de prioridad de riego y al gasto programado.

## **7.6 Arquitectura del sistema**

La arquitectura del SI desarrollado se describe en cuatro aspectos: flujo de información; unidades de procedimientos y funciones; interfaz gráfica y accesos por tipo de usuario. Los cuales se describen a continuación.

### **7.6.1 Flujo de información.**

El flujo de información (Figura 8) realizado del sistema desarrollado denominado SIGE-MR inicia con la entrada de información. La cual, está integrada por las solicitudes de riego, las parcelas por regar y los cultivos respectivos; después de procesar la información el sistema da como resultado la lista de puntos de control y los correspondientes volúmenes de agua demandados en la red de distribución para cada día de la semana de programación. Así como, los reportes de operación y gráficas de distribución de agua, todo esto en los distintos niveles de operación del módulo de riego.



**Figura 8.** Arquitectura del sistema SIGE-MR.

### 7.6.1.1 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

El proceso de información se divide en cuatro subprocesos descritos en las Figuras 9 y 10 y se describen a continuación.

**Subproceso de consulta de la base de datos:** consulta las características de la parcela tales como su punto de control, canal que abastece, superficie de riego y cultivo establecido.

**Subproceso de acumulación de demandas de agua semanales:** acumula los volúmenes de agua para riego solicitados, a nivel punto de control, canal de riego, sección, zona y módulo.

**Subproceso de ajuste de demandas acumuladas de agua:** permite ajustar las demandas desde el nivel módulo hasta el punto de control, de acuerdo, a las capacidades de canales.

**Subproceso de calendario de riegos:** permite mostrar los ajustes de agua para una semana de programación, para cada nivel operativo.

PROCESO

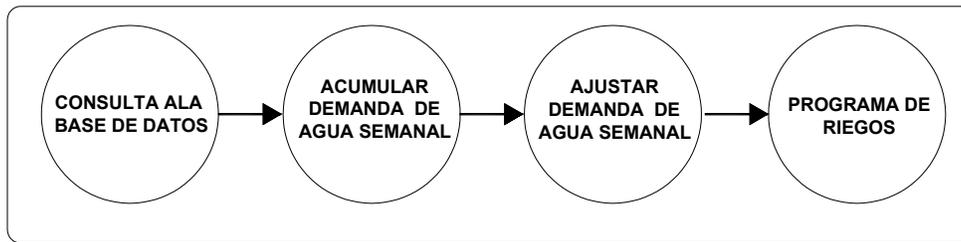


Figura 9. Secuencia de los subprocesos de información.

A continuación se muestra el flujo de información en cada subproceso (Figura 10).

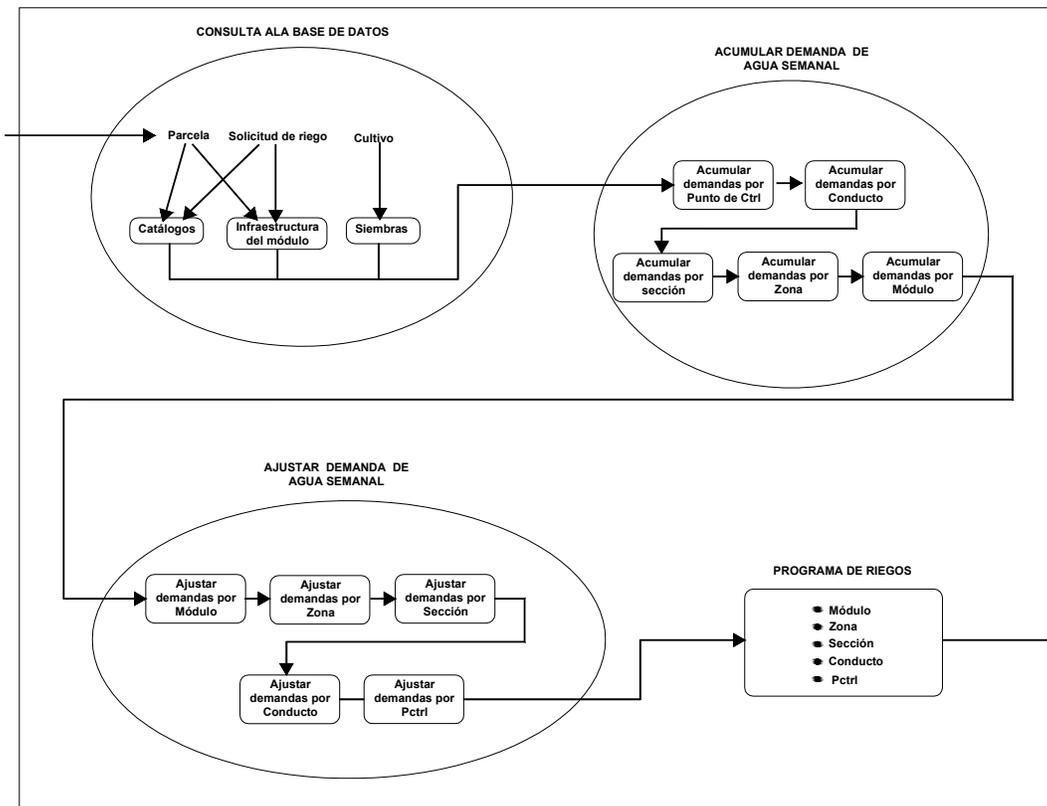


Figura 10. Descripción de los cuatro subprocesos del sistema SIGE-MR.

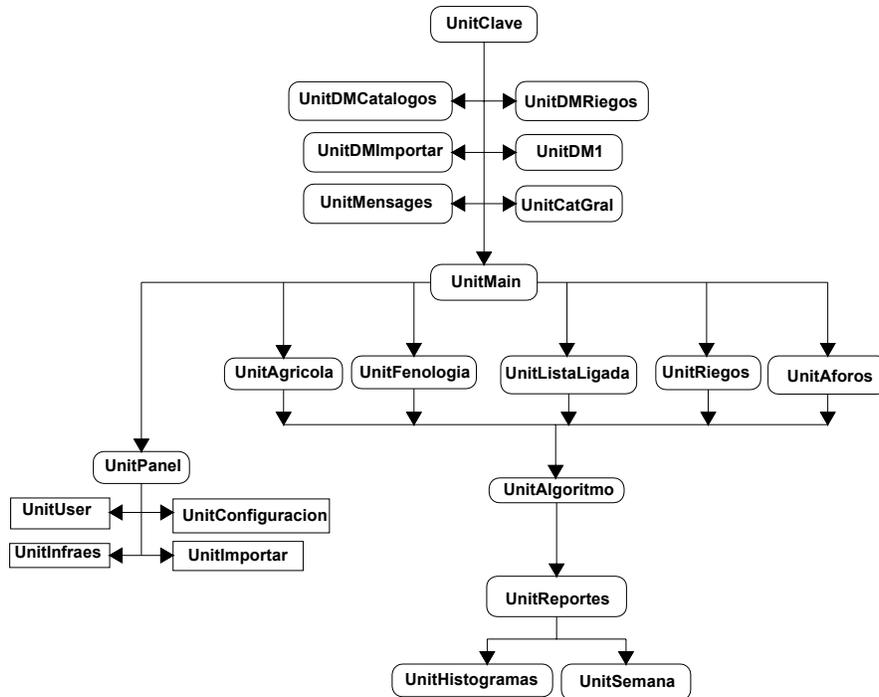
## 7.6.2 Unidades de procedimientos y funciones

El sistema consiste de 23 unidades lógicas de procedimientos y funciones. La unidad principal es "UnitClave" que es donde se solicita la identificación del usuario y dependiendo del tipo de usuario se cargan en la unidad 'UnitMain' los menús y botones de acceso a las distintas aplicaciones del sistema.

Al iniciar el sistema, se cargan las unidades "UnitDMCatalogos", "UnitDMimportar", "UnitDMriegos" y "UnitDM1". Las cuales contienen tablas y cursores para acceder a la base de datos. Las tablas filtran la información para no incorporar a la memoria datos que no se ocuparán. Los cursores son consultas en SQL ejecutadas mediante componentes TQuery. Para no saturar la memoria, tanto las tablas como los cursores solo se activan si el usuario las requiere.

Las unidades que se ejecutan a partir de la unidad "UnitMain" se ejecutan sólo si el usuario tiene permiso para utilizarlas y si las ocupará. Si se cierra el formulario de dicha unidad se libera la memoria evitando así disminuir el rendimiento del sistema.

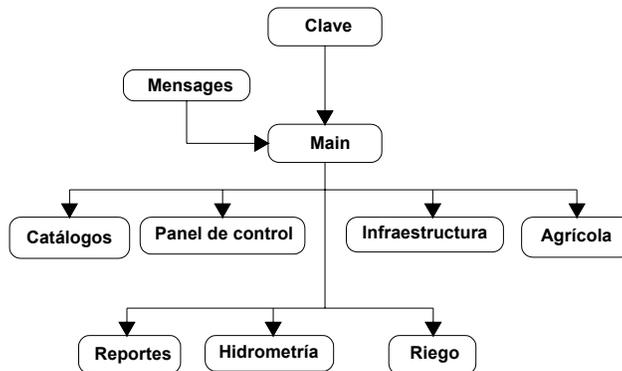
En la Figura 11 se muestra en forma gráfica las unidades de procedimientos y funciones.



**Figura 11.** Unidades de procedimientos y funciones del sistema SIGE-MR.

### 7.6.3 Interfaz gráfica

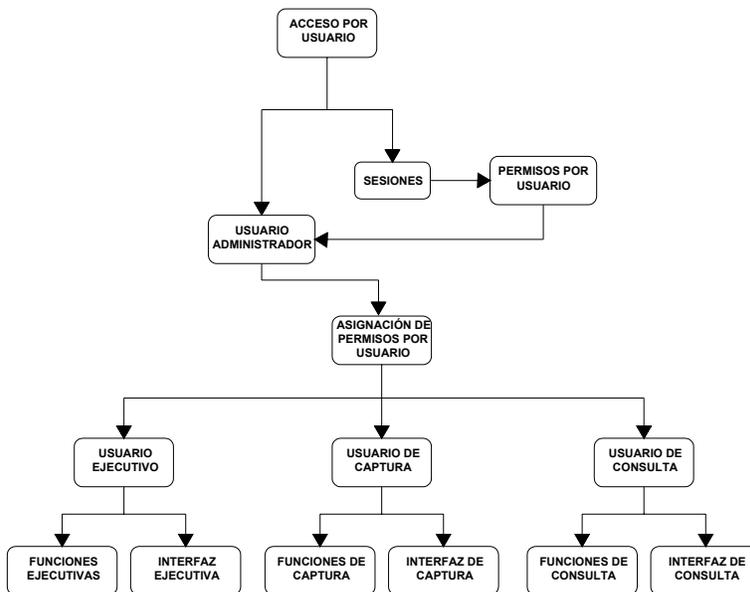
La pantalla inicial de la interfaz gráfica es "Clave", que muestra un formulario donde el usuario se identifica y selecciona la sesión de trabajo con su respectiva clave de acceso. Posteriormente se carga en memoria la pantalla "Main" que contiene la gama de opciones para acceder a catálogos, panel de control, infraestructura, agrícola, hidrometría, riego y reportes; el uso de la gama de opciones está supeditado a los privilegios del usuario. La Figura 12 muestra la arquitectura de la interfaz gráfica.



**Figura 12.** Arquitectura de la interfaz gráfica del sistema SIGE-MR.

### 7.6.4 Acceso al sistema por tipo usuario

La cuenta de usuario permite acceder al sistema mediante las sesiones de trabajo (Figura 13), cada sesión guarda la configuración de los directorios de trabajo. Dentro del directorio de trabajo se tienen las carpetas por cada módulo de riego. Cada módulo de riego clasifica su información por año agrícola. Cada año agrícola se compone de los ciclos agrícolas y sus respectivos catálogos.



**Figura 13.** Esquema jerárquico del acceso al sistema SIGE-MR por tipo de usuario.

## 7.7 Modelo Entidad-Relación

Las figuras 14A, 14B y 14C muestran el esquema del modelo entidad -relación.

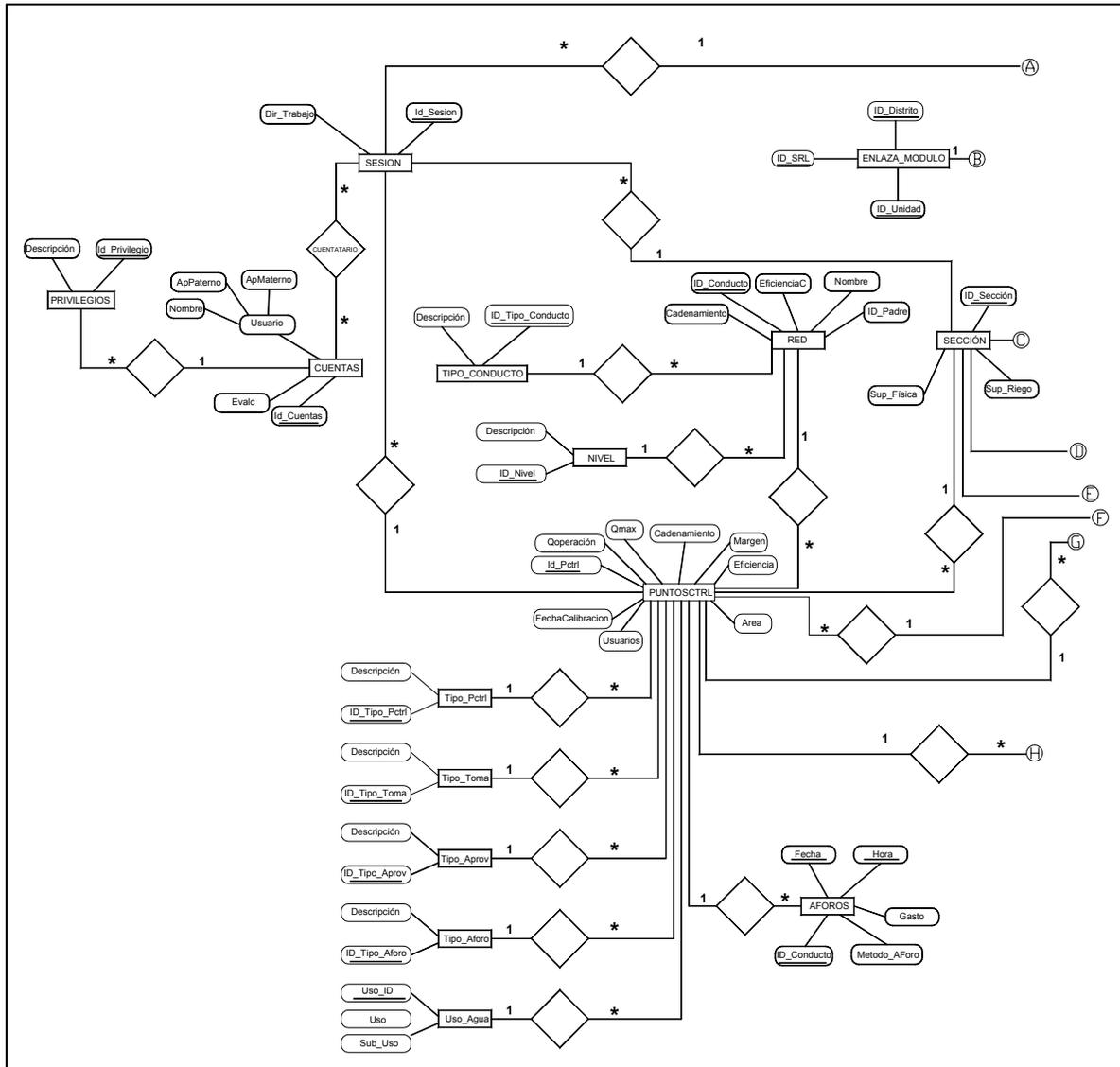
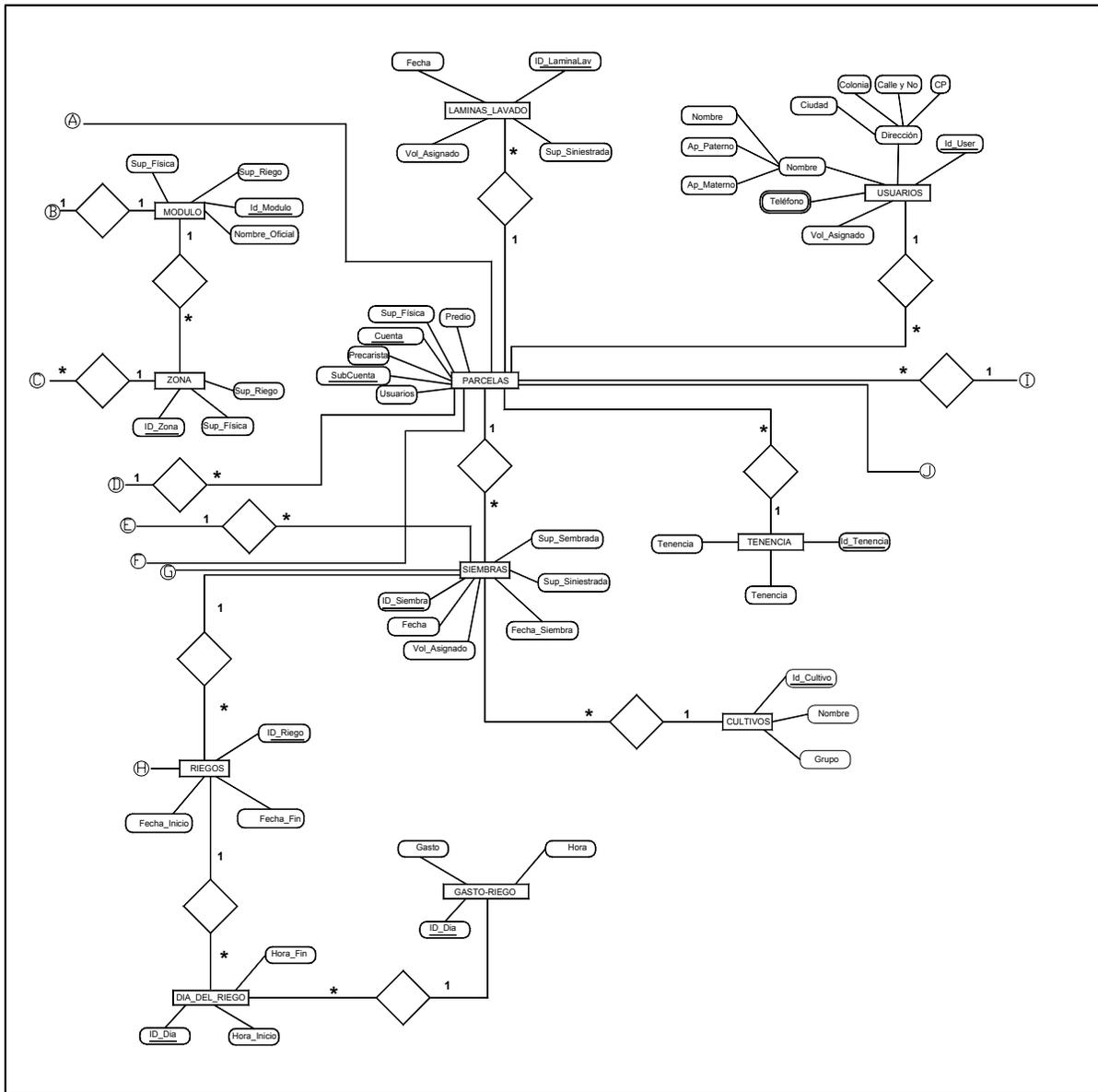
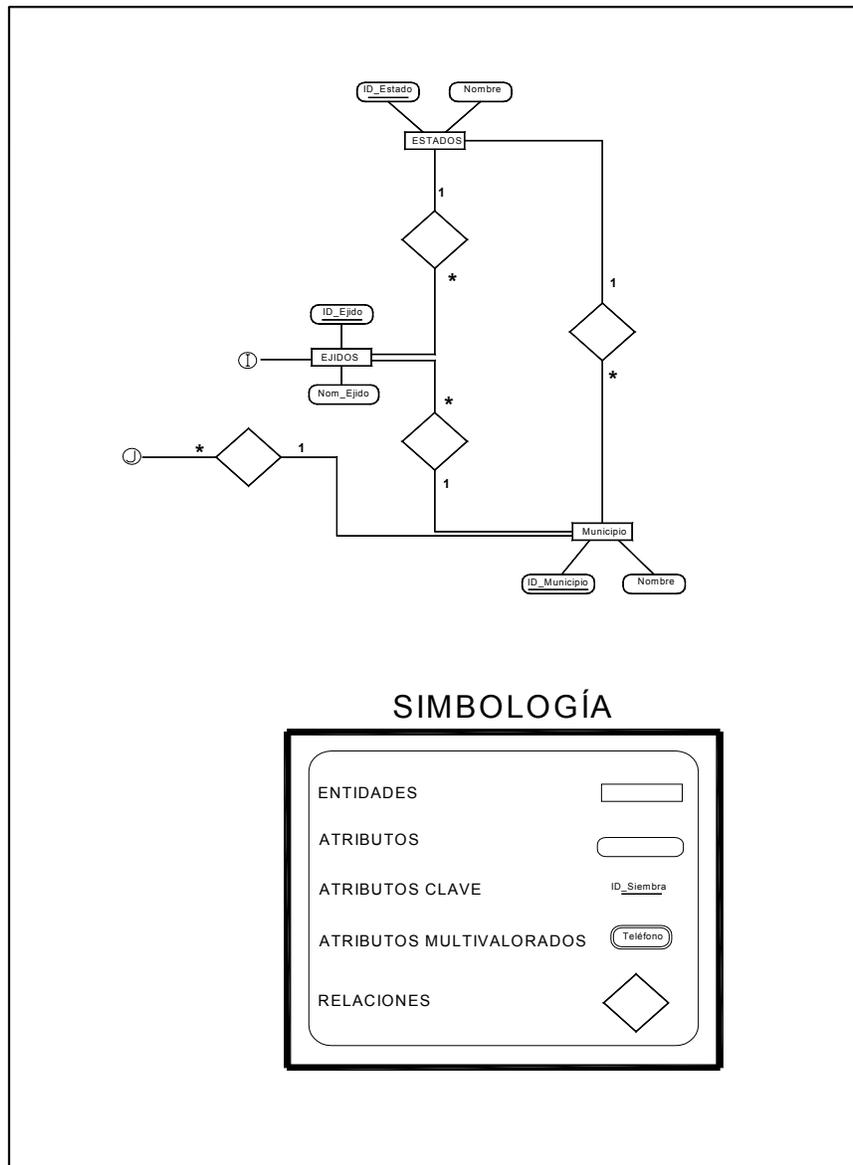


Figura 14A. Esquema del Modelo Entidad – Relación del sistema SIGE-MR (Parte 1).



**Figura 14B.** Esquema del Modelo Entidad – Relación del sistema SIGE-MR (Parte 2)



**Figura 14C.** Esquema del Modelo Entidad – Relación del sistema SIGE-MR (Parte 3).

## 7.8. Modelo Relacional

Las Figuras 15a, 15b muestran el Modelo relacional del sistema desarrollado.

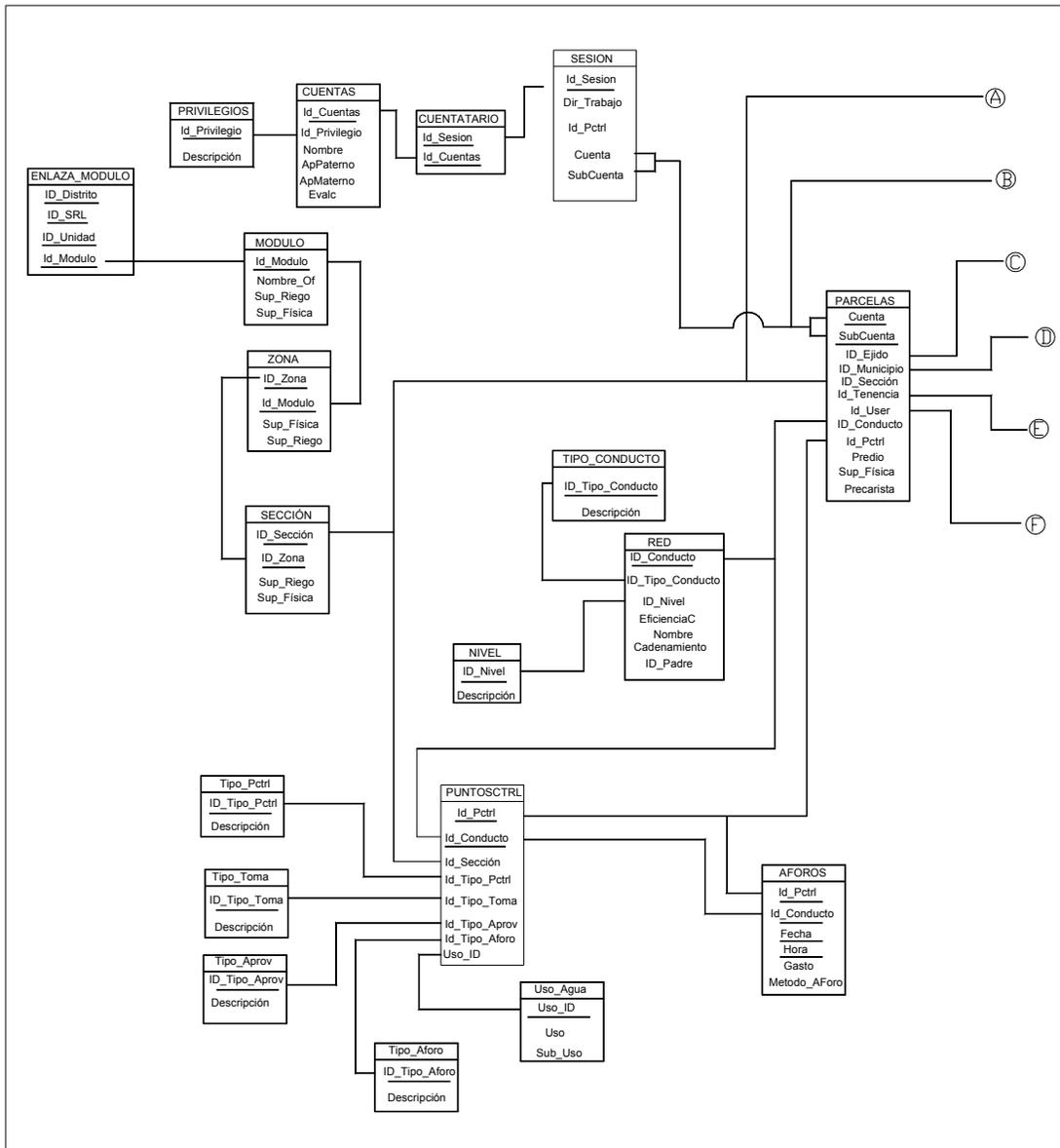
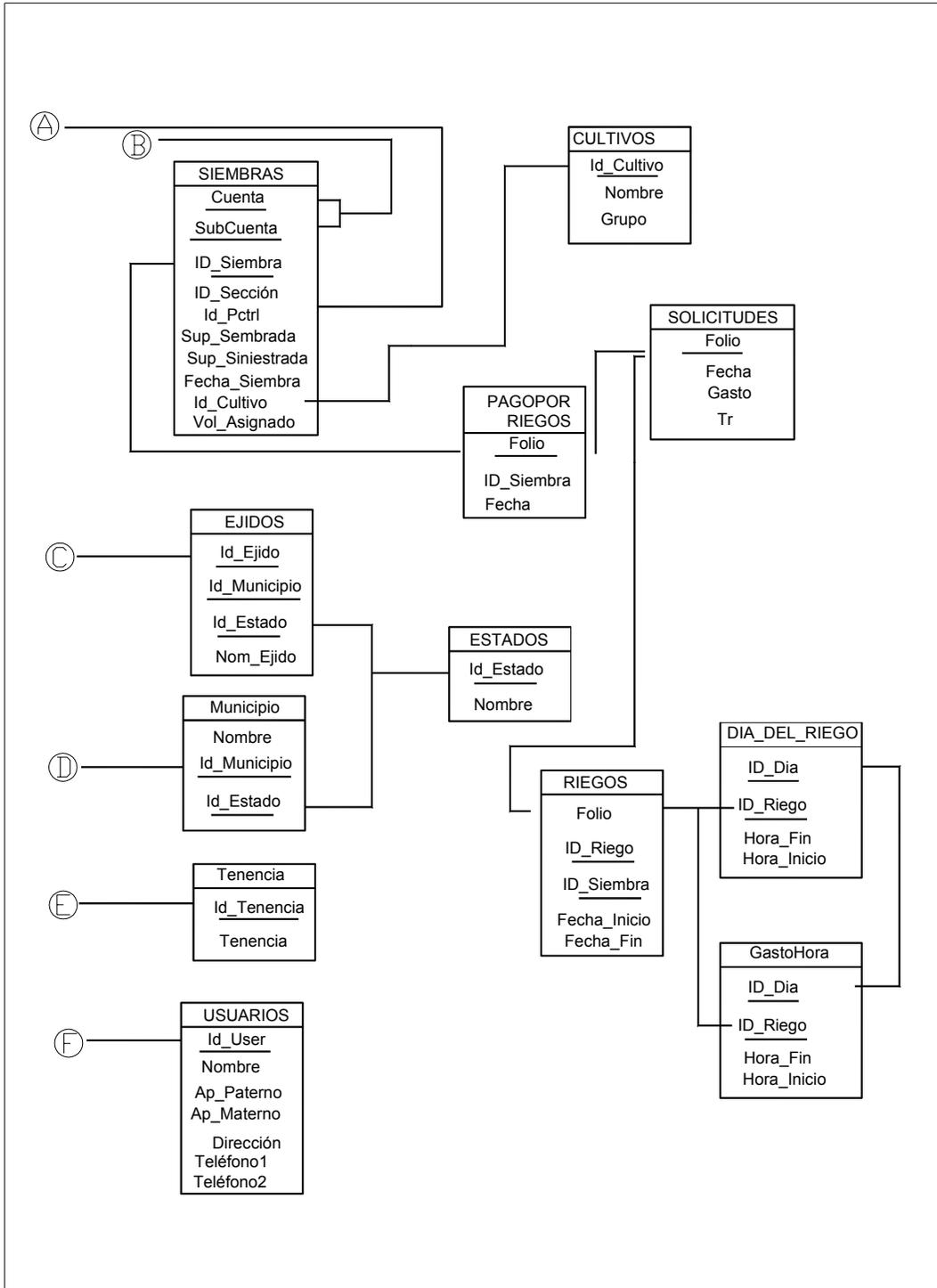


Figura 15a. Esquema del Modelo Relacional del sistema SIGE-MR (Parte 1).



**Figura 15b.** Esquema del Modelo Relacional del sistema SIGE-MR (Parte 2).

## **7.9 Descripción de los componentes del sistema SIGE-MR**

La interfaz de usuario permite la interacción entre el usuario y el sistema de información desarrollado. Esta interfaz permite la captura de información, la ejecución del sistema y la impresión de resultados de forma tácita, eficaz y sencilla.

Se utilizó la interfaz gráfica Delphi por la gran cantidad de componentes disponibles para el desarrollo de formularios bajo ambiente Windows.

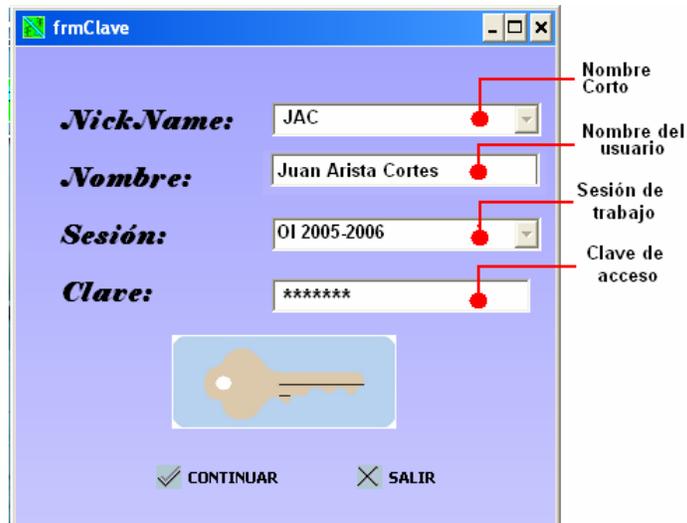
Los componentes del sistema son interfaces y módulos los cuales se listan a continuación:

- Interfaz de Acceso al sistema.
- Interfaz Principal.
- Módulo Catálogos.
- Módulo Panel de Control.
- Módulo Infraestructura.
- Módulo Agrícola.
- Módulo Riego.
- Módulo Hidrometría.
- Módulo Reportes.

A continuación se explican cada uno de los componentes del sistema.

### **7.9.1 Interfaz de acceso al sistema**

Previo a la interfaz gráfica principal, está la pantalla de acceso al sistema, la cual delimita las operaciones a realizar en el sistema, de acuerdo a los privilegios concedidos a la cuenta del usuario. La siguiente figura muestra la pantalla de acceso (Figura 16).

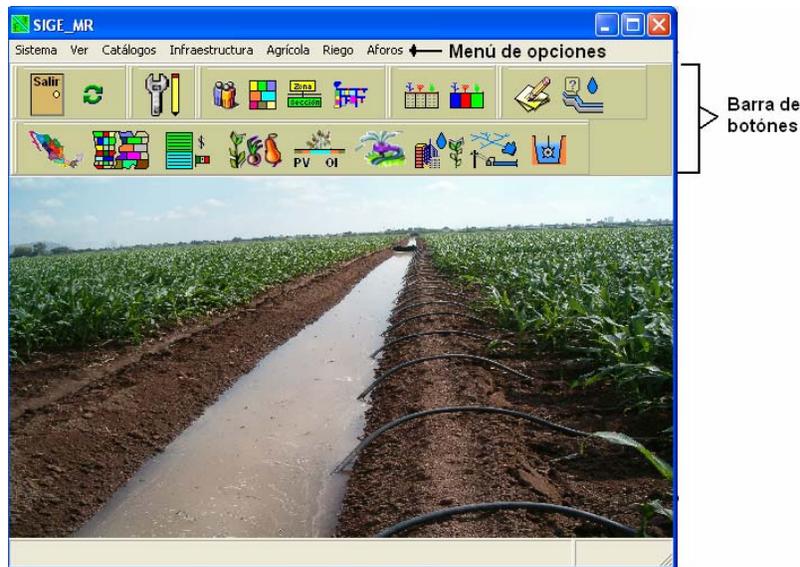


**Figura 16.** Pantalla de acceso al sistema SIGE-MR.

La interfaz del usuario conecta al usuario con el sistema lo que hace necesario la accesibilidad de la misma.

### **7.9.2 Descripción de la interfaz principal**

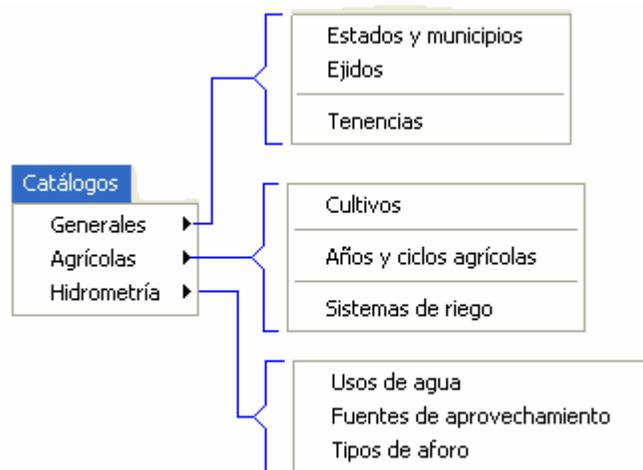
La interfaz principal del sistema comprende el menú de opciones, las barras de acceso por botones gráficos y el área de trabajo. En esta sección se tiene acceso a los distintos módulos del sistema. Éste está conformado por siete módulos, cada módulo está asociado a una barra de herramientas. Los módulos que contiene el sistema son: administración de catálogos, herramientas del panel de control, infraestructura del módulo de riego, hidrometría y los reportes del sistema. A continuación se muestra la interfaz del usuario (Figura 17)



**Figura 17.** Interfaz principal del usuario del sistema SIGE-MR.

### 7.9.2.1 Módulo Catálogos

El módulo catálogos comprende la información descriptiva, geográfica y agrícola del módulo que se mantiene, prácticamente, en forma permanente. La Figura 18 muestra las opciones del módulo catálogos



**Figura 18.** Opciones del módulo catálogos en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

### 7.9.2.2 Módulo Panel de control

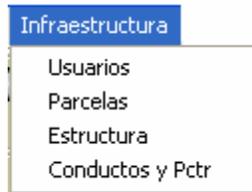
Este módulo contiene las herramientas para importar los catálogos del sistema desde fuentes externas, configurar las selecciones del usuario, crear las cuentas de usuario, crear y manipular las sesiones de trabajo, asignar privilegios a usuarios y generar o editar la lista de canales (Figura 19 ).



**Figura 19.** Módulo Panel de control en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

### 7.9.2.3 Módulo Infraestructura

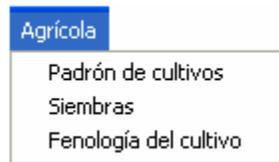
Este módulo facilita la administración del directorio de asociados, del padrón de usuarios (parcelas), de la estructura jerárquica del módulo y de los conductos y puntos de control de la red de distribución (ver Figura 20).



**Figura 20.** Opciones del módulo Infraestructura en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

#### 7.9.2.4 Módulo Agrícola

El módulo agrícola maneja información relativa al patrón de cultivos, siembras establecidas y fenología de los cultivos (para determinar la época de máxima demanda hídrica). El patrón de cultivos y las siembras se procesan por ciclo agrícola (otoño-invierno, primavera-verano y perennes) y año agrícola (comprendidos entre octubre - septiembre), la Figura 21 muestra las opciones del módulo agrícola.



**Figura 21.** Opciones del módulo Agrícola en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

#### 7.9.2.5 Módulo Riego

Este módulo registra los permisos o folios de riego, facilita el seguimiento de las solicitudes de riego y la acumulación de gastos para su programación (ver Figura 22).



**Figura 22.** Opciones del módulo riego en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

### 7.9.2.6 Módulo Hidrometría

Este módulo procesa los gastos programados y los gastos aforados. Los primeros son los que el módulo solicita semanalmente a la CONAGUA con base en las solicitudes de riego y los segundos, son los medidos durante la entrega de los servicios de riego (ver Figura 23).



**Figura 23.** Opciones del módulo Hidrometría en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

### 7.9.2.7 Módulo Reportes

Este módulo genera los reportes de gastos programados, gastos aforados e hidrogramas de gastos en formato Excel (Figura 24).



**Figura 24.** Opciones del módulo Reportes en la interfaz principal del sistema SIGE-MR.

## 7.10 Algoritmo de integración de volúmenes de agua

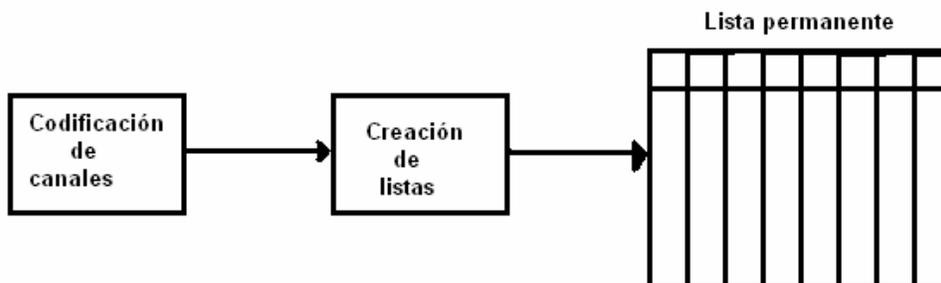
La red de distribución presenta una estructura arborescente heterogénea. Esto dificulta su modelación lógica mediante una estructura de datos clásica. Por ello, se diseñó una estructura híbrida compuesta por una estructura de lista, un componente con acceso a la base de datos y un procedimiento recursivo. A continuación se muestra la estructura diseñada:

### Definición de estructura de datos

- Lista doblemente enlazada semi permanente.
- Componente TQuery.
- Proceso recursivo.

#### 7.10.1 Lista doblemente enlazada

La lista es semi-permanente ya que se almacena en disco de forma permanente. Sin embargo se puede redefinir si es menester (por el usuario administrador). El siguiente diagrama muestra el proceso de creación de la lista (Figura 25).



**Figura 25.** Secuencia del procedimiento de Creación de la lista doblemente enlazada.

Cada canal forma su propia lista doblemente enlazada cuyas características se muestran a continuación (Figura 26):



**Figura 26.** Características de un nodo de la lista doblemente enlazada.

donde:

- Id\_Conducto: es el identificador único de un canal de la red de distribución.
- Id\_Pctrl: es el identificador único para el punto de control(Pctrl) del canal en cuestión.
- Nombre Nodo: es el tipo del punto de control, siendo las opciones toma canal, inicio canal, fin canal o toma granja.
- Puntero a canal: contiene el enlace a los canales derivados del canal actual.
- Cadenamiento: es el kilómetro donde ubica el PC, a partir del inicio del canal.
- Tipo Pctrl: es una letra que identifica el tipo de PC. Los valores posibles son 'I', 'T' y 'C' que son Inicio, Toma granja o directa y Toma canal respectivamente.
- Apuntadores: permiten realizar el recorrido de la lista en cualquier dirección.

A continuación se muestran las listas doblemente enlazadas para toda la red de distribución (Figura 27):

ApActual	ApAnterior	Id_Conducto	Id_Pctrl	Nombre	Cadenamiento	Tipo	ApSiguiente
1	-1	0001	0000	Inicio	000+000	I	2
2	1	0001	T004	Toma canal	018+420	C	3
3	2	0001	0140	Toma directa	018+570	T	4
4	3	0001	T002	Compuerta deslizante	019+116	C	5
5	4	0001	0160	Toma directa bombeo	020+124	T	6
6	5	0001	T003	Toma canal	021+540	C	7
7	6	0001	0170	Toma directa bombeo	023+600	T	8
8	7	0001	0180	Toma directa bombeo	023+820	T	9
9	8	0001	T010	Toma canal	024+060	C	10
10	9	0001	0190	Toma directa bombeo	024+065	T	11
11	10	0001	T011	Toma canal	025+340	C	12
12	11	0001	0200	Toma directa bombeo	026+200	T	13
13	12	0001	0210	Toma directa bombeo	026+400	T	14
14	13	0001	0220	Toma directa bombeo	028+000	T	15
15	14	0001	#####	Fin	####+####	F	-1

**Figura 27.** Pantalla con la lista doblemente ligada de la red de distribución, del sistema SIGE-MR.

### **7.10.2 Componente TQuery**

Esta componente crea un cursor en memoria donde se carga de forma temporal la lista de un canal de distribución para realizar su recorrido.

### **7.10.3 Proceso recursivo**

Dado que en cada canal se puede derivar otro canal, de forma lógica significa que dentro del recorrido de una lista se debe realizar el recorrido de otra y así sucesivamente hasta el último nivel de canales, por ello se debe realizar un proceso recursivo cuya finalidad es obtener el gasto demandado en toda la red.

Como es sabido los algoritmos recursivos no son muy eficientes en el uso de la memoria de las computadoras; sin embargo como en un módulo de riego, se realiza la acumulación de gastos unas dos veces por semana, la integración de gastos no demanda mucho tiempo de cómputo. Sin embargo queda abierta la posibilidad de que posteriormente, se pueda cambiar el proceso actual por uno no recursivo.

### **7.10.4 Datos de entrada del algoritmo de integración de gastos**

El procedimiento requiere una serie de parámetros, que limitan su área de alcance. Éste puede ser a nivel de módulo, zona, sección o canal. A continuación se describen estos parámetros.

- Punto inicial: punto de control desde donde inicia el recorrido.
- Punto final: punto de control desde donde termina el recorrido.
- Fecha de acumulación: fecha de inicio y fin de la semana por acumular.
- Tipo de solicitud: determina el tipo de estado de solicitud cuyas demandas de riego se acumulan. Se toman en cuenta tres estados:
  - En espera: cuando se ha registrado la solicitud pero no se ha comprometido para un tiempo y fecha específicos la entrega del agua.

- Autorizadas: cuando se ha comprometido entregar el riego en un plazo no mayor a tres días.
- Regando: parcelas que bajo previa solicitud, están aplicando su riego.

### 7.10.5 Algoritmo de integración de gastos

En el algoritmo se trabaja con una acumulación de gastos a los niveles de: PC Toma granja o directa, PC Toma canal y PC de inicio. La acumulación para cada uno de estos niveles se define a continuación.

#### Gasto en el PC de más bajo nivel (Toma granja o directa)

$$Q_{pc} = \sum_{k=1}^t Q_{parcela\ k} \dots \dots \dots (1)$$

donde:  $Q_{pc}$  es el gasto acumulado en el punto de control;  $Q_{parcela}$  es el gasto demandado por el riego de la parcela  $k$ ;  $t$  es el total de parcelas que riegan en el punto de control.

#### Gasto en el PC (Toma canal)

$$Q_{canal} = \sum_{j=1}^s Q_{Pc\ j} \dots \dots \dots (2)$$

donde:  $Q_{canal}$  es el gasto acumulado en la toma canal ;  $Q_{pc}$  es el gasto acumulado en el punto de control  $j$  ;  $s$  es el total de puntos de control que riegan en el canal

**Gasto en el PC (De partida)**

$$Q_{\text{punto de partida}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{Canal } i} \dots \dots \dots (3)$$

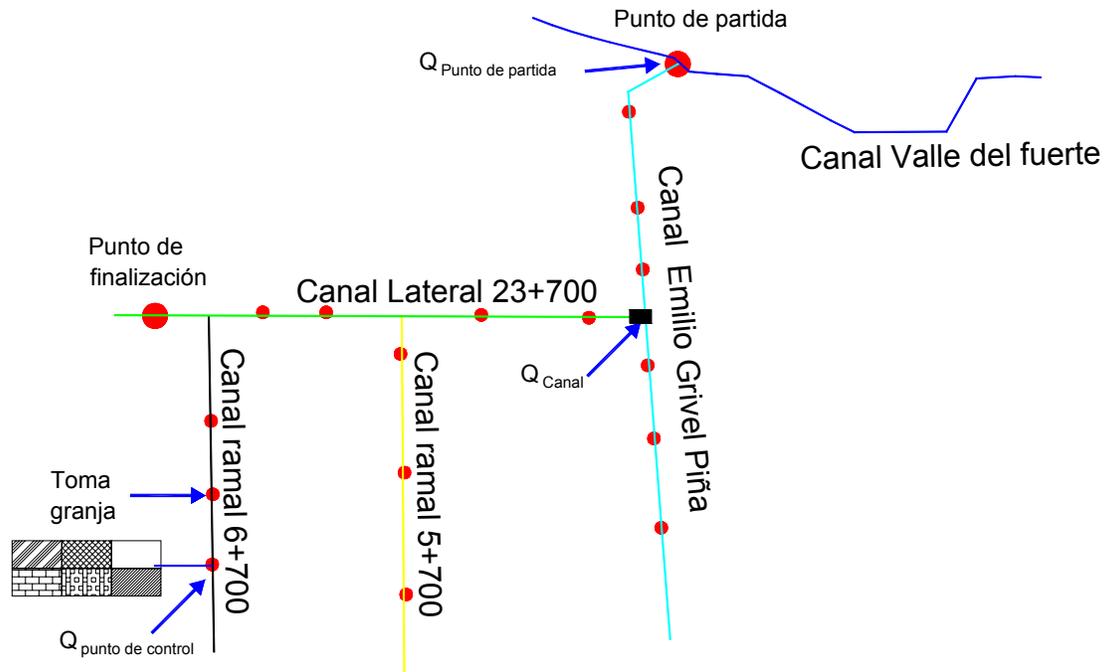
donde:  $Q_{\text{Punto de partida}}$  es el Gasto acumulado en el punto de control de partida;  $Q_{\text{canal}}$  es el gasto acumulado en el canal  $i$ ;  $n$  es el número de canales servidos hasta el PC de partida

De acuerdo a las ecuaciones 1,2 y 3 se deduce que la suma de gastos en el punto inicial de partida esta definida por la siguiente expresión:

$$Q_T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^t Q_{P_{kji}} \dots \dots \dots (4)$$

donde:  $Q_T$  es el gasto acumulado en el PC inicial de acumulación;  $n$  es el número de canales existentes entre el punto inicial y final de acumulación;  $S$  es el número de puntos de control en el canal  $i$ .  $t$  es el número de parcelas que riegan simultáneamente en el punto de control  $j$  y canal  $i$ ;  $Q_p$  es el gasto de riego otorgado a la parcela  $k$  que riega por el punto de control  $j$  y el canal  $i$ .

La Figura 28 muestra esquemáticamente los puntos de control donde se aplican las ecuaciones 1,2 y 3 para los gastos en PC toma granja o directa, PC toma canal y PC de partida, respectivamente.



**Figura 28.** Gastos en PC toma granja o directa, PC toma canal y PC de partida.

### 7.10.6 Diagrama de flujo del algoritmo de integración de gastos

El flujo de información comienza con los datos de entrada  $P_i$ ,  $P_f$ ,  $F_i$ ,  $F_f$  y  $T_s$  (Figura 29). Luego, continúa con el módulo de acumulación de gastos y concluye con el grabado en disco de la acumulación de gastos para cada punto de control. A continuación se explican cada uno de los datos de entrada:

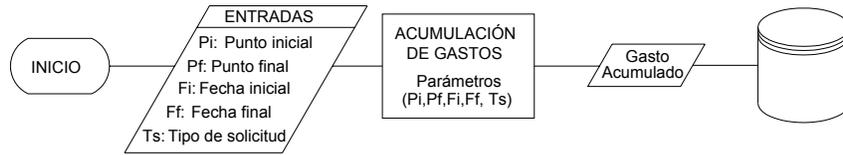
$P_i$  es el PC inicial a partir de donde los gastos aguas abajo se acumularán.

$P_f$  es el PC final hasta donde se realizará la selección de puntos de control para la suma.

$F_i$  es la fecha del primer día de la semana de riego donde se desea conocer los gastos.

$F_f$  es la fecha del último día de la semana de riego.

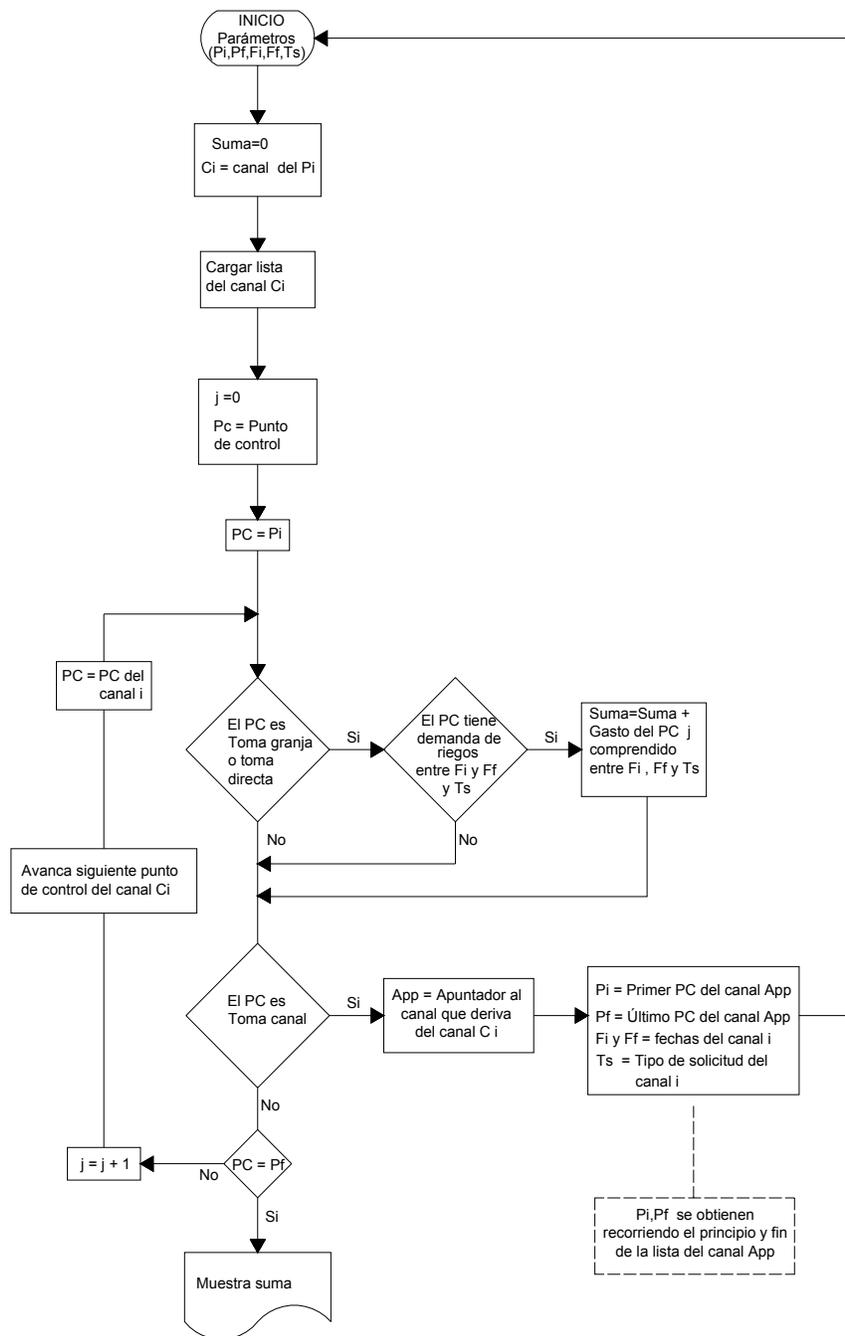
$T_s$  es el arreglo que contiene el estado de la solicitud a integrar, cuyos valores posibles son: en espera, autorizada y regando.



**Figura 29.** Diagrama de flujo del algoritmo de integración de gastos.

### **Módulo de acumulación de gastos.**

El módulo de acumulación de gastos contiene un proceso iterativo por cada canal y recursivo para toda la red de canales. Este proceso utiliza la estructura de datos explicada en los puntos 7.10.1, 7.10.2 y 7.10.3. A continuación se muestra el diagrama del módulo de acumulación de gastos (Figura 30).



**Figura 30.** Diagrama de flujo del módulo de acumulación de gastos.

### 7.10.7 Pseudocódigo del algoritmo de integración de gastos

De acuerdo al diagrama de flujo de la Figura 30 se desarrolló el siguiente pseudocódigo:

*Función ObtenGasto( Canal i): Real*

*Variable*

*Gasto: Real;*

*Inicio*

*Gasto = 0;*

*Selecciona Lista del Canal(i);*

*Crea Tquery del Canal(i),*

*Para cada elemento del Tquery hacer*

*Inicio*

*Si ( PC = Toma granja o PC = Toma directa ) Y ( Gasto del PC >0 ) entonces*

*Gasto = Gasto + Gasto del PC*

*En caso contrario*

*Si PC =Apuntador a un Canal entonces*

*Gasto = Gasto + ObtenGasto(Canal i);*

*Fin;*

*Fin.*

### 7.11 Algoritmo de priorización de la asignación de los riegos

Este algoritmo consiste en aplicar tres criterios de prioridad para asignar el servicio de riego a las parcelas solicitantes. Luego, se ordenan de mayor a menor prioridad de riego y por último se autorizan dependiendo del gasto programado para ese periodo.

### 7.11.1 Criterios de prioridad de riego

Los criterios de prioridad de asignación del riego definidos en este trabajo son tres:

**Por distancia:** distancia entre la parcela y el PC de abastecimiento de agua.

**Por fenología:** valor que depende del cultivo, la fecha de siembra y el tipo de ciclo del cultivo, la duración del ciclo en días.

**Por tiempo:** tiempo de espera desde la solicitud a la fecha actual, inicialmente es cero.

### 7.12 Codificación

En el desarrollo del sistema se utilizaron los componentes ExpressBars Suite, ExpressMemData, ExpressPageControl, ExpressQuantumGrid Suite y ExpressSpreadSheet de DEVELOPER EXPRESS INC<sup>2</sup>. Y los componentes GradLabel, HotSpotMap, CombosSpeedButton, Lavel3D, GradLabel y PanelDown de IGRIEGAVCL<sup>3</sup>.

El sistema se codificó en 23 unidades lógicas (Figura 31). Los cuales se explican en el Cuadro 1 siguiente.

**Cuadro 1.** Unidades lógicas del sistema SIGE-MR.

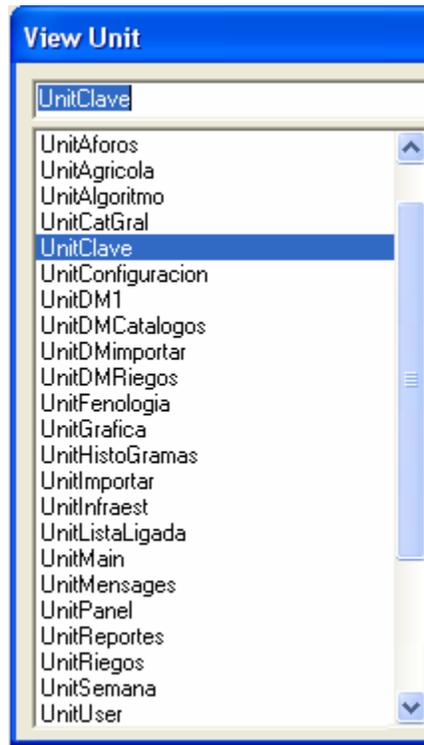
<b>UnitAforos</b>	Contiene las rutinas para el registro y manipulación de gastos programados y gastos aforados.
<b>UnitAgricola</b>	Contiene las rutinas para la generación del patrón de cultivos y el registro de siembras para un determinado ciclo y año agrícola.
<b>UnitAlgoritmo</b>	Contiene la rutina de acumulación de gastos así como sus funciones y procedimientos.
<b>UnitCatGral</b>	Contiene las rutinas para la visualización de los catálogos del sistema, cuya edición solo puede realizarla el administrador del sistema.
<b>UnitClave</b>	Contiene las rutinas de acceso al sistema, activar sesión de trabajo y privilegios

<sup>2</sup> Componentes adquiridos por el IMTA a Developer Express Inc.

<sup>3</sup> Descargados de la pagina I-GRIEGAVCL.COM

	del usuario.
<b>UnitConfiguracion</b>	Contiene las rutinas para editar y grabar las predilecciones del usuario sobre los valores por default de las variables utilizadas por el sistema (ejem. Hora de inicio y fin del día de riego, Riego continuo, etc.).
<b>UnitDM1</b>	Contiene los enlaces a la base de datos de las tablas de sesiones, usuarios, cuentas y privilegios de los usuarios.
<b>UnitDMCatalogos</b>	Contiene los enlaces a la base de datos de las tablas de los catálogos del módulo de riego.
<b>UnitDMImportar</b>	Contiene componentes TQuery que generan las consultas necesarias para extraer los datos de los catálogos de las fuentes externas, para poder generar los catálogos del sistema.
<b>UnitDMRiegos</b>	Contiene los enlaces a la base de datos de las tablas de los folios, siembras, patrón de cultivos, solicitudes, gastos programados y aforos.
<b>UnitFenologia</b>	Contiene las rutinas para graficar y determinar el periodo máximo de demanda hídrica de los cultivos establecidos.
<b>UnitHistogramas</b>	Contiene las rutinas para generar los hidrogramas de gastos demandados para una semana de riego programada.
<b>UnitImportar</b>	Contiene las rutinas que permiten importar los catálogos de fuentes externas y darles el formato del sistema. Las rutinas se auxilian de la unidad
<b>UnitInfraes</b>	Contiene las rutinas para mostrar la jerarquía del módulo, la red de canales, las parcelas y puntos de control del módulo de riego.
<b>UnitListaLigada</b>	Contiene las rutinas para editar o regenerar la lista doblemente ligada que utiliza el algoritmo de acumulación.
<b>UnitMain</b>	Contiene el código necesario para generar la portada principal del sistema así como las ligas a las distintas unidades lógicas del sistema.
<b>UnitMessages</b>	Contiene un formulario que auxilia en la entrada de datos por teclado al sistema mediante distintas páginas contenidas en un componente TNoteBook, cada página presenta una interfaz de entrada de datos distinta por cada proceso.
<b>UnitPanel</b>	Genera un formulario que contiene las opciones de: creación de cuentas de usuario, de creación y manipulación de sesiones de trabajo, de asignación de privilegios a usuarios y para generar o editar la lista de canales.
<b>UnitReportes</b>	Contiene las rutinas para la generación de reportes en formato Excel (*.xls) de los gastos programados, gastos aforados y acumulación de gastos para distinto nivel operativo.
<b>UnitRiegos</b>	Contiene las rutinas para la manipulación de los folios, las siembras, el patrón de cultivos, las solicitudes, los gastos programados y los aforos.
<b>UnitSemana</b>	Contiene la rutina que determina las fechas del primero y último día de la semana

	del riego, con la finalidad de determinar el alcance de las acumulaciones y generación de reportes.
<b>UnitUser</b>	Contiene las rutinas necesarias para la creación de usuarios, cuentas, sesiones y privilegios por tipo de usuario. El súper usuario tiene todos los privilegios contenidos en el sistema.



**Figura 31.** Unidades lógicas del sistema vistas en el IDE de DELPHI 6.

### 7.13 Prueba del sistema

Para la prueba del algoritmo se generó un patrón de cultivos (Cuadro 2) para el ciclo agrícola Otoño – invierno del año agrícola 2006 – 2007; se establecieron 29 siembras en la sección 37 (Cuadro 3), que se abastece por el canal lateral 23+700 y los ramales 5+700, 6+700 y 7+700. Para probar el algoritmo de acumulación y los histogramas, se generaron solicitudes de riego (Cuadro 4) de forma simultánea para el 6 de noviembre del 2006.

### 7.13.1 Patrón de cultivos

Se capturaron un total de diecisiete cultivos para el ciclo otoño – invierno, el Cuadro 2 muestra el patrón de cultivos.

**Cuadro 2.** Patrón de cultivos del ciclo otoño-invierno de las sección 37.

ID Cultivo	Cultivo	No. días de duración	Fecha siembra	Tipo Ciclo	Fenología	
					Xmax	FcForma
0005	Acelga	90	24-Oct	Corto	0.6	0.45
0020	Ajo	90	23-Oct	Corto	0.6	0.45
0075	Arroz	150	06-Oct	Corto	0.6	0.35
0140	Calabacita	60	27-Oct	Corto	0.6	0.45
0165	Cártamo	120	17-Oct	Corto	0.6	0.35
0170	Cebada	120	16-Oct	Corto	0.6	0.35
0180	Cebolla	180	01-Oct	Corto	0.6	0.45
0235	Chile verde	160	05-Oct	Corto	0.6	0.45
0340	Ejote	20	30-Oct	Corto	0.6	0.45
0375	Frijol	110	20-Oct	Corto	0.6	0.35
0390	Garbanzo	130	09-Oct	Corto	0.6	0.35
0455	Jitomate (Tomate)	120	15-Oct	Corto	0.6	0.45
0500	Maíz Grano	175	01-Oct	Corto	0.6	0.35
0560	Melón	120	12-Oct	Corto	0.6	0.45
0700	Pepino	80	25-Oct	Corto	0.6	0.45
0770	Sandía	120	12-Oct	Corto	0.6	0.45
0825	Trigo Grano	130	08-Oct	Corto	0.6	0.35

#### **Explicación del Cuadro 2.**

**ID Cultivo:** es una clave única que la CONAGUA genero para cada cultivo que se siembra en los distritos de riego de México

**No. días de duración:** es el número de días que transcurren desde la siembra hasta la cosecha del cultivo.

**Tipo ciclo:** es una clasificación cuyos posibles valores es Corto, Intermedio y Largo. Esta clasificación indica para cada cultivo sembrado en una época del año si el número de días de duración será mayor o menor, ya que esto depende del fotoperíodo.

### 7.13.2 Siembras establecidas

Se capturaron un total de veintinueve siembras de la sección 37 y regadas por el lateral 23+700 y los ramales 5+700, 6+700 y 7+700. el Cuadro 3 muestra las siembras establecidas.

**Cuadro 3.** Siembras establecidas capturadas en la sección 37.

No Siembra	Div	Cultivo	Cta.	SubCta	Sup Prog	Sup Auto	ID Cond	Canal	ID PC	QOpera (Ips)	QMax (Ips)
0011	00	Maíz Grano	12438	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0009	100	300
0024	00	Acelga	12445	01	10	10	0019	Ramal 5+700	0010	100	300
0027	00	Ajo	12433	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0040	100	300
0025	00	Sandía	12430	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0040	100	300
0028	00	Cártamo	12386	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0060	100	400
0029	00	Cebada	12387	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0060	100	400
0030	00	Cebolla	12385	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0060	100	400
0021	00	Maíz Grano	12388	00	7	7	0019	Ramal 5+700	0060	100	400
0013	00	Jitomate (Tomate)	12333	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0070	100	300
0032	00	Frijol	12328	00	10	10	0019	Ramal 5+700	0080	100	200
0031	00	Chile verde	12327	00	9	9	0019	Ramal 5+700	0080	100	200
0023	00	Maíz Grano	12330	00	9	9	0019	Ramal 5+700	0080	100	200
0033	00	Ejote	12316	00	8	8	0019	Ramal 5+700	0090	100	300
0034	00	Garbanzo	12317	01	8	8	0019	Ramal 5+700	0090	100	300
0015	00	Maíz Grano	12420	00	7	7	0020	Ramal 6+700	0020	100	300
0019	00	Maíz Grano	12377	00	5	5	0020	Ramal 6+700	0030	100	300
0016	00	Maíz Grano	12371	00	10	10	0020	Ramal 6+700	0030	100	300
0036	00	Ajo	12474	01	10	10	0021	Ramal 7+700	0010	100	200
0017	00	Melón	12473	00	9.5	9.5	0021	Ramal 7+700	0010	100	200
0035	00	Acelga	12476	00	10	10	0021	Ramal 7+700	0010	100	200
0038	00	Calabacita	12413	00	10	10	0021	Ramal 7+700	0020	100	200
0018	00	Maíz Grano	12365	00	4	4	0021	Ramal 7+700	0050	100	350
0014	00	Maíz Grano	12359	00	5	5	0021	Ramal 7+700	0060	100	250

No Siembra	Div	Cultivo	Cta.	SubCta	Sup Prog	Sup Auto	ID Cond	Canal	ID PC	QOpera (Ips)	QMax (Ips)
0012	00	Maíz Grano	12353	00	8.5	8.5	0021	Ramal 7+700	0060	100	250
0020	00	Pepino	11751	03	5	5	0086	Sublateral 23+700	0070	100	200
0022	00	Trigo Grano	12478	00	10	10	0086	Sublateral 23+700	0090	100	200
0040	00	Ejote	12479	00	10	10	0086	Sublateral 23+700	0090	100	200
0039	00	Frijol	12487	01	0.5	0.5	0086	Sublateral 23+700	0100	100	200
0037	00	Arroz	12486	01	0.5	0.5	0086	Sublateral 23+700	0100	100	200

### Explicación del Cuadro 3.

**No. Siembra:** es el permiso que el módulo le otorga al usuario cuando a pagado los derechos de riego y se recibe el permiso de siembra emitido por el comité de sanidad vegetal.

**Div:** división del No. de siembra, se da cuando un usuario en su parcela tiene distintos cultivos y debe pagar un permiso distinto por cada uno.

**Cta:** cuenta de la parcela.

**SubCta:** subcuenta de la parcela.

**Sup Prog:** superficie programada para sembrar el la parcela.

**Sup Auto:** superficie autorizada para sembrar, supeditada al agua disponible.

**ID Cond:** clave del canal por donde se servirá de agua para el riego

**ID PC:** clave del punto de control del canal por donde se entrega el agua a la parcela.

**Qopera:** gasto de operación que otorga el punto de control a la parcela.

**Qmax:** gasto máximo que el punto de control puede entregar a la parcela.

### 7.13.3 Solicitudes de riego

Para las siembras establecidas se realizaron solicitudes de riego a la sección 37 entre los días 6/Nov/2006 al 12/Nov/2006. El Cuadro 4 muestra las solicitudes de riego.

**Cuadro 4.** Solicitudes de riego registradas en la sección 37 del 6/Nov/2006 al 12/Nov/2006 del 2006.

Cuenta	SubCta	Cultivo	Folio	NoRiego	Gasto	lamina	Tr	Volumen	Estado	SupRiego
12438	00	Maíz Grano	0001	3	80	20.7	72	20.74	0	10
12333	00	Jitomate (Tomate)	0003	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12359	00	Maíz Grano	0004	3	80	20.2	35	10.08	0	5
12420	00	Maíz Grano	0005	3	90	23.1	50	16.20	0	7
12371	00	Maíz Grano	0006	3	80	20.7	72	20.74	0	10
12473	00	Melón	0007	3	80	19.7	65	18.72	0	9.5
12365	00	Maíz Grano	0008	3	90	19.4	24	7.78	0	4
12377	00	Maíz Grano	0009	3	80	20.2	35	10.08	0	5
12388	00	Maíz Grano	0011	3	80	22.6	55	15.84	0	7
12478	00	Trigo Grano	0012	3	80	20.7	72	20.74	0	10
12330	00	Maíz Grano	0013	3	90	21.6	60	19.44	0	9
12445	01	Acelga	0014	3	80	20.7	72	20.74	0	10
12430	00	Sandía	0015	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12433	00	Ajo	0017	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12386	00	Cártamo	0018	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12387	00	Cebada	0019	3	80	20.7	72	20.74	0	10
12385	00	Cebolla	0020	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12327	00	Chile verde	0021	4	90	20.5	57	18.47	0	9
12328	00	Frijol	0022	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12316	00	Ejote	0023	2	80	21.6	60	17.28	0	8
12317	01	Garbanzo	0024	3	80	21.6	60	17.28	0	8
12476	00	Acelga	0025	3	80	20.7	72	20.74	0	10
12474	01	Ajo	0026	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12486	01	Arroz	0027	3	80	28.8	5	1.44	0	0.5
12413	00	Calabacita	0028	3	90	23.3	72	23.33	0	10
12479	00	Ejote	0030	3	90	23.3	72	23.33	0	10

### Explicación del cuadro 4

**Folio:** permiso de riego otorgado por el módulo al usuario cuando ha pagado el agua de riego para todo el ciclo agrícola.

**NoRiego:** número de riego aplicado o por aplicar.

**Gasto:** gasto que otorga el punto de control a la parcela a regar.

**Tr:** tiempo de riego que utiliza la parcela para terminar satisfactoriamente su riego.

**Estado:** estado de la solicitud: [0] espera, [1] Autorizada o [2] Regando.

**SupRiego:** superficie de riego de la parcela.

#### 7.13.4 Descripción de una solicitud de riego

La solicitud de riego especifica la superficie a regar, el PC que abastece de agua a la parcela, el gasto y el tiempo de riego.

Con estos datos se calcula la duración del riego considerando la hora de apertura y de cierre diario de compuertas. Luego, se estima el volumen, la superficie regada y lámina de riego. Estos datos se graban en la base de datos del sistema en forma de registros por cada día de riego y son utilizados por el algoritmo de acumulación y distribución. A continuación se muestra el Cuadro 5 con el desglose de algunas solicitudes de riego por canal y punto de control (Ver Anexo 2 para consultar el registro de todas las solicitudes).

**Cuadro 5 .** Estructura de los registros de los días riego de las solicitudes de la sección 37, Módulo de riego Santa Rosa DR075.

Folio	No. Riego	Fecha	Abrir	Cerrar	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Tr (hr)	Inicio o Fin
000001	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000001	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000001	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000001	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN
000003	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000003	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000003	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	

Folio	No. Riego	Fecha	Abrir	Cerrar	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Tr (hr)	Inicio o Fin
000003	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000004	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.57	20.16	18.00	INICIO
000004	3	07/11/2006		05:00:00 p.m.	80	4.90	2.43	20.16	17.00	FIN

### 7.13.5 Acumulación de gastos de las solicitudes desglosadas

Con la ayuda de una hoja de cálculo se acumularon los gastos diarios por PC y por canales de riego. Cuando se tiene más de una solicitud de riego por PC, el gasto se estima con el tiempo de riego (Tr) y el volumen aplicado, si la suma del Tr es mayor a 24 h se considera como máximo 24 h. A continuación se muestran los datos calculados para el día 06/11/2006 (Cuadros del 6 al 10). Consultar el Anexo 2 para consultar cálculos de los días 07/11/2006 al 12/11/2006.

**Cuadro 6 . Cálculos de gastos por punto de control para el canal  
Ramal 5+700, Módulo de riego Santa Rosa DR075.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0009	000001	80	5.18	18	2.5	20.7	INICIO
3	0010	000014	80	5.18	18	2.5	20.7	INICIO
3	0040	000015	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
3	0040	000017	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>135</b>	<b>11.66</b>	<b>36.00</b>	<b>5.00</b>	<b>46.7</b>	
3	0060	000011	80	5.18	18	2.3	22.6	INICIO
3	0060	000018	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
3	0060	000019	80	5.18	18	2.5	20.7	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>187.5</b>	<b>16.20</b>	<b>54.00</b>	<b>7.29</b>	<b>66.7</b>	
3	0070	000003	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
3	0080	000013	90	5.83	18	2.7	21.6	INICIO
4	0080	000021	90	5.83	18	2.8	20.5	INICIO
3	0080	000022	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>202.5</b>	<b>17.50</b>	<b>54</b>	<b>8.04</b>	<b>65.4</b>	

2	0090	000023	80	5.18	18	2.4	21.6	INICIO
3	0090	000024	80	5.18	18	2.4	21.6	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>120</b>	<b>10.37</b>	<b>36.00</b>	<b>4.80</b>	<b>43.2</b>	
<b>Gasto total (lps)</b>			<b>895</b>					

**Cuadro 7 .** Cálculos de gastos por punto de control para el canal Ramal 6+700, Módulo de riego Santa Rosa DR075.

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0020	000005	90	5.8	18	2.5	23.1	INICIO
3	0030	000006	80	5.2	18	2.5	20.7	INICIO
3	0030	000009	80	5.2	18	2.6	20.2	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>120</b>	<b>10.37</b>	<b>36.00</b>	<b>5.07</b>	<b>40.90</b>	
<b>Gasto total (lps)</b>			<b>210</b>					

**Cuadro 8 .** Cálculos de gastos por punto de control para el canal Ramal 7+700, Módulo de riego Santa Rosa DR075.

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0010	000007	80	5.2	18	2.6	19.7	INICIO
3	0010	000025	80	5.2	18	2.5	20.7	INICIO
3	0010	000026	90	5.8	18	2.5	23.3	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>187.5</b>	<b>16.2</b>	<b>54</b>	<b>7.6</b>	<b>63.8</b>	
3	0020	000028	90	5.8	18	2.5	23.3	INICIO
3	0050	000008	90	5.8	18	3.0	19.4	INICIO
3	0060	000004	80	5.2	18	2.6	20.2	INICIO
<b>Gasto total (lps)</b>			<b>447.5</b>					

**Cuadro 9.** Cálculos de gastos por punto de control para el canal Lateral 23+700, Módulo de riego Santa Rosa DR075.

No.	Gasto	Volumen	Tr	Avance	Lámina	Estado		
Riego	IdPctrl	Folio	(Ips)	(Dam3)	(hr)	(ha)	(cm)	
3	0090	000012	80	5.18	18	2.5	20.736	INICIO
3	0090	000030	90	5.83	18	2.5	23.328	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>127</b>	<b>11.02</b>	<b>36.00</b>	<b>5.00</b>	<b>44.06</b>	
3	0100	000027	80	1.4	5	0.5	28.8	INICIO
<b>Gasto total (Ips)</b>			<b>1760</b>					

**Cuadro 10.** Gastos acumulados por toma canal en Ips de la sección 37.

Canal	06/Nov/2007	07/Nov/2007	08/Nov/2007	09/Nov/2007	10/Nov/2007	11/Nov/2007	12/Nov/2007
<b>Ramal 5+700</b>	895	1190.0	1097.2	685	90	90	90
<b>Ramal 6+700</b>	210	250	170	80			
<b>Ramal 7+700</b>	447.5	510.0	340	175			
<b>Lateral 3+700</b>	1760	2120.0	1777.2	1025			

## **8. VALIDACIÓN DEL SISTEMA SIGE-MR**

Los datos capturados y analizados en una hoja de cálculo se compararon con los resultados del sistema. Se compararon la acumulación de gastos, los hidrogramas de gastos demandados y los reportes generados.

### **8.1 Árbol de gastos acumulados semanalmente**

Cada parcela que solicita un riego se traduce en una demanda de agua en litros por segundo (lps). Luego, éstos se acumulan por PC toma parcelaria. Un PC toma parcelaria puede servir a más de una parcela. Una vez acumulados a nivel de PC toma parcelaria se procede a acumular a nivel de canal, como los canales suelen derivarse de otro, se procede a la acumulación de gastos en todos los canales aguas arriba hasta el punto de entrega de la sección, zona o módulo, dependiendo del nivel de acumulación que se desee.

La Figura 32 muestra los gastos semanales acumulados por toma parcelaria, punto de control y total de los canales lateral 23+700, Ramal 5+700, ramal 6+700 y ramal 7+700.

Tipo de solicitud: Espera

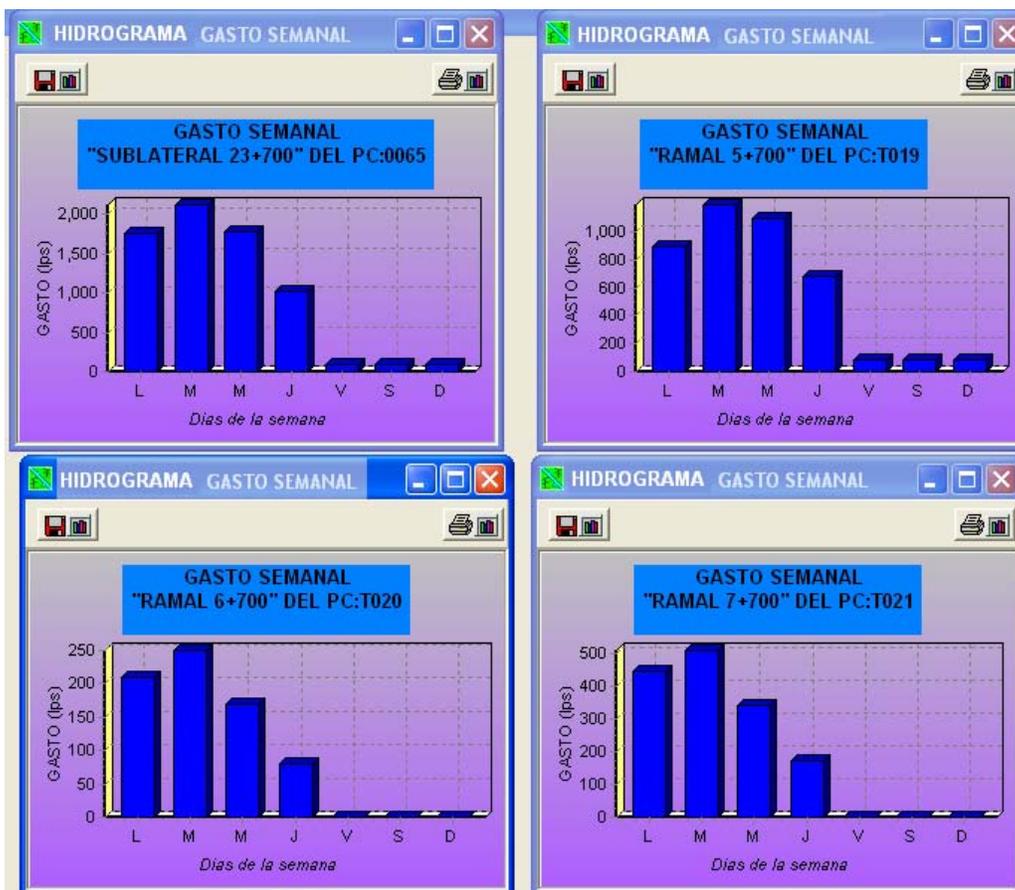
Concentrados existentes en esta semana

CANAL	LUNES 06/11/2006							MARTES 07/11/2006							MIÉRCOLES 08/11/2006							JUEVES 09/11/2006							VIERNES 10/11/2006							SÁBADO 11/11/2006							DOMINGO 12/11/2006						
	PC	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L													
01 SECCIÓN 37	SE37	1760	21.1	133.63	51.43	21.75	2120	22.5	171.58	79.24	21.65	1777.2	23	146.88	67.64	21.71	1025	8.9	32.76	14.94	21.92	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33												
SUBLATERAL 23+700	0085	1760	21.1	133.63	51.43	21.75	2120	22.5	171.58	79.24	21.65	1777.2	23	146.88	67.64	21.71	1025	8.9	32.76	14.94	21.92	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33												
RAMAL 5+700	T019	885	22.3	71.93	32.63	22.04	1190	23.6	101.09	46.51	21.73	1097.2	23	146.88	67.64	21.71	685	8.8	21.74	9.94	21.87	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33												
TOMA GRANIA 0080	0080	202.5	24.175	8.04	65.45	270	24	23.33	10.72	65.45	23.75	48	18.47	8.4	65.45	90	6	1.94	0.83																														
TOMA GRANIA 0080	0080	187.5	24.162	7.29	66.69	250	24	21.6	9.72	66.69	25.35	44	20.7	9.29	90.02	175	26	8.21	3.61	67.39	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33	90	14.454	1.94	23.33													
TOMA GRANIA 0040	0040	135	24.1166	5	46.66	180	24	15.55	6.67	46.66	180	24	15.55	6.67	46.66	90	12	3.89	1.67	46.66																													
TOMA GRANIA 0090	0090	120	24.1037	4.8	43.2	240	42	19.01	9.4	60.49	200	48	17.28	8.8	60.49	80	8	2.3	1.33	17.28																													
TOMA GRANIA 0010	0010	80	18.518	2.5	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	6	1.73	0.83	20.74																													
TOMA GRANIA 0009	0009	80	18.518	2.5	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	6	1.73	0.83	20.74																													
TOMA GRANIA 0070	0070	90	18.583	2.5	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	6	1.94	0.83	23.33																													
RAMAL 7+700	T021	447.5	20.5	33.05	15.7	21.05	510	19.7	36.22	16.94	21.38	340	23.8	29.09	13.36	21.77	175	8.9	5.62	2.5	22.46																												
TOMA GRANIA 0010	0010	187.5	24.162	7.63	63.77	250	24	21.6	10.17	63.77	250	47	21.31	10.03	63.77	85	12	3.67	1.67	44.06																													
TOMA GRANIA 0050	0050	90	18.583	3	19.44	90	6	1.94	1	19.44																																							
TOMA GRANIA 0060	0060	80	18.518	2.57	20.16	80	17	4.9	2.43	20.16																																							
TOMA GRANIA 0020	0020	90	18.583	2.5	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	6	1.94	0.83	23.33																													
RAMAL 6+700	T020	210	21.4	16.2	7.99	21.34	250	21.8	19.98	9.12	21.47	170	15.5	9.5	4.45	21.34	80	6	1.73	0.83	20.74																												
TOMA GRANIA 0030	0030	120	24.1037	5.07	40.9	160	41	11.81	5.76	40.9	80	24	6.91	3.33	20.74	80	6	1.73	0.83	20.74																													
TOMA GRANIA 0020	0020	90	18.583	2.52	23.14	90	24	7.78	3.36	23.14	90	8	2.99	1.12	23.14																																		
TOMA GRANIA 0090	0090	127.5	24.11.02	5	44.06	170	24	14.69	6.67	44.06	170	24	14.69	6.67	44.06	85	12	3.67	1.67	44.06																													
TOMA GRANIA 0100	0100	80	5.144	0.5	28.8																																												

Figura 32. Acumulación de gastos semanal por toma, punto de control y canal, Sistema SIGE-MR.

## 8.2 Hidrograma de gastos demandados

Con la acumulación de gastos por punto de control y canal se obtienen los hidrogramas de gastos demandados por semana. La Figura 33 muestra los hidrogramas de gastos los canales lateral 23+700, ramal 5+700, ramal 6+700 y ramal 7+700.



**Figura 33.** Reporte gráfico de hidrogramas de gastos demandados semanalmente por canal del sistema SIGE-MR.

### 8.3 Reporte de los gastos demandados

El sistema permite exportar los datos semanales de las demandas de riego por parcela en formato Excel (Figura 34)

Zona: 07				ASOC. DE USUARIOS PROD. AGRIC. STA. ROSA MOD.III-1 A.C.																					
Sección: 37				DISTRO DE RIEGOS 075 RIO FUERTE, SINALOA																					
Ciclo: Otoño-Invierno				Gastos solicitados: Semana del 06/11/2006 al 12/11/2006																					
				06/11/2006				07/11/2006				08/11/2006				09/11/2006									
Cuenta	Scta	Usuario	Cultivo	Sup	Rgo.	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves							
						Q	A	Tr	V	L	Q	A	Tr	V	L	Q	A	Tr	V	L	Q	A	Tr	V	L
Conducto:	SUBLATERAL 23+700																								
PC:	'0090'																								
012478	00	BAEZ ESPINOZA JOSEFA	Trigo Grano	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73	
012479	00	BORQUEZ PARRAMARTIN	Ejote	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94	
Conducto:	SUBLATERAL 23+700																								
PC:	'0100'																								
012486	01	PARRA BUELNA ALFREDO	Arroz	0.5	3	80	0.5	5	1.44	28.8															
Conducto:	RAMAL 5+700																								
PC:	'0009'																								
012438	00	SANCHEZ ISLAS GUILLERMO	Maiz Grano	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73	
Conducto:	RAMAL 5+700																								
PC:	'0010'																								
012445	01	QUINTERO GARCIA JESUS	Acelga	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73	
Conducto:	RAMAL 5+700																								
PC:	'0040'																								
012430	00	APODACA QUINTERO DORA	Sandía	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94	
012433	00	MEZA GARCIA TRINIDAD	Ajo	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94	
Conducto:	RAMAL 5+700																								
PC:	'0060'																								
012385	00	FIGUEROA RABAGO FRANCISCA	Cebolla	10	3											90	0.97	7	2.27	23.33	90	1.94	14	4.54	
012386	00	LOPEZ CECENA BERNARDO	Cartamo	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94	
012387	00	PENUELAS TORRES SERGIO	Cebada	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73	
012388	00	PENUELAS TORRES SERGIO	Maiz Grano	7	3	80	2.29	18	5.18	22.63	80	3.05	24	6.91	22.63	80	1.65	13	3.74	22.63					
Conducto:	RAMAL 5+700																								
PC:	'0070'																								
012333	00	FLORES LOERA TOMASA	Jitomate (Tomar	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94	
Conducto:	RAMAL 5+700																								
PC:	'0080'																								
012327	00	MEZA GARCIA ANTONIO	Chile verde	9	4	90	2.84	18	5.83	20.52	90	3.79	24	7.78	20.52	90	2.37	15	4.86	20.52	90	0.83	6	1.94	

Figura 34. Reporte semanal de demanda de riegos en formato Excel, del sistema SIGE-MR.

### 8.4 Demandas en Puntos de control

El sistema genera los reportes semanales de gastos demandados por PC de sección, canal y parcela (Figura 35)

REPORTE DE GASTOS DEMANDADOS EN PUNTOS DE CONTROL																													
Período de reportes		Fecha día lunes: 06/11/2006		Fecha día domingo: 12/11/2006		Gastos demandados en PC																							
<b>DEMANDA DE GASTOS EN PUNTOS DE CONTROL Y TOMAS</b> Zona: 07 ASOC. DE USUARIOS PROD. AGRIC. STA. ROSA MOD.III-1 A.C. Sección: 37 DISTRIO DE RIEGOS 075 RIO FUERTE, SINALOA Ciclo: Otoño-Invierno Gastos solicitados: Semana del 06/11/2006 al 12/11/2006																													
		06/11/2006					07/11/2006					08/11/2006					09/11/2006												
PC	Descripción	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	Q	Tr	V	A	L	C		
SE37	Seccion 37	1760	21.09	133.63	61.43	21.75	2120	22.48	171.58	79.24	21.65	1777.25	22.96	146.88	67.64	21.71	1025	8.88	32.76	14.94	21.92	9							
0065	Sublateral 23+700	1760	21.09	133.63	61.43	21.75	2120	22.48	171.58	79.24	21.65	1777.25	22.96	146.88	67.64	21.71	1025	8.88	32.76	14.94	21.92	90							
0086	0090	127.5	24	11.02	5	44.06	170	24	14.69	6.67	44.06	170	24	14.69	6.67	44.06	85	12	3.67	1.67	44.06	90							
0086	0100	80	5	1.44	5	28.8	2120	22.48	171.58	79.24	21.65	1777.25	22.96	146.88	67.64	21.71	1025	8.88	32.76	14.94	21.92	90							
0019	Ramal 5+700	895	22.32	71.93	32.63	22.04	1190	23.6	101.09	46.51	21.73	1097.25	23.7	93.6	43.16	21.69	685	8.82	21.74	9.94	21.87	90							
0019	0009	80	18	5.18	2.5	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	6	1.73	.83	20.74	90							
0019	0010	80	18	5.18	2.5	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	6	1.73	.83	20.74	90							
0019	0040	135	24	11.66	5	46.66	180	24	15.55	6.67	46.66	180	24	15.55	6.67	46.66	90	12	3.99	1.67	46.66	90							
0019	0060	187.5	24	16.2	7.29	66.69	250	24	21.6	9.72	66.69	253.5	44	20.7	9.29	90.02	175	26	8.21	3.61	67.39	90							
0019	0070	80	18	5.83	2.5	23.33	80	24	7.78	3.33	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	6	1.94	.83	23.33	90							
0019	0080	202.5	24	17.5	8.04	65.45	270	24	23.33	10.72	65.45	213.75	48	18.47	8.4	65.45	90	6	1.94	.83	23.33	90							
0019	0090	120	24	10.37	4.8	43.2	240	42	19.01	9.4	60.48	200	48	17.28	8.8	60.48	80	8	2.3	1.33	17.28	90							
0020	Ramal 6+700	210	21.43	16.2	7.59	21.34	250	21.76	19.58	9.12	21.47	170	15.53	9.5	4.45	21.34	80	6	1.73	.83	20.74	90							
0020	0020	90	18	5.83	2.52	23.14	90	24	7.78	3.36	23.14	90	8	2.59	1.12	23.14	1025	8.88	32.76	14.94	21.92	90							
0020	0030	120	24	10.37	5.07	40.9	160	41	11.81	5.76	40.9	80	24	6.91	3.33	20.74	80	6	1.73	.83	20.74	90							
0021	Ramal 7+700	447.5	20.51	33.05	15.7	21.05	510	19.73	36.22	16.94	21.38	340	23.76	29.09	13.36	21.77	175	8.91	5.62	2.5	22.46	90							
0021	0010	187.5	24	16.2	7.63	63.77	250	24	21.6	10.17	63.77	250	47	21.31	10.03	63.77	85	12	3.67	1.67	44.06	90							
0021	0020	90	18	5.83	2.5	23.33	80	24	7.78	3.33	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	6	1.94	.83	23.33	90							
0021	0050	90	18	5.83	3	19.44	90	6	1.94	1	19.44	1777.25	22.96	146.88	67.64	21.71	1025	8.88	32.76	14.94	21.92	90							
0021	0060	80	18	5.18	2.57	20.16	80	17	4.9	2.43	20.16	1777.25	22.96	146.88	67.64	21.71	1025	8.88	32.76	14.94	21.92	90							

Figura 35. Reporte de demandas semanales en puntos de control, Sistema SIGE-MR.

## 8.5 Plan de riegos del módulo.

El plan de riegos describe la planeación de los gastos demandados, para un año agrícola, que se esperan tener con base en la demanda de los cultivos por establecer. El sistema permite capturar los gastos programados diariamente del módulo de riego (Figura 36).

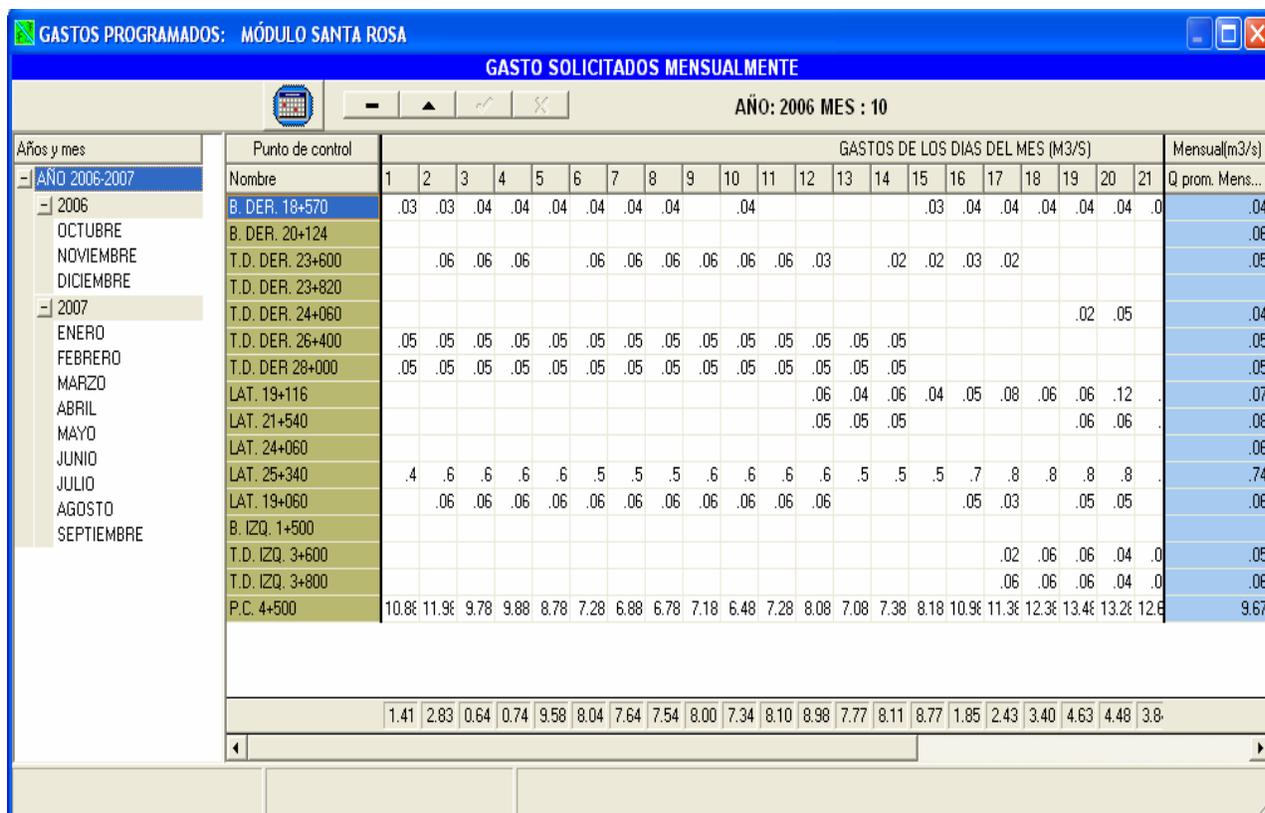


Figura 36. Gastos del plan de riegos del módulo de riego, registrados en el sistema SIGE-MR.

## 8.6 Registro de Aforos

El sistema permite dar seguimiento a los programas de riegos mediante el registro diario de aforos (Figura 37). También permite comparar gráficamente los gastos programados y aforados.

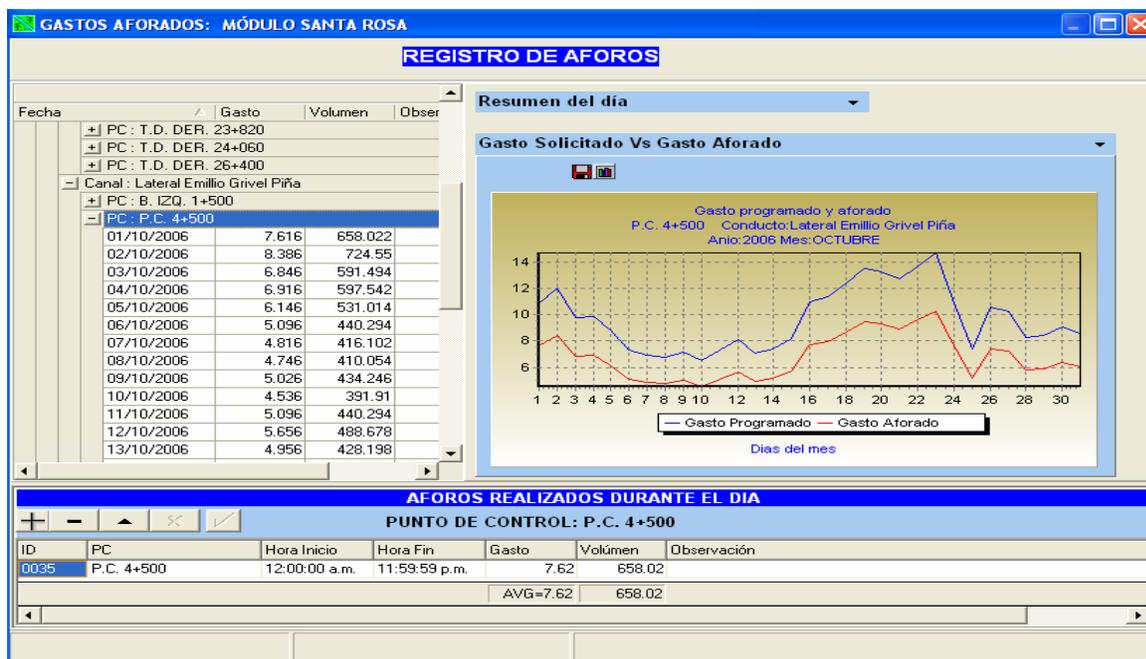


Figura 37. Registro de aforos, sistema SIGE-MR.

## 8.7 Reporte de gastos programados y gastos demandados

El sistema genera un reporte diario de gastos demandados por PC dentro del MR y PC de entrega a nivel MR., A partir de este último se suministra el agua a las zonas y secciones de riego. En la Figura 38 se muestran los gastos programados y demandados para la semana comprendida entre el 6/Nov/2006 al 12/Nov/2006.



Figura 38. Gastos programados y entregados en el PC del módulo, sistema SIGE-MR.

## 8.8 Priorización de los riegos solicitados a nivel de PC toma granja

El sistema propone una distribución de riegos a lo largo de la semana en base a los gastos del programa de riegos y a coeficientes de selección de parcelas como prioritarias del riego. A continuación se describe la aplicación del procedimiento.

### 8.8.1. Coeficientes de selección

Los coeficientes de selección son pesos en decimal que permiten asignar un índice a las parcelas, esta calificación se utiliza para otorgar el riego a la solicitud con prioridad al de mayor peso. El sistema SIGE-MR utiliza tres parámetros de selección, los cuales son por distancia a la toma, por fenología del cultivo y por el tiempo de espera. Para la fenología del cultivo se calcula un coeficiente que expresa que tan crítica es la demanda de agua, este parámetro se expresa con la ecuación 5 (Ojeda et al., 2006).

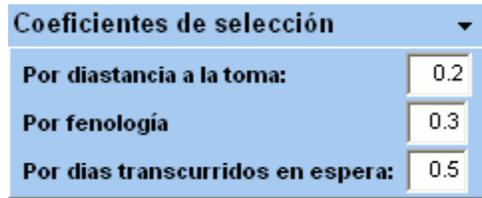
$$Z = \left( \frac{X_i - X_{\max}}{Fc_{\text{forma}}} \right)^2 \dots \dots \dots (5)$$

donde: Z es el coeficiente demanda crítica expresada en decimal de 0 a 1;  $X_{\max}$  es el valor máximo de la variable  $X_i$ ;  $Fc_{\text{forma}}$  es el parámetro de ajuste de la curva de fenología del cultivo en cuestión. El valor  $X_i$  se calcula con la ecuación 6.

$$x_i = \frac{\text{día}}{\text{No. días ciclo}} \dots \dots \dots (6)$$

donde: día es número de días transcurridos desde la fecha de siembra; No. días ciclo es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta la fecha de cosecha.

La Figura 39 muestra un coeficiente de prioridad 0.2 a las parcelas que están más alejadas del PC toma granja; un coeficiente de 0.3 a las parcelas con un cultivo cuya fase fenológica sea la más crítica y un coeficiente de 0.5 a las parcelas que tengan más tiempo en espera.



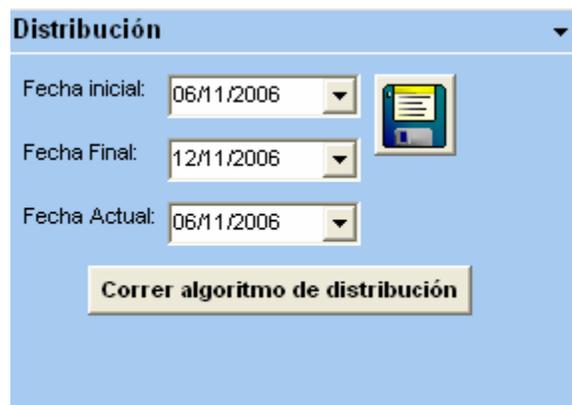
Coeficientes de selección	
Por diastancia a la toma:	0.2
Por fenología	0.3
Por días transcurridos en espera:	0.5

**Figura 39.** Pantalla de actualización de coeficientes de selección, sistema SIGE-MR.

### 8.8.2 Semana de distribución

Una vez finalizada la asignación de valores a los coeficientes, se procede a seleccionar la semana donde los gastos se van a distribuir, esta semana se determina por la fecha de inicio y la fecha de fin de riego.

La Figura 40 muestra la semana del 6/Nov/2006 al 12/Nov/2006



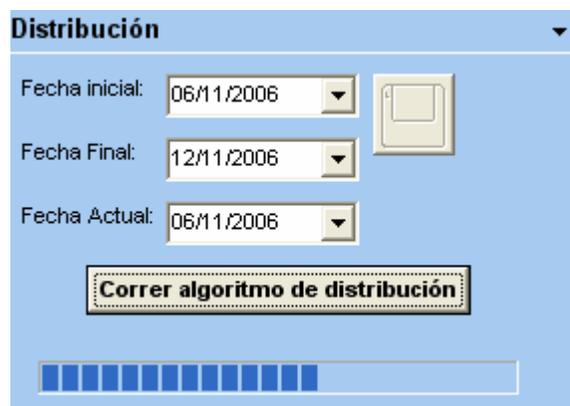
Distribución	
Fecha inicial:	06/11/2006
Fecha Final:	12/11/2006
Fecha Actual:	06/11/2006

**Correr algoritmo de distribución**

**Figura 40.** Fechas de inicio y final del programa semanal de gastos, sistema SIGE-MR.

### 8.8.3 Ejecución del algoritmo de distribución

La ejecución del algoritmo (Figura 41) genera dos cuadros de datos. El primero muestra las solicitudes de riego y el segundo las solicitudes distribuidas a lo largo de la semana de acuerdo, a los gastos otorgados en el plan de riegos. La Figura 42 muestra las solicitudes de riego (identificadas por su folio) no distribuidas y las mismas solicitudes distribuidas a lo largo de la semana del 6/nov/2006 al 12/nov/2006. La Figura 43 muestra los datos de la Figura 42 pero en su forma gráfica.



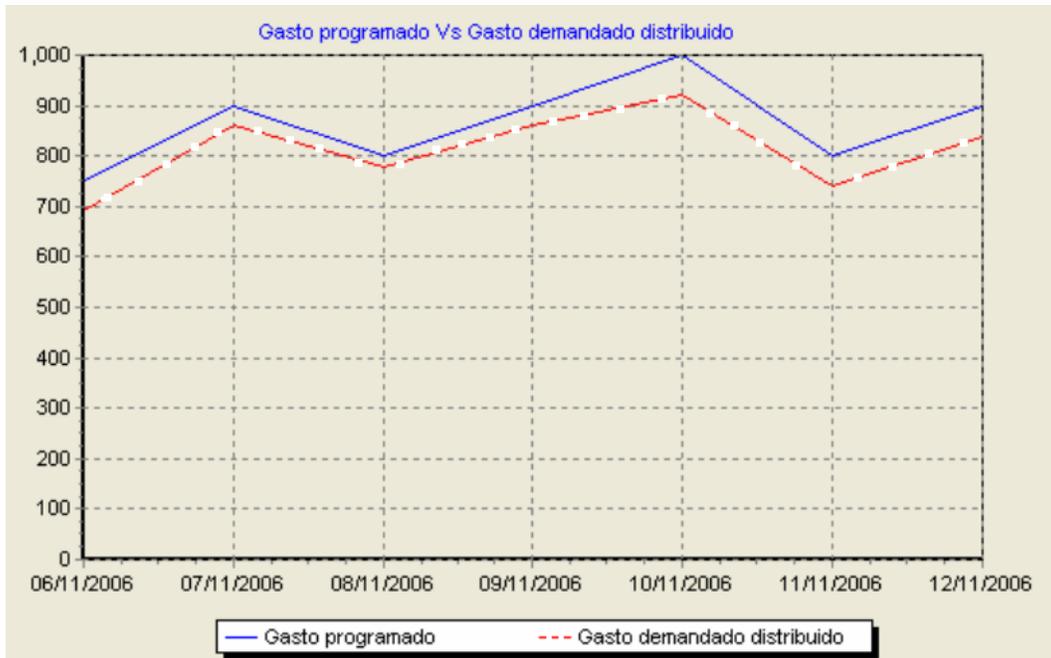
**Figura 41.** Ejecución del algoritmo de distribución, sistema SIGE-MR.

RIEGOS NO DISTRIBUIDOS							
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
1	00000030	00000030	00000030	00000030			
2	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023	
3	00000020	00000020	00000020	00000020	00000020		
4	00000007	00000007	00000007				
5	00000026	00000026	00000026	00000026			
6	00000015	00000015	00000015	00000015			
7	00000028	00000028	00000028	00000028			
8	00000004	00000004					
9	00000025	00000025	00000025	00000025			
10	00000003	00000003	00000003	00000003			
11	00000011	00000011	00000011				
12	00000001	00000001	00000001	00000001			
13	00000006	00000006	00000006	00000006			
14	00000008	00000008					
15	00000017	00000017	00000017	00000017			
16	00000014	00000014	00000014	00000014			
17	00000027						
18	00000012	00000012	00000012	00000012			
19	00000024	00000024	00000024				
20	00000009	00000009					
21	00000005	00000005	00000005				
22	00000018	00000018	00000018	00000018			
23	00000013	00000013	00000013				
24	00000019	00000019	00000019	00000019			

RIEGOS DISTRIBUIDOS										
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES
1	00000030	00000030	00000030	00000030						
2	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023				
3	00000020	00000020	00000020	00000020	00000020					
4	00000007	00000007	00000007							
5	00000026	00000026	00000026	00000026						
6	00000015	00000015	00000015	00000015						
7	00000028	00000028	00000028	00000028						
8	00000004	00000004								
9		00000025	00000025	00000025	00000025					
10		00000003	00000003	00000003	00000003					
11				00000011	00000011	00000011				
12				00000001	00000001	00000001	00000001			
13					00000006	00000006	00000006	00000006		
14					00000008	00000008				
15					00000017	00000017	00000017	00000017		
16					00000014	00000014	00000014	00000014		
17					00000027					
18						00000012	00000012	00000012	00000012	
19						00000024	00000024	00000024		
20							00000009	00000009		
21							00000005	00000005	00000005	
22							00000018	00000018	00000018	000
23							00000013	00000013	00000013	
24										

**Figura 42.** Distribución de riegos antes y después del algoritmo de asignación de pesos, sistema SIGE-MR.



**Figura 43.** Comparación de los gastos programados y por entregar, propuestos por el algoritmo de distribución, sistema SIGEMR.

## **9 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL SISTEMA DESARROLLADO.**

El sistema de información para la gestión de la distribución del agua en módulos de riego (SIGE-MR) puede utilizarse a nivel módulo, unidad o sección de riego para registrar el plan de riegos, el patrón de cultivos y las siembras establecidas por cada ciclo agrícola para su posterior manejo en los reportes agrícolas de interés del módulo.

El sistema permite la generación de reportes de solicitudes de riego realizadas por los usuarios de cada sección, así mismo se pueden generar reportes de gastos, volúmenes, láminas y superficie regada semanalmente por canal de riego, toma granja y parcela. El sistema permite la generación de hidrogramas de gastos solicitados con la finalidad de facilitar el ajuste de riegos por cada día de operación. El sistema es capaz de integrar las demandas de riegos y ajustarlas a la programación de riegos semanal.

El sistema cuenta con su propia base de datos con información de catálogos y datos hidrométricos del módulo de riego. Se puede interactuar con datos de los sistemas SPRITER y SISTAG-DR para complementar los catálogos de SIGE-MR. Para la configuración de SIGE-MR se tienen restricciones por tipo de usuario, cuya finalidad es evitar un mal manejo de información.

Un limitante es el manejo de las eficiencias de conducción, dado que el sistema puede estimar volúmenes afectados por la eficiencia, pero no genera reportes que separen los gastos netos y los gasto brutos.

Otra limitante del sistema es que utiliza una base de datos que utiliza el manejador de bases de datos PARADOX. El cual, para los objetivos del presente trabajo es bastante funcional, sin embargo comercialmente ha sido desplazado por otros manejadores lo que trae consigo que a futuro los nuevos sistemas operativos no cuenten con los

controladores de este manejador y puedan no ser compatibles, por ello en el disco de instalación del sistema se insertan los controladores de este manejador. El sistema ha sido probado exitosamente en Windows 98 y en Windos XP.

## **10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.1 Conclusiones**

El desarrollo de tecnología informática para apoyar la gestión de las zonas de riego es esencial para mejorar la utilización de los recursos hídricos, particularmente en situaciones de escasez de agua. Por ello, el sistema informático desarrollado constituye una valiosa herramienta para facilitar el almacenamiento y procesamiento de los importantes volúmenes de información que se generan diariamente, durante la programación y seguimiento de la distribución del agua de riego.

La respuesta a cambios del clima requiere un ajuste en los riegos establecidos y por autorizar, lo que implica nueva estimación de las demandas y nueva distribución de riegos, esto es posible si se cuenta con una herramienta de cómputo como el sistema SIGE-MR.

La arquitectura del sistema SIGE-MR facilita la integración de los requerimientos de riego y la generación del programa de riegos semanal bajo la consideración de la demanda crítica por cultivo.

El algoritmo recursivo de integración de volúmenes propuesto en este estudio, permite calcular los volúmenes de agua de riego solicitados para establecer los programas de riego semanales en forma oportuna y confiable.

La base de datos de la versión actual del sistema SIGE-MR ha sido inicializada con datos del módulo de riego Santa Rosa del distrito de riego 075 "Valle del Fuerte", Sinaloa y el sistema ha sido validado con información del mismo.

## **9.2 Recomendaciones**

El sistema SIGE-MR puede ser actualizado para trabajar a nivel distrito de riego, lo que permitirá la acumulación y distribución de gastos a nivel red mayor.

Al sistema SIGUE-MR se le puede agregar en el código fuente un módulo que permita trabajar en red y de esta forma se pueda trabajar con datos en tiempo real.

El sistema puede ser validado con datos de volúmenes de agua que sean afectados por la eficiencia de conducción de la red de distribución.

## **10. BIBLIOGRAFIA**

Arista Cortes J. 2002. Desarrollo de un sistema computacional para el diseño, evaluación y análisis hidráulico de sistemas de riego por pivote central. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

Barocio Fragoso H. 1981. Métodos de distribución de aguas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Operación de Distritos de Riego. Tomo I “distribución de aguas. Curso a nivel técnico superior. Centro de capacitación “Benito Juárez”. El Carrizo Sinaloa, México .

Borland. 2002. Delphi 7 for Windows. Borland Software Corporation. USA.

Bruce, M. 2001. Postgres SQL Introduction and Concepts. Ed. Addison-Wesley. USA.

Bustos Fernández P. 2000. Manual Básico de Delphi 6. [www.casadelphi.com](http://www.casadelphi.com).

Cairó, Guardati. 2002. Estructuras de Datos. Ed. Mc Graw Hill. México.

Cohen, D., y E. Asin. 2003. Sistemas de información para los negocios, un enfoque de toma de decisiones. Ed. Mc Graw Hill. México.

Comisión Nacional del Agua. 2001. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego Año Agrícola 1999-2000. Informe estadístico 2. Subdirección de Infraestructura Hidroagrícola, Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. México.

De León Mojarro, F. B. 1980. Modelo digital para programar la distribución del agua en los distritos de riego. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Centro de Hidrociencias. Texcoco, México.

Dorantes González V. 2001. Notas del curso de bases de datos y PostgreSQL. UNAM, México.

Grassi, C. J. 1977. Operación y conservación de sistemas de riego. Centro interamericano de desarrollo integral de aguas y tierras. Mérida, Venezuela.

Gruber Martin. 1993. SQL Instant referente. Sybex. USA.

Gutiérrez Hernández A. M. 2004. Diagnóstico de la operación de módulos de riego en la zona norte de Sinaloa (Módulo "Batequis" DR075). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Gutiérrez Hernández A. M, W. Ojeda. P. Vázquez Ruiz. 2005. Diagnóstico de la operación de Módulos de riego en la zona Norte de Sinaloa. En Memorias del XIII congreso nacional de irrigación. Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación. Acapulco Guerrero, México.

Hartman W. 1979. Manual de los sistemas de información. Biblioteca técnica Philips. Madrid, España.

Kendall E. K., y E. Hendall Julie. 1997. Análisis y diseños de sistemas. Tercera edición. Pearson Educación. México.

Lomelí V. J. R. 1999. Conservación de Distritos y módulos de Riego. Sistema Dinámico para el control de Maquinaria de Conservación (SIDCOM). Instituto Mexicano de Tecnología del agua.

Ojeda, W., J. M. González, B. De León, E. Peña, J.C. Rivera, J. Zamorano. 2000. Una herramienta de análisis de la operación de módulos de riego. In proceedings of first International congress of transference of irrigation districts. Paper M30015 pp. 131-149.

Ojeda W., E. Sifuentes, H. Unland . 2006. Programación Integral del riego en Maíz en el Norte de Sinaloa. Revista Agrociencia, Colegio de Postgrados. Montecillo, México.

Ojeda W., J. M. González, E. Sifuentes, E. Isidro, L. Rendón. 2007. Using spatial information systems to improve water management in Mexico. Agricultural Water Management. 2007. 89:81-88.

Pacheco X. y Teixeira S. 1996. Delphi developer's guide. Editorial SAMS Publishing. (Borland Press). USA.

Palacios Vélez E. y E. García A.1989. Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego. Colegio de Postgraduados. Centro de hidrocencias. Texcoco, México.

Pressman, R. L. 1988. Ingeniería de Software, un enfoque práctico. Cuarta Edición. Mc. Graw Hill. México.

Rebolledo Martínez N. 2001. Sistema de pronóstico del riego en tiempo real. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Zacatepec. Morelos, México.

Red del Valle del Fuerte. 2002. A 10 años de la transeferencia del distrito de riego No. 075 a los usuarios. Boletín informativo. S de R.L. de IP y CV. Distrito de riego 075. Los Mochis, Sinaloa.

Segura Amorós O. J. 2000. Manual de SQL. [www.rinconcitodelphi.com](http://www.rinconcitodelphi.com).

Silberschatz, Korth, Sudarshan. 2002. Fundamentos de bases de datos. Cuarta edición. Ed. Mc Graw Hill. España.

Takeda Inuma J. 1998. La alianza para el campo y la sustentabilidad de agricultura de riego. I seminario internacional del uso integral del agua. Chapingo, México.

Ullman, Jeffrey y Widom, Jennifer. 1999. Introducción a los sistemas de Bases de Datos. Editorial Prentice Hall, México.

## **ANEXO 1 GLOSARIO DE TÉRMINOS**

Los términos que se desglosan a continuación, fueron tomados del manual del SISTAG-CNA (Ojeda et al., 2003).

- **Año Agrícola:** Periodo continuo de 12 meses que se ha tomado con fines de programación agrícola e hidrométrica en México, iniciando el primero de octubre de un año y terminando el último día de septiembre del siguiente. El año agrícola se compone de los ciclos otoño-invierno y primavera-verano, para fines operativos se consideran también los ciclos perennes y segundos cultivos. La producción de un año agrícola corresponde a la obtenida en cultivos anuales cosechados en ese periodo, para cultivos anuales corresponde a aquellos que se sembraron en ese periodo aunque su cosecha se presente fuera del año correspondiente (10/10 y 30/09 del año siguiente). El año agrícola se expresa con los dos años continuos correspondientes, por ejemplo año agrícola 2002-2003. Con fines computacionales el año agrícola se refiere al año que contenga más meses, por ejemplo el año agrícola 2002-2003 es equivalente al año agrícola 2003.
- **Caudal o Gasto:** Es el volumen de agua que pasa por un canal en la unidad de tiempo de 1 segundo.
- **Ciclo agrícola:** Periodo de tiempo donde se desarrollan los cultivos desde su siembra hasta su cosecha, definido por condiciones climáticas y fenológicas.
- **Déficit hídrico:** Cantidad de agua que le falta al suelo agrícola para alcanzar su nivel óptimo para el desarrollo máximo de los cultivos.
- **Ejido:** Es una parcela o unidad agrícola definida por la ley y no menor a 10 hectáreas.
- **Lámina:** es el espesor de agua aplicada a la superficie agrícola. La unidad de medida es el centímetro.
- **Padrón de usuarios:** Es una relación de las características físicas, agronómicas e hidráulicas de las parcelas con derechos de riego.
- **Parcela:** es la superficie física que posee un usuario con derechos de agua para riego.
- **Punto de control:** Es una estructura donde se efectúa la recepción, medición y entrega de caudales.
- **Patrón de cultivos:** Es un mosaico de cultivos en un módulo de riego en un momento dado.
- **Rendimiento:** Es la cantidad de producto agrícola obtenido en la cosecha sobre una superficie específica, la unidad de medida es toneladas por hectárea.
- **Toma directa:** Es una estructura de distribución de agua a nivel parcelario, la cual es operada por el personal de la red mayor o del distrito de riego.
- **Toma granja:** Es una estructura de distribución de agua a nivel parcelario operada por el personal del módulo de riego.
- **Zona de riego:** Es la superficie destinada a la agricultura que posee una infraestructura hidráulica.

- **Aforo de una corriente.** Operación para medir la cantidad de agua (gasto o volumen) que lleva una corriente por una sección perpendicular al flujo, por unidad de tiempo.
- **Agua de bombeo.** Agua que se eleva con sistemas mecánicos hasta el nivel necesario para su aprovechamiento. El origen del agua puede ser mantos subterráneos, de las corrientes o almacenamientos superficiales.
- **Agua de gravedad.** Agua que se conduce desde el lugar de captación hasta el lugar de aprovechamiento, por la acción de gravedad, utilizando la pendiente del terreno y de las obras de conducción.
- **Agua en bloque.** Volumen de agua que entrega la CNA a la Sociedad de Responsabilidad Limitada o directamente a las concesionarias a nivel puntos de control de red mayor o de red menor, en su caso en toma directa o toma granja.
- **Agua subterránea.** Agua almacenada en el subsuelo, cualquiera que sea su origen.
- **Área de riego.** Superficie dedicada al uso agrícola para la obtención de productos agrícolas mediante el uso de riego, proporcionando la totalidad o parte de las necesidades hídricas de los cultivos mediante el riego.
- **Área de temporal en zona de riego.** Superficie localizada dentro de las áreas de riego, dedicada a la producción agrícola que no hace uso del riego en un año agrícola, esté o no dominada por la infraestructura hidráulica.
- **Asociación Civil de Usuarios (ACU).** Forma de organización de los usuarios a la que se le otorga título de concesión de agua y de permiso para la utilización de obras de infraestructura hidroagrícola secundaria de una zona de riego.
- **Avance de riego.** Superficie que se riega con el gasto recibido en la toma de la parcela en una unidad de tiempo, por lo general la unidad es el día.
- **Bocatoma o Regulador de toma.** Estructura hidráulica que permite regular la entrada de agua a la red de conducción de un sistema de riego, así como el paso de esta de un canal a otro, por ejemplo, de canal principal a canal lateral.
- **Bomba.** Dispositivo mecánico para elevar o impulsar el agua.
- **Canal.** Conducto artificial a cielo abierto que sirve para el transporte del agua por la acción de la gravedad.
- **Canal principal.** Canal que conduce el volumen total necesario para el riego y otros usos, en su caso, hasta la zona de suministro y constituye la línea troncal de la red de distribución. Su bocatoma está en la corriente alimentadora o a la salida de las obras de toma de un vaso de almacenamiento.
- **Canal lateral o secundario.** Se deriva directamente del principal.
- **Canal sublateral o terciario.** Se deriva de un lateral o secundario.
- **Canal ramal.** Se deriva de un canal sublateral.
- **Canalero o jefe de sección.** Persona encargada de distribuir el agua a los usuarios y de la operación de la infraestructura que exista dentro de un área denominada sección de riego.
- **Catálogo.** Relación de claves y nombres asociados que referencia un atributo particular de clasificación de interés. Ejemplo, catalogo de cultivos.
- **Catálogo nacional.** Catálogo cuyas claves y nombres únicos son utilizados en todo el país. Entre los catálogos nacionales se encuentran: Catálogo de cultivos, grupos de cultivos, ciclos agrícolas, sistemas y subsistemas de riego, tipo de

regadera parcelaria, tenencia y subtenencia de la tierra, usos de agua, gerencias regionales, estados, distritos de riego y módulos de riego.

- **Caudal o gasto.** Volumen de agua que pasa por una sección perpendicular al flujo de la corriente por una unidad de tiempo, se expresa en litros por segundo (lps) para tomas y canales pequeños o en m<sup>3</sup>/s para canales medianos y grandes.
- **Ciclo agrícola.** Los ciclos se clasifican en dos grandes grupos dependiendo de la duración de su ciclo fenológico de la siembra a la cosecha: anuales o perennes. Como el periodo fenológico de los cultivos anuales es variable, los ciclos no son consecutivos sino que tienen un periodo de traslape. Para fines operativos, el ciclo que pertenece un cultivo se toma de acuerdo al periodo de tiempo dentro de un año agrícola en que se realiza la siembra de un cultivo. Se identifican los siguientes ciclos anuales: otoño-invierno, para siembras que inician el 1° de octubre de un año y terminan el 31 de enero del siguiente; primavera-verano que inician el 1° de febrero y terminan el 30 de septiembre; el ciclo perennes, que abarca todo el año agrícola y se utiliza para clasificar los cultivos cuyo ciclo fenológico dura más de un año. Existe una clasificación complementaria para segundos cultivos, que es un ciclo auxiliar para agrupar los cultivos anuales cuya siembra se realiza en superficiales en donde hubo un primer cultivo en el mismo año agrícola.
- **Cultivo anual:** Cultivo cíclico cuyo periodo fenológico es de corta duración (menos de 12 meses). Un cultivo anual se puede sembrar en los dos ciclos de un año agrícola: primavera-verano y otoño-invierno.
- **Cultivos de primavera-verano:** Cultivos cuya siembra se efectúe entre el 1° de febrero y el 30 de septiembre (ciclo primavera-verano).
- **Cultivo de otoño-invierno:** Se considerarán los cultivos cuyas siembras se realizan entre el 1° de octubre y el 31 de enero del siguiente año (ciclo otoño-invierno).
- **Cultivos perennes:** Son aquellos llamados de ciclo largo cuyo ciclo fenológico es mayor de un año. Por lo regular se obtiene más de una cosecha, cíclica o continua, en los cultivos perennes una vez establecidos.
- **Cuota o tarifa de riego:** pago que se asigna a los beneficiarios del riego por el suministro de agua para cubrir uno o más costos involucrados (operación, mantenimiento, conservación, amortización y administración de la zona de riego) en distribuir el agua de la fuente de abastecimiento a la zona de suministro. La tarifa usualmente se expresa en forma volumétrica (\$/millar m<sup>3</sup>) o su equivalente por superficie (\$/ha) para un volumen fijo que depende del cultivo.
- **Datos hidrométricos.** Registro de mediciones sobre variables asociadas al gasto o volumen de agua que fluye en la red de distribución para su entrega a los usuarios.
- **Decámetro cúbico (Dam<sup>3</sup>).** Unidad volumétrica que corresponde a un millar de metros cúbicos.
- **Derecho de riego.** Autorización, concesión, o título legal que define el derecho al suministro del agua de una zona de riego.
- **Desfogue.** Agua que sale de la zona de riego al no ser utilizada por exceso de oferta sobre la demanda.

- **Distribución de aguas.** Proceso que consiste en conducir y distribuir el agua desde las fuentes de abastecimiento hasta las de entrega de agua a los usuarios.
- **Distrito de riego.** Área dominada por obras de infraestructura hidráulica, las aguas subsuperficiales y superficiales, los vasos de almacenamiento y demás instalaciones para proporcionar el servicio de riego, en la que interactúan los factores agua, suelo, clima, hombre y capital, para facilitar una agricultura de riego tecnificada, por su interdependencia con otros sectores, un distrito extiende su área de influencia fuera de la zona agrícola.
- **Dotación de riego.** Volumen autorizado por año agrícola para una zona agrícola (módulo de riego o distrito de riego), usualmente se expresa en millares de  $m^3$ .
- **Dotación de riego parcelaria.** Volumen autorizado por año agrícola por hectárea para cada una de las parcelas con derecho de riego de una zona de riego a nivel toma granja.
- **Dotación volumétrica.** Cantidad de agua que corresponde a cada usuario en un año agrícola. Esta cantidad está determinada por el derecho registrado en el padrón de usuarios y por la disponibilidad de agua que haya en las fuentes de abastecimiento.
- **Eficiencia de conducción.** Es la relación entre el agua entregada al nivel de toma de usuario y en la entrada aguas arriba en un punto de control de interés, expresada en %.
- **Eficiencia de distribución.** Es la relación entre el agua entregada en la cabecera de la parcela y la entrada aguas arriba al usuario en la toma granja, expresada en %.
- **Eficiencia de aplicación.** Es la relación entre el agua benéficamente usada por los cultivos y la aplicada en la cabecera de la parcela, expresada en %.
- **Estructura aforada.** Es un dispositivo hidráulico que sirve para medir el agua que circula.
- **Estructura de control.** Obra de dispositivo localizado en la red de conducción o distribución de los sistemas de riego, que sirve para controlar y manejar el agua.
- **Extracciones.** Son los volúmenes de agua, aforados o estimados, que se extraen de una fuente de abastecimiento.
- **Fuente de abastecimiento.** Son los cuerpos de agua superficiales o subterráneos de donde se extrae el agua para sus diversos usos.
- **Gasto.** Ver caudal. Cantidad de agua (volumen) que dentro de la unidad de tiempo pasa por la sección transversal de una corriente, y que generalmente se expresa en  $m^3/s$  o lps.
- **Hectárea riego.** Unidad en hectáreas que expresa la superficie de riego acumulada. Se acumula la superficie regada en cada aplicación del riego.
- **Hectómetro cúbico ( $Hm^3$ ).** Unidad volumétrica que corresponde a un millón de metros cúbicos.
- **Jefe de Sección o Supervisor de Riego o Canalero.** Ver canalero. Persona encargada de distribuir el agua a los usuarios dentro de un área denominada sección de riego y de la operación y de la infraestructura que exista dentro de la misma área.

- **Jefe de unidad de riego.** Es el encargado de coordinar la operación y conservación de la infraestructura del área de un Distrito de Riego que comprende una o varias secciones de riego en el caso de los Distritos de Riego transferidos dentro de la red mayor, éste forma parte de la organización de la Sociedad de Responsabilidad Limitada.
- **Lamina de riego.** Volumen de agua que se aplica o distribuye a una superficie de riego estimada o medida en un punto de interés de la red de distribución (cabecera de la parcela, toma granja, punto de control de: sección, zona, módulo, unidad, SRL, DR, fuente de abastecimiento). La lámina se expresa como la altura equivalente, usualmente cm o mm, de agua que se formaría si el volumen se aplicara en una superficie plana e impermeable y se estima al dividir el volumen por la superficie.
- **Lámina de riego neta.** Lámina de riego que se distribuye a una parcela desde una toma granja, que es estimada o calculada al nivel de la toma granja. La lámina neta incluye el agua que se almacena en la zona de raíces así como las pérdidas por distribución para llevar el agua de la toma de granja a la cabecera de la parcela y las pérdidas por percolación fuera de la zona de raíces.
- **Lámina de riego bruta.** Lámina de riego que se distribuye a una parcela pero que se estima o calcula a nivel operativo aguas arriba de la toma granja. La lámina bruta se estima a partir de la lámina neta con las correspondientes pérdidas por conducción del punto de control de interés de la toma.
- **Módulo de riego.** Área de un Distrito de Riego que comprende la superficie e infraestructura cuya operación, conservación y administración queda a carga de la Asociación Civil de Usuarios.
- **Obras de distribución.** Son las destinadas a distribuir el agua en los terrenos regables y son: represas, tomas laterales, canales y regaderas.
- **Padrón de usuarios.** Relación de personas físicas o morales con documentos legales acreditados ante la CONAGUA (Antes CNA) que tienen derecho a los servicios de riego y de cualquier otro tipo de servicio que se proporcione a la asociación de Usuarios de Riego a la que pertenece. El padrón contiene el nombre del usuario, la tenencia, localización del predio, las superficies físicas y con derechos de riego del predio, el canal y la toma que abastece la parcela. A la CONAGUA le corresponde llevar el padrón de usuarios con derechos de riego a las Asociaciones de Usuarios les corresponde promover su actualización.
- **Pérdidas por conducción.** Pérdidas volumétricas totales por filtración y evaporación de la regadera que conduce el agua de la toma a la cabecera de la parcela. Las pérdidas se expresan usualmente en millares de m<sup>3</sup>.
- **Pérdidas por distribución.** Pérdidas volumétricas totales por filtración y evaporación de la regadera que conduce el agua de la toma a la cabecera de la parcela. Las pérdidas se expresan usualmente en millares de m<sup>3</sup>.
- **Plan de riegos.** Planificación del uso del agua para riego en una zona agrícola que dispone de volúmenes asignados de fuentes de abastecimiento considerando un padrón de cultivos y fechas de siembra potenciales, sujetos a restricciones hidráulicas en la red de distribución y a las demandas hídricas de los cultivos. El plan de riegos se prepara antes de iniciar el año agrícola y contiene información de superficie por sembrar y volúmenes a entregar en

puntos de control en periodos decenales o mensuales. Se considera también las extracciones de las fuentes de abastecimiento en sus puntos de control. El plan de riegos representa un balance entre el volumen asignado a una unidad de operación de un distrito de riego y los requerimientos de riegos potenciales de los cultivos a sembrar en un año agrícola.

- **Programa de riego.** Plan detallado de los movimientos de agua futuros (usualmente en la semana siguiente a la elaboración del plan) desde las extracciones de las fuentes de abastecimiento, su conducción por la red de distribución y su entrega a los usuarios. El programa se basa en las demandas parcelarias potenciales o solicitadas.
- **Punto de control.** Localidad de la red de distribución donde es de interés conocer el caudal que fluye para darle seguimiento a los volúmenes entregados en los diferentes niveles operativos en que se divide una zona de riego (sección, zona, módulo, unidad, SRL, DR)
- **Punto de control a nivel módulo.** Lugar donde la concesionaria recibe agua por parte de la CONAGUA o SRL
- **Punto de control a nivel parcelario o toma granja.** Lugar donde el Jefe de Sección o Canalero entrega el agua a los usuarios.
- **Punto de control a nivel red mayor.** Lugar en el que la Sociedad de Responsabilidad Limitada o el módulo de riego recibe el agua en bloque de la CONAGUA.
- **Punto de control a nivel Sección.** Lugar en el que el representante de la concesionaria entrega el agua al Jefe de Sección o Canalero para que distribuya entre los usuarios.
- **Punto de control a nivel Zona.** Lugar en el que recibe el agua el responsable de una zona para que se distribuya a las secciones de riego de la misma.
- **Requerimientos de riego parcelario.** Cantidad de agua expresada en lámina a nivel parcelario que contabiliza las necesidades hídricas de los cultivos que no son satisfechos de manera natural (lluvia, ascenso capilar, etc).
- **Siembras.** Establecimiento de los diversos cultivos en las áreas agrícolas destinadas a la producción agrícola.
- **Superficie física.** Superficie total comprendida entre los límites de una zona de riego.
- **Superficie dominada.** Es la superficie bruta que puede ser regada por gravedad con la infraestructura hidráulica.
- **Superficie de riego o regable.** Superficie bruta que tiene derecho o concesión de riego.
- **Tenencia de la tierra.** Forma jurídica de posesión de la tierra que puede ser social o particular.
- **Toma directa.** Toma de agua constituida sobre un canal principal
- **Zona de aforo.** Localidad de una corriente donde se coloca el equipo para obtener registros sistemáticos del caudal o variables hidrométricas relacionadas.

## ANEXO 2. DATOS UTILIZADOS PARA VALIDAR EL SISTEMA

**Cuadro A2-1.** Registro de los días de riego de todas las solicitudes en el sistema SIGE-MR para la sección 37.

Folio	No. Riego	Fecha	Abrir	Cerrar	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Tr (hr)	Inicio o Fin
000001	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000001	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000001	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000001	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN
000003	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000003	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000003	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000003	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000004	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.57	20.16	18.00	INICIO
000004	3	07/11/2006		05:00:00 p.m.	80	4.90	2.43	20.16	17.00	FIN
000005	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.52	23.14	18.00	INICIO
000005	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.36	23.14	24.00	
000005	3	08/11/2006		07:59:59 a.m.	90	2.59	1.12	23.14	8.00	FIN
000006	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000006	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000006	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000006	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN
000007	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.63	19.71	18.00	INICIO
000007	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.51	19.71	24.00	
000007	3	08/11/2006		11:00:00 p.m.	80	6.62	3.36	19.71	23.00	FIN
000008	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	3.00	19.44	18.00	INICIO
000008	3	07/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	1.00	19.44	6.00	FIN
000009	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.57	20.16	18.00	INICIO
000009	3	07/11/2006		05:00:00 p.m.	80	4.90	2.43	20.16	17.00	FIN
000011	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.29	22.63	18.00	INICIO
000011	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.05	22.63	24.00	
000011	3	08/11/2006		01:00:00 p.m.	80	3.74	1.65	22.63	13.00	FIN
000012	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000012	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000012	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000012	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN
000013	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.70	21.60	18.00	INICIO
000013	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.60	21.60	24.00	
000013	3	08/11/2006		06:00:00 p.m.	90	5.83	2.70	21.60	18.00	FIN
000014	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000014	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000014	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000014	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN

Folio	No. Riego	Fecha	Abrir	Cerrar	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Tr (hr)	Inicio o Fin
000015	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000015	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000015	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000015	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000017	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000017	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000017	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000017	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000018	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000018	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000018	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000018	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000019	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000019	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000019	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000019	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN
000020	3	08/11/2006	01:00:00 p.m.	08:00:00 p.m.	90	2.27	0.97	23.33	7.00	INICIO
000020	3	09/11/2006	06:00:00 a.m.	08:00:00 p.m.	90	4.54	1.94	23.33	14.00	
000020	3	10/11/2006	06:00:00 a.m.	08:00:00 p.m.	90	4.54	1.94	23.33	14.00	
000020	3	11/11/2006	06:00:00 a.m.	08:00:00 p.m.	90	4.54	1.94	23.33	14.00	
000020	3	12/11/2006	06:00:00 a.m.	08:00:00 p.m.	90	4.54	1.94	23.33	14.00	
000020	3	13/11/2006	06:00:00 a.m.	03:00:00 p.m.	90	2.92	1.25	23.33	9.00	FIN
000021	4	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.84	20.52	18.00	INICIO
000021	4	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.79	20.52	24.00	
000021	4	08/11/2006		03:00:00 p.m.	90	4.86	2.37	20.52	15.00	FIN
000022	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000022	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000022	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000022	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000023	2	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.40	21.60	18.00	INICIO
000023	2	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.20	21.60	24.00	
000023	2	08/11/2006		06:00:00 p.m.	80	5.18	2.40	21.60	18.00	FIN
000023	3	07/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	3.00	17.28	18.00	INICIO
000023	3	08/11/2006	12:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	6.91	4.00	17.28	24.00	
000023	3	09/11/2006	12:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.	80	2.30	1.33	17.28	8.00	FIN
000024	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.40	21.60	18.00	INICIO
000024	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.20	21.60	24.00	
000024	3	08/11/2006		06:00:00 p.m.	80	5.18	2.40	21.60	18.00	FIN
000025	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	80	5.18	2.50	20.74	18.00	INICIO
000025	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000025	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	80	6.91	3.33	20.74	24.00	
000025	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	80	1.73	0.83	20.74	6.00	FIN
000026	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000026	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000026	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000026	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000027	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	80	1.44	0.50	28.80	5.00	INICIO

Folio	No. Riego	Fecha	Abrir	Cerrar	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Tr (hr)	Inicio o Fin
000028	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000028	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000028	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000028	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN
000030	3	06/11/2006	06:00:00 a.m.	11:59:59 p.m.	90	5.83	2.50	23.33	18.00	INICIO
000030	3	07/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000030	3	08/11/2006		11:59:59 p.m.	90	7.78	3.33	23.33	24.00	
000030	3	09/11/2006		06:00:00 a.m.	90	1.94	0.83	23.33	6.00	FIN

A continuación se muestran los cálculos de los gastos demandados en puntos de control y por canal de las solicitudes de riego, identificadas por su folio. Los cálculos se realizan para la sección 37 del módulo Santa Rosa, para las fechas del 06/11/2006 al 12/11/2006 (Cuadros A2-2 al A2-20).

**Fecha 06/11/2006**

**Cuadro A2-2 . Cálculos de gasto para el canal Ramal 5+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0009	000001	80	5.18	18	2.5	20.7	INICIO
3	0010	000014	80	5.18	18	2.5	20.7	INICIO
3	0040	000015	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
3	0040	000017	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>135</b>	<b>11.66</b>	<b>36.00</b>	<b>5.00</b>	<b>46.7</b>	
3	0060	000011	80	5.18	18	2.3	22.6	INICIO
3	0060	000018	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
3	0060	000019	80	5.18	18	2.5	20.7	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>187.5</b>	<b>16.20</b>	<b>54.00</b>	<b>7.29</b>	<b>66.7</b>	
3	0070	000003	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
3	0080	000013	90	5.83	18	2.7	21.6	INICIO
4	0080	000021	90	5.83	18	2.8	20.5	INICIO
3	0080	000022	90	5.83	18	2.5	23.3	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>202.5</b>	<b>17.50</b>	<b>54</b>	<b>8.04</b>	<b>65.4</b>	
2	0090	000023	80	5.18	18	2.4	21.6	INICIO
3	0090	000024	80	5.18	18	2.4	21.6	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>120</b>	<b>10.37</b>	<b>36.00</b>	<b>4.80</b>	<b>43.2</b>	
<b>Gasto total</b>			<b>895</b>					

**Cuadro A2-3 . Cálculos de gasto para el canal Ramal 6+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0020	000005	90	5.8	18	2.5	23.1	INICIO
3	0030	000006	80	5.2	18	2.5	20.7	INICIO
3	0030	000009	80	5.2	18	2.6	20.2	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>120</b>	<b>10.37</b>	<b>36.00</b>	<b>5.07</b>	<b>40.90</b>	
<b>Gasto total</b>			<b>210</b>					

**Cuadro A2-4 . Cálculos de gasto para el canal Ramal 7+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0010	000007	80	5.2	18	2.6	19.7	INICIO
3	0010	000025	80	5.2	18	2.5	20.7	INICIO
3	0010	000026	90	5.8	18	2.5	23.3	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>187.5</b>	<b>16.2</b>	<b>54</b>	<b>7.6</b>	<b>63.8</b>	
3	0020	000028	90	5.8	18	2.5	23.3	INICIO
3	0050	000008	90	5.8	18	3.0	19.4	INICIO
3	0060	000004	80	5.2	18	2.6	20.2	INICIO
<b>Gasto total</b>			<b>447.5</b>					

**Cuadro A2-5 . Cálculos de gasto para el canal Lateral 23+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0090	000012	80	5.18	18	2.5	20.736	INICIO
3	0090	000030	90	5.83	18	2.5	23.328	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>127</b>	<b>11.02</b>	<b>36.00</b>	<b>5.00</b>	<b>44.06</b>	
3	0100	000027	80	1.4	5	0.5	28.8	INICIO
<b>Gasto total</b>			<b>1760</b>					

**Fecha 07/11/2006****Cuadro A2-6 . Cálculos de gasto para el canal ramal 5+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0090	000023	80	5.18	18	3.0	17.3	INICIO
3	0009	000001	80	6.91	24	3.3	20.7	Regando
3	0010	000014	80	6.91	24	3.3	20.7	Regando
3	0040	000015	90	7.78	24	3.3	23.3	Regando
3	0040	000017	90	7.78	24	3.3	23.3	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>180</b>	<b>15.55</b>	<b>48.00</b>	<b>6.67</b>	<b>46.66</b>	

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0060	000011	80	6.91	24	3.1	22.6	Regando
3	0060	000018	90	7.78	24	3.3	23.3	Regando
3	0060	000019	80	6.91	24	3.3	20.7	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>250.0</b>	<b>21.6</b>	<b>72</b>	<b>9.7</b>	<b>66.7</b>	
3	0070	000003	90	7.78	24	3.3	23.3	Regando
3	0080	000013	90	7.78	24	3.6	21.6	Regando
4	0080	000021	90	7.78	24	3.8	20.5	Regando
3	0080	000022	90	7.78	24	3.3	23.3	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>270.0</b>	<b>23.3</b>	<b>72</b>	<b>10.7</b>	<b>65.4</b>	
2	0090	000023	80	6.91	24	3.2	21.6	Regando
3	0090	000024	80	6.91	24	3.2	21.6	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>160</b>	<b>13.82</b>	<b>48.00</b>	<b>6.40</b>	<b>43.20</b>	
<b>Gasto total</b>			<b>1190.0</b>					

**Cuadro A2-7 . Cálculos de gasto para el canal ramal 6 +700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0020	000005	90	7.78	24	3.36	23.14	Regando
3	0030	000009	80	4.90	17	2.43	20.16	FIN
3	0030	000006	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>137</b>	<b>11.81</b>	<b>41.00</b>	<b>5.76</b>	<b>40.90</b>	
<b>Gasto total</b>			<b>250</b>					

**Cuadro A2-8 . Cálculos de gasto para el canal ramal 7 +700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0050	000008	90	1.94	6	1.00	19.44	FIN
3	0060	000004	80	4.90	17	2.43	20.16	FIN
3	0010	000007	80	6.91	24	3.51	19.71	Regando
3	0010	000025	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
3	0010	000026	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>250.0</b>	<b>21.6</b>	<b>72</b>	<b>10.2</b>	<b>63.8</b>	
3	0020	000028	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>Gasto total</b>			<b>510</b>					

**Cuadro A2-9 . Cálculos de gasto para el canal Lateral 23+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0090	000012	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
3	0090	000030	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>170</b>	<b>14.69</b>	<b>48.00</b>	<b>6.67</b>	<b>44.06</b>	

**Gasto total 2120**

**Fecha 08/11/2006**

**Cuadro A2-10 . Cálculos de gasto para el canal ramal 5 +700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0009	000001	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
3	0010	000014	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
3	0040	000015	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
3	0040	000017	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>180</b>	<b>15.55</b>	<b>48.00</b>	<b>6.67</b>	<b>46.66</b>	
3	0060	000011	80	3.74	13	1.65	22.63	FIN
3	0060	000020	90	2.27	7	0.97	23.33	INICIO
<b>SubTotal del PC</b>			<b>83.5</b>	<b>6.01</b>	<b>20.00</b>	<b>2.63</b>	<b>45.96</b>	
3	0060	000018	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
3	0060	000019	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>170</b>	<b>14.69</b>	<b>48.00</b>	<b>6.67</b>	<b>44.06</b>	
<b>Total del PC 0060</b>			<b>253.5</b>	<b>26.7</b>	<b>88.0</b>	<b>11.9</b>	<b>136.0</b>	
3	0070	000003	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
3	0080	000013	90	5.83	18	2.70	21.60	FIN
4	0080	000021	90	4.86	15	2.37	20.52	FIN
3	0080	000022	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>213.7</b>	<b>18.5</b>	<b>57</b>	<b>8.4</b>	<b>65.4</b>	
2	0090	000023	80	5.18	18	2.40	21.60	FIN
3	0090	000024	80	5.18	18	2.40	21.60	FIN
3	0090	000023	80	6.91	24	4.00	17.28	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>200</b>	<b>17.3</b>	<b>60</b>	<b>8.8</b>	<b>60.5</b>	

**Gasto total 1097.2**

**Cuadro A2-11 . Cálculos de gasto para el canal ramal 6 +700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0020	000005	90	2.59	8	1.12	0023	FIN
3	0030	000006	80	6.91	24	3.33	0021	Regando
<b>Gasto total</b>			<b>170</b>					

**Cuadro A2-12 . Cálculos de gasto para el canal ramal 7 +700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volúmen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0010	000007	80	6.62	23	3.36	19.71	FIN
3	0010	000025	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
3	0010	000026	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>250.0</b>	<b>21.3</b>	<b>71</b>	<b>10.0</b>	<b>63.8</b>	
3	0020	000028	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>Gasto total</b>			<b>340</b>					

**Cuadro A2-13 . Cálculos de gasto para el canal Lateral 23+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0090	000012	80	6.91	24	3.33	20.74	Regando
3	0090	000030	90	7.78	24	3.33	23.33	Regando
<b>SubTotal del PC</b>			<b>170</b>	<b>14.69</b>	<b>48.00</b>	<b>6.67</b>	<b>44.06</b>	
<b>Gasto total</b>			<b>1777.2</b>					

**Fecha 09/11/2006**

**Cuadro A2-14 . Cálculos de gasto para el canal Ramal 5+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0009	000001	80	1.73	6	0.83	20.74	FIN
3	0010	000014	80	1.73	6	0.83	20.74	FIN
3	0040	000015	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
3	0040	000017	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
<b>SubTotal del PC</b>			<b>90</b>	<b>3.89</b>	<b>12.00</b>	<b>1.67</b>	<b>46.66</b>	
3	0060	000018	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
3	0060	000019	80	1.73	6	0.83	20.74	FIN
<b>SubTotal del PC</b>			<b>85</b>	<b>3.67</b>	<b>12.00</b>	<b>1.67</b>	<b>44.06</b>	
3	0060	000020	90	4.54	14	1.94	23.33	Regando
<b>Total del</b>			<b>175.0</b>	<b>11.9</b>	<b>38</b>	<b>5.3</b>	<b>111.5</b>	

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
<b>PC 0060</b>								
3	0070	000003	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
3	0080	000022	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
3	0090	000023	80	2.30	8	1.33	17.28	FIN
<b>Gasto total</b>			<b>685</b>					

**Cuadro A2-15 .** Cálculos de gasto para el canal Ramal 6+700.

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0010	000025	80	1.73	6	0.83	20.74	FIN
3	0010	000026	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
<b>SubTotal del PC</b>			<b>85</b>	<b>3.67</b>	<b>12.00</b>	<b>1.67</b>	<b>44.06</b>	
3	0020	000028	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
<b>Gasto total</b>			<b>175</b>					

**Cuadro A2-16 .** Cálculos de gasto para el canal Lateral 23+700.

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0090	000012	80	1.73	6	0.83	20.74	FIN
3	0090	000030	90	1.94	6	0.83	23.33	FIN
<b>SubTotal del PC</b>			<b>85</b>	<b>3.67</b>	<b>12.00</b>	<b>1.67</b>	<b>44.06</b>	
<b>Gasto total</b>			<b>1025</b>					

**Fecha 10/11/2006**

**Cuadro A2-17 .** Cálculos de gasto para el canal Ramal 5+700.

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0060	000020	90	4.54	14	1.94	23.33	Regando
<b>Gasto total</b>			<b>90</b>					

**Fecha 11/11/2006**

**Cuadro A2-18 .** Cálculos de gasto para el canal Ramal 5+700.

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0060	000020	90	4.54	14	1.94	23.33	Regando
<b>Gasto total</b>			<b>90</b>					

**Fecha 12/11/2006**

**Cuadro A2-19 . Cálculos de gasto para el canal Ramal 5+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0060	000020	90	4.54	14	1.94	23.33	Regando
<b>Gasto total</b>			<b>90</b>					

**Fecha 13/11/2006**

**Cuadro A2-20 . Cálculos de gasto para el canal Ramal 5+700.**

No. Riego	IdPctrl	Folio	Gasto (lps)	Volumen (Dam3)	Tr (hr)	Avance (ha)	Lámina (cm)	Estado
3	0060	000020	90	2.92	9	1.25	23.33	FIN
<b>Gasto total</b>			<b>90</b>					

A continuación se muestra en el Cuadro A2-21 el resumen por canal de los gastos acumulados del 06/11/2006 al 12/11/2006.

**Cuadro A2-21. Gastos de la sección 37 acumulados por canal en lps.**

Canal	06/Nov/2007	07/Nov/2007	08/Nov/2007	09/Nov/2007	10/Nov/2007	11/Nov/2007	12/Nov/2007
Ramal 5+700	895	1190.0	1097.2	685	90	90	90
Ramal 6+700	210	250	170	80			
Ramal 7+700	447.5	510.0	340	175			
Lateral 3+700	1760	2120.0	1777.2	1025			

### **ANEXO 3. DICCIONARIO DE DATOS.**

El diccionario de datos se divide en dos partes, la primera comprende las tablas de acceso y catálogos del sistema y la segunda parte las tablas del módulo de riego. A continuación se muestran ambas partes.

#### **A3.1. TABLAS DE ACCESO Y CATÁLOGOS DEL SISTEMA.**

##### **CLAVESCONFIGURACION.**

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Concepto		Short		Clave del concepto
2	Concepto		Alpha	50	Nombre del concepto
3	Descripción		Alpha	70	Descripción del concepto

##### **CONFIGURACION.**

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cuenta		Short		Clave de la cuenta del usuario
2	HoraInicialDelRgo		Time		Hora en la que inicia el riego
3	HoraInicioDiaRgo		Time		Hora en la que inicial el usuario a regar
4	HoraFinDiaRgo		Time		Hora del día en el que se deja de regar
5	CanaliniAcum		Alpha	4	Canal de la sección donde se acumulan los gastos
6	PCiniAcum		Alpha	4	Punto de control donde se inicia la acumulación de los gastos
7	PCFinAcum		Alpha	4	Punto de control donde se finaliza la acumulación de los gastos
8	RgoContinuo		Logic		Se riega o no la s 24 horas del día
9	CoefDistancia		Number		Coefficiente de distancia
10	CoefFenologia		Number		Coefficiente de fenología
11	CoefDiasTranscurridos		Number		Coefficiente de días en espera del riego

##### **CSMR.**

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cuenta		Short		Clave de la cuenta del usuario
2	Id_Tipo		Short		Tipo de usuario del sistema
3	NickName		Alpha	10	Sobre nombre del sistema
4	Evalc		Alpha	10	Clave del usuario
5	Nombre		Alpha	20	Nombre del usuario
6	ApPaterno		Alpha	20	Apellido paterno del usuario
7	ApMaterno		Alpha	20	Apellido materno del usuario

CUENTAS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cuentas		Short		Clave de cuentas
2	Id_Privilegio		Short		Clave externa de privilegios
3	Nombre		Alpha	20	Nombre de pila
4	ApPaterno		Alpha	20	Apellido paterno
5	ApMaterno		Alpha	20	Apellido materno

CUENTATARIO.

No	Campo		Tipo	Descripción
1	Id_Sesion		Short	Clave externa de Sesión
2	Id_Cuentas		Short	Clave externa de Cuentas

ENLAZA\_MODULO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Distrito		Alpha	3	No. Del distrito
2	Id_SRL		Alpha	2	No. SRL del distrito
3	Id_Unidad		Alpha	2	No de unidad de la SRL
4	Id_Modulo		Alpha	2	No del modulo enlazado
5	NombreMod1		Alpha	50	Nombre oficial del módulo
6	NombreMod2		Alpha	50	Continuación del nombre oficial
7	NombreDR		Alpha	50	Nombre del Distrito de Riego
8	RutaModulo		Alpha	255	Directorio del módulo
9	RutaLogo		Alpha	255	Directorio del logotipo del módulo

ESTADOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Estado		Alpha	3	No. del estado o entidad federativa
2	Id_Municipio		Alpha	3	Clave del municipio
3	Nombre		Alpha	35	Nombre del municipio

PRIVILEGIADO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cuenta		Short		Clave de la cuenta
2	Id_Privilegio		Short		Clave del privilegio de la cuenta

PRIVILEGIOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	ID_Privilegio		Short		Clave de privilegios
2	Descripción		Alpha	30	Nombre del privilegio

PRIVILEGIOSPORTIPOUSER.

No	Campo		Tipo	Descripción
1	Id_TipoUser		Short	Clave del tipo de usuario
2	Id_Privilegio		Short	Clave del privilegio

REGIONALES.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Region		Short		Clave de la regional (organismo de cuenca)
2	Nombre		Alpha	40	Nombre de la regional
3	NoRomano		Alpha	4	Identificador en número romano de la regional

RELACIONCAMPOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NoRelacion		Short		No. de relación entre campo fuente y campo destino
2	CampoFuente		Alpha	20	Nombre del campo fuente
3	CampoDestino		Alpha	20	Nombre del campo destino

RFUENTEDESTINO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NoRelacion		Short		No de relación entre tablas fuente y destino
2	TablaFuente		Alpha	20	Nombre de la tabla fuente
3	TablaDestino		Alpha	20	Nombre de la tabla destino
4	Id Fuente		Short		Clave de la fuente de datos
5	Id Fuente		Short		Clave de la fuente destino

RUTAFUENTE.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Fuente		Autoinc		Clave de la fuente de datos
2	Fuente		Alpha	20	Nombre de la fuente de datos
3	Ruta		Alpha	255	Dirección física en disco de la fuente

SESION.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Sesion		Byte		Clave de Sesión
2	NombreSesion		Alpha	25	Nombre de la sesión
3	Anio		Alpha	9	Año agrícola
4	Ciclo		Alpha	2	Clave del ciclo agrícola
5	DR		Alpha	3	Clave del distrito de riego
6	SRL		Alpha	2	Clave de la SRL
7	Unidad		Alpha	2	Clave de la Unidad
8	Id_Modulo		Alpha	2	Clave del módulo
9	Id_Zona		Alpha	2	Clave de la zona
10	Id_Seccion		Alpha	2	Clave de la sección

11	RutaSigueMod		Alpha	255	Ubicación en disco duro
12	RutaSigueCat		Alpha	255	Directorio de catálogos del módulo
13	RutaFuenteCat		Alpha	255	Directorio de Ciclo del módulo
14	RutaFuenteMod		Alpha	255	Clave externa del punto de control

#### TABLASFUENTE.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Fuente		Short		Clave de la fuente
2	NombreTabla		Alpha	20	Nombre de la tabla de la fuente elegida
3	Descripción		Alpha	50	Descripción de la tabla fuente

#### TABLASSISTEMA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Fuente		Short		Clave de la fuente
2	Nivel		Alpha	10	Nivel de la tabla
3	NombreTabla		Alpha	20	Nombre de la tabla del sistema
4	Descripción		Alpha	20	Descripción de la tabla

### A3.2 TABLAS DEL MÓDULO DE RIEGO

#### AFOROS

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Conducto		Alpha	4	Identificador del canal de conducción
2	Id_Pctrl		Alpha	4	Identificador del punto de control
3	Fecha		Date		Fecha de la realización del aforo
4	HoraInicial		Time		Hora en la que se realizó el aforo
5	HoraFinal		Time		Hora del último aforo en el día
6	Gasto		Float		Gasto aforado (lps)
7	Volumen		Float		Volumen aforado (m <sup>3</sup> )
8	Observación		Alpha	70	Observaciones
9	Anio		Short		Año del aforo (solo lo usa el sistema)
10	Mes		Short		Mes del aforo (solo lo usa el sistema)

#### AFOROSACUMULADOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Conducto		Alpha	4	Identificador del canal de conducción
2	Id_Pctrl		Alpha	4	Identificador del punto de control
3	Anio		Short		Año del aforo
4	Mes		Shor		Mes del aforo
5	D1 . . . D31		Float		Gasto aforado del día

### ANIOSAGRICOLAS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Anio		Alpha	4	Año agrícola
2	Periodo		Alpha	9	Periodos del año
3	Fecha_Ini		Date		Fecha de inicio del año agrícola, generalmente es el 1 de octubre
4	Fecha_Fin		Date		Fecha del fin del año agrícola, generalmente es el 30 de septiembre

### ARBOLANIOSMESES.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	IdNodo		Short		Nodo del árbol
2	NodoPadre		Short		Nodo del cual se deriva
3	Descripción		Alpha		
4	Anio		Short		
5	Mes		Short		

### ARBOLCULTIVOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	IdNodo		Short		Nodo del árbol
2	NodoPadre		Short		Nodo del cual se deriva
3	Nombre		Alpha	30	Nombre del cultivo
4	Id_Cultivo		Alpha	4	Clave del cultivo

### ARBOLGASTOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NodoTipo		Short		Tipo del nodo de acuerdo a su nivel operativo
2	ClaveNodo		Alpha	4	Identificador del nodo
3	Fecha		Date		Fecha del registro del gasto
4	Hora		Time		Hora de registro del gasto
5	Q		Float		Gasto registrado
6	V		Float		Volumen registrado
7	L		Float		Lámina de riego registrada

### ARBOLNIVELES.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NodoID		Short		Número de nodo
2	NodoPadre		Short		Nodo del cual se deriva
3	Descripción		Alpha	45	Descripción del nodo
4	NodoTipo		Short		Tipo de nodo
5	ClavePc		Short	4	Clave del punto de control
6	ClaveCanal		Alpha	4	Clave del canal de conducción
7	Id_Canal		Alpha	4	Clave del canal sin prefijo 'T' solo para

					fines internos del sistema
8	Zona		Alpha	2	Clave de la zona de riego
9	Sección		Alpha	2	Clave de la sección de riego
10	Gasto		Flota		Gasto del punto de control (lps)

#### ARBOLNODOSTIPO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NodoTipo		Short		Tipo de nodo
2	Descripción		Alpha	30	Descripción del tipo de nodo

#### CANALYPCPARAQDEMPORPC.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Orden		Short		Nivel de operación del PC
2	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del canal donde se deriva el PC
3	Id_Pctrl		Alpha	4	Clave del punto de control
4	Sección		Alpha	2	Clave de la sección
5	ClaveCanal		Alpha	4	Canal donde se encuentra el PC
6	Descripción		Alpha	30	Descripción del tipo de Pc

#### CICLOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Ciclo		Alpha	2	Clave del ciclo
2	Ciclo		Alpha	40	Nombre del ciclo

#### CONCENTRADOSPORSEMANA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NodoID		Short		Clave del nodo
2	FechaLunes		Date		Fecha del primer día de la semana
3	EstadoSolicitud		Alpha	7	Espera, Autorizada, Regando
4	NodoPadre		Short		Nodo del cual se deriva (nivel superior)
5	ClaveCanal		Alpha	4	Clave del canal
6	Descripción		Alpha	45	Descripción del concentrado
7	ClavePC		Alpha	4	Clave del PC
8	Q1,L1,A1,T1		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del primer día de la semana
8	Q2,L2,A2,T2		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del segundo día de la semana
8	Q3,L3,A3,T3		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del tercer día de la semana
8	Q4,L4,A4,T4		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del cuarto

					día de la semana
8	Q5,L5,A5,T5		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del quinto día de la semana
8	Q6,L6,A6,T6		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del sexto día de la semana
8	Q7,L7,A7,T7		Float		Gasto (Q), Lámina de riego (L), Avance de riego(A) y tiempo de riego (T) del séptimo día de la semana

#### CULTIVOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cultivo		Alpha	4	Clave del cultivo
2	Nombre		Alpha	30	Nombre del cultivo
3	Grupo		Alpha	25	Grupo de cultivos al que pertenece

#### EJIDOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Ejido		Alpha	4	Clave del ejido
2	Id_Municipio		Alpha	3	Clave del municipio
3	Id_Estado		Alpha	2	Clave del estado o entidad federativa
4	Nombre		Alpha	30	Nombre del ejido
5	EoC		Alpha	7	Ejido o Comunidad

#### ESTADOSOLICITUD.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Estado_Solicitud		Short		Identificador del estado de la solicitud
2	Descripción		Alpha	10	Nombre del estado

#### ESTCONTROL.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Estructura		Alpha	4	Clave de la estructura
2	NomEstructura		Alpha	26	Nombre de la estructura

#### FECHACICLOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Año		Alpha	4	Año del ciclo
2	Id_Ciclo		Alpha	2	Clave del ciclo
3	Fecha_Ini		Date		Fecha de inicio del ciclo
4	Fecha_Fin		Date		Fecha de termino del ciclo
5	Fecha_Siembra		Date		Fecha en la que se siembra el ciclo
6	Fecha_FinSiembra		Date		Límite de fechas tardías de las siembras

FENOLOGIA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cultivo		Alpha	4	Año del ciclo
2	Tipo		Short		Tipo de cultivo
3	Ciclo		Alpha	2	Clave del ciclo
4	DuracionCiclo		Short		Días desde la siembra hasta la cosecha
5	Xmax		Float		Valor máximo de estrés del cultivo
6	FcForma		Float		Factor de forma de la gráfica de fenología del cultivo

GASTOPORPC.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
2	Id_Petrl		Alpha	4	Clave del PC
3	Fecha		Date		Fecha en la cual se registro el gasto
4	Gasto		Float		Gasto del conducto (lps)
5	Volumen		Float		Volumen del conducto (Dam <sup>3</sup> )
6	Avance		Float		Superficie regada durante el día (ha)
7	Lámina		Float		Lámina de riego aplicada (cm)
8	Tr		Float		Tiempo de riego (hr)

GASTOPROGRAMADO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
2	Id_Petrl		Alpha	4	Clave del conducto
3	Anio		Short		Año del registro
4	Mes		Short		Mes del registro
5	D1 . . . D31		Float		Gasto programado para ese día (m <sup>3</sup> /s)

HISTORIAQPROGVSQDEM.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Fecha		Date		Fecha del registro
2	Qprog		Float		Gasto programado (lps)
3	Ídem		Float		Gasto demandado (lps)

LISTADECANALES.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	ApActual		Short		Apuntador actual
2	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
3	Id_PCtrI		Alpha	4	Clave del punto de control
4	ApConducto		Short		Apuntador al conducto derivado
5	ApAnterior		Short		Apuntador anterior

6	Nombre		Alpha	27	Nombre de PC
7	Cadenamiento		Alpha	7	Cadenamiento del PC
8	Tipo		Alpha	1	Tipo de PC
9	ApSiguiente		Short		Apuntador siguiente

#### MESES.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Mes		Short		Número de mes
2	Mes		Alpha	20	Nombre del mes

#### MODULO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Distrito		Alpha	3	Clave del distrito
2	Id_Modulo		Alpha	2	Clave del módulo
3	NombreCorto		Alpha	20	Nombre corto del módulo
4	NombreOf		Alpha	30	Nombre oficial del módulo
5	Sup_Riego		Float		Superficie de riego
6	Sup_Fisica		Float		Superficie física del módulo

#### NIVEL.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Nivel		Short		Nivel del canal
2	Descripción		Alpha		Clasificación del canal

#### PAGORIEGO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Folio		Alpha	8	Folio o permiso de riego
2	FechaPago		Date		Fecha de pago del permiso de riego
3	NoSiembra		Alpha		Número de siembra
4	División		Alpha	2	Lote de la siembra

#### PARCELAS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Cuenta		Alpha	6	Clave de la parcela
2	SubCuenta		Alpha	2	Lote de la parcela
3	Id_User		Short		Clave del usuario
4	Id Ejido		Alpha	4	Clave del ejido
5	Id Estado		Alpha	2	Clave del estado
6	Id Municipio		Alpha	3	Clave del municipio
7	Id Zona		Alpha	2	Clave de la zona
8	Id Seccion		Alpha	2	Clave de la sección
9	Id Tenencia		Alpha	2	Tipo de tenencia de la tierra
10	Id Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
11	Id Pctrl		Alpha	4	Clave del PC

12	Predio		Alpha	6	Predio de la parcela
13	SupFisica		Float		Superficie física (ha)
14	SupRiego		Float		Superficie de riego (ha)
15	Precarista		Logic		Es precarista?
16	Qriego		Float		Gasto de riego (lps)
17	DistAPC		Float		Distancia a la toma parcelaria (m)

#### PATRONCULTIVOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Cultivo		Alpha	4	Clave del cultivo
2	Id_Ciclo		Alpha	2	Clave del ciclo
3	VolProg		Float		Volumen programado (Dam <sup>3</sup> )
4	VolAuto		Float		Volumen autorizado (Dam <sup>3</sup> )
5	SupProg		Float		Superficie programada (ha)
6	SupAuto		Float		Superficie autorizada (ha)
7	Rendimiento		Float		Rendimiento del cultivo (ton)
8	PMR		Float		Precio medio rural (\$)
9	CuotaRiego		Float		Cuota de riego (\$)
10	CostoProd		Float		Costo de producción (\$)

#### PCDEAFORO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Coducto		Alpha	4	Clave del conducto
2	Id_Pctrl		Alpha	4	Clave del PC
3	NombrePC		Alpha	25	Nombre del PC

#### PCTRLDENIVELESOPERATIVOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Canal		Alpha	4	Clave del conducto
2	Id_Pctrl		Alpha	4	Clave del PC
3	Modulo		Alpha	2	Clave del módulo
4	Zona		Alpha	2	Clave de la zona
5	Sección		Alpha	2	Clave de la sección

#### PCTRLPARAAFORAR.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
2	Id_Pctrl		Alpha	4	Clave del PC
3	Nivel		Alpha	7	Nivel operativo del PC en el módulo
4	Id_Tipo_Pctrl		Alpha	2	Tipo de PC
5	Observación		Alpha	30	Observaciones

POLIGONOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Poligono		Short		Número de polígono
2	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
3	Nombre		Alpha	40	Descripción del polígono
4	Cadenamiento		Alpha	7	Cadenamiento del canal representado por el polígono

POLIGONOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Poligono		Short		Número de polígono
2	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto

PUNTOSCTRL.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Pctrl		Alpha	4	Clave del PC
2	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
3	Id_Zona		Alpha	2	Clave del la zona
4	Id_seccion		Alpha	2	Clave del la sección
5	Cadenamiento		Alpha	7	Cadenamiento del PC
6	Id Tipo Pctrl		Alpha	2	Tipo de PC
7	Id Tipo Toma		Alpha	2	Tipo de toma
8	Id_Tipo_Aprov		Alpha	2	Tipo de aprovechamiento del que le suministran agua
9	Id_Tipo_Aforo		Alpha	2	Tipo de aforo
10	Id_TipoEstructura		Alpha	4	Tipo de estructura o compuerta
11	Qopera		Float		Gasto de operación (lps)
12	Qmax		Float		Gasto máximo de operación (lps)
13	Qmin		Float		Gasto mínimo de operación (lps)
14	Uso Id		Alpha	2	Tipo de uso de agua
15	Ubicación		Alpha	6	Margen derecha o Izquierda del PC

RED.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
2	Id_Tipo_Conducto		Alpha	2	Tipo de canal
3	Id_Nivel		Alpha	1	Nivel de operación
4	Id_Padre		Alpha	4	Canal del cual deriva (la clave es "0000" si es el primero)
5	P		Alpha	2	Principal
6	LT		Alpha	3	Lateral
7	SLT		Alpha	3	SubLateral
8	RA		Alpha	2	Ramal
9	SRA		Alpha	2	SubRamal
10	SSRA		Alpha	2	SubSubRamal
11	Nombre		Alpha	40	Nombre del canal

12	EficienciaC		Float		Eficiencia de conducción
13	Cadenamiento		Alpha		Cadenamiento del canal

#### RIEGOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Folio		Alpha	8	Folio o permiso de riego
2	NoRiego		Short		No. Riego aplicado
3	Fecha		Date		Fecha de aplicación del riego
4	Abrir		Time		Hora en la que inicia el riego
5	Cerrar		Time		Hora en la que se cierra el riego al final del día
6	Gasto		Float		Gasto entregado (lps)
7	Volumen		Float		Volumen entregado (m <sup>3</sup> )
8	Avance		Float		Superficie regada durante el día (ha)
9	Lámina		Float		Lámina de riego aplicada
10	Tr		Float		Tiempo de riego del día (hr)
11	DiaAplicado		Float		Día que lleva aplicándose el riego
12	InicioOFin		Alpha	6	Inicio o termina el riego

#### RIEGOSSOLICITUD.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Folio		Alpha	8	Folio o permiso de riego
2	NoRiego		Short		No. Riego aplicado
3	Fecha		Date		Fecha de aplicación del riego
4	Abrir		Time		Hora en la que inicia el riego
5	Cerrar		Time		Hora en la que se cierra el riego al final del día
6	Gasto		Float		Gasto entregado (lps)
7	Volumen		Float		Volumen entregado (m <sup>3</sup> )
8	Avance		Float		Superficie regada durante el día (ha)
9	Lámina		Float		Lámina de riego aplicada
10	Tr		Float		Tiempo de riego del día (hr)
11	DiaAplicado		Float		Día que lleva aplicándose el riego
12	InicioOFin		Alpha	6	Inicio o termina el riego

#### SECCION.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Seccion		Alpha	2	Sección de riego
2	Id_Zona		Alpha	2	Zona de riego
3	Sup_Riego		Float		Superficie de riego (ha)
4	Sup Fisica		Float		Superficie física (ha)

## SIEMBRAS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	NoSiembra		Alpha	8	Número de Siembra
2	División		Alpha	2	Lote de la siembra
3	Referencia		Alpha	8	Permiso de siembra
4	FechaSiembra		Date		Fecha de siembra
5	Id_Ciclo		Alpha	2	Clave del ciclo
6	Id_Cultivo		Alpha	4	Clave del cultivo
7	Cuenta		Alpha	6	Clave de la parcela
8	SubCuenta		Alpha	2	Lote de la parcela
9	SupProg		Float		Superficie programada (ha)
10	SupAuto		Float		Superficie autorizada (ha)
11	VolProg		Float		Volumen programado (Dam <sup>3</sup> )
12	VolAuto		Float		Volumen autorizado (Dam <sup>3</sup> )
13	Rendimiento		Float		Rendimiento del cultivo (ton)
14	PMR		Float		Precio medio rural (\$)
15	CostoProd		Float		Costo de producción (\$)
16	Id Sistema		Alpha	3	Sistema de riego
17	Id Tipo Regadera		Alpha	2	Tipo de regadera
18	Cosechado		Bolean		¿Se ha cosechado?
19	Id_Conducto		Alpha	4	Clave del conducto
20	Id_Pctrl		Alpha	4	Clave del PC
21	Id_Zona		Alpha	2	Clave del la zona
22	Id_seccion		Alpha	2	Clave del la sección
24	DistAPC		Short		Distancia a la toma de agua (m)
25	TipoCiclo		Short		Tipo de ciclo

## SOLICITUDRIEGO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Folio		Alpha	8	Número de folio
2	NoRiego		Short		Número de riego
3	Fecha		Date		Fecha de la solicitud
4	Gasto		Float		Gasto de riego
5	Lámina		Float		Lámina de riego
6	DuracionRiego		Float		Duración del riego
7	Volumen		Float		Volumen de riego
8	Estado		Short		Estado de la solicitud
9	SupRiego		Float		Superficie de riego (ha)
10	Prioridad		Short		Prioridad del riego

SOLICITUDRIEGOACOMODADAS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Folio		Alpha	8	Número de folio
2	NoRiego		Short		Número de riego
3	Fecha		Date		Fecha de la solicitud
4	Gasto		Float		Gasto de riego
5	Lámina		Float		Lámina de riego
6	DuracionRiego		Float		Duración del riego
7	Volumen		Float		Volumen de riego
8	Estado		Short		Estado de la solicitud
9	SupRiego		Float		Superficie de riego (ha)
10	Prioridad		Short		Prioridad del riego

TIPO\_AFORO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tipo_Aforo		Alpha	2	Número de folio
2	Descripción		Alpha	25	Descripción del Aforo

TIPO\_APROV.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tipo_Aprov		Alpha	2	Clave del Tipo de Aprovechamiento
2	Tipo		Alpha	30	Tipo de Aprovechamiento
3	SubTipo		Alpha	10	Subtotal de Tipo

TIPO\_CICLO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Tipo		Short		Tipo de Ciclo
2	Nombre		Alpha	10	Nombre del Ciclo
3	Descripción		Alpha	30	Descripción del Ciclo

TIPO\_CONDUCTO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tipo_Conducto		Alpha	2	Tipo de Conducto
2	Descripción		Alpha	10	Descripción del Conducto

TIPO\_ESTRUCTURA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_TipoEstructura		Alpha	4	Tipo de Estructura
2	Nombre		Alpha	27	Nombre de la Estructura

TIPO\_PCTRL.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tipo_Pctrl		Alpha	2	Tipo de punto de control
2	Descripción		Alpha	20	Descripción de punto de control

TIPO\_REGADERA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_TipoRegadera		Alpha	2	Tipo de Regadera
2	Descripción		Alpha	27	Descripción de la Regadera

TIPO\_SRGO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Sistema		Alpha	3	Tipo de Sistema de riego
2	Sistema		Alpha	15	Nombre del Sistema de riego
3	Subsistema		Alpha	30	Nombre del Subsistema de riego

TIPO\_TENENCIA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tenencia		Alpha	2	Tipo de Tenencia
2	Tenencia		Alpha	10	Nombre de la Tenencia
3	Subtenencia		Alpha	20	Nombre de la Subtenencia

TIPO\_TOMA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tipo_Toma		Alpha	2	Tipo de Toma
2	Descripción		Alpha	20	Descripción de la Toma

USO\_AGUA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Uso_Id		Alpha	2	Clave del uso del agua
2	Uso		Alpha	11	Nombre del uso del agua
3	Sub_Uso		Alpha	30	Nombre del Sub uso del agua

USUARIOS.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_User		Short		Clave del usuario
2	Nombre		Alpha	37	Nombre del usuario
3	Calle		Alpha	35	
4	Colonia		Alpha	30	
5	Ciudad		Alpha	25	
6	Id_Estado		Alpha	2	
7	CP		Alpha	5	
8	Tel		Alpha	11	

9	RFC		Alpha	13	
10	CURP		Alpha	12	

ZONA.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Zona		Alpha	2	Clave de la zona
2	Id_Modulo		Alpha	2	Clave del modulo
3	Sup_Riego		Float		Superficie de riego (ha)
4	Sup Fisica		Float		Superficie física (ha)

TIPOUSUARIO.

No	Campo		Tipo	Ancho	Descripción
1	Id_Tipo		Short		Tipo de usuario
2	Nombre		Alpha	20	Nombre del tipo de usuario

ANEXO 4.

MANUAL DEL SISTEMA

SIGE-MR

Versión 1.0

# CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	122
2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA.....	122
2.1 Equipo necesario .....	122
2.2 Instalación.....	122
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	122
4. INTERFASE GRÁFICA.....	123
4.1 Descripción de la pantalla principal.....	124
Menú de opciones .....	124
Barra rápida.....	124
4.2 Operaciones básicas de un archivo .....	125
4.3 Descripción del menú sistema .....	125
4.3.1 Importar .....	126
4.3.2 Exportar .....	126
4.3.3 Panel de control.....	127
4.3.4 Fin de sesión y cierre del sistema .....	129
4.4 Descripción del menú ver.....	129
4.5 Menú catálogos.....	130
4.5.1 Submenú “Generales” .....	130
4.5.2 Submenú Agrícolas .....	132
4.5.3 Submenú “Hidrometría” .....	133
4.6 Menú “Infraestructura”.....	134
4.6.1 Opción “Usuarios” del menú “Infraestructura” .....	135
4.6.2 Opción “Parcelas” del menú “Infraestructura” .....	135
4.6.3 Opción “Estructura” del menú “Infraestructura” .....	136
4.6.4 Opción “Conductos y Pctr” del menú “Infraestructura” .....	136
4.7 Menú “Agrícola” .....	137
4.7.1 Opción “Patrón de cultivos” del Menú “Agrícola” .....	137
4.7.2 Opción “Siembras” del Menú “Agrícola” .....	137
4.7.3 Opción “Fenología del cultivo” del Menú “Agrícola” .....	138
4.8 Menú “Riego” .....	139
4.8.1 Opción “Folio de riegos” del menú “Riego”.....	139
4.8.2 Opción “Solicitudes de riego” del menú “Riego” .....	139
4.8.3 Opción “Planeación” del menú “Riego” .....	142
4.9 Menú “Hidrometría” .....	145
4.9.1 Opción “Gastos Programados” del menú “Hidrometría” .....	146
4.9.2 Opción “Gastos Aforados” del menú “Hidrometría” .....	146
4.10 Menú “Reportes” .....	147
4.10.1 Opción “Hidrogramas” del menú “Reportes”.....	147
4.10.2 Opción “Gastos programados” del menú “Reportes” .....	148
4.10.3 Opción “Gastos Aforados” del menú “Reportes” .....	149
4.10.4 Opción “Solicitudes de riego” del menú “Reportes” .....	149
4.10.5 Opción “Demandas en puntos de control” del menú “Reportes” .....	150
4.10.6 Opción “Gasto programado y gasto demandado” del menú “Reportes” ..	151

# 1. INTRODUCCIÓN

El sistema SIGE-MR ha sido desarrollado como una respuesta a la necesidad de procesar los vastos volúmenes de información durante la operación de los módulos de riego y cuyo objetivo es la de facilitar la toma de decisiones en la programación del riego oportuno.

El sistema esta orientado básicamente a tres tipos de usuarios potenciales: jefes de sección, jefes de zona y encargado de hidrometría del módulo de riego. Estos usuarios son los responsables de capturar las solicitudes de riego y de realizar el calendario de riegos semanal.

El sistema SIGE-MR integra los volúmenes de agua demandados en cada punto de control del módulo de riego y presenta los resultados en forma tabular o gráfica.

El uso del SIGE-MR coadyuvara a la programación del riego en forma rápida, precisa, integral y óptima trayendo consigo un ahorro de agua y la entrega oportuna de agua cuando el cultivo lo requiera.

Este manual esta dirigido al personal técnico del módulo de riego encargado de la operación de canales y puntos de control.

## 2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA

### 2.1 Equipo necesario

Los requerimientos computacionales mínimos para instalación de SIGE – MR son los siguientes:

- Computadora con procesador Pentium
- 64 MB de memoria RAM o superior
- Sistema operativo Windows 98 o superior
- Disco duro con 20 MB de espacio libre
- Ratón
- Monitor a color (SVGA)
- Unidad lectora de discos compactos (CD)

### 2.2 Instalación

## 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema SIGE-MR fue programado en Lenguaje PASCAL en una interfase gráfica DELPHI 6, utiliza una base de datos cuyo modelo es relacional, el manejador de la base de datos utilizado es PARADOX 7. La estructura generada en disco se muestra en la Figura A4-1.

Explicación de carpetas:

AVIS: contiene los mensajes animados  
DBD: aloja la base de datos general  
FOTOS: contiene los fondos del sistema  
MODULOS: carpeta que contiene subcarpetas para cada módulo y a su vez cada módulo contiene una subcarpeta por cada año agrícola.  
SQL: lista las consultas en formato “txt” utilizadas por el sistema en tiempo de ejecución

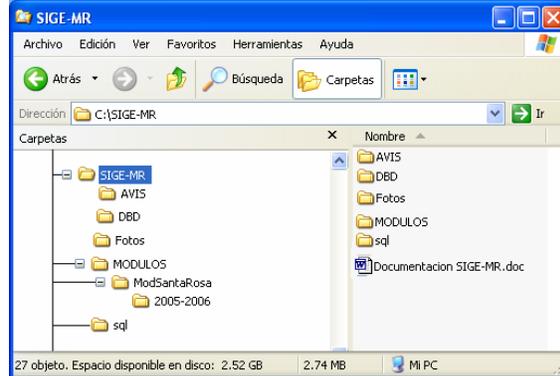


Figura A4-1. Estructura física de archivos.

## 4. INTERFASE GRÁFICA

La primera pantalla que se muestra el sistema es la de acceso por tipo de usuario, la cual delimita las operaciones a realizar dentro del sistema de acuerdo a los privilegios concedidos a la cuenta del usuario. La Figura A4-2 muestra la pantalla de acceso.

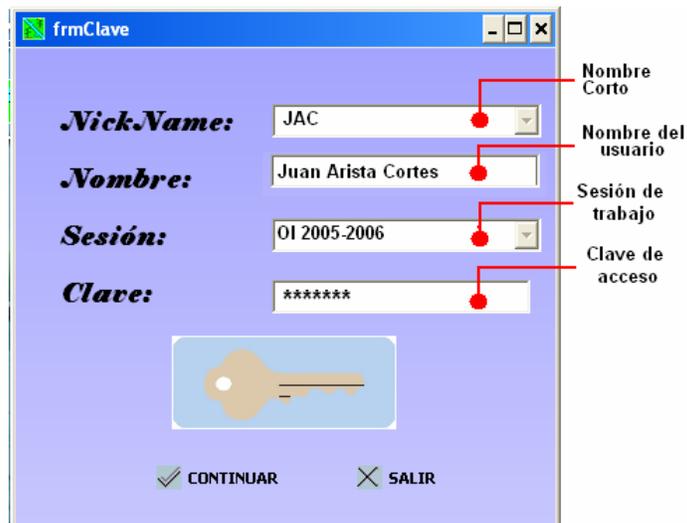


Figura A4-2. Acceso al sistema por tipo de usuario.

La interfaz del usuario conecta al usuario con el sistema. A continuación se muestra la interfaz del usuario (Figura A4-3)

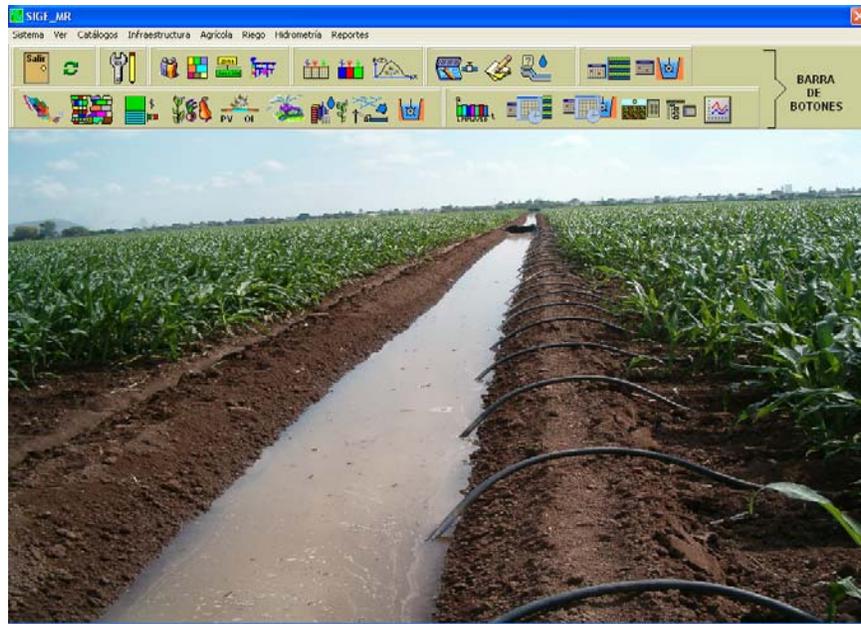


Figura A4-3. Pantalla principal del sistema SIGE-MR.

#### 4.1 Descripción de la pantalla principal

La pantalla principal esta integrada por las siguientes secciones.

##### Menú de opciones

Contiene todas las opciones de SIGE-MR dividido en 9 menús que despliegan sus opciones en forma descendente. Un acceso rápido a las opciones del menú es mediante la combinación simultánea de las teclas Alt + la letra subrayada de la opción que se desea ejecutar.

##### Barra rápida

Esta formada por un conjunto de paletas de botones pulsables con imágenes grabadas que representan todas las opciones disponibles agrupadas de acuerdo al menú principal. Si se desea conocer más acerca de cada botón se puede colocar el puntero del ratón sobre el botón de interés y la información aparecerá en la barra de estado

Barra de salida: contiene las opciones de fin de sesión o del sistema.

Panel de control: contiene las opciones de configuración del sistema.

Catálogos generales: contiene los catálogos establecidos por la CONAGUA (antes CNA).



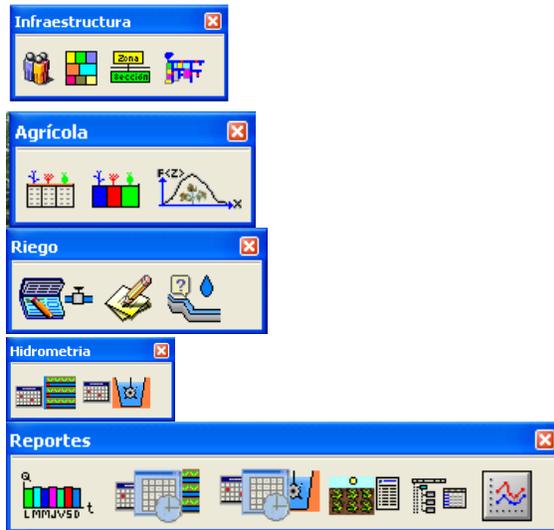
Infraestructura: contiene los catálogos de parcelas, la estructura del módulo y la red de canales.

Agrícola: contiene el patrón de cultivo y las siembras establecidas y la gráfica de fenología de cultivos.

Riego: contiene el registro de folios, solicitudes de riego y distribución de riegos.

Hidrometría: contiene los gastos programados y el registro de aforos

Reportes: genera los reportes de: hidrogramas, gastos programados, gastos aforados, solicitudes de riego, gastos en puntos de control y gastos programados Vs Gastos distribuidos



## 4.2 Operaciones básicas de un archivo

SIGE-MR almacena los datos y valores utilizados en tablas de datos, para su futura utilización, la modificación de estas tablas, se lleva a cabo con las siguientes opciones:

- |                                    |   |  |
|------------------------------------|---|--|
| ▶ Selecciona el siguiente registro | + | Agrega un nuevo registro                     |
| ◀ Selecciona el registro anterior  | - | Elimina el registro actual                   |
| ▶ Selecciona el último registro    | × | Cancela la modificación del registro actual  |
| ◀ Selecciona el primer registro    | ✓ | Graba las modificaciones del registro actual |

## 4.3 Descripción del menú sistema

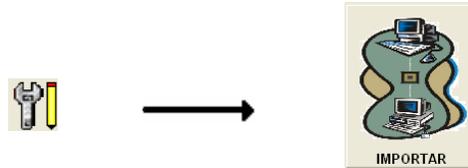
Contiene las opciones de salida del sistema, importar catálogos, exportar los resultados, panel de control (con Configuración de sesiones, cuentas y privilegios y lista de canales doblemente ligada), cerrar sesión y salir del sistema (Figura A4-4).



Figura A4-4. Menú sistema y sus botones de acceso.

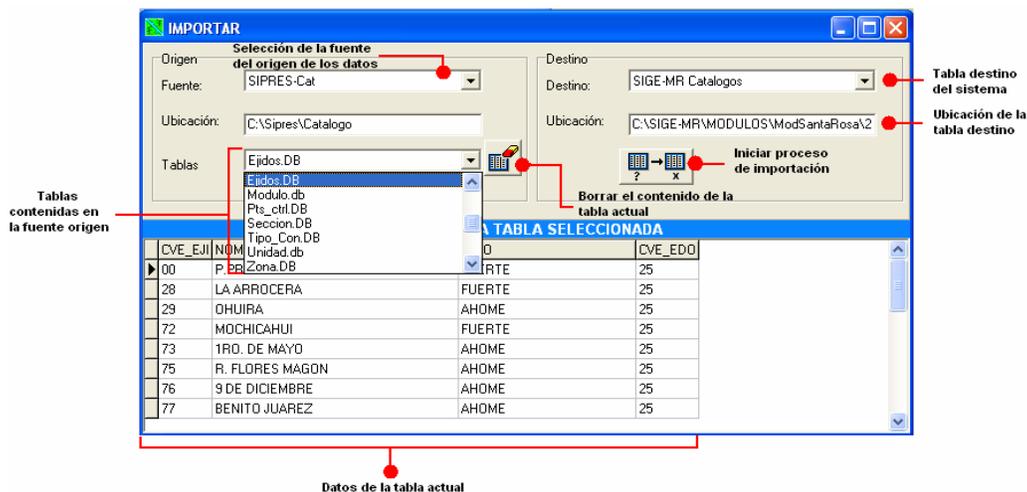
### 4.3.1 Importar

Permite importar catálogos de fuentes externas al SIGE-MR tales como Spriter y Sistag-Dr. Se puede acceder a esta opción desde la barra de herramientas con la siguiente secuencia de botones (Figura A4-5).



**Figura A4-5.** Secuencia de pulsado de botones para acceder a la opción importar.

Para el proceso de importación, al seleccionar la ruta fuente se muestran las tablas disponibles para dicha fuente, posteriormente se selecciona una y se selecciona la fuente y tabla destino y por último se ejecuta el proceso de importación (Figura A4-6).



**Figura A4-6.** Importación de catálogos.

### 4.3.2 Exportar

Para exportar se utiliza la misma pantalla del punto 4.3.1 solo que cambia la orientación origen - destino. Ejemplo si exporto de SIGE-MR a SIPRES, en la fuente "Origen" selecciono a SIGE-MR y el en "Destino" a SIPRES.

### 4.3.3 Panel de control



El panel de control (  ) contiene las opciones de configuración, importación (ya fue descrita), usuarios, sesiones, privilegios y lista ligada de canales. A continuación se describen las opciones del panel de control:

#### Opción Configurar:

En esta opción se establecen las horas de riego al inicio, fin o riego continua, el canal a donde se acumularan los gastos, los puntos de control en donde se acumulara y entregara el gasto final y los coeficientes de prioridad de riego como son por distancia, por fenología, y por tiempo de espera.

#### Opción Usuarios:



Permite agregar modificar o eliminar usuarios con sus respectivas sesiones y privilegios. (Figura A4-7). En esta pantalla el icono  **SESIONES:** permite agregar o eliminar sesiones (Figura A4-8) y el icono  **PRIVILEGIOS:** permite agregar o eliminar privilegios del usuario (Figura A4-9), los iconos   permiten visualizar los datos del usuario anterior y posterior respectivamente, los iconos   permiten agregar y eliminar sesiones o privilegios.



Figura A4-7. Usuarios del sistema.

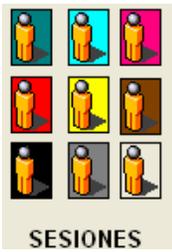


Figura A4-8. Sesiones de cada usuario.



Figura A4-9. Privilegios de cada usuario.

### Opción Sesiones:



Permite crear, modificar y eliminar las sesiones del sistema con sus respectivos parámetros a las cuales podrán acceder los usuarios (Figura A4-10)

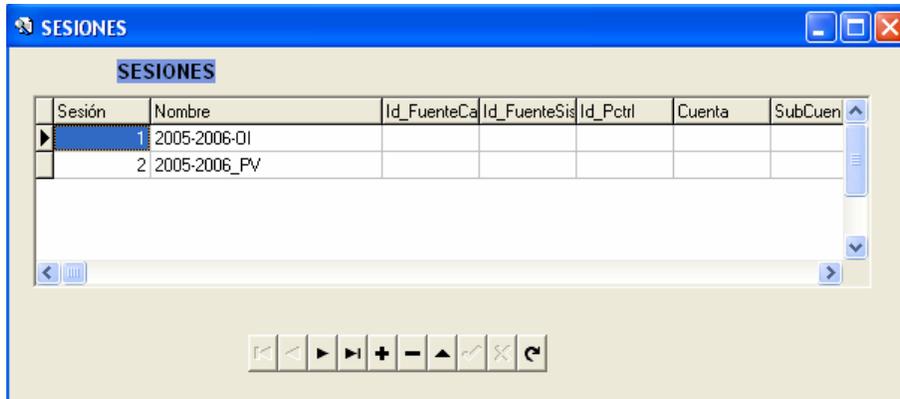


Figura A4-10. Sesiones de trabajo.

### Privilegios:



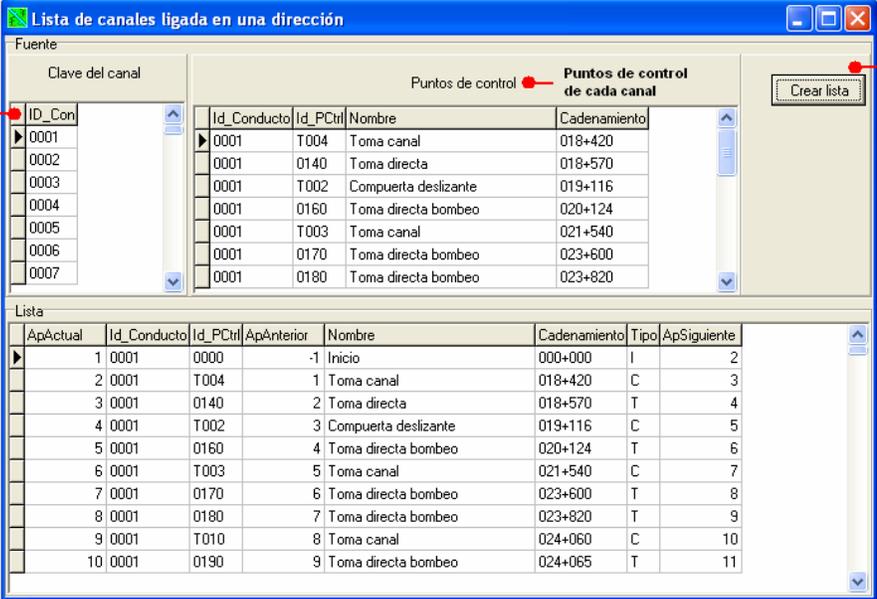
Permite crear, modificar y eliminar los privilegios que posee el sistema y que podrán ser asignados a los usuarios. La Figura A4-11 muestra la pantalla de captura de privilegios



Figura A4-11. Privilegios del sistema.

## Lista de canales

La lista de canales es una estructura de datos cuyos nodos están referenciados por dos apuntadores uno por cada sentido del recorrido entre los nodos, el sistema los ocupa para recorrer los canales e integrar las demandas en cada punto de control. La Figura A4-12 muestra la pantalla de la lista de canales doblemente ligada. El botón  permite crear la lista, si en un momento dado se a agregado otro punto de control, se puede regenerar una nueva lista sobrescribiendo la anterior.



The screenshot shows a software window titled "Lista de canales ligada en una dirección". It contains the following elements:

- Fuente:** A section with a "Clave del canal" field and a "Puntos de control" section. The "Puntos de control" section has a sub-header "Puntos de control de cada canal" and a "Crear lista" button.
- Identificadores de canales:** A list of channel IDs (ID\_Con) from 0001 to 0007.
- Puntos de control de cada canal:** A table with columns: Id\_Conducto, Id\_PCtrl, Nombre, Cadenamiento.
- Lista:** A table with columns: ApActual, Id\_Conducto, Id\_PCtrl, ApAnterior, Nombre, Cadenamiento, Tipo, ApSiguiente.

Id_Conducto	Id_PCtrl	Nombre	Cadenamiento
0001	T004	Toma canal	018+420
0001	0140	Toma directa	018+570
0001	T002	Compuerta deslizante	019+116
0001	0160	Toma directa bombeo	020+124
0001	T003	Toma canal	021+540
0001	0170	Toma directa bombeo	023+600
0001	0180	Toma directa bombeo	023+820

ApActual	Id_Conducto	Id_PCtrl	ApAnterior	Nombre	Cadenamiento	Tipo	ApSiguiente
1	0001	0000	-1	Inicio	000+000	I	2
2	0001	T004	1	Toma canal	018+420	C	3
3	0001	0140	2	Toma directa	018+570	T	4
4	0001	T002	3	Compuerta deslizante	019+116	C	5
5	0001	0160	4	Toma directa bombeo	020+124	T	6
6	0001	T003	5	Toma canal	021+540	C	7
7	0001	0170	6	Toma directa bombeo	023+600	T	8
8	0001	0180	7	Toma directa bombeo	023+820	T	9
9	0001	T010	8	Toma canal	024+060	C	10
10	0001	0190	9	Toma directa bombeo	024+065	T	11

Figura A4-12. Lista doblemente ligada de canales.

### 4.3.4 Fin de sesión y cierre del sistema

Fin de sesión (): cierra la sesión actual y retorna a la pantalla de acceso por cuenta de usuario.

Cierre del sistema (): cierra la sesión actual y finaliza el sistema.

### 4.4 Descripción del menú "Ver"

El menú ver permite activar o desactivar las barras de botones, siendo las palomeadas las visibles y las no palomeadas las no visibles (Figura A4-13)



**Figura A4-13.** Barras de botones activas.

### 4.5 Menú “Catálogos”

El menú “Catálogos” contiene las opciones para el acceso a la información que permanece fija durante la operación de SIGE-MR de un año agrícola, esa información fue estandarizada por la CNA (ahora CONAGUA) en colaboración con los usuarios de riego. La Figura A4-14 muestra el menú catálogo y la barra de botones ‘Catálogos generales’ con todas las opciones de menú.

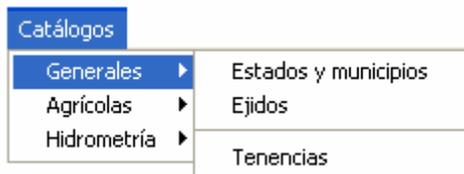


**Figura A4-14.** Menú “Catálogos” y su respectiva barra de botones.

A continuación se describen las opciones del menú “Catálogo”.

#### 4.5.1 Submenú “Generales”

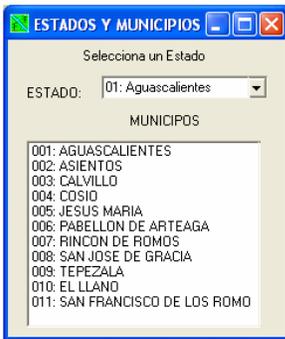
Contiene los catálogos de los estados y municipios de la república mexicana, los ejidos del módulo de riego y el tipo de propiedad de las parcelas de riego. La Figura A4-15 muestra las opciones del submenú “Generales”.



**Figura A4-15.** Submenú “Generales”.

A continuación se describen las opciones del Submenú “Generales”

#### 4.5.1.1 Opción “Estados y municipios” del submenú “Generales”

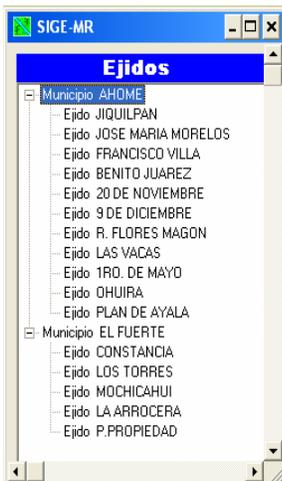


La opción “Estados y municipios” (Figura A4-16) permite visualizar los estados de la república mexicana con sus respectivos municipios. La numeración de estados y municipios es fija y se ocupa como identificadores en los campos de otros catálogos. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



**Figura A4-16.** Opción “Estados y municipios”.

#### 4.5.1.2 Opción “Ejidos” del submenú “Generales”



La opción ‘Ejidos’ lista los ejidos del módulo de riego, agrupados por municipio. Para desglosar los ejidos agrupados se pulsa el símbolo  y para reagrupar el símbolo . La Figura A4-17 muestra la pantalla de ejidos. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



**Figura A4-17.** Opción “Ejidos”.

#### 4.5.1.3 Opción “Tenencias” del submenú “Generales”

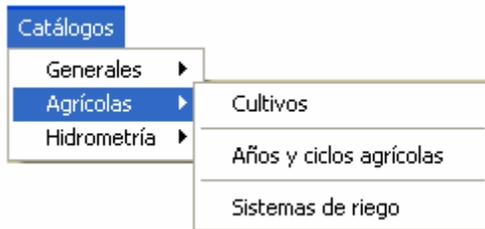


La opción “Tenencias” (Figura A4-18) agrupa en ‘particular’ y ‘social’ los tipos de propiedad de las parcelas de riego. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



**Figura A4-18.** Opción “Tenencias”.

## 4.5.2 Submenú Agrícolas



El submenú “Agrícolas” comprende los catálogos de cultivos, de años y ciclos agrícolas y el de los sistemas de riegos (Figura A4-19).

Figura A4-19. Submenú “Agrícolas”.

### 4.5.2.1 Opción “Cultivos” del submenú “Agrícolas”



El submenú “Cultivos” lista los cultivos que se han sembrado en los distritos de riego y a los cuales se les ha asignado un identificador único establecido por la CNA (ahora CONAGUA). La Figura A4-20 muestra la lista de cultivos con su respectivo identificador. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:

Figura A4-20. Opción “Cultivos”.



### 4.5.2.2 Opción “Años agrícolas” del submenú “Agrícolas”



La opción “Años agrícolas” muestra las fechas de inicio y fin de los años agrícolas y de los ciclos agrícolas. Se pueden agregar nuevos años pero no ciclos. La Figura A4-21 muestra la pantalla de Años y ciclos agrícolas. Se puede acceder a este catálogo con el siguiente botón:

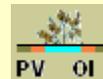


Figura A4-21. Opción años agrícolas.

#### 4.5.2.3 Opción “Sistemas de riego” del submenú “Agrícolas”

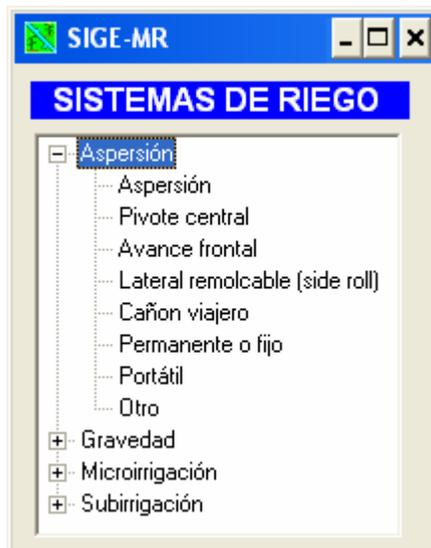


Figura A4-22. Catálogo.

La Figura A4-22 muestra la opción “Sistemas de riego” en una lista que despliega en forma de árbol los distintos sistemas de riegos, agrupados por ‘Aspersión’, ‘Gravedad’, ‘Microirrigación’ y ‘Subirrigación’. Se puede acceder a este catálogo con el siguiente botón:



#### 4.5.3 Submenú “Hidrometría”

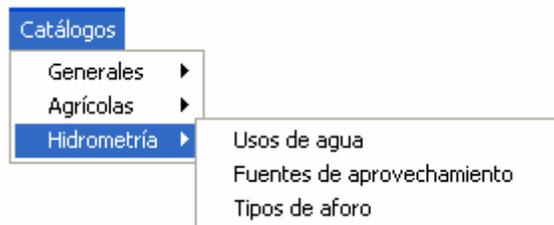


Figura A4-23. Submenú “Hidrometría”.

El submenú “Hidrometría” contiene los catálogos de los usos de agua para riego, los tipos de aprovechamiento y los tipos de aforos de canales (Figura A4-23).

A continuación se describen las opciones del submenú “Hidrometría”.

##### 4.5.3.1 Opción “Usos de agua” del submenú “Hidrometría”



Figura A4-24. Opción “Usos de agua”.

La opción “Usos de agua” muestra la clasificación del uso de agua de riego (Figura A4-24). Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



#### 4.5.3.2 Opción “Fuentes de aprovechamiento” del submenú “Hidrometria”

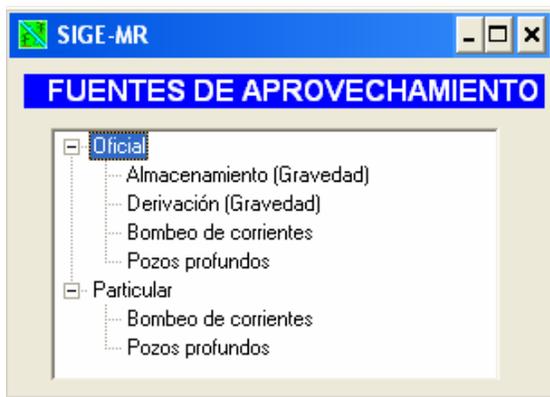


Figura A4-25. Opción “Fuentes de aprovechamiento”.

La opción “Fuentes de aprovechamiento” (Figura A4-25) agrupa las distintas fuentes de agua para uso agrícola agrupadas en dos tipos ‘Oficial’ y ‘Particular’. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



#### 4.5.3.3 Opción “Tipo de aforos” del submenú “Hidrometria”

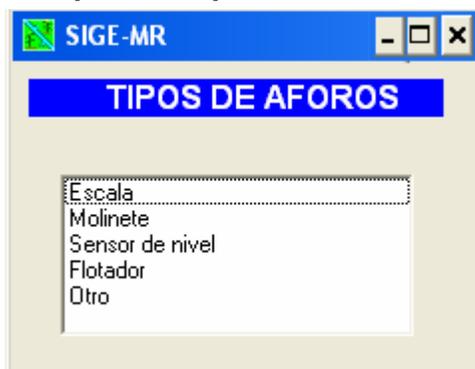


Figura A4-26. Opción “Tipos de aforos”.

La Figura A4-26 muestra la opción “Tipo de aforos” en una lista con los distintos dispositivos para aforar los puntos de control del módulo de riego. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



### 4.6 Menú “Infraestructura”



Figura A4-27. Opciones del menú “infraestructura.”

El menú “Infraestructura” permite acceder a los usuarios y parcelas del módulo, visualizar la estructura jerárquica del módulo y la red de distribución (Figura A4-27).

A continuación se describen las opciones del menú “Infraestructura”.

#### 4.6.1 Opción “Usuarios” del menú “Infraestructura”



La opción usuarios (Figura A4-28), contiene los nombres de los usuarios del agua de riego, pudiendo ser los propietarios o arrendatarios de las parcelas. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



Figura A4-28. Directorio de usuarios.

#### 4.6.2 Opción “Parcelas” del menú “Infraestructura”

Esta opción muestra las parcelas del módulo, a las cuales se les llama padrón de usuarios; cada parcela se identifican por un único valor de cuenta el cual fue proporcionado cuando fue creado el módulo de riego. Como la propiedad con el tiempo se va heredado a los descendientes del propietario se ha dividido la parcela, la cual conserva el mismo número de cuenta pero se le agrega otro identificador llamado “Subcuenta” (Figura A4-29).

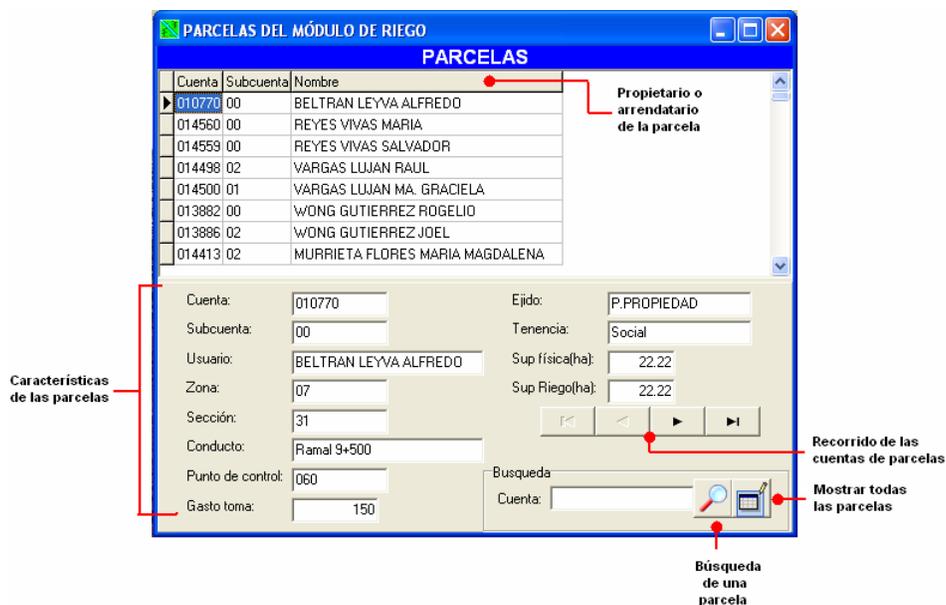
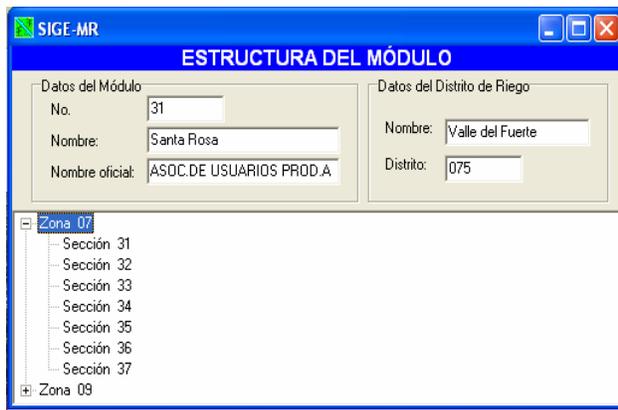


Figura A4-29. Parcelas del módulo de riego.

### 4.6.3 Opción “Estructura” del menú “Infraestructura”



La opción “Estructura” muestra la forma en como se organiza un módulo de riego desde el distrito de riego al que pertenece hasta las secciones de riego. La Figura A4-30 muestra la estructura organizacional del módulo de riego no. 31. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



Figura A4-30. Estructura organizacional del módulo de riego.

### 4.6.4 Opción “Conductos y Pctr” del menú “Infraestructura”

La opción “Conductos y Pctr” muestra la red de distribución que opera el módulo de riego (Figura A4-31). Se puede acceder a esta opción con el botón siguiente: .

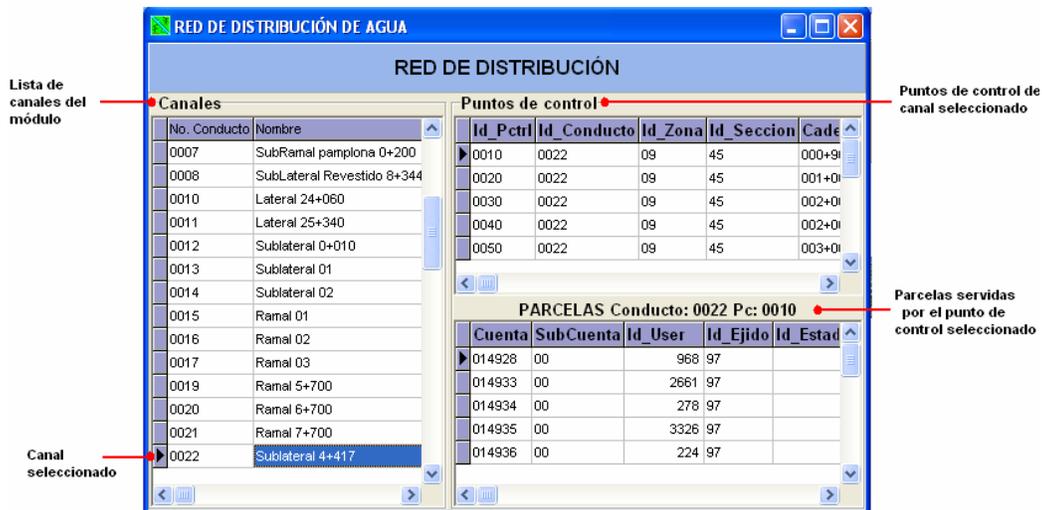


Figura A4-31. Conductos, puntos de control y parcelas del módulo de riego Santa Rosa.

## 4.7 Menú “Agrícola”

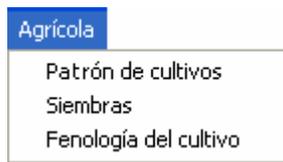
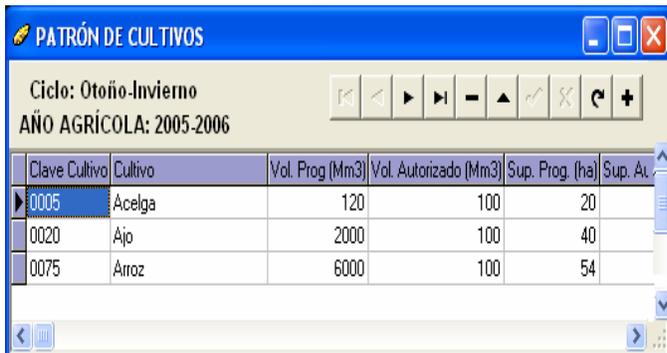


Figura A4-32. Menú agrícola.

El menú “Agrícola” contiene las herramientas para capturar el patrón de cultivos y las siembras establecidas para el año y ciclo agrícola activo y la fenología del cultivo (Figura A4-32).

A continuación se explican cada una de las opciones del menú agrícola.

### 4.7.1 Opción “Patrón de cultivos” del Menú “Agrícola”



Clave Cultivo	Cultivo	Vol. Prog (Mm3)	Vol. Autorizado (Mm3)	Sup. Prog (ha)	Sup. Au.
0005	Ácelga	120	100	20	
0020	Ajo	2000	100	40	
0075	Arroz	6000	100	54	

Figura A4-33. Patrón de cultivos.

En esta parte se capturan los cultivos que serán establecidos durante el año y ciclo agrícola activos (Figura A4-33). Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



### 4.7.2 Opción “Siembras” del Menú “Agrícola”

La opción “Siembras” permite capturar las siembras por establecer (Figura A4-34) y solo permite registrar siembras para los cultivos que fueron dados de alta en el patrón de cultivos. El botón  permite buscar la parcela donde se implantara la siembra, la búsqueda se realiza mediante la cuenta de la parcela. La opción de la casilla   permite modificar las siembras registradas.

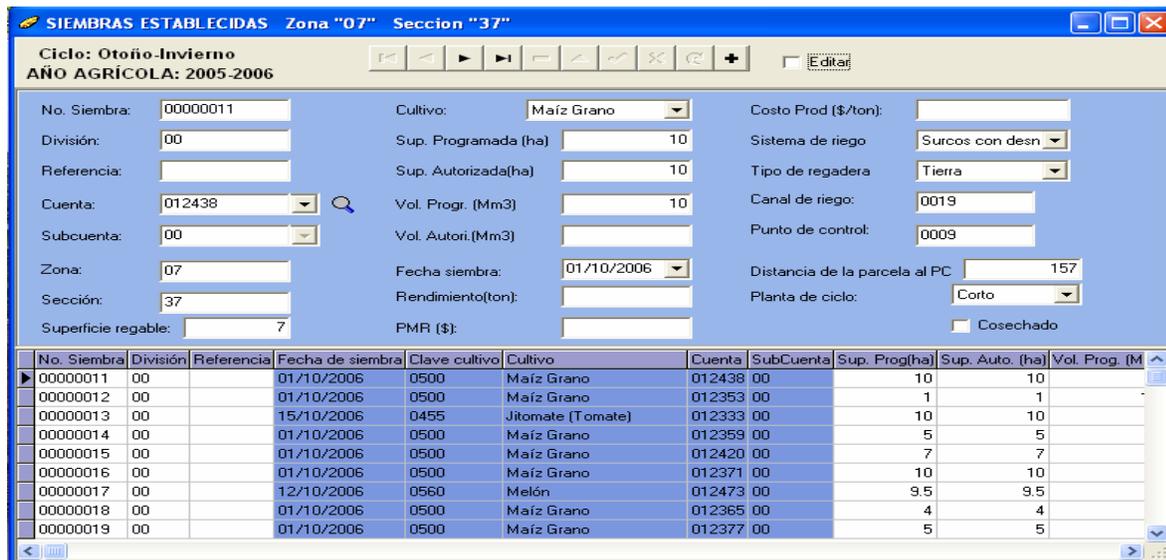


Figura A4-34. Siembras establecidas en la sección 37 ciclo otoño-invierno.

#### 4.7.3 Opción “Fenología del cultivo” del Menú “Agrícola”

Esta opción permite modificar, agregar o consultar las características de la fenología de los cultivos, expresada mediante una función<sup>1</sup>  $F(x)$  siendo “Y” la demanda hídrica del cultivo y “X” la duración del cultivo expresada de 0 a 1 (Figura A4-35).

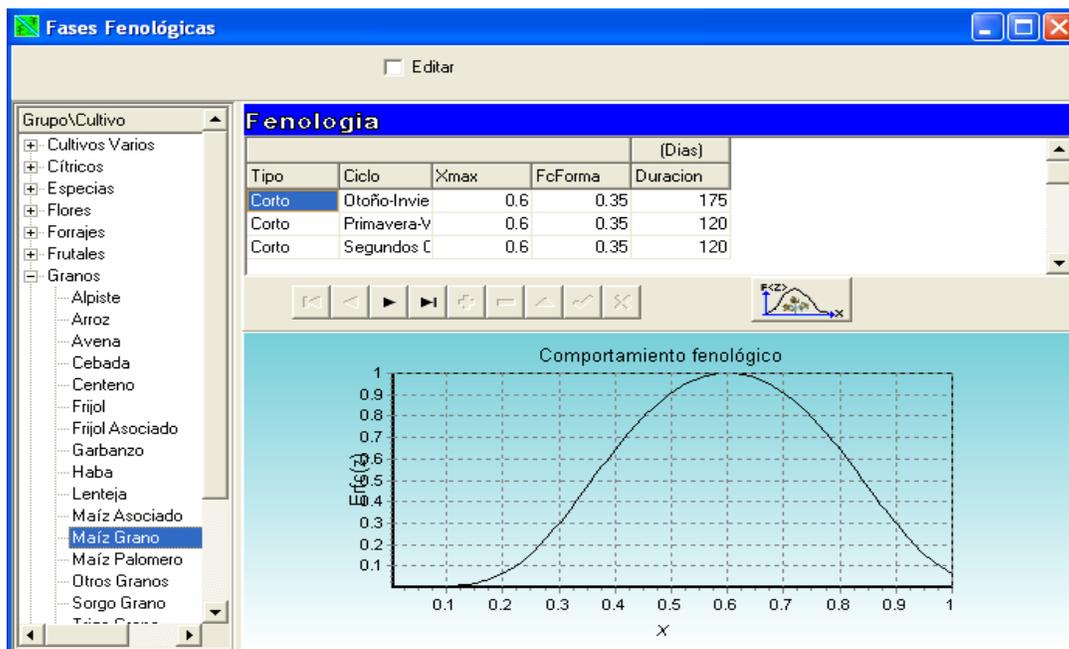


Figura A4-35. Fenología de los cultivos.

<sup>1</sup> Para revisión completa de esta función consultar capítulo 8.8.1 de la presente tesis.

## 4.8 Menú “Riego”

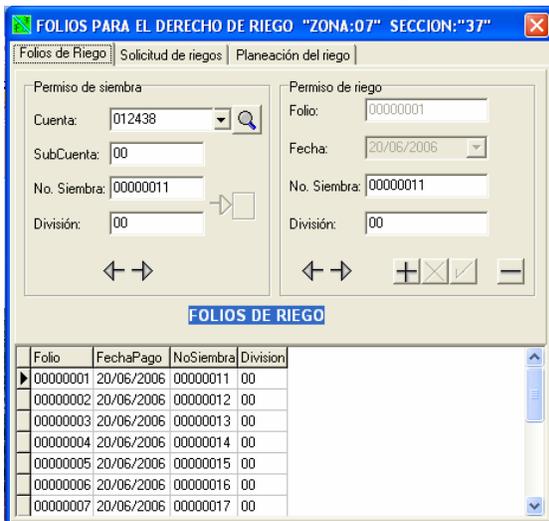


Figura A4-36. Menú “Riego”.

El menú “Riego” tiene las opciones del registro del folio (permiso) de riegos, de las solicitudes de riego y la planeación del riego (Figura A4-36).

A continuación se describen las opciones del menú “Riego”

### 4.8.1 Opción “Folios de riegos” del menú “Riego”



Folio	FechaPago	NoSiembra	Division
00000001	20/06/2006	00000011	00
00000002	20/06/2006	00000012	00
00000003	20/06/2006	00000013	00
00000004	20/06/2006	00000014	00
00000005	20/06/2006	00000015	00
00000006	20/06/2006	00000016	00
00000007	20/06/2006	00000017	00

Figura A4-37. Opción “Folios de riego”.

La opción “Folios de riego” permite registrar los permisos de riego para cada siembra establecida (Figura A4-37), si no se le registra folio a alguna siembra, no podrá regar. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón:



### 4.8.2 Opción “Solicitudes de riego” del menú “Riego”

Las solicitudes (Figura A4-38) de riego son peticiones que se realizan al módulo de riego para suministrar agua a las parcelas con cultivos. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón: .

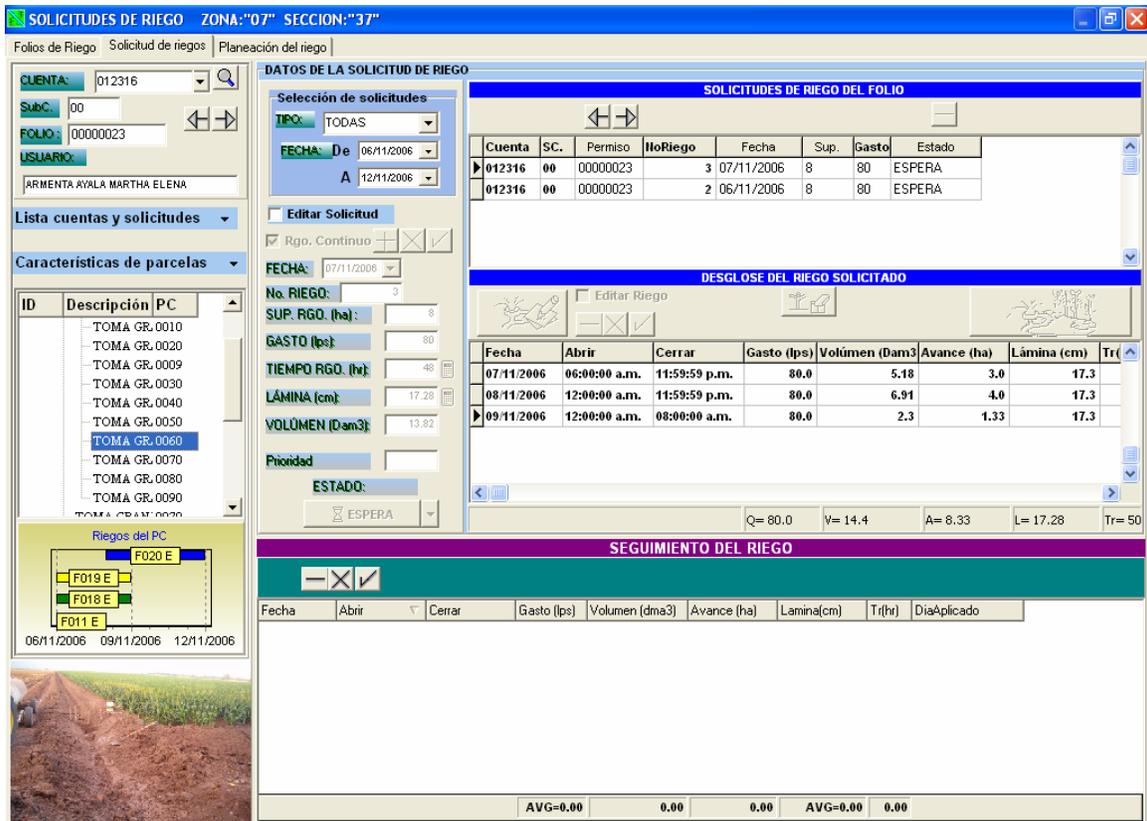


Figura A4-38. Solicitudes de riego.

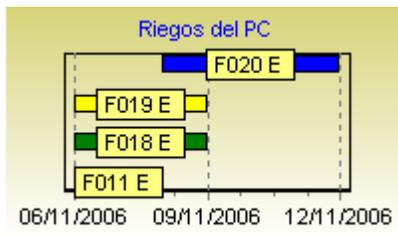


Figura A4-39. Solicitudes por punto de control.

Para cada punto de control se pueden visualizar las solicitudes de riego que se tienen y el estado en el cual se encuentran. La Figura A4-39 muestra las solicitudes del punto de control "0060" (ver Figura A4-38) F011, F018, F019 y F20, siendo "F" el Folio y la letra "E" indica que se encuentran en estado de espera (otras opciones del estado son: R→ Riego, C →Cancelada).

Figura A4-40. Solicitudes de riego.

Cada solicitud se encuentra en modo de solo lectura y para poder modificarla, se activa la opción de la casilla siguiente:  Editar Solicitud, con esta opción se determina el tiempo y gasto de riego y con el botón ( ) se estima la lámina o tiempo de riego, dependiendo de los datos que se tengan. Cada solicitud presenta uno de siete estados posibles que son (Figura A4-40) :

**Espera:** el riego ha sido recientemente solicitado y aun no se ha determinado si se procede o no.

**Autorizada:** el riego ha sido contemplado para aplicar en algún día de la semana.

**Regando:** el riego se esta aplicando.

**Cancelada:** el riego se estaba aplicando pero por alguna razón ya no se continuo.

**Rechazada:** el riego no fue autorizado.

**Entregada:** el riego ya fue aplicado.

Cuando la solicitud de riego ha sido procesada se procede a generar los registros para cada día de riego, para ello se ocupa el siguiente botón ( ) y se pueden eliminar dichos registros con el siguiente botón ( ). Cuando el riego se esta aplicando, se procede a llevar el registro del avance diario del riego. Si no existe cambio entre la solicitud y el seguimiento del riego, se puede pasar la solicitud completa como riego desarrollado, para ello se ocupa el siguiente botón ( ). El registro del avance de riego se puede editar pulsando la siguiente casilla (  Editar Riego ), como lo muestra la Figura A4-41.

Figura A4-41. Botones para el manejo de solicitudes de riego sin procesar y procesada.

### 4.8.3 Opción “Planeación” del menú “Riego”

En esta opción se puede consultar las características de la red de distribución y para ejecutar la acumulación y distribución de riegos (Figura A4-42).

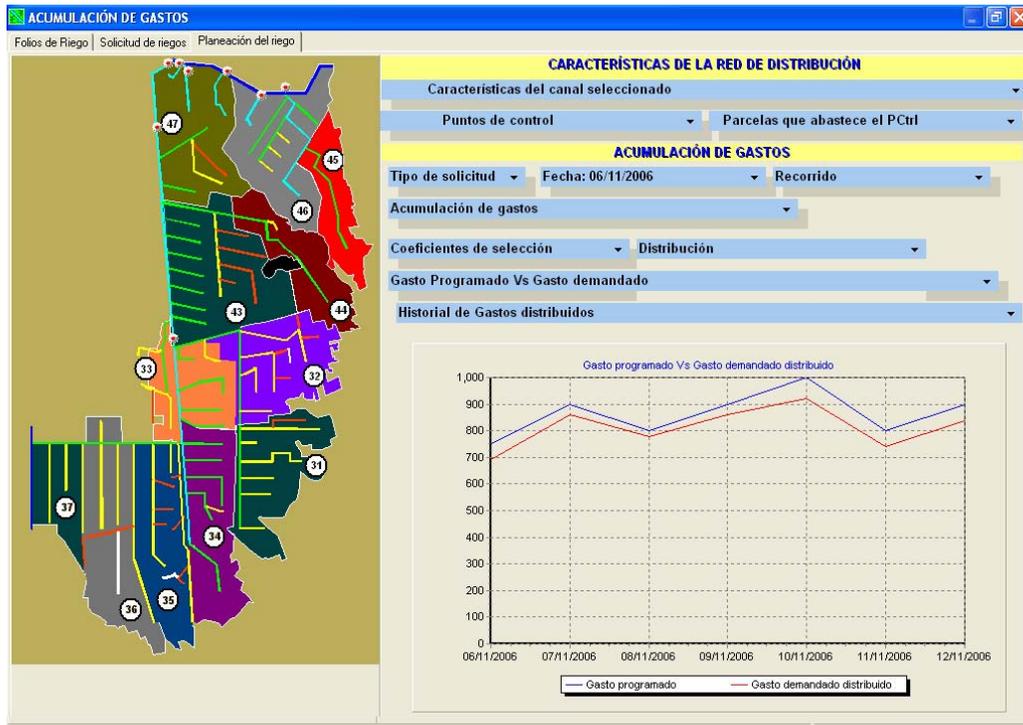
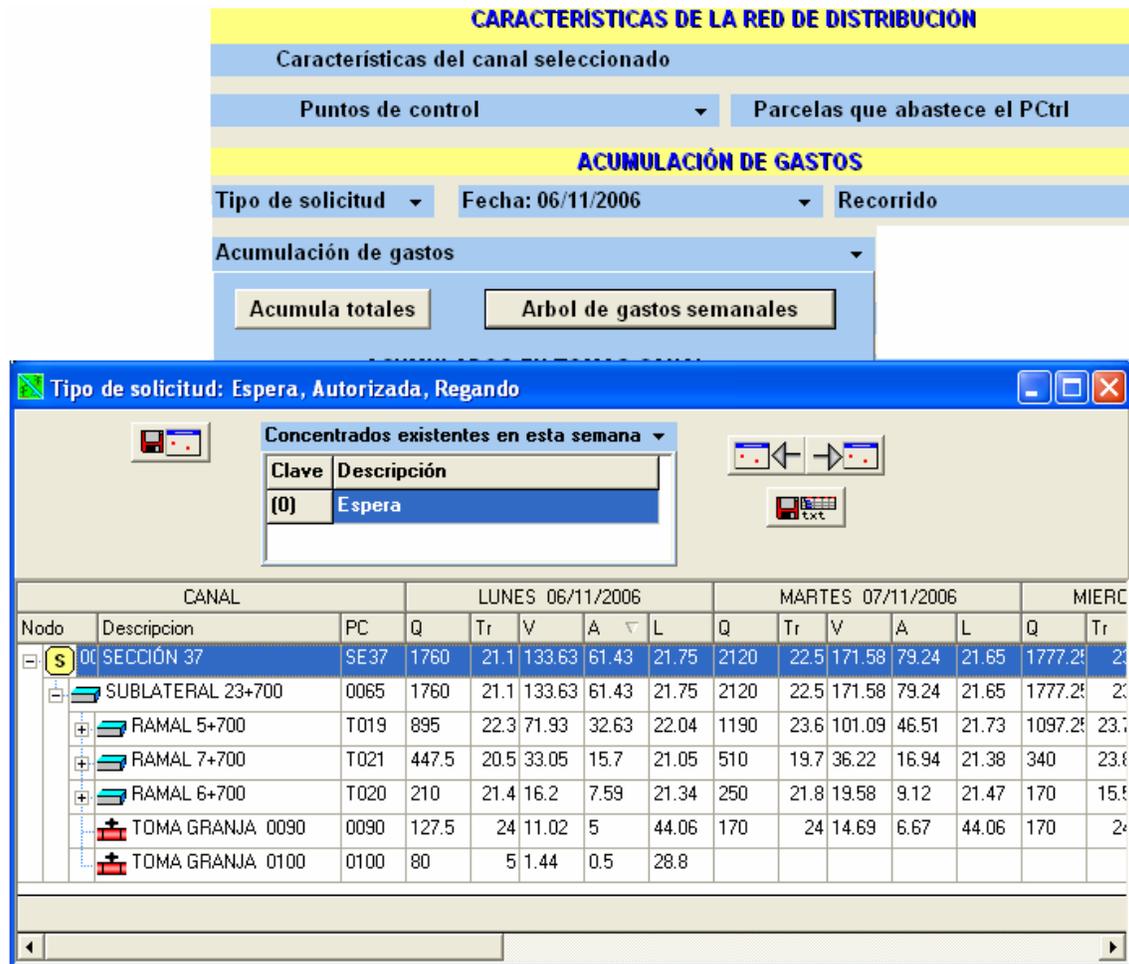


Figura A4-42. Opciones de la pantalla de planeación de riegos.

Para acumular los gastos se selecciona la fecha y el tipo de solicitud por integrar. Una vez integrados los gastos se puede consultar por sección, canal y toma parcelaria los gastos, volúmenes, avances, tiempos y láminas de riego para la semana seleccionada en una forma de árbol jerárquico (Figura A4-43).



**Figura A4-43.** Árbol de gastos, volúmenes, tiempos de riego, avances y láminas de riego.



Los gastos integrados de las solicitudes de riego se pueden comparar con los gastos programados del plan de riegos mediante la gráfica de la Figura A4-44.

**Figura A4-44.** Comparación de gastos programados con los demandados.

Coeficientes de selección	
Por distancia a la toma:	0.2
Por fenología	0.3
Por días transcurridos en espera:	0.5

**Figura A4-45.** Coeficientes de prioridad de riego.

Una vez acumulados los gastos, se procede a realizar la distribución de riegos a lo largo de la semana, para que se ajusten al plan de riegos, para ello se deben proporcionar los coeficientes de prioridad de riegos, los cuales son los siguientes (Figura A4-45):

**Por distancia a la toma:** proporciona un valor de prioridad mayor a las parcelas mas alejadas a la toma parcelaria.

**Por fenología:** proporciona un valor de prioridad mayor a las parcelas que tienen cultivos en una fase fenológica más crítica.

**Por días transcurridos en espera:** proporciona un valor de prioridad mayor a las parcelas que tienen mas tiempo en espera.

Distribución	
Fecha inicial:	06/11/2006
Fecha Final:	12/11/2006
Fecha Actual:	13/11/2006
<b>Correr algoritmo de distribución</b>	

Después de seleccionar los coeficientes de cultivos, se procede a determinar la fecha del primer día de la semana y por último se ejecuta el algoritmo (Figura A4-46).

**Figura A4-46.** Intervalo de fechas de acumulación de riegos.

Al ejecutar el algoritmo de distribución se genera la tabla de la Figura A4-47 en donde se puede comparar los riegos sin distribuir y los ya distribuidos.

Historial de Gastos distribuidos							
RIEGOS NO DISTRIBUIDOS							
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
1	00000030	00000030	00000030	00000030			
2	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023	
3	00000020	00000020	00000020	00000020	00000020		
4	00000007	00000007	00000007				
5	00000026	00000026	00000026	00000026			
6	00000015	00000015	00000015	00000015			
7	00000028	00000028	00000028	00000028			
8	00000004	00000004					
9	00000025	00000025	00000025	00000025			
10	00000003	00000003	00000003	00000003			

RIEGOS DISTRIBUIDOS										
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIE
1	00000030	00000030	00000030	00000030						
2	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023	00000023				
3	00000020	00000020	00000020	00000020	00000020					
4	00000007	00000007	00000007							
5	00000026	00000026	00000026	00000026						
6	00000015	00000015	00000015	00000015						
7	00000028	00000028	00000028	00000028						
8	00000004	00000004								
9	00000025	00000025	00000025	00000025	00000025					
10	00000003	00000003	00000003	00000003	00000003					

Figura A4-47. Riegos no distribuidos y riegos distribuidos.

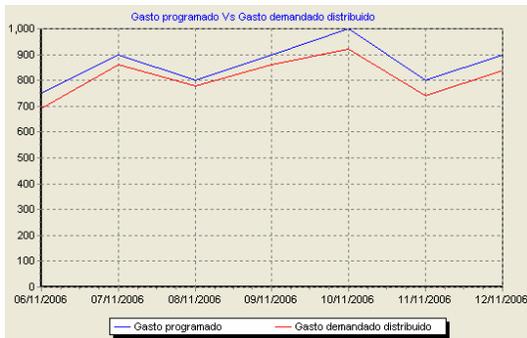


Figura A4-48. Comparación de los gastos programados y los demandados.

#### 4.9 Menú "Hidrometría"

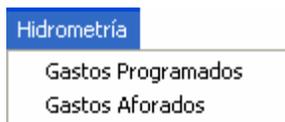


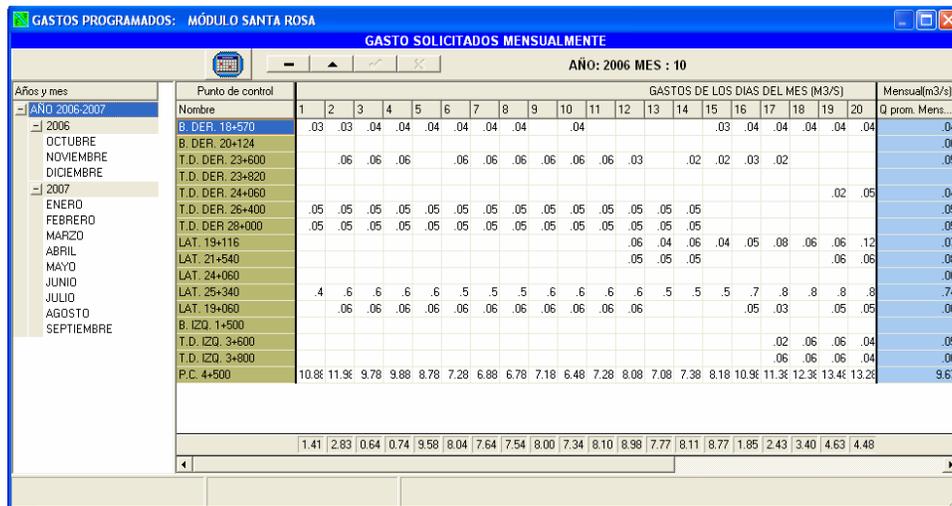
Figura A4-49. Menú "Hidrometría".

El menú "Hidrometría" contiene las opciones para registrar los gastos programados y los gastos aforados (Figura A4-49).

A continuación se describen las opciones del menú “Hidrometría”.

#### 4.9.1 Opción “Gastos Programados” del menú “Hidrometría”

Los gastos programados son capturados directamente del plan de riegos del año agrícola actual. La Figura A4-50 muestra la pantalla donde se consultan, capturan o modifican los gastos programados. Se puede acceder a esta opción con el botón siguiente: .



Años y mes	Punto de control	GASTOS DE LOS DIAS DEL MES (M3/S)																				Mensual(m3/s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
-  AÑO 2006-2007	Nombre																					
-  2006	B.DER. 18+570	.03	.03	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04						.03	.04	.04	.04	.04	.04	
OCTUBRE	B.DER. 20+124																					
NOVIEMBRE	T.D. DER. 23+600		.06	.06	.06		.06	.06	.06	.06	.06	.06	.03		.02	.02	.03	.02				
DICIEMBRE	T.D. DER. 23+820																					
-  2007	T.D. DER. 24+060																		.02	.05		
ENERO	T.D. DER. 26+400	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05							
FEBRERO	T.D. DER. 28+000	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05							
MARZO	LAT. 19+116													.06	.04	.06	.04	.05	.08	.06	.06	
ABRIL	LAT. 21+540													.05	.05	.05				.06	.06	
MAYO	LAT. 24+060																					
JUNIO	LAT. 25+340	.4	.6	.6	.6	.6	.5	.5	.5	.6	.6	.6	.6	.5	.5	.5	.7	.8	.8	.8	.8	
JULIO	LAT. 19+060		.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06			.05	.03		.05	.05		
AGOSTO	B. IZQ. 1+500																					
SEPTIEMBRE	T.D. IZQ. 3+600																	.02	.06	.06	.04	
	T.D. IZQ. 3+800																	.06	.06	.06	.04	
	P.C. 4+500	10.88	11.98	9.78	9.88	8.78	7.28	6.88	6.78	7.18	6.48	7.28	8.08	7.08	7.38	8.18	10.98	11.38	12.38	13.48	13.28	
		1.41	2.83	0.64	0.74	9.58	8.04	7.64	7.54	8.00	7.34	8.10	8.98	7.77	8.11	8.77	1.85	2.43	3.40	4.63	4.48	

Figura A4-50. Opción “Gastos programados”.

#### 4.9.2 Opción “Gastos Aforados” del menú “Hidrometría”

Los gastos aforados son aquellos que se miden directamente en puntos específicos de la red de conducción. Los gastos se pueden capturar en un solo día o en registros por hora para un día. Se pueden comparar mediante una gráfica (Figura A4-51) los gastos programados y los gastos aforados por fecha y punto de control. Se puede acceder a esta opción con el siguiente botón: .

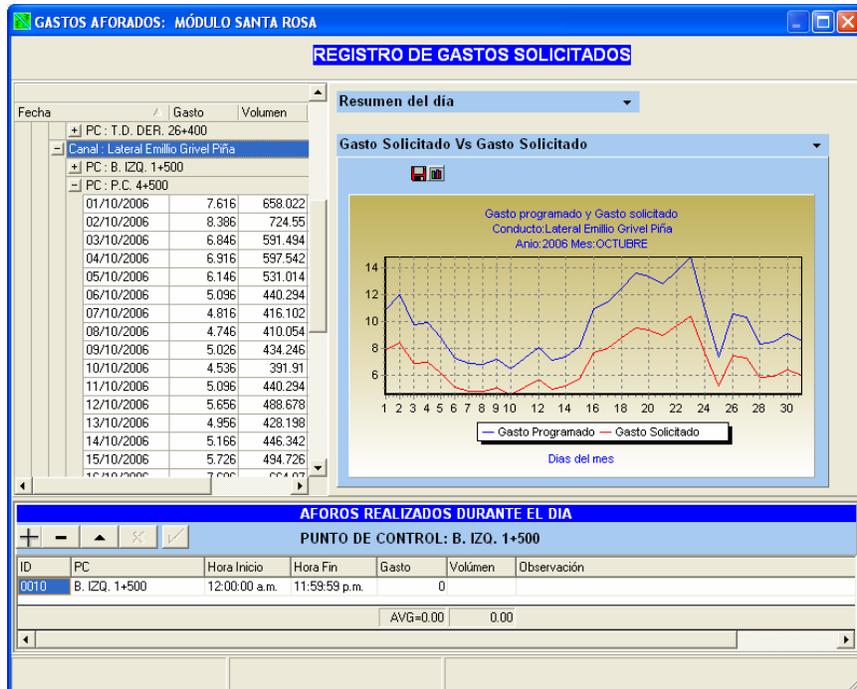


Figura A4-51. Opción “Gastos Aforados”.

#### 4.10 Menú “Reportes”

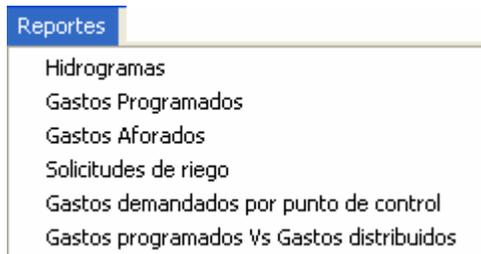


Figura A4-52. Menú “Reportes”.

El menú “Reportes” contiene las opciones para generar las salidas del sistema, las cuales comprenden hidrogramas, gastos y solicitudes de riego (Figura A4-52).

A continuación se describen las opciones del menú “Reportes”.

##### 4.10.1 Opción “Hidrogramas” del menú “Reportes”

Los hidrogramas son gráficas de barras (Figura A4-53) que muestran los gastos solicitados por sección, canal o punto de control a lo largo de la semana de riego. Se puede acceder a este reporte mediante el siguiente botón: .

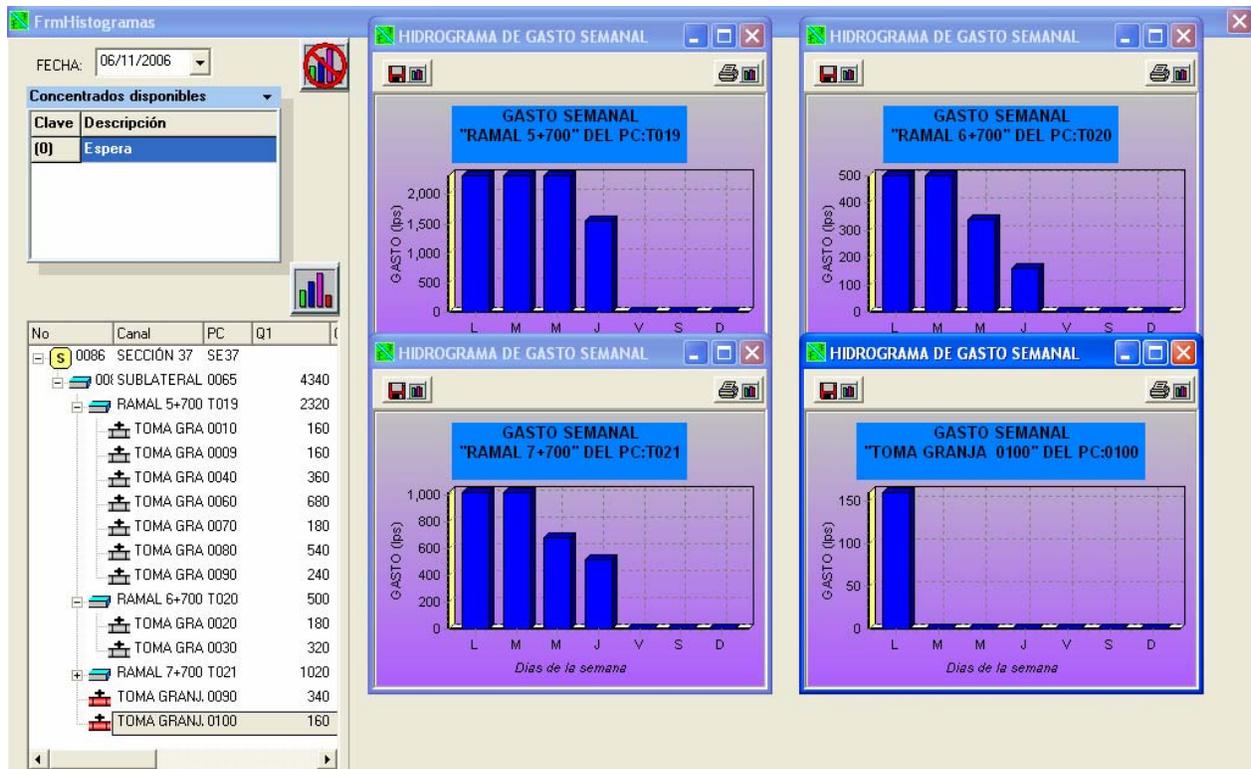


Figura A4-53. Hidrogramas de gastos por toma parcelaria, punto de control y canal.

#### 4.10.2 Opción “Gastos programados” del menú “Reportes”

Los gastos programados del plan de riego se pueden reportar por mes y punto de control en formato EXCEL (Figura A4-54). Se puede acceder a este reporte con el siguiente botón (  ).

The spreadsheet shows the following data for the 'Canal: Valle del Fuerte' (rows 10-23):

Punto de control	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Di
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	
B. DER. 18+570	0.03	2.59	0.03	2.59	0.04	3.46	0.04	3.46	0.04	3.46	0.04	3.46	0.04
B. DER. 20+124					0.06	5.18	0.06	5.18			0.06	5.18	0.06
T.D. DER. 23+600													
T.D. DER. 23+820													
T.D. DER. 24+060													
T.D. DER. 26+400	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05
T.D. DER. 28+000	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05	4.32	0.05
LAT. 19+116													
LAT. 21+540													
LAT. 24+060													
LAT. 25+340	0.40	34.56	0.60	51.84	0.60	51.84	0.60	51.84	0.60	51.84	0.50	43.20	0.50
LAT. 19+060	0.06	5.18	0.06	5.18	0.06	5.18	0.06	5.18	0.06	5.18	0.06	5.18	0.06
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.53</b>	<b>45.73</b>	<b>0.85</b>	<b>73.44</b>	<b>0.86</b>	<b>74.30</b>	<b>0.86</b>	<b>74.30</b>	<b>0.80</b>	<b>69.12</b>	<b>0.76</b>	<b>65.66</b>	<b>0.76</b>

The spreadsheet also shows data for 'Canal: Lateral Emilio Grivel Piña' (rows 24-28) and a 'SUBTOTAL' for the entire report (rows 29-30).

Figura A4-54. Reporte de gastos programados por año y mes.

### 4.10.3 Opción “Gastos Aforados” del menú “Reportes”

Los gastos aforados se pueden reportar por mes y punto de control en formato EXCEL (Figura A4-55). Se puede acceder a este reporte con el siguiente botón (  ).



Años y mes		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
-- AÑO 2006-2007		6	MES: OCTUBRE																
2006		7																	
OCTUBRE		8																	
NOVIEMBRE		9																	
DICIEMBRE		10																	
2007		11																	
ENERO		12																	
FEBRERO		13																	
MARZO		14																	
ABRIL		15																	
MAYO		16																	
JUNIO		17																	
JULIO		18																	
AGOSTO		19																	
SEPTIEMBRE		20																	
		21																	
		22																	
		23																	
		24																	
		25																	
		26																	
		27																	

Figura A4-55. Reporte de gastos aforados por año y mes.

### 4.10.4 Opción “Solicitudes de riego” del menú “Reportes”

Las solicitudes de riego se pueden reportar en formato EXCEL para la semana de riego actual, lo mismo con los riegos en proceso (Figura A4-56). Se puede acceder a este reporte con el siguiente botón (  ).

**REPORTE DE SOLICITUDE DE RIEGO Y/O RIEGOS EN PROCESO**

Periodo de reportes  
 Fecha día lunes: 06/11/2006  
 Fecha día domingo: 12/11/2006

Solicitudes Riegos

**DEMANDA DE RIEGOS**  
 ASOC. DE USUARIOS PROD. AGRIC. STA. ROSA MOD.III-1 A.C.  
 DISTRIO DE RIEGOS 075 RIO FUERTE, SINALOIA  
 Gastos solicitados: Semana del 06/11/2006 al 12/11/2006

Cuenta Scta	Usuario	Cultivo	Sup	Rgo.	06/11/2006				07/11/2006				08/11/2006				09/11/2006						
					O	A	Tr	V	L	O	A	Tr	V	L	O	A	Tr	V	L	O	A	Tr	V
012478	00 BAEZ ESPINOZA JOSEFA	Trigo Grano	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73
012479	00 BORGUEZ PARRAMARTIN	Elote	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94
012486	01 PARRA BUELNA ALFREDO	Arroz	0.5	3	80	0.5	5	1.44	28.8														
012438	00 SANCHEZ ISLAS GUILLERMO	Máiz Grano	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73
012445	01 QUINTERO GARCIA JESUS	Acelga	10	3	80	2.5	18	5.18	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	3.33	24	6.91	20.74	80	0.83	6	1.73
012430	00 APODACA QUINTERO DORA	Sandía	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94
012433	00 MEZA GARCIA TRINIDAD	Ajo	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94
012385	00 FIGUEROA RABAGO FRANCISCA	Cebolla	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.97	7	2.27	23.33	90	1.94	14	4.54
012386	00 LOPEZ CECENA BERNARDO	Cartamo	10	3	90	2.5	18	5.18	20.74	90	3.33	24	6.91	20.74	90	3.33	24	6.91	20.74	90	0.83	6	1.94
012387	00 PENUELAS TORRES SERGIO	Cebada	10	3	80	2.5	18	5.18	22.63	80	3.05	24	6.91	22.63	80	1.65	13	3.74	22.63	80	0.83	6	1.73
012388	00 PENUELAS TORRES SERGIO	Máiz Grano	7	3	80	2.29	18	5.18	22.63	80	3.05	24	6.91	22.63	80	1.65	13	3.74	22.63	80	0.83	6	1.73
012333	00 FLORES LOERA TOMASA	Jitomate (Tomar)	10	3	90	2.5	18	5.83	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	3.33	24	7.78	23.33	90	0.83	6	1.94
012330	00 CARRILLO CASTILLO RAMONA VDA.	Máiz Grano	9	3	90	2.7	18	5.83	21.6	90	3.6	24	7.78	21.6	90	2.7	18	5.83	21.6	90			

Figura A4-56. Reporte de solicitudes de riego y riegos en proceso por parcela, punto de control, conducto y sección.

#### 4.10.5 Opción "Demandas en puntos de control" del menú "Reportes"

Se pueden reportar las demandas en puntos de control y entrega del módulo de riego para la semana de riego actual, en formato EXCEL (Figura A4-57). Se puede acceder a este reporte con el siguiente botón (  ).

**REPORTE DE GASTOS DEMANDADOS EN PUNTOS DE CONTROL**

Periodo de reportes  
 Fecha día lunes: 30:01 a.m.  
 Fecha día domingo: 12/11/2006

Gastos demandados en PC

**DEMANDA DE GASTOS EN PUNTOS DE CONTROL Y TOMA**  
 ASOC. DE USUARIOS PROD. AGRIC. STA. ROSA MOD.III-1 A.C.  
 DISTRIO DE RIEGOS 075 RIO FUERTE, SINALOIA  
 Gastos solicitados: Semana del 06/11/2006 al 12/11/2006

PC	Descripción	06/11/2006				07/11/2006				08/11/2006					
		O	Tr	V	A	L	O	Tr	V	A	L	O	Tr	V	A
SE37	Seccion 37	1760	21.09	133.63	61.43	21.75	2120	22.48	171.58	79.24	21.65	1777.25	22.96	146.88	67.64
0065	Sublateral 23+700	1760	21.09	133.63	61.43	21.75	2120	22.48	171.58	79.24	21.65	1777.25	22.96	146.88	67.64
0086	0090	127.5	24	11.02	5	44.08	170	24	14.89	6.67	44.06	170	24	14.89	6.67
0098	0100	80	5	1.44	5	28.9	2120	22.48	171.58	79.24	21.65	1777.25	22.96	146.88	67.64
0019	Ramal 5+700	895	22.32	71.93	32.83	22.04	1190	23.6	101.09	46.51	21.73	1097.25	23.7	93.6	43.16
0019	0009	80	18	5.18	2.5	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	24	6.91	3.33
0019	0010	80	18	5.18	2.5	20.74	80	24	6.91	3.33	20.74	80	24	6.91	3.33
0019	0040	105	24	11.66	5	46.60	180	24	15.55	6.67	46.66	180	24	15.55	6.67
0019	0060	187.5	24	16.2	7.29	66.69	250	24	21.6	9.72	66.69	253.5	44	20.7	9.29
0019	0070	90	18	5.83	2.5	23.33	90	24	7.78	3.33	23.33	90	24	7.78	3.33
0019	0080	202.5	24	17.5	8.04	65.45	270	24	23.33	10.72	65.45	213.75	48	18.47	8.4
0019	0090	120	24	10.37	4.9	43.2	240	42	19.01	9.4	60.46	200	48	17.26	8.5
0020	0020	210	21.43	16.2	7.59	21.34	250	21.76	19.58	9.12	21.47	170	15.53	9.6	4.45
0020	0020	90	18	5.83	2.52	23.14	90	24	7.78	3.36	23.14	90	8	2.59	1.12
0020	0020	120	24	10.37	5.07	40.9	180	41	11.81	5.76	40.9	80	24	6.91	3.33
0021	Ramal 7+700	447.5	20.51	33.95	15.7	21.05	510	19.73	36.22	16.94	21.39	340	23.76	29.09	13.36

Figura A4-57. Reporte de gastos demandados en puntos de control administrados por el módulo de riego.

#### 4.10.6 Opción “Gasto programado y gasto demandado” del menú “Reportes”

Para cada punto de control del módulo se puede generar el reporte que compara los gastos programados y los gastos demandados distribuidos (Figura A4-58). Se puede

acceder a este reporte con el siguiente botón ().

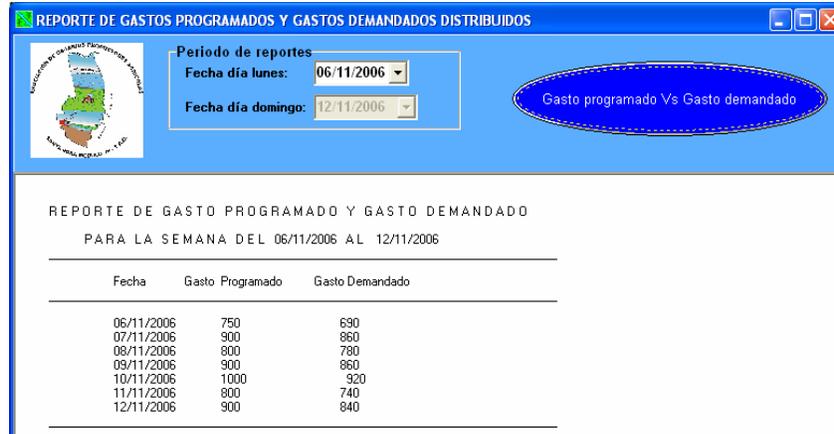


Figura A4-58. Reporte de gastos programados y gastos demandados distribuidos.