

REPUBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

CONADE - INERHI - ORSTOM

FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO PARTICULAR
EN LOS ANDES ECUATORIANOS
Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego

FONCTIONNEMENT DE L'IRRIGATION TRADITIONNELLE
DANS LES ANDES EQUATORIENNES
Recommandations pour le Plan National d'Irrigation



Documento elaborado por :

INERHI	Departamento	Luc GILOT	ORSTOM
	Plan Nacional de Riego	Patrick LE GOULVEN	
	Sección de	Roger CALVEZ	
	Planeamiento Hidro-agrícola	Thierry RUF Geovanny TERAN	

con la colaboración técnica de :

- Luis ESCANTA del pueblo de Urcuquí
- Don ESPIN del pueblo de Urcuquí

Serie B09, Volumen Urcuquí, Mira

Trabajos y Acciones Pluridisciplinarios sobre la Agricultura de Terrenos Representativos del Riego en Ecuador

DIAGNOSTICO DE UN PERIMETRO REGADO A PARTIR DEL ANALISIS DEL TURNO DE AGUA

Aplicación en el perímetro campesino de Urcuquí

Quito, abril de 1993

Participaron al Proyecto

POR EL INERHI

DEPARTAMENTO PLAN NACIONAL DE RIEGO

Ing. Hugo Ribadeneira

Ing. Alex Salazar

Sección de Planeamiento Hidro-agrícola

Ing. Wellington Carrera

Ing. Maribell Montenegro

Ing. Marcelo Proaño

Ing. Edgar Pazmiño

Ing. Manuel Rojas

Ing. Eva Gavilanez

Sr. Efraín Guerra

Sr. Milton Hermosa

Sra. Marcia Lalama

Srta. Jeannette Veira

Sección de Programación Operativa

Ec. Omar Silva

Ec. Edison Juna

Sr. Mario Galarza

Sr. Rodolfo Romero

DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA

Ing. Homero Villacres

Ing. Fernando Serrano

Hid. Angel Segovia

POR LA EPN

Ing. Luis Bastidas

Ing. Francisco Cruz (INAMHI)

DEPARTAMENTO PLAN NACIONAL DE RECURSOS HIDRAÚLICOS

Ing. Elder Aragundi

Sección de Evaluación de Recursos y Análisis Hidro-económicos

Ing. Edmundo Góngora

Ing. Patricio Moncayo

Ing. José Silva

Ing. Patricio Nájera

Ec. Martha Durango

Hid. Antonio Gonzalez

Arq. Mercedes Jara

Arq. Guido Mantilla

Srta. Yadira Carrión

Sr. Jorge Cisneros

Sr. Edison Echeverría

Sr. Patricio Cueva

Srta. Patricia Andrade

Sección de Planeamiento Hidráulico

Ing. Iván Osorno

Ing. Miriam Ayala

Ing. Pedro Mosquera

Ec. Cesar Yumiseva

Sr. Ricardo Díaz

UNIDAD DE CÓMPUTO

Ing. Miguel Alemán

POR EL ORSTOM

DEPARTAMENTO AGUAS CONTINENTALES

Ing. Patrick Le Goulven

Ing. Roger Calvez (01/91 -)

Ing. Xavier Bonhommeau (VSN 14 meses)

Ing. Jean-Louis Augeras (VSN 16 meses)

Ing. Luc Gilot (VSN 16 meses, Aloc. 8 meses)

MISIONES DE APOYO

Ing. Michel Goueffon (CEMAGREF 1 mes)

Ing. Jean-Luc Sabatier (CIRAD 3 meses)

Ing. Alain Vidal (CEMAGREF 1 mes)

Ing. Isabelle Chaffaut (BCEOM 1 mes)

DEPARTAMENTO SOCIEDAD, URBANIZACION, DESAROLLO

Ing. Thierry Ruf

Ing. Emmanuel Dattée (VSN 14 meses)

Ing. Francis Haberstock (VSN 16 meses)

APOYO LOCAL

Ing. Catherine Perroud

Ing. Isabelle Linossier

Sr. Pablo Nuñez (después Aloc 18 meses)

Sr. Geovanny Teran

Srta. Miriam Cisneros

Sra. Amparo de Egúez

Los nombres en letra *itálica* indican intervenciones puntuales, los subrayados señalan a los responsables administrativos o científicos, y los doblemente subrayados a los co-directores respectivos.

FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO TRADICIONAL EN EL ECUADOR

El ORSTOM y la Dirección de Planificación del INERHI colaboran desde 1987 para realizar los estudios necesarios a la elaboración del Plan Nacional de Riego del Ecuador. El correspondiente convenio de cooperación entre los dos institutos fue renovado en diciembre de 1989 por tres años.

El ORSTOM interviene con dos investigadores: un hidrólogo del Departamento de Aguas Continentales (DEC) y un agro-economista del departamento Sociedad, Urbanización, Desarrollo (SUD).

El INERHI interviene con ingenieros y técnicos del Departamento de Planificación (Plan Nacional de Riego y Plan Nacional Hidráulico).

El proyecto científico multidisciplinario aborda varios temas de investigación en los planos tanto del medio físico como del medio socio-económico.

PROBLEMATICA GENERAL

El riego tradicional tiene una importancia fundamental en el desarrollo agrícola de los Andes ecuatorianos. Conciernen más de 200.000 hectáreas, pero se conoce muy poco de sus problemas y su eficiencia.

El proyecto INERHI-ORSTOM se propone analizar el funcionamiento de los sistemas de riego con el objeto de preparar una rehabilitación planificada a costos razonables, conjunto de acciones que permitirán incrementar la productividad, asegurar una rentabilidad económica a las inversiones y mejorar las condiciones de vida de los campesinos.

Para alcanzar estos objetivos tan complejos como ambiciosos, el proyecto ha elaborado una serie de análisis temáticos cuyos resultados enriquecen la comprensión global del funcionamiento del riego tradicional en los Andes ecuatorianos.

TEMAS ESPECIFICOS ABORDADOS

- A Selección razonada de las áreas significativas para el estudio de los disfuncionamientos del riego ecuatoriano (CRASEDIE)
- B Trabajos y acciones multidisciplinarias sobre la agricultura de terrenos representativos del riego ecuatoriano (TAPATRIE)
- C Localización, organización y caracterización del riego ecuatoriano (LOCIE)
- D El agua y su manejo racional: una ayuda al desarrollo del riego ecuatoriano (EGRADIE).
- E Observatorio de los cambios agrícolas y socio-económicos en las zonas regadas ecuatorianas (OCASEZIE)
- F Estudio pedológico orientado hacia los problemas del riego en el Ecuador (EPOPIE).
- H Historia del desarrollo de los sistemas andinos de riego
- I Integración, banco informatizado de datos relativos al riego ecuatoriano (BIDRIE).

El proyecto ha acumulado una serie de referencias fundamentales en todos los campos relacionados con el riego, tratando de completar las lagunas del conocimiento técnico y socio-económico en las condiciones ecuatorianas.

ORGANIZACION ORSTOM

- Patrick Le Goulven, hidrólogo del DEC y Director Internacional del Proyecto
- Thierry Ruf, agro-economista del SUD

ORGANIZACION INERHI

- 1987-90: Hugo Ribadeneira, Director Nacional del Proyecto
- 1991: Alex Salazar

PUBLICACIONES DEL PROYECTO INERHI-ORSTOM

Para asegurar un manejo eficaz del proyecto, las 8 operaciones descritas en la página anterior han sido divididas en 58 actividades específicas.

A cada actividad corresponde :

- una tarea precisa.
- personal francés y ecuatoriano asignado, con un responsable de actividad.
- una descripción de los diferentes resultados esperados.
- una programación de trabajo para el año en curso.

Esta estructuración permite evaluar rápidamente el avance del trabajo, adecuar el personal necesario y establecer un plan de publicación de los resultados.

La operación B que nos interesa para este informe integra los estudios pluridisciplinarios que se llevan a cabo en las ZARI pilotos del proyecto. Dichos trabajos abarcan diferentes escalas, desde las cuencas vertientes hasta la parcela y el surco, según el esquema de la página siguiente.

La operación B contiene 10 actividades de base que permiten organizar la logística necesaria a las mediciones, los seguimientos o las encuestas :

- B01 Inventario preliminar.
- B02 Funcionamiento de las infraestructuras de captación y de conducción.
- B03 Encuestas estadísticas sobre la repartición del agua entre perímetros.
- B04 Encuestas sobre los sistemas de producción
- B05 Funcionamiento de las infraestructuras de distribución.
- B06 Seguimiento cotidiano de las parcelas pilotos.
- B07 Eficiencia de aplicación del agua en la parcela.
- B08 Productividad y rendimiento de los principales cultivos.
- B09 Seguimiento y análisis del turno de agua.
- B10 Modelización de la economía de una ZARI piloto.

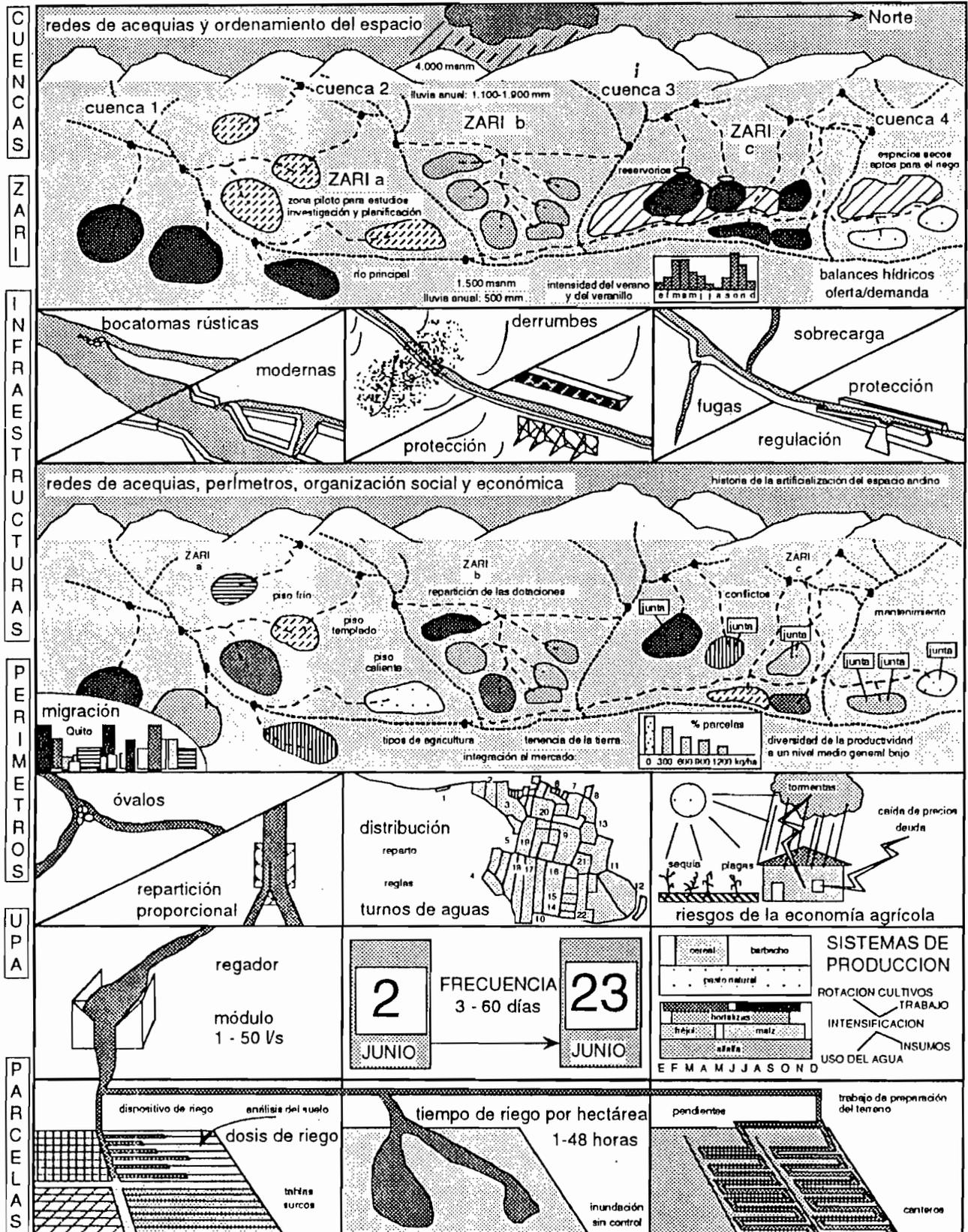
Los resultados esperados de una actividad son de varios tipos : programas, bancos de datos, mapas, informes metodológicos, informes de síntesis, presentación de resultados, anexos de mediciones....

Para dar cierta coherencia a los diferentes informes, ellos se publican bajo la misma carátula y son identificados por :

- un número de serie que corresponde a la actividad,
- un nombre de volumen que precisa el tema tratado (metodología, presentación de programa), o el espacio estudiado en función de las diferentes escalas de trabajo (ver la página al lado).
- un número de tomo cuando el volumen corresponde a un informe voluminoso.

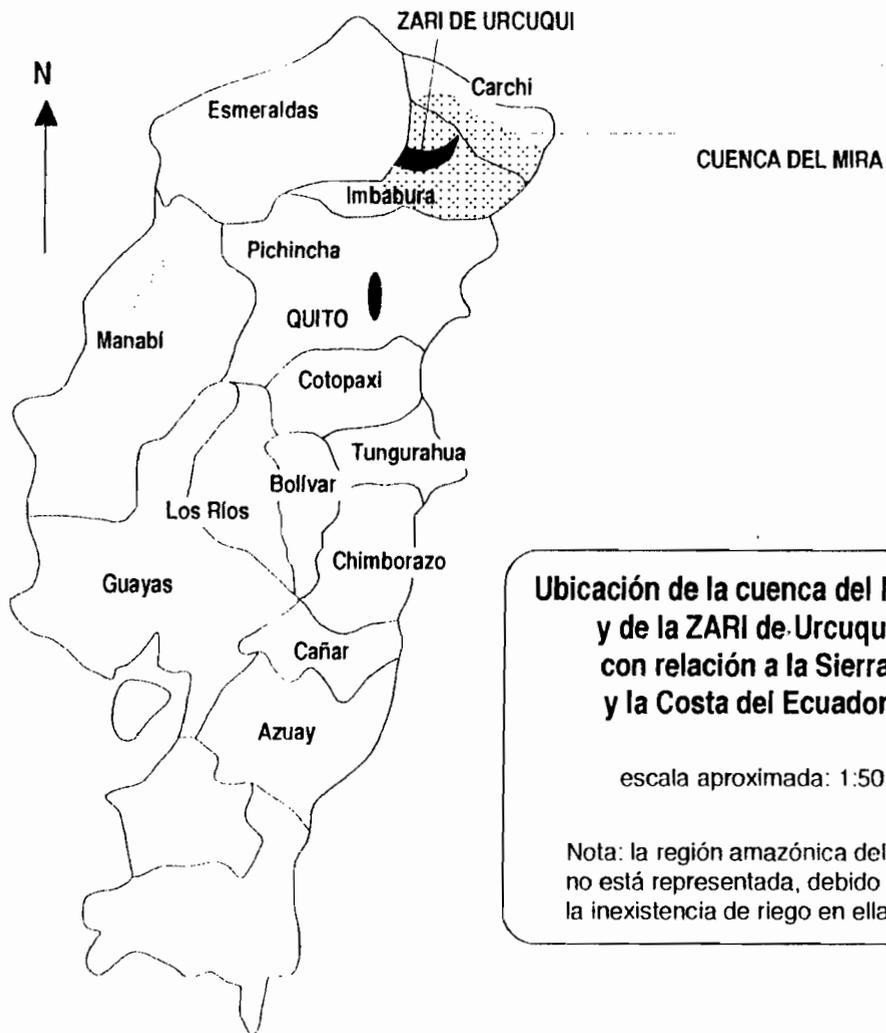
En el caso presente, el número de serie B09 indica la actividad correspondiente al análisis del turno de agua, el nombre del volumen precisa que se trata de la ZARI piloto de Urcuqui perteneciente a la cuenca del Mira.

LAS ESCALAS DE TRABAJO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO PARTICULAR EN LOS ANDES



SIGLAS IMPORTANTES - SIGLES IMPORTANTS

BCEOM	Sociedad Francesa de Ingeniería (Departamento Hidrología y Desarrollo Rural) <i>Société Française d'Ingénierie (Département Aménagements Hydrauliques et Développement Rural)</i>
BID	Banco Internacional de Desarrollo <i>Banque Internationale de Développement</i>
BM	Banco Mundial <i>Banque Mondiale</i>
CEMAGREF	Centro Nacional de Mecanismos Agrícolas de Ingeniería Rural de las Aguas y de los Bosques <i>Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural et des Eaux et des Forêts</i>
CICDA	Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola <i>Centre International de Coopération pour le Développement Agricole</i>
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo <i>Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement</i>
CNEARC	Centro Nacional de Estudios Agronómicos de las Regiones Cálidas <i>Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes</i>
FAO	Organización para la Agricultura y Alimentación (ONU) <i>Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation (ONU)</i>
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología <i>Institut National de Météorologie et d'Hydrologie</i>
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos <i>Institut National de Statistiques et Recensements</i>
INERHI	Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos <i>Institut Equatorien des Ressources Hydrauliques</i>
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones AgroPecuarias <i>Institut National de Recherches Agronomiques</i>
IRAT	Instituto de Investigaciones Agronómicas Tropicales y Cultivos Alimenticios (CIRAD) <i>Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (CIRAD)</i>
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería <i>Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage</i>
ORSTOM	Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación <i>Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération</i>
PRONAREG	Programa Nacional de Regionalización Agraria (MAG) <i>Programme National de Régionalisation Agricole (MAG)</i>
SEAN	Servicio de Estadísticas Agrícolas Nacionales <i>Service des Statistiques Agricoles Nationales</i>



**Ubicación de la cuenca del Mira
y de la ZARI de Urcuquí
con relación a la Sierra
y la Costa del Ecuador**

escala aproximada: 1:50.000

Nota: la región amazónica del Ecuador
no está representada, debido a la
la inexistencia de riego en ella

CONTENIDO

página

INTRODUCCION	1
---------------------------	---

PRIMERA PARTE

PRESENTACION DEL PERIMETRO SAN BLAS - URCUQUI

1. Generalidades	8
1.1. Morfología y pedología	8
1.2. Clima	8
1.3. Cultivos practicados	9
1.4. Recursos hídricos	10
1.5. Técnica de riego	10
1.6. Red de distribución interna al perímetro	10
2. Distribución del agua	
2.1. Breve historial	11
2.2. Situación actual	12
2.2.1. Primera repartición del agua	12
2.2.1.1. Reparto del caudal	12
2.2.1.2. Reparto del tiempo de utilización	12
2.2.2. Repartición del agua en el marco del turno de « caciques »	12
2.2.3. Repartición del agua en el marco de los turnos normales en Urcuquí y San Blas	13
2.2.4. Reglas de distribución	15
2.2.5. Los aguateros: agentes de distribución	15
3. Primeros problemas vislumbrados	17

SEGUNDA PARTE

METODOLOGIA ADOPTADA PARA EL ESTUDIO DEL TURNO DE AGUA

1. Recolección y almacenamiento de los datos

1.1. Plano catastral	
1.1.1. Levantamiento del plano catastral	21
1.1.2. Nomenclatura de las parcelas y las bocatomas	22
1.1.3. El catastro computarizado	22
1.2. Seguimiento del turno de agua y de los cultivos practicados	
1.2.1. Modalidades prácticas	23
1.2.2. Problemas encontrados	23
1.2.3. Almacenamiento de los datos para análisis	24

1.3. Seguimiento de la lluvia y de los caudales	24
1.3.1. Seguimiento de la lluvia	24
1.3.2. Seguimiento de los caudales en los óvalos repartidores	
1.3.2.1. Principio	24
1.3.2.2. Problemas encontrados	24
1.3.2.3. Del óvalo a la parcela	25
1.3.3. Almacenamiento de los datos	25
2. Cálculos de simulación del balance hídrico	26
2.1. Objetivos de la simulación del balance hídrico	26
2.2. Resumen de la teoría del balance hídrico	27
2.3. Valores adoptados para la simulación en el perímetro de Urcuquí	28
2.3.1. Esguerrimiento	28
2.3.2. Drenaje	28
2.3.3. ETP	29
2.3.4. Coeficientes de cultivo	29
2.3.4.1. Duración de los ciclos	29
2.3.4.2. Primeras etapas de cultivo	29
2.3.4.3. Asociaciones de cultivos	29
2.3.4.4. Cultivos permanentes	30
2.3.5. Coeficiente corrector de la ETR	30
2.3.6. Valores de la reserva útil	30
2.3.7. Valores de la dosis	30
2.4. Procesos de cálculo y simulaciones realizadas.....	31
2.4.1. Simulación normal y simulaciones condicionales	31
2.4.2. Algoritmo básico para el balance hídrico	31
2.4.3. Principio general de las simulaciones condicionales	31
2.4.4. Cálculos preliminares para las simulaciones condicionales	32
2.4.5. Desarrollo de las simulaciones condicionales	32
2.4.5.1. Anticipación del riego	
2.4.5.1.1. Comienzo del cálculo e inicialización	32
2.4.5.1.2. Desarrollo	34
2.4.5.1.3. Terminación	34
2.4.5.1.4. Interpretación	34
2.4.5.2. Retraso del riego	
2.4.5.2.1. Comienzo del cálculo e inicialización	34
2.4.5.2.2. Desarrollo	34
2.4.5.2.3. Terminación	35
2.4.5.2.4. Interpretación	35

2.4.5.3. Negativa de riego	
2.4.5.3.1. Comienzo del cálculo e inicialización	35
2.4.5.3.2. Desarrollo	35
2.4.5.3.3. Terminación	36
2.4.5.3.4. Interpretación	36
2.4.5.4. Dosis de riego	
2.4.5.4.1. Comienzo del cálculo e inicialización	36
2.4.5.4.2. Desarrollo	36
2.4.5.4.3. Terminación	36
2.4.5.4.4. Interpretación	36
2.4.5.5. Lluvia	
2.4.5.5.1. Comienzo del cálculo e inicialización	36
2.4.5.5.2. Desarrollo	37
2.4.5.5.3. Terminación	37
2.4.5.5.4. Interpretación	37
2.4.5.6. Riego supernumerario	
2.4.5.6.1. Comienzo del cálculo e inicialización	37
2.4.5.6.2. Desarrollo	37
2.4.5.6.3. Terminación	37
2.4.5.6.4. Interpretación	38
2.4.5.7. Cálculos en los que no interviene la simulación condicional	
2.4.5.7.1. Pérdidas de agua debidas a la inexistencia de cultivo	38
2.4.5.7.2. Cálculos ligados al factor frecuencia	38
2.4.5.7.3. Pérdidas hidráulicas de agua	38
2.5. Algunas transformaciones preliminares de datos	
2.5.1. Agrupar las operaciones de riego	39
2.5.2. Repartir los riegos entre las subparcelas	39
2.6. Almacenamiento y análisis de los resultados del cálculo	39
2.6.1. Resúmenes numéricos	
2.6.1.1. Planteamiento del problema	39
2.6.1.2. Valores adoptados	40
2.6.1.2.1. Número de días afectados por un déficit hídrico	40
2.6.1.2.2. Intensidad promedio de los déficits simulados no nulos	40
2.6.1.2.3. Índice de déficit	41
2.6.1.2.4. Déficits explicados	41
2.6.2. Resúmenes gráficos	42
3. Pruebas estadísticas empleadas	42
3.1. Comparación de promedios	42
3.2. Estudio de las series del turno de agua	42

TERCERA PARTE

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN URCUQUI

1. Análisis del catastro	47
1.1. Superficie de las parcelas	47

	página
1.2. Dotación de las parcelas	48
1.2.1. Relación entre superficie y dotación de las parcelas	49
1.2.2. Comparación de los sectores	50
1.2.3. Síntesis	51
1.3. Duración teórica de los turnos de agua	51
1.4. Importancia de los derechos de « cacique »	52
2. Funcionamiento hidráulico de la distribución del agua	52
2.1. Valores de las manos de agua	52
2.1.1. Caudales de entrada al reservorio	53
2.1.1.1. Abastecimiento de la bocatoma	53
2.1.1.2. Interrupciones de funcionamiento	53
2.1.1.3. Pérdidas lineales a lo largo de la acequia principal	53
2.1.1.4. Caudales entregados al reservorio	54
2.1.2. Caudales distribuidos en el perímetro de Urcuquí	54
2.1.3. Caudales distribuidos en los sectores	55
2.1.4. Caudales distribuidos a las parcelas	56
2.1.5. Síntesis	56
2.2. Práctica de la distribución del agua entre los sectores en el marco de los turnos normales	57
2.2.1. Funcionamiento hidráulico	
2.2.1.1. Práctica de los intercambios de agua entre sectores	57
2.2.1.2. Duración de los turnos y dotación de los sectores: valores reales	59
2.3. Síntesis	60
3. Cultivos practicados	61
3.1. Visión general del perímetro	61
3.2. Variación según los sectores	
3.2.1. Superficies cultivadas	61
3.2.2. Fecha de siembra	63
3.2.3. Necesidades de agua de los subperímetros	65
3.3. Análisis por parcela	65
3.4. Adecuación entre aportes y necesidades	66
3.5. Síntesis	66
4. Funcionamiento social de la distribución del agua	67
4.1. Parcelas atendidas y duración de los turnos	68
4.2. La negativa de riego	69
4.2.1. Generalidades	69
4.2.2. Variación según los períodos del año	70
4.2.3. Análisis por parcela	70

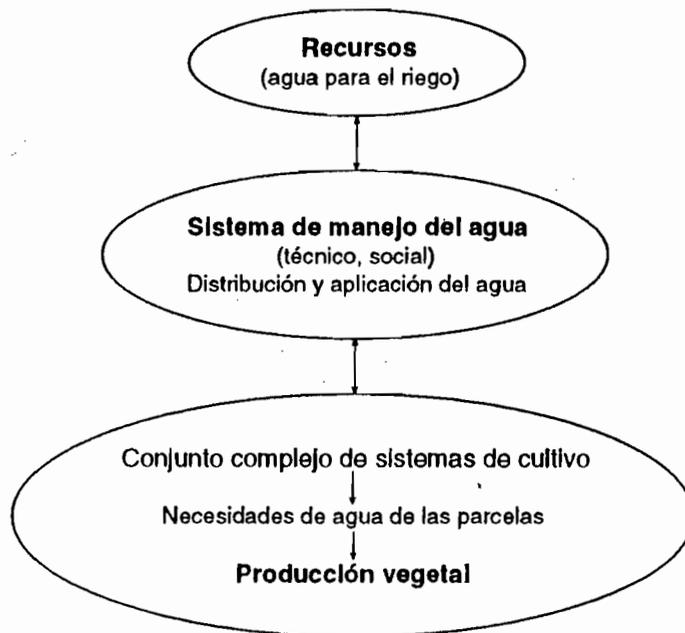
	página
4.3. Operaciones de riego supernumerarias	
4.3.1. Generalidades	73
4.3.2. Variación según los períodos del año	73
4.3.3. Análisis por parcela	73
4.4. Orden de riego de las parcelas	
4.4.1. Organización general de los turnos de agua	74
4.4.2. Pérdidas de tiempo en transporte del agua en las acequias	75
4.4.3. Horarios de riego.....	75
5. Análisis de los resultados del balance hídrico	
5.1. Análisis global de los déficits hídricos simulados	
5.1.1. Visión general.....	77
5.1.2. Cultivos de maíz	78
5.1.2.1. Análisis de los resultados globales del perímetro	80
5.1.2.1.1. <i>Fase de implantación del cultivo</i>	81
5.1.2.1.2. <i>Fase de desarrollo</i>	81
5.1.2.1.3. <i>Fase de maduración</i>	82
5.1.2.1.4. <i>Síntesis</i>	83
5.1.2.2. Influencia del turno adicional de « caciques »	83
5.1.2.3. Variaciones según los sectores.....	84
5.1.2.4. Comparación con el maíz cultivado solo (sin distinción de sectores).....	85
5.1.3. Cultivo de fréjol	86
5.1.3.1. Fase de implantación.....	87
5.1.3.2. Fase de desarrollo	88
5.1.3.3. Fase de maduración	88
5.1.3.4. Síntesis.....	89
5.1.3.5. Influencia del turno adicional de « caciques »	89
5.1.3.6. Variaciones según los sectores.....	90
5.1.4. Cultivo de alfalfa	90
5.1.5. Pastos naturales	91
5.1.6. Síntesis	92
5.2. Análisis global de las pérdidas simuladas de agua en el riego	93
5.3. Análisis de los resultados según el tamaño de la explotación	
5.3.1. Déficit hídricos de los cultivos	
5.3.1.1. Maíz practicado con un cultivo sucesor	96
5.3.1.2. Fréjol.....	97
5.3.1.3. Alfalfa	97
5.3.1.4. Pastos naturales	98
5.3.2. Síntesis	98
5.3.3. Pérdidas de agua de riego	99
6. El caso del sector de San Antonio	99

	página
DISCUSION	101
1. Repartición del agua entre las parcelas	101
2. Negativas y operaciones informales de riego	101
3. Riegos de « caciques »	102
4. Conclusión	103
CONCLUSION	105
ANEXOS	

INTRODUCCION

Más que una simple yuxtaposición de parcelas, un perímetro regado constituye un conjunto coherente. Vinculados por las limitaciones de la distribución del agua, los usuarios deben reunirse en una « sociedad hidráulica », organización cuya eficacia dependerá de la eficiencia de la utilización del recurso común con un beneficio tanto particular como comunitario.

Un sistema de riego puede representarse de la siguiente forma:



Las condiciones edafológicas y climáticas son factores esenciales del medio que influyen en los sistemas de cultivo, las necesidades de agua de las parcelas y los rendimientos agrícolas. Forman parte de entorno del sistema de riego.

En el Ecuador, los recursos hídricos, captados en un río o en una fuente, son concedidos jurídicamente por el Estado, propietario de todas las aguas continentales. La dotación de agua de un perímetro está entonces limitada a la vez por los caudales físicamente disponibles y por la cantidad que representa la concesión.

El sistema de producción agrícola se define como el conjunto de sistemas de cultivo practicados dentro de un perímetro regado. Es el resultado de múltiples decisiones individuales de los agricultores (sucesión de cultivos, itinerarios técnicos). Existen sin embargo algunos ejemplos de manejo colectivo bajo la forma de cooperativas, en cuyo caso el sistema de cultivo es dictado por las opciones de la colectividad campesina.

El sistema de manejo del agua está íntegramente bajo el control de los grupos de usuarios del riego. Se deriva en la combinación dosis-frecuencia de riego aportada a la parcela, que rige el balance hídrico y explica en gran parte la producción realmente obtenida.

Las recientes modificaciones (20 últimos años) de los sistemas de intercambio comercial rara vez han venido acompañadas de transformaciones adecuadas de la pareja sistemas de cultivo-sistema de manejo del agua. La evolución de la demanda de agua, ligada a las decisiones de un número importante de campesinos que desean intensificar la producción agrícola (con dos cultivos al año por ejemplo) no es satisfecha mediante una evolución correspondiente de los sistemas de distribución. Las dificultades de manejo se hacen tanto más agudas cuanto que el agua es a menudo generadora de violentos conflictos.

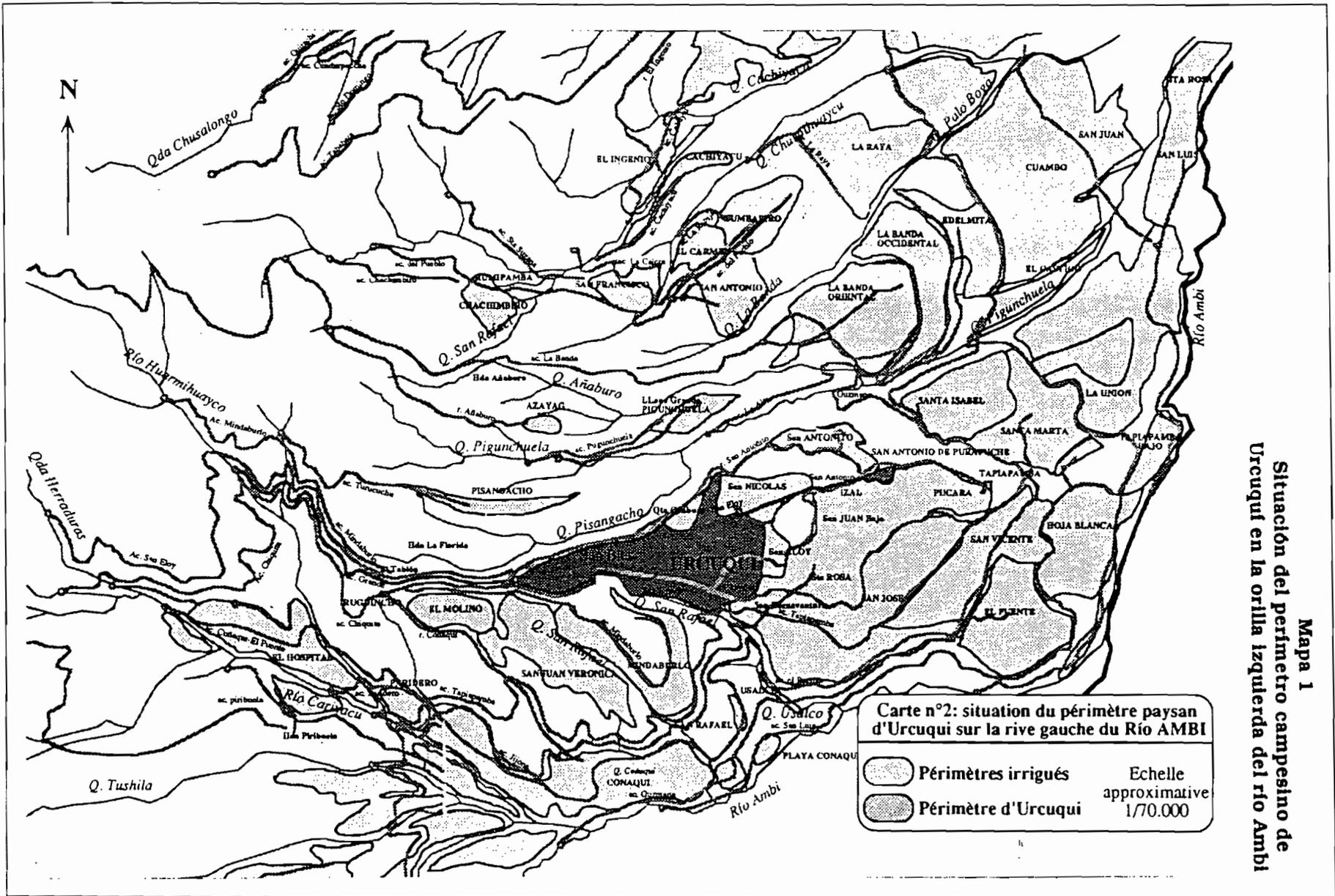
Así, en la mayoría de perímetros andinos, se manifiesta *a priori* la necesidad de una rehabilitación destinada a optimizar la utilización de los recursos hídricos. Una rehabilitación debe pasar por un diagnóstico del perímetro, es decir por una evaluación de la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos (desperdicio de agua y producción alcanzada), lo que no es factible sin una comprensión cabal de los sistemas actuales de manejo del agua, de cultivo y de sus interrelaciones, que permitirá escoger entre los diversos niveles de acción posibles.

Partiendo de estas hipótesis, el presente trabajo muestra un ejemplo de enfoque posible para el diagnóstico de un perímetro regado: el estudio detallado del turno de agua (es decir la combinación dosis-frecuencia de riego realmente aportada a cada parcela) en el caso de un perímetro regado. Nos interesaremos únicamente en el caso de los perímetros campesinos. Los problemas de las haciendas regadas son mucho más simples y ellas están en capacidad de resolverlos solas, lo que no sucede tratándose de los perímetros campesinos en donde el gran número de usuarios hace la situación más compleja (diversidad de estrategias agrícolas y de cultivos, manejo de grupos humanos importantes).

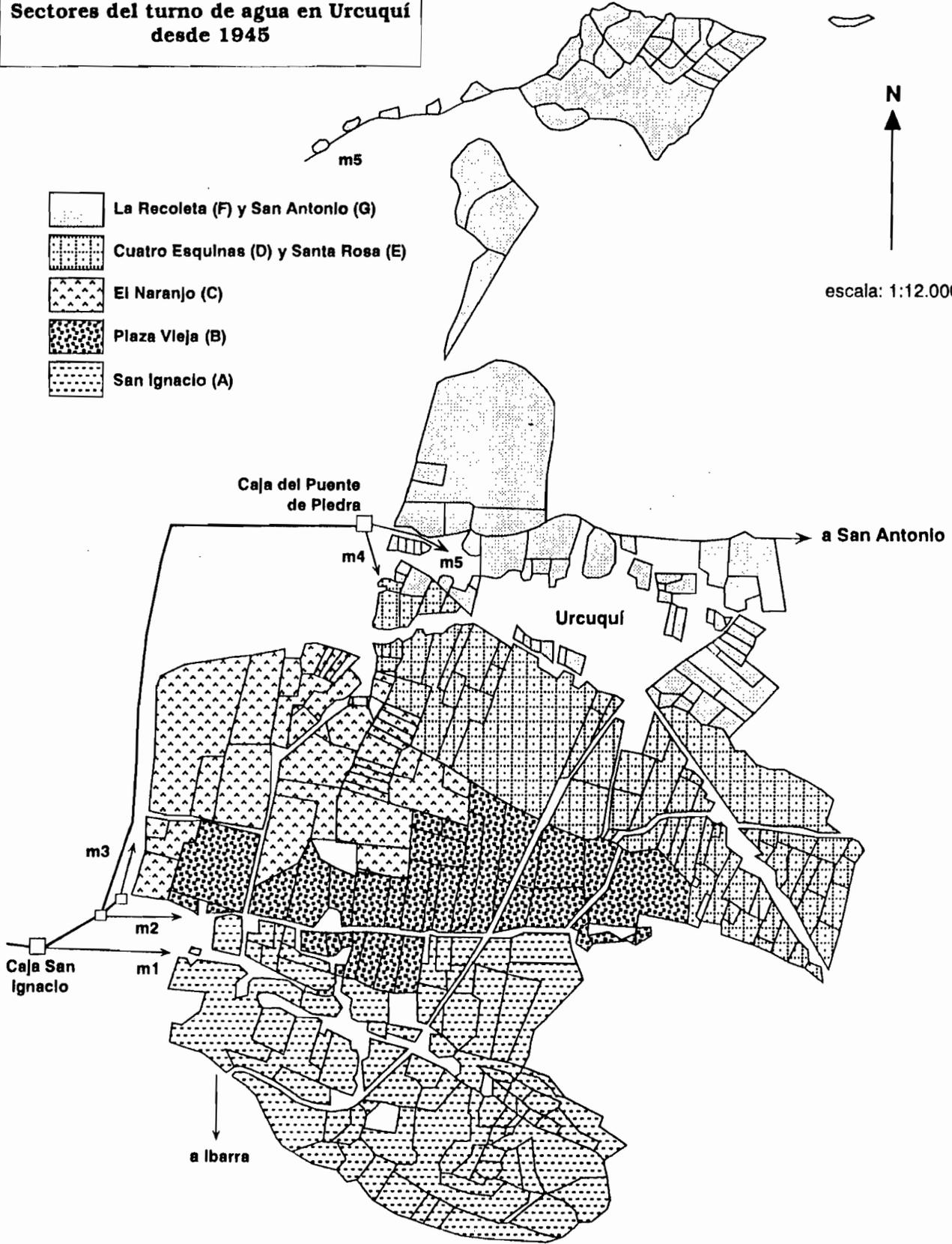
Nos proponemos hacer un seguimiento de la aplicación real del turno de agua y comprender los principales factores de bloqueo, mediante la simulación del balance hídrico para cada parcela con el día como unidad de tiempo. Este estudio, realizado con base en el perímetro regado campesino de Urcuquí, en los Andes ecuatorianos, no se ha concluido aún totalmente. Presentaremos aquí sólo una apreciación general que permitirá, además de sacar conclusiones puntuales sobre este perímetro como ejemplo, probar la validez del método y hacerse una idea más general de los problemas de manejo agrícola del agua al interior de un perímetro que podrá encontrarse en la zona andina del Ecuador.

PRIMERA PARTE

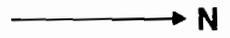
**PRESENTACION DEL PERIMETRO
DE SAN BLAS-URCUQUI**



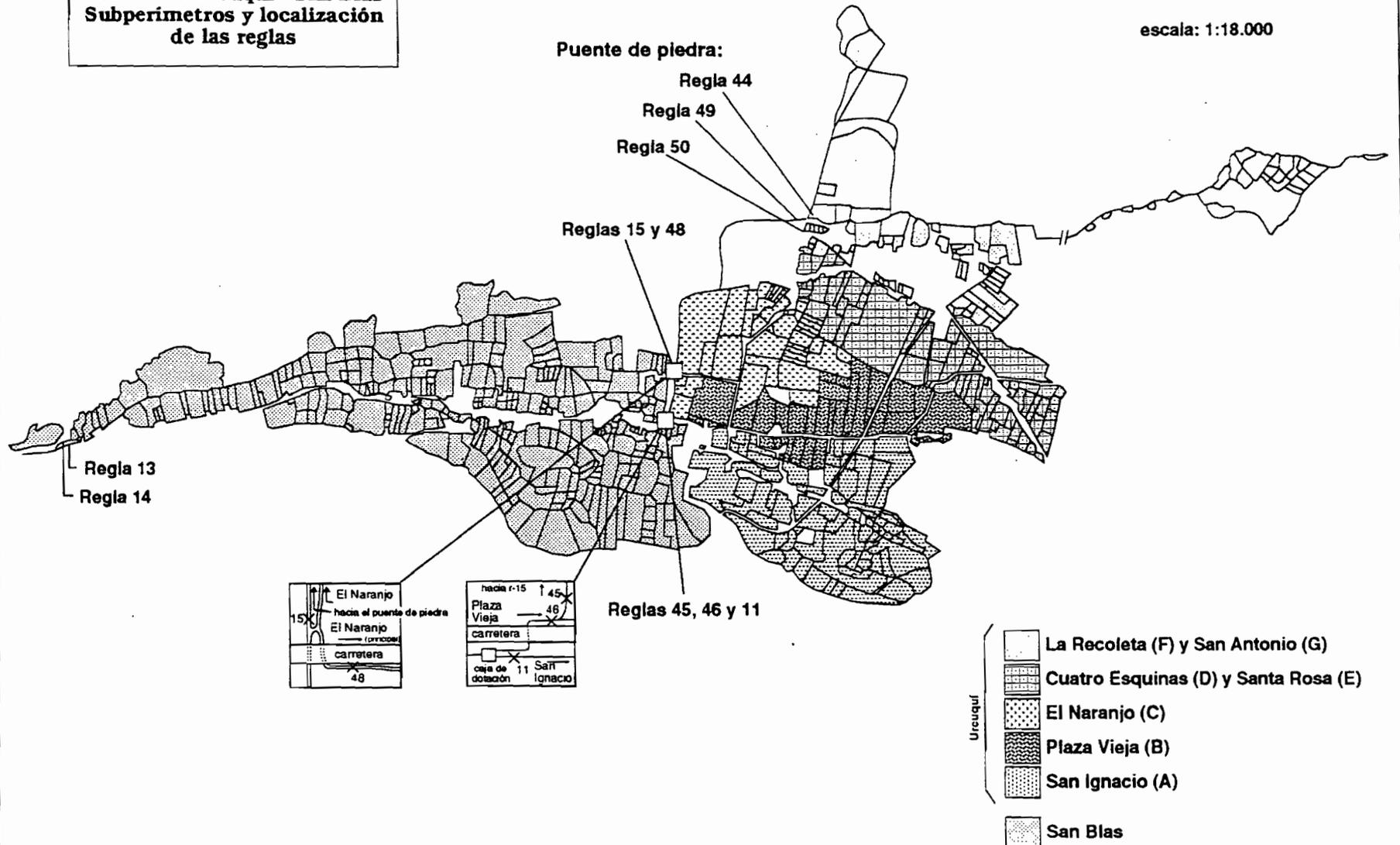
Mapa 2
Sectores del turno de agua en Urcuquí
desde 1945



Mapa 3
Perimetro Urcuquí - San Blas
Subperímetros y localización
de las reglas



escala: 1:18.000



1. GENERALIDADES

El perímetro regado de Urcuquí y San Blas está situado en el Norte de los Andes ecuatorianos, en la provincia de Imbabura, 30 km al Oeste de la ciudad de Ibarra, como lo muestra el mapa 1. En 1986, el proyecto INERHI-ORSTOM escogió esta zona como zona piloto de estudio para la cuenca del Mira, debido a que reúne perímetros bastante representativos de la diversidad del riego en el Norte de los Andes ecuatorianos.

1.1. Morfología y pedología

La superficie regada, repartida entre las parroquias de San Blas y de Urcuquí, representa 260 ha correspondientes a 330 parcelas de un área comprendida entre 0,01 y 10 ha. La parte de Urcuquí, que estudiaremos más detalladamente, representa 175 ha y 300 parcelas.

Los terrenos regados pertenecen a dos parroquias, la de San Blas y la de Urcuquí. Están situados en una planicie inclinada y delimitada por gargantas profundas, en donde ocupan las partes más planas con pendientes débiles a moderadas (a excepción de algunas parcelas de San Blas en donde la pendiente puede alcanzar 40 por ciento).

El perímetro se extiende en 3 km, entre los 2.450 y los 2.250 m.s.n.m. (mapa 2). Un sector aislado, el de San Antonio, está situado aproximadamente a 1.900 m.s.n.m., a una distancia de 4 km del punto más alto del perímetro.

Los suelos se han originado en cenizas volcánicas; son de textura arenosa a arenolimonosa, poco profundos (de 30 a 80 cm) y reposan sobre una capa sumamente espesa de cangahua (cenizas volcánicas compactadas, duras e impermeables).

1.2. Clima

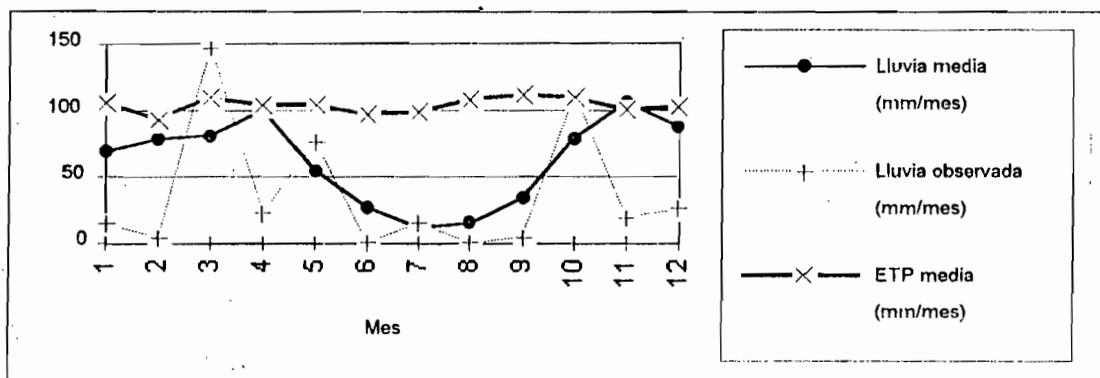
El clima de la parte Interandina del Ecuador se caracteriza por una gran variabilidad en lo que respecta tanto al promedio anual como a la repartición en el tiempo y en el espacio. Entre puntos cercanos pero situados a diferente altura, la diferencia es a menudo muy importante (la lluvia aumenta con la altura mientras que la temperatura y la evapotranspiración potencial disminuyen). Se definen 3 pisos climáticos, estrechamente ligados a la altura: piso frío (y húmedo, 2.700-3.500 m.s.n.m.), piso templado (2.200-2.700 m.s.n.m.) y piso cálido (y seco, 1.600-2.200 m.s.n.m.).

La altitud promedio del perímetro estudiado es de 2.300 m, lo cual lo ubica en la parte baja del piso templado. La parte de San Antonio, separada de las demás y situada a una altura mucho menor pertenece al piso caliente. Aunque no disponemos de medidas irrefutables para demostrarlo, es posible que las tierras regadas de San Blas, más altas, reciban precipitaciones ligeramente más abundantes que las de Urcuquí (como lo señalan los agricultores locales). En el caso de las tierras situadas en los alrededores del pueblo de Urcuquí, que son las que estudiaremos más detalladamente, la pluviometría promedio anual es de 700 mm, repartida entre dos épocas lluviosas, en primavera y en otoño. Las variaciones interanuales son importantes y la estación 1990-1991, durante la que se desarrolló el estudio, fue relativamente seca, particularmente entre noviembre de 1990 y febrero de 1991 (figura 1 y anexo 1).

Figura 1
Lluvias y ETP en Urcuquí

Los valores promedio provienen de la estimación mediante el método del vector regional (ver informe D3 « Regionalización climática del Ecuador »); las lluvias observadas corresponden a las mediciones efectuadas del 01.06.90 al 01.06.91.

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETP promedio (mm/día)	3,4	3,3	3,5	3,5	3,4	3,2	3,2	3,5	3,7	3,6	3,4	3,3
Lluvia promedio (mm/mes)	69	78	81	100	55	27	12	15	34	79	106	88
Lluvia observada (mm/mes)	14,7	4,6	148	23,2	77,3	0,0	15,9	0,0	5,0	112	20,0	25,7



1.3. Cultivos practicados

En las parcelas de pleno campo que son las más numerosas, el producto más frecuente es el maíz, seguido del fréjol. Se trata de cultivos de renta, casi siempre cultivados en sucesión (el fréjol sigue al maíz en una misma parcela). Frecuentemente también, son cultivados en asociación ya sea entre ellos o con productos menores tales como la avena, la papa, etc. El maíz puede ser cosechado en granos secos o tierno en mazorca (choclo). Está destinado al autoconsumo o a la venta en el mercado nacional. El fréjol es cosechado en seco y está destinado a la exportación hacia la vecina Colombia.

Una reducida proporción de las superficies se dedica a cultivos permanentes — alfalfa, pastos naturales y frutales — que ocupan pequeñas parcelas y están casi siempre asociados a cultivos de hortalizas (en adelante los llamaremos « huertos »).

Se debe anotar que este sistema de cultivo no es fijo. En efecto, la introducción del fréjol y del choclo data apenas de aproximadamente 10 años atrás; antes, las tierras permanecían generalmente desnudas durante el « verano ». Asimismo, los pastos y la ganadería parecen haber experimentado una regresión en favor de esos cultivos más intensivos y más rentables. Según los agricultores, esta evolución ha inducido un aumento de las necesidades de agua.

Más recientemente, se observa una carrera a la precocidad, sembrándose el maíz cada vez más temprano¹.

Un estudio más detallado de los cultivos practicados actualmente se presenta en el capítulo 3 de la tercera parte.

¹ La práctica del cultivo de fréjol como sucesión del de maíz, obliga a una siebra más precoz de este último, pero esta misma precocidad parece aumentar de año en año.

1.4. Recursos hídricos

Los recursos hídricos son captados en el río Cariyacu mediante una obra rústica hecha de piedras que obstruyen el curso del río (la bocatoma de hormigón construida por el INERHI en 1982 fue llevada por una fuerte crecida en abril de 1990). Ninguna obra regula el caudal captado. El agua transita por un canal no revestido de 5 km de largo. Las pérdidas durante el transporte son limitadas debido al material (cangahua) en el que está cavado el canal y a su antigüedad (establecido en 1582). De hecho, las pérdidas lineales y puntuales son compensadas por aportes laterales drenados por el canal.

El caudal concedido por el INERHI a la bocatoma es de 200 l/s, pero la junta de aguas (ver capítulo 2) puede contar con un caudal ficticio continuo de 160 l/s para el perímetro campesino, pues el resto es captado por haciendas que poseen un derecho especial (ver más adelante). Esta dotación corresponde a un aporte promedio de 4,8 mm por día. En la tercera parte se analiza la situación en la práctica.

1.5. Técnica de riego

El sistema funciona enteramente por gravedad con una circulación del agua por canales al aire libre, a veces entubada al atravesar calles o carreteras. Los cultivos anuales son regados por surcos, mientras que los cultivos permanentes (alfalfa, pastos) lo son por inundación. El riego de los huertos es variable según el cultivo practicado bajo los árboles.

1.6. Red de distribución interna al perímetro

Tanto en San Blas como en Urcuquí, la red está compuesta de canales no revestidos, excavados casi siempre en la cangahua. Este material, extremadamente duro y sumamente poroso, garantiza en general una elevada eficiencia de transporte pero un flujo muy turbulento que disminuye considerablemente la velocidad (debido a la acción del agua a lo largo de las estaciones, los lechos de los canales son irregulares, como los lechos calcáreos de ciertos ríos). En algunos tramos de canal, al atravesar carreteras o pueblos, el agua transita por tuberías a veces mal dimensionadas.

En San Blas y al interior de los diferentes sectores de Urcuquí, la red, antigua y compleja, está constituida de una serie de ranales en forma de pata de ganzo, y no puede describirse con la nomenclatura clásica de « canal principal », « canal secundario » ...

Los óvalos que permiten la repartición entre los diferentes sectores son casi siempre de tierra en San Blas y de hormigón en forma de punta de diamante en Urcuquí (pero en este último caso, están todos deteriorados a tal punto que el aguatero debe ajustar las proporciones utilizando piedras).

La desviación del agua de los canales hacia las bocatomas de las parcelas se hace mediante montículos de tierra que obstruyen el canal. Recíprocamente, las tomas no atendidas son tapadas de la misma forma².

En 1980, la ampliación del reservorio situado en la cabecera del perímetro, realizada y financiada en gran parte por el INERHI, permitió suprimir las operaciones nocturnas de riego: en la red no circula agua sino durante el día, con un caudal dos ve-

2 Existen aún obras de hormigón con puertas metálicas construidas para ese uso, pero están demasiado deterioradas como para ser utilizadas.

ces superior al captado permanentemente por la bocatoma. En la realidad, la salida del agua por una válvula de fondo es bastante irregular puesto que el caudal es función de la altura de agua que varía a lo largo del día. El caudal proporcionado al perímetro decrece entonces de la mañana hacia la tarde (ver la tercera parte).

2. DISTRIBUCION DEL AGUA

2.1. Breve historial

La importancia del agua de riego en los Andes ecuatorianos es tal, que, desde la Conquista (y probablemente incluso antes), la utilización de este recurso ha sido objeto de actas jurídicas oficiales. Los diversos conflictos han dado lugar a una serie de informes que nos permiten ahora reconstruir la historia del riego. Así, el derecho al agua ha constituido en todos los tiempos un bien legal bajo la autoridad del poder político (Ruf, T.; Núñez, P., 1992).

El canal « Grande » o « Caciques » que atiende al perímetro fue construido en 1582 por los indios del pueblo para regar sus tierras. En el transcurso de los siglos, las haciendas situadas a menor altura que el territorio campesino han ido concentrando poco a poco los derechos de agua del canal mediante diferentes procedimientos de compra o de atribución. A inicios del siglo XX, Urcuquí ya no disponía sino de algunos litros por segundo. Sólo algunos pequeños propietarios de Urcuquí gozaban aún de un derecho especial llamado « de cacique » por referencia a los indios notables del siglo XVI: habían heredado privilegios de los fundadores del canal. Uno de cada dos fines de semana (sábado y domingo), los caciques utilizaban todo el caudal del canal.

La movilización del pueblo (esencialmente mestizo para entonces) contra el principal hacendado consiguió, en 1944, la devolución oficial del canal a Urcuquí³. Se organizó entonces un turno de agua entre los usuarios (con la intervención de un experto contratado para ello), sobre la siguiente base: una mano de agua de 33 l/s (es decir un « molino ») durante tres horas, por hectárea. Cabe sin embargo puntualizar que la dotación no se estableció en función del tamaño real de las parcelas sino de la voluntad del propietario que podía inscribirse indistintamente para superficies de 0 a 5 ha, pagando por cada hectárea un derecho, sumamente elevado para la época si se trataba de una parcela que se sabía no tenido jamás acceso al agua. El derecho de agua está vinculado de manera indisoluble a la tierra y por lo tanto no se transmite sino por herencia o compra de parcela. Está inscrito en una lista oficial que define, por propietario, el número de horas de riego a atenderse y el lugar en el turno de agua, y es actualizada cada vez que una parcela cambia de dueño.

El privilegio de los « caciques » se mantuvo al igual que los derechos de agua de ciertas explotaciones grandes (fincas y haciendas llamadas « terceros »). La frecuencia resultante de esta distribución del agua era de 15 días⁴.

3 Sólo más tarde (en 1949), diferentes antagonismos incitarán a la división de los pueblos de San Blas y de Urcuquí en dos parroquias distintas, y San Blas se transformará en una asociación autónoma en el plano económico, miembro de la junta central de aguas de Urcuquí.

4 En el marco del funcionamiento de un turno de agua, se llamará frecuencia a la duración de este último, a fin de simplificar el lenguaje y no tener que hablar de « frecuencia de una vez cada 15 días ».

Así, el actual turno de agua es una práctica (legalizada) heredada de un período ya antiguo en donde las limitaciones económicas eran muy diferentes a las actuales. Parece por cierto que los sistemas de cultivo eran diferentes, especialmente con una menor importancia del fréjol como segundo cultivo, en un sistema menos intensivo que el de hoy en día. En 1945, el maíz de autoconsumo, cultivado para cosechar el grano seco, era el principal producto del pueblo.

2.2. Situación actual

Por lo tanto, el funcionamiento actual de la distribución del agua de la acequia « Grande » o « de Caciques » es producto de una larga historia. Los que tienen derecho son aún numerosos: varias haciendas disponen de un derecho (« terceros »), mientras que los usuarios del perímetro lugareño están divididos en dos grupos: usuarios « normales » y « caciques » (las parcelas de estos últimos, regadas por la red de distribución de San Blas-Urcuquí, pueden igualmente gozar de derechos en el turno normal de agua).

2.2.1. PRIMERA REPARTICION DEL AGUA

La repartición del agua entre estos grupos de usuarios se realiza en parte mediante el reparto del caudal y en parte mediante el reparto del tiempo de utilización.

2.2.1.1. Reparto del caudal

Una parte de los « terceros » dispone de un derecho permanente sobre el canal de conducción, que representa 10 litros por segundo tomados permanentemente aguas arriba del reservorio.

2.2.1.2. Reparto del tiempo de utilización

Se caracteriza por la alternancia de un turno de agua « normal », durante el cual los usuarios « normales » del perímetro lugareño pueden regar sus parcelas, y de días « especiales » reservados al uso de los « caciques » y de los « terceros ».

Estos últimos tienen derecho a todo el caudal del canal durante 83 horas, uno de cada dos fines de semana, interrumpiendo así durante el 21 % del tiempo el funcionamiento de los turnos normales de San Blas y de Urcuquí. La figura 2 muestra cronológicamente cómo se efectúa la repartición de los derechos en el tiempo.

Nota: El año de estudio se caracterizó por una interrupción poco prolongada. Como el canal de aporte a los perímetros de « terceros » de Santa Lucía y de Taptapamba no había sido limpiado, estuvo fuera de servicio hasta febrero de 1991. Durante la primera parte del período de estudio, las únicas interrupciones del turno normal fueron las destinadas al servicio de los « caciques ».

2.2.2. REPARTICION DEL AGUA EN EL MARCO DEL TURNO DE « CACIQUES »

Se realiza según el principio de la división del caudal: un « derecho » es igual a una fracción del caudal del canal principal, asignado para todo el día. Originalmente, cada campo de « cacique » disponía de un « derecho » igual sea cual fuere de su superficie. Con el tiempo y la parcelación de los campos por transmisión hereditaria o

ventas, los derechos se han dividido proporcionalmente a la superficie y no es raro encontrar parcelas que disponen de 1/8 de derecho (es decir menos de 10 litros por segundo) e incluso menos.

En la práctica, esta división es difícil de manejar:

- la red de distribución de los derechos de « cacique » es la misma que la de los turnos normales; las obras de repartición de acequias difícilmente permiten un reparto equitativo del caudal;
- los reducidos derechos de muchas parcelas dificultan la práctica del riego; sus propietarios optan a menudo por no utilizar esa agua, a menos que un acuerdo con otro « cacique » le permita disponer de un caudal mayor durante un tiempo menor;
- ninguna autoridad hace respetar las reglas del juego; es común que los usuarios de aguas arriba monopolicen el agua para su propio uso.

Por ello, este sistema está lejos de satisfacer a todos sus potenciales beneficiarios. Si bien algunas familias están dispuestas a defender sus derechos « con el fusil de ser necesario », muchas preferirían se realice un mejor control (ver los resúmenes de las entrevistas en el anexo 9).

Nota: Antiguamente, los « caciques » tenían un estatus social privilegiado, que implicaba cargos y funciones sociales elevados. Ya no es el caso actualmente, y los « caciques » que continúan ejerciendo profunda influencia en la sociedad local lo hacen más bien gracias a su poder económico.

2.2.3. REPARTICION DEL AGUA EN EL MARCO DE LOS TURNOS « NORMALES » EN URCUQUI Y SAN BLAS

Fuera de los períodos descritos anteriormente, un repartidor fijo divide el caudal, en cuanto sale del reservorio, entre la parte de Urcuquí y la de San Blas (2/3 y 1/3 del caudal total respectivamente). Estos dos módulos se reparten luego independientemente durante las 11 horas que permanece abierto el reservorio (de las 5:30 a.m. a las 4:30 p.m.).

En cada pueblo, la repartición del agua se realiza según la técnica de la distribución descendente, sin horario fijo (únicamente la duración de la utilización es fija para una parcela dada; se trata de un reparto del tiempo de utilización). Teóricamente, las parcelas se riegan en un orden bien definido; cuando se ha llegado a la última parcela, se comienza nuevamente con la primera: se ha cumplido un turno de agua.

En este sistema, la frecuencia de las operaciones de riego es inestable. Los retrasos se acumulan y el turno de agua puede alargarse. Puede también acortarse durante los períodos de baja demanda.

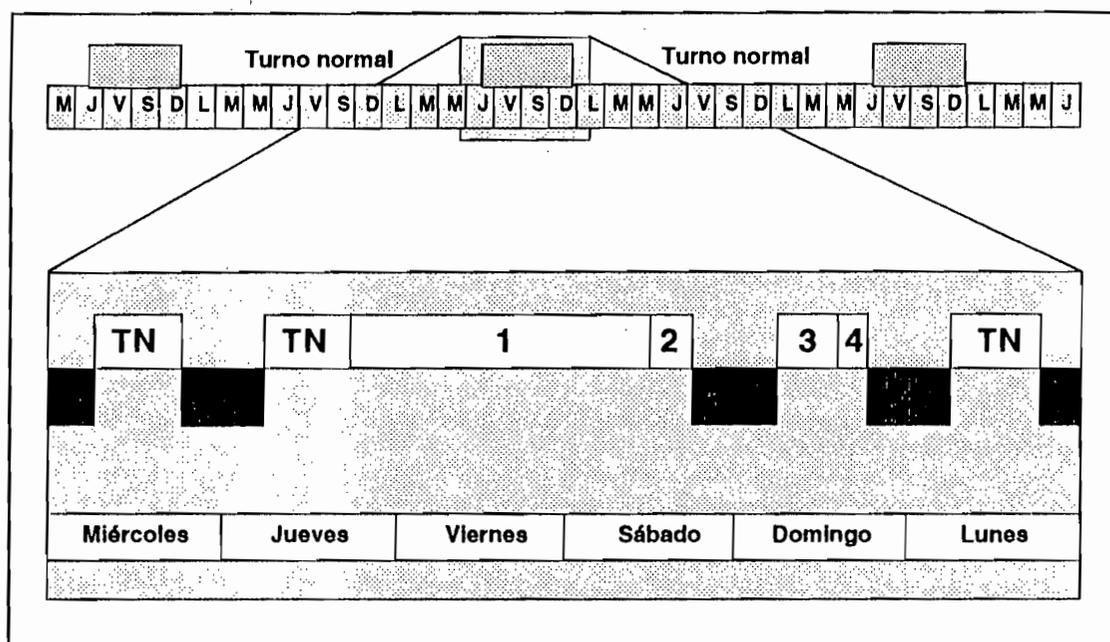
Con un eje único de distribución, la parte de San Blas está dividida en 19 sectores, que son atendidos de tres en tres si la cantidad de caudal lo permite (cuando el caudal disponible es bajo, sólo dos sectores son regados a la vez).

Los usuarios de San Blas parecen estar satisfechos con su turno de agua, que les permite regar sus parcelas « cada 15 días » y rara vez el período entre operaciones de riego es mayor a 17 días.

El aguatero de Urcuquí, responsable de un perímetro más extenso, se encarga de

una red dividida en 5 sectores (ver figura 3), cada uno de los cuales recibe la quinta parte del caudal durante las 11 horas en que circula agua en la red⁵, lo cual obliga al manejo de 5 turnos de agua diferentes. Como los sectores tienen distintas superficies, a menudo se interrumpe el abastecimiento a los más pequeños para « ayudar » a los más grandes a cumplir su turno más rápidamente; estos son entonces atendidos con 2/5 del caudal asignado a Urcuquí, permitiendo las 2 manos de agua regar 2 parcelas a la vez. El trabajo del aguatero es difícil puesto que se trata de poner en práctica derechos de agua en una estructura hidráulica compleja. Pueden producirse desigualdades entre los diferentes sectores (ver el estudio detallado del cumplimiento de los turnos de agua en la tercera parte).

Figura 2 - Repartición del agua entre los diferentes usuarios de la acequia « Grande » o « de Caciques »



Las casillas representadas en negro indican los períodos durante los que se deja que el reservorio se llene.

Las casillas TN representan los períodos de riego normal en San Blas y Urcuquí.

En 1, el agua se reparte entre los diversos « terceros ». Todo el caudal captado circula por el canal tête morte* de Urcuquí, y luego por el canal principal de la red de distribución del sector de San Ignacio (sector A de Urcuquí) para distribuirse finalmente entre las diversas haciendas beneficiarias, situadas aguas abajo.

En 2, al agua corresponde a los « caciques » de San Blas. Es distribuida por la red normal de esa parte del perímetro.

En 3, el agua corresponde a los « caciques » de Urcuquí. Circula en la red normal de esta parte del perímetro. La distribución es manejada por los mismos usuarios.

En 4, el agua corresponde al perímetro de San Blas en el marco de su turno de agua normal, para el riego de las parcelas situadas aguas arriba del reservorio.

5 Por la red circula agua durante 11 horas, pero el aguatero sólo distribuye 10 para tener en cuenta pérdidas de tiempo en el transporte del agua en las acequias.

De hecho, los usuarios de Urcuquí son conscientes de un problema grave en la repartición del agua: a menudo, las parcelas deben esperar demasiado tiempo entre dos operaciones de riego (« hasta un mes a veces », se quejan), y ello de manera desigual según los sectores.

2.2.4. REGLAS DE LA DISTRIBUCION

El perímetro se encuentra a horcajadas entre las parroquias de Urcuquí y San Blas. Está manejado por tres juntas de agua o asociaciones de usuarios — San Blas, Urcuquí y « caciques » — coordinadas, cuando se trata de los trabajos en la acequia principal y en la bocatoma, por una junta central. Como los antagonismos entre los dos pueblos persisten, la colaboración de las dos juntas es rara, salvo en el caso de trabajos que deben necesariamente realizarse en común.

La junta de agua es el organismo que rige legalmente la distribución del agua. Representa al conjunto de usuarios y está dirigida por un comité central, elegido por la asamblea de usuarios para un periodo de 3 años. Sus funciones van del mantenimiento de la bocatoma y de la acequia principal a la distribución entre las parcelas. Recoge las cuotas (muy bajas: en 1992, 4 sucres por hora de riego por cada turno de agua), paga a un aguatero que se encarga del manejo práctico, define y financia los trabajos a realizarse en común, resuelve los litigios y hace aplicar las reglas.

En Urcuquí, las reglas principales son las siguientes:

- el derecho de agua de una parcela « cacique » no puede ser cedido a una parcela « no cacique », ni siquiera si las dos pertenecen al mismo dueño;
- el agua atribuida a una parcela en el marco del turno normal no puede ser utilizada en otro lado, salvo si se trata de remanentes, es decir de excedentes que no pueden ser absorbidos en la parcela que posee el derecho;
- los remanentes que se vierten en la calle dan lugar a una multa elevada;
- un propietario que no puede estar presente el día fijado para el riego de su parcela, puede postergar su derecho para el día siguiente pero no por más tiempo (salvo si existe una autorización especial que debe solicitarse al aguatero y ser otorgada por el presidente de la junta de agua).

2.2.5. LOS AGUATEROS: AGENTES DE DISTRIBUCION

En número de dos (más uno para la vigilancia de la bocatoma y del canal de conducción), los aguateros son la piedra angular de la distribución del agua. Constituyen el vínculo entre los turnos teóricos de agua y las necesidades reales de los agricultores.

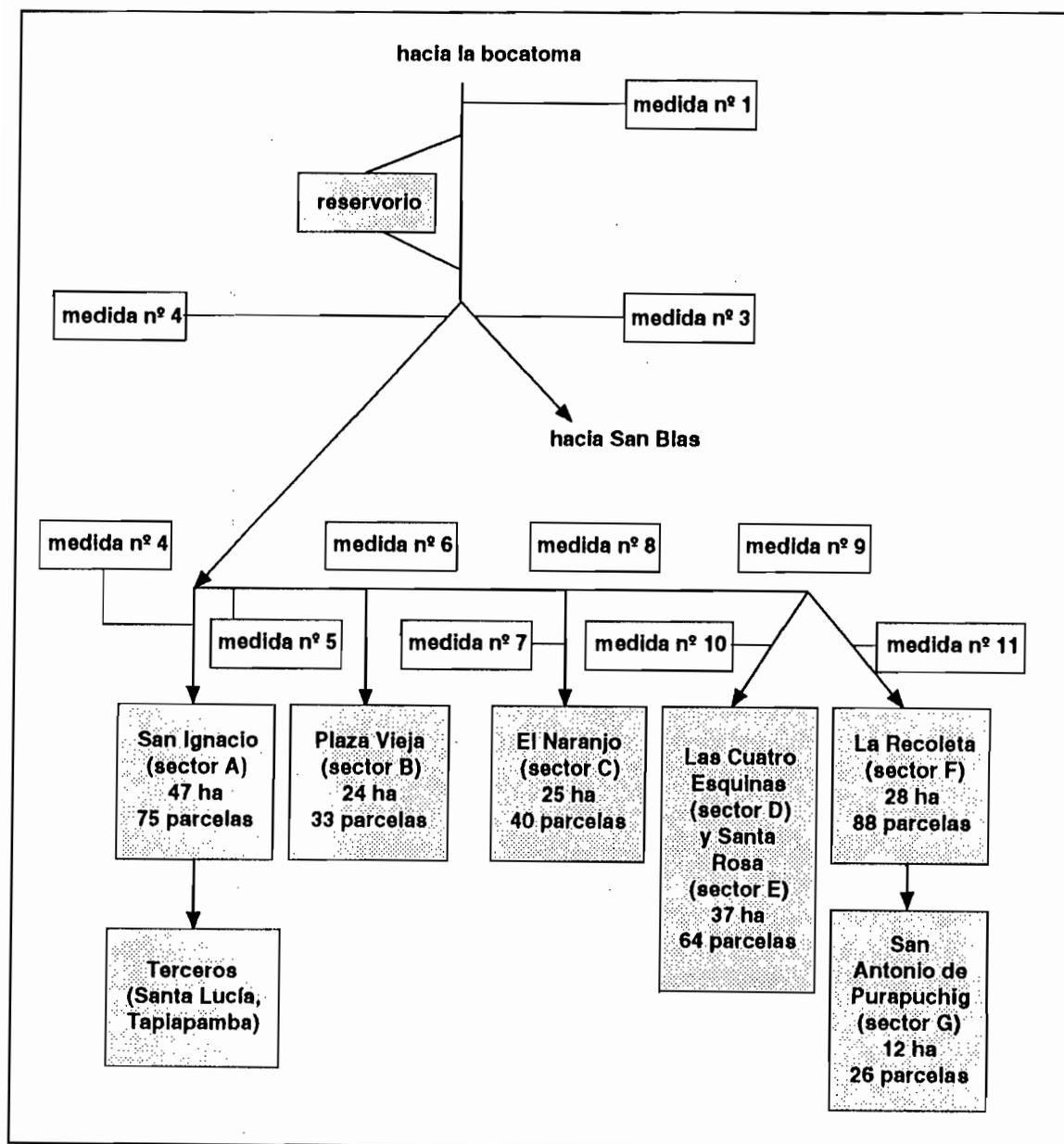
Sus principales funciones son:

- vigilar el adecuado ingreso del agua a la red de distribución;
- prevenir a los usuarios de la inminencia de su turno de riego y tener en cuenta sus preferencias en cuanto al día en que se efectuará el riego, o informarse de un eventual rechazo de parte de ellos;
- dar en consecuencia a cada uno los horarios de sus operaciones de riego;

- vigilar los robos de agua, la prolongación indebida del tiempo de riego y la adecuada proporcionalidad de las manos de agua distribuidas a los diferentes sectores (ciertos usuarios utilizan piedras para obtener un mayor caudal), y servir de mediador (y hasta de chivo expiatorio) en los conflictos diarios entre usuarios.

Son remunerados por las juntas de agua, con un salario inferior al ofrecido por las haciendas por jornadas menos largas. Sus únicos días de descanso son aquellos en los que se interrumpe el turno normal de agua para el servicio de los « caciques » y los « terceros ».

Figura 3
Representación esquemática del perímetro de Urcuquí-San Blas y emplazamiento de las reglas de medida del caudal



3. PRIMEROS PROBLEMAS VISLUMBRADOS

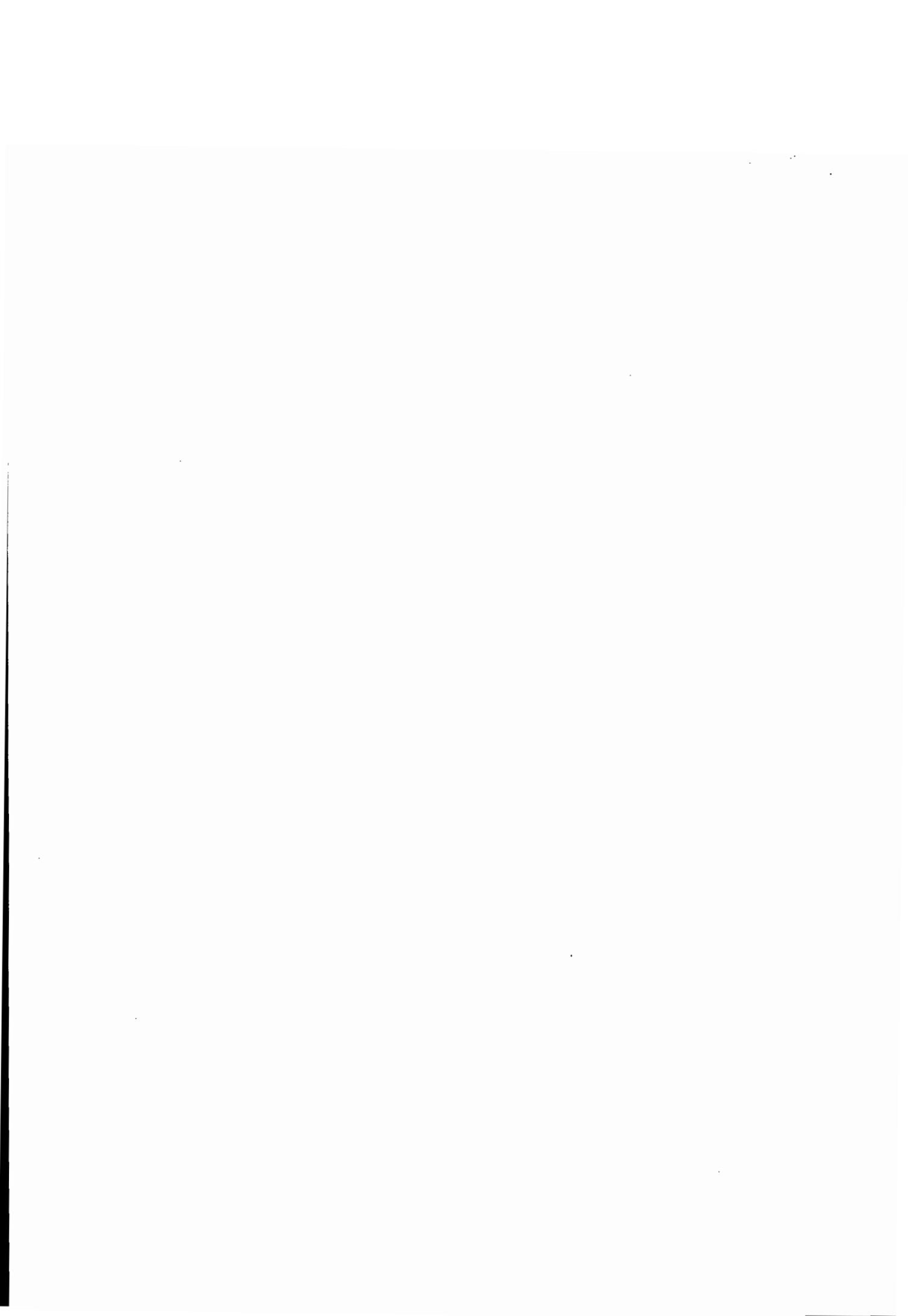
Según las afirmaciones de los usuarios, los tiempos de retorno del agua (frecuencia de riego) parecen ser largos en el contexto climático (25 días en promedio en el caso de Urcuquí), mientras que la dotación concedida por el INERHI parece ser suficiente.

Se puede también suponer que existe una cierta desigualdad potencial entre los usuarios: entre los de San Blas y de Urcuquí y entre los de los diferentes sectores de Urcuquí debido a las diferencias en la cantidad de horas de concesión de agua; entre los usuarios « caciques » y los usuarios normales; entre usuarios de los diferentes bloques de distintos tamaños.

El trabajo de análisis nos permitirá comprender cómo se expresan en la práctica las reglas sociales e hidráulicas y cómo se logra satisfacer las necesidades de los cultivos.

SEGUNDA PARTE

**METODOLOGIA ADOPTADA PARA EL
ESTUDIO DEL TURNO DE AGUA**



En la presentación se vieron perfilarse algunos problemas básicos en la organización teórica del turno de agua: disparidades entre sectores en lo que respecta tanto a las superficies (y por lo tanto al número total de horas de riego a atenderse y el tiempo teórico de retorno del agua), como a la dotación promedio de las parcelas. Se impone entonces un enorme trabajo al aguatero que intenta equilibrar de la mejor manera el servicio entre los diferentes sectores.

El objetivo del estudio será entonces analizar la práctica de la realización del turno de agua para comprender los problemas reales que resultan de la organización teórica y de su aplicación en el campo: déficits hídricos de cultivos no abastecidos óptimamente, desigualdad de la repartición, pérdidas de agua de riego por aportes de dosis muy elevadas...

Para alcanzar estos objetivos, se realizaron cuatro grandes trabajos en el campo:

- el levantamiento de un catastro y de un plano catastral que localiza las parcelas y las acequias de la red de distribución, y el seguimiento día a día de las parcelas atendidas;
- el seguimiento día a día de los caudales en la cabecera de los diferentes sectores;
- el seguimiento de los cultivos practicados en cada parcela.

Se describirán los métodos utilizados para la recolección de las informaciones, los problemas encontrados durante su aplicación así como las alternativas posibles para realizar más fácilmente otros estudios de este tipo.

Los datos de campo fueron analizados gracias a la creación de una base de datos y de varios programas (en especial con el fin de efectuar simulaciones del balance hídrico parcela por parcela), lo que es indispensable dada la gran cantidad de datos y de cálculos a realizarse. Se describirán también los medios de almacenamiento de la información y los métodos de cálculo utilizados.

Nota: El trabajo se realizó únicamente en el subperímetro de Urcuquí en donde los problemas parecen ser más agudos y en donde el aguatero se mostraba mucho más interesado por el estudio del turno de agua.

1. RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS

1.1. Plano catastral

1.1.1. LEVANTAMIENTO DEL PLANO CATASTRAL

Esta etapa preliminar nos permitió localizar exactamente cada parcela del perímetro, así como las acequias, en un plano a una escala adecuada.

El levantamiento se realizó en una primera etapa en una ampliación de fotografía aérea, que permitió elaborar un primer esbozo del plano catastral: la forma y el tamaño de las parcelas, los sitios particulares.

En una segunda etapa, el recorrido del perímetro con el aguatero y el catastro escrito de la junta de agua (lista de los derechos de agua de los propietarios) permitieron actualizar el plano precisando las formas actuales de las parcelas, trazar los canales, inventariar las parcelas en función de su posición en el turno teórico y hacerlas corresponder con el nombre del propietario y el número de horas de derecho de riego en un turno.

Nota: La presencia del aguatero, muy colaborador, y del corresponsal local del proyecto INERHI-ORSTOM fue indispensable para la realización de este trabajo, antes del cual hubo que asegurarse la confianza de los usuarios, siempre desconfiados frente a todo censo o investigación relativos al agua de riego.

1.1.2. NOMENCLATURA DE LAS PARCELAS Y LAS BOCATOMAS

Urcuquí, compuesto de 7 sectores, está regado por 5 manos de agua distribuidas por 5 óvalos⁶, de la manera indicada a continuación (se observará que los sectores D y E por una parte y los sectores F y G por otra están vinculados hidráulicamente puesto que son atendidos por el mismo óvalo):

Cuadro 2
Servicio de los sectores de Urcuquí por parte de las diferentes manos de agua
(ver también la figura 3 de la primera parte)

Sector	Código del sector	Ovalo distribuidor	Código del óvalo
San Ignacio	A	San Ignacio	M1
Plaza Vieja	B	Plaza Vieja	M2
El Naranjo	C	El Naranjo	M3
Las Cuatro Esquinas	D	Santa Rosa	M4
Santa Rosa	E	Santa Rosa	M4
La Recoleta	F	La Recoleta	M5
San Antonio	G	San Antonio	M5

Las parcelas son identificadas con la letra correspondiente al sector, seguida de la cifra que caracteriza su posición en el turno teórico. A menudo es necesario recurrir a subparcelas, pues frecuentemente los cultivos son múltiples al interior de una misma parcela; se los identifica entonces con el código de la parcela más una letra minúscula característica de la subparcela (que contiene un cultivo único). Ejemplo: la parcela B2 fue subdividida en subparcelas B2a y B2b, cultivadas con maíz y alfalfa respectivamente.

1.1.3. EL CATASTRO COMPUTARIZADO

Una vez inventariadas e identificadas con un nombre, todas las parcelas fueron ingresadas en un archivo DBase (en línea aparecen los datos de una parcela o de una subparcela). Se encontrarán las superficies (planimetradas en el plano catastral), los horarios de riego (proporcionados por el catastro de la junta de agua), la longitud de canales que separan a la parcela del óvalo que la atiende, los cultivos practicados durante el período de estudio con sus fechas de siembra y de cosecha.

En el anexo 4 se presenta un resumen de este catastro: lista de parcelas, de superficies y de derechos de agua.

6 «Ovalo» es un término español que designa la obra de bocatoma constituida por un repartidor hidráulico redondo, colocado lateralmente en un canal. Por extensión, los usuarios de Urcuquí utilizan este término para designar a las obras de repartición que distribuyen el agua a los 5 sectores hidráulicos de Urcuquí (en este sentido lo emplearemos) y van incluso más lejos dando ese nombre a una mano de agua (por ejemplo, el óvalo Plaza Vieja designa a la vez la obra de partición del caudal y la cantidad de agua normalmente concedida a ese sector).

1.2. Seguimiento del turno de agua y de los cultivos practicados

1.2.1. MODALIDADES PRACTICAS

El aguatero de Urcuquí anotaba cada día las parcelas atendidas por cada óvalo, al igual que el número de horas distribuidas y los cultivos regados. En caso de interrupción, señalaba el origen de la misma. Este seguimiento, que habría debido durar más de un año, se acortó porque el aguatero abandonó su trabajo. El período de estudio fue en definitiva del 20 de junio de 1990 al 12 de junio de 1991.

En el anexo 2 se presenta un ejemplo de las notas del aguatero.

1.2.2. PROBLEMAS ENCONTRADOS

El aguatero no tenía por qué conocer nuestra nomenclatura, por lo que anotaba simplemente el nombre de la persona presente para el riego de la parcela. Si bien casi siempre se trata del dueño, a veces ese no es el caso (hijo, padre, esposa...). Por lo tanto se hicieron necesarias verificaciones en compañía del aguatero. Sin embargo, es un problema menor que se puede evitar indicando insistentemente al aguatero que debe dar el nombre del propietario real de la parcela.

El problema más importante es la confiabilidad de las informaciones sobre los cultivos, que deja mucho que desear: se desconoce la fecha exacta de siembra; a menudo el aguatero no tiene la posibilidad de ir a observar personalmente la parcela y como los cultivos son muy variados, no siempre coinciden de una operación de riego a otra en el cuaderno de notas. Se debe entonces proceder a densas encuestas *a posteriori* mientras que encuestas (o simplemente visitas) realizadas en tiempo real son mucho más simples y confiables. De hecho, en muchos casos, hubo que determinar arbitrariamente la fecha de siembra para que corresponda a una operación de riego, o, en caso de falta de riego, a una lluvia importante, y considerar una duración de ciclo similar al promedio de las observadas durante las series de encuestas realizadas en años anteriores. A pesar de la gran probabilidad de ajustarnos a la realidad al proceder de esta forma, se trata de un sesgo relativamente importante que podrá incidir en el análisis de los resultados de las simulaciones del balance hídrico de la primera quincena del período de estudio, en la que se conocen relativamente poco los cultivos practicados.

El sector G, de San Antonio, está situado muy lejos del pueblo, y el aguatero no puede materialmente vigilarlo, por lo que se contenta con enviarle el agua al final de cada turno, con una duración fija, sin preocuparse de la utilización que se haga en él. Por lo tanto, no disponíamos de ninguna información sobre los cultivos practicados y no será posible simular el balance hídrico de ese sector.

Finalmente, algunas operaciones de riego no son manejadas por el aguatero:

- las de los « caciques » (muchas de las cuales tienen además un derecho en el turno normal, pero no representan sino una reducida parte de las parcelas y las superficies, salvo en el sector A: ver la tercera parte); para la simulación del balance hídrico, supusimos que en cada turno, todas las parcelas que disponen de un derecho de « cacique » fueron efectivamente regadas con duraciones de riego proporcionales a la superficie;
- aquellas que utilizan el agua proveniente de coladuras⁷ de una parcela regada

⁷ Durante una operación de riego en surcos, cierta cantidad de agua escapa al extremo de los surcos, lo que se conoce como coladuras, y se reúne al extremo del campo para formar los remanentes.

aguas arriba; afortunadamente, este caso es muy raro y no afecta en general sino a un volumen reducido (ver anexo 10) y tuvimos que ignorarlo en los cálculos de simulación del balance hídrico.

1.2.3. ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS PARA ANALISIS

Se realiza en un archivo DBase con varias líneas por día, cada una de las cuales representa el riego de una parcela (identificada con su código), con las características del riego (duración, posición en el día, óvalo). En el anexo 2 se presenta un ejemplo.

1.3. Seguimiento de la lluvia y de los caudales

Los caudales que transitan por los óvalos repartidores de los diferentes sectores nos permitieron establecer la dosis aportada en cada riego, cuyo conocimiento, con el de la lluvia, es indispensable para la simulación del balance hídrico de los cultivos.

Sus valores durante el período de estudio se presentan en el anexo 1.

1.3.1. SEGUIMIENTO DE LA LLUVIA

Se instaló un pluviómetro estándar en la parcela piloto escogida en la parte de Urcuquí. Dicha parcela ocupa una posición central en el perímetro. Se considera que la distribución de la lluvia es sumamente homogénea en los sectores estudiados (únicamente el sector de San Antonio — G —, situado muy abajo, está sometido a un régimen pluviométrico distinto, pero ya se vio que en él no se puede efectuar una simulación de balance hídrico): las medidas podrán entonces utilizarse para todos los sectores (A, B, C, D, E y F).

1.3.2. SEGUIMIENTO DE LOS CAUDALES EN LOS OVALOS REPARTIDORES

1.3.2.1. Principio

Se instalaron y calibraron (aforos con molinete) once regletas de seguimiento limnimétrico en los emplazamientos estratégicos de la red de pre-distribución (ver su localización en la figura 3 de la primera parte).

En la regleta n° 1, situada justo aguas arriba del reservorio, un observador local efectuó dos lecturas por día.

Las demás regletas fueron leídas tres veces al día, por estudiantes del pueblo, y se realizaron mediciones horarias para analizar las variaciones de caudal durante el día.

Los datos recogidos — analizados de manera más exacta en otro Informe del proyecto INERHI-ORSTOM (por publicarse) — permitieron obtener los caudales proporcionados realmente cada día a los diferentes sectores. Nos contentaremos con recordar algunos problemas encontrados.

1.3.2.2. Problemas encontrados

Son variados:

- las regletas son implantadas en una acequia de sección a menudo poco adecuada (debido a la forma del cauce de los canales cavados en la cangahua) y a veces variable (en los emplazamientos en donde un montículo de tierra sirve en ocasiones para cambiar la dirección del curso de agua hacia una acequia « secundaria »); así, los problemas para el establecimiento y la utilización de las curvas de calibración son numerosos;
- en la red no circula agua permanentemente, lo que impone, al inicio del día, un tiempo relativamente largo hasta que circule agua por toda la red, y un tiempo de recesión al final del día; puede ocurrir que el reservorio sea abierto más tarde o más temprano que de costumbre y que el agua no pase por las regletas cuando el observador pasa para hacer sus medidas; en esos casos se deben efectuar importantes correcciones manuales;
- es frecuente encontrar en las notas de los observadores valores aberrantes (que pueden corresponder a un período de ausencia del observador o a un error sistemático de lectura).

Todo esto obliga una vez más a realizar correcciones fastidiosas, basadas en el principio de conservación de los caudales aguas arriba - aguas abajo.

1.3.2.3. Del óvalo a la parcela

Muchas cosas pueden ocurrir entre el óvalo repartidor y la parcela atendida:

- pérdidas de agua ligadas a las infiltraciones en la superficie mojada del canal o a fugas puntuales por obstrucciones poco permeables de las bocatomas anteriores;
- aportes de agua resultantes del drenaje lateral de las parcelas situadas justo encima del canal o simplemente del agua necesariamente perdida al realizarse riego en surcos (del 5 al 20 % de la dosis aportada según nuestros resultados en Urcuquí); los remanentes; estos terminan a menudo siendo recolectados por la red de distribución aguas abajo.

No se puede separar la parte de aportes de la de pérdidas, pero es posible medir la resultante de tales pérdidas y aportes.

Para ello, no nos podemos limitar a efectuar medidas puntuales de los caudales en la caja de repartición y en la parcela. El problema principal de este método está ligado al riesgo de variación del caudal. Sin un marcador, no se tiene la seguridad de medir el caudal de la misma masa de agua en movimiento. No era posible utilizar fluoresceína, debido a la probable oposición de los usuarios.

El procedimiento escogido fue una integración en el tiempo de las medidas de caudal. Se comparan volúmenes de agua transferidos en el día, en diferentes puntos de medición, desde la llegada de agua a toda la red hasta la recesión. En la práctica, este dispositivo es denso en su manejo, puesto que impone el seguimiento y la calibración de varias regletas todo el día.

1.3.3. ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS

Los datos de lluvia y de caudal en los óvalos son almacenadas en un archivo DBase, en el que cada línea contiene los datos de un día.

2. CALCULOS DE SIMULACION DEL BALANCE HIDRICO

Luego de las diversas verificaciones y correcciones de los datos en bruto almacenados en archivos DBase, se pueden comenzar los cálculos de análisis.

Se contemplan dos aspectos:

- análisis hidráulico (funcionamiento de la red, pérdidas de tiempo de circulación del agua en las acequias, etc.);
- análisis agro-económico (consecuencias del abastecimiento hídrico real de las parcelas en los déficits hídricos y de la baja eficiencia de aplicación).

Si bien el trabajo de análisis hidráulico es relativamente simple y no requiere esclarecimientos particulares, el de análisis agro-económico demanda recurrir a la simulación del balance hídrico cuyas modalidades se describen en este capítulo.

2.1. Objetivos de la simulación del balance hídrico

El objetivo de la simulación del balance hídrico realizado en este trabajo es múltiple:

- **Reconstruir la evolución de la reserva útil** y deducir de ella los déficits hídricos que sufren los cultivos a lo largo de sus diversas etapas de desarrollo;
- **Comprender la razón de tales déficits**. El origen del déficit hídrico de un cultivo es siempre una inadecuación entre la demanda evaporativa y la facilidad que tienen las raíces de absorber agua del suelo (para transmitirla a las hojas y permitirles conservar sus estomas bien abiertas y realizar óptimos intercambios de gases para la fotosíntesis). En el caso del estudio del funcionamiento de un perímetro regado, es interesante conocer el disfuncionamiento del modo de distribución que origina la falta de agua en el suelo. Tratándose de Urcuquí, se pueden distinguir cinco razones de falta de agua en la parcela en un momento dado, en relación con el funcionamiento óptimo del turno de agua:
 - la frecuencia de riego es demasiado prolongada y la reserva fácilmente utilizable ha tenido el tiempo de vaciarse entre dos operaciones de riego;
 - la dosis de riego ha sido demasiado baja como para llenar la reserva útil;
 - la parcela no ha sido regada;
 - la parcela ha sido regada con retraso;
 - la parcela ha sido regada con anticipación y ha debido esperar demasiado tiempo el retorno de su derecho de riego.

Las tres últimas razones parten de la hipótesis de que, como el turno de agua está bien definido, la fecha de riego de cada parcela está igualmente definida al interior del turno de agua.

Finalmente, es interesante conocer igualmente a qué punto una lluvia que sobreviene de manera oportuna ha podido evitar a los cultivos un stress que habría podido afectarlos.

Nota: Se dice que existe un déficit hídrico en cuanto un cultivo no puede extraer suficiente cantidad de agua del suelo para realizar correctamente sus intercambios gaseosos (y no en la etapa final que es el resecaimiento de la planta). Este stress puede cuantificarse mediante la relación entre la evapo-transpiración real y la evapotranspiración máxima (ETR/ETM).

- **Comprender la razón de las pérdidas de agua de riego.** En efecto, si una pérdida de agua se debe a una dosis demasiado elevada que satura la reserva útil y provoca la percolación de los excesos, es interesante conocer la razón de estos últimos, cuyas consecuencias son la lesivación a nivel de la parcela y una pérdida importante a nivel del perímetro (turno de agua prolongado o reducida superficie cultivada). Existen cinco razones para la existencia de un exceso de agua:

- dosis demasiado elevada: hay un aporte de agua mayor al que puede contener la reserva útil máxima del suelo (RUM);
- frecuencia demasiado corta: el riego llega cuando la reserva útil (RU) no ha tenido tiempo de vaciarse desde el riego anterior;
- lluvia: desde el último riego, han existido lluvias que han recargado la RU;
- riego anticipado: la parcela ha sido regada antes de su fecha teórica en el turno y su reserva útil no ha tenido tiempo de vaciarse;
- ha habido, desde el último riego normal, riego supernumerario (dos o más operaciones en un mismo turno) que ha recargado la reserva útil;
- parcela no cultivada: si bien sucede que se riega una parcela no cultivada, es raro y este tipo de pérdida de agua significa ya sea que existe en realidad un cultivo no inventariado (un rincón de alfalfa...) que es el que el agricultor ha regado, o que el riego está ligado a un trabajo del suelo o una fertilización antes de la siembra (caso más frecuente).

2.2. Resumen de la teoría del balance hídrico

La simulación del balance hídrico busca reconstruir la evolución del almacenamiento de agua en el suelo (reserva útil). De un día al otro, el stock (o RU) toma valores comprendidos entre 0 y la reserva útil máxima (RUM) que dependen de la textura del suelo, de su profundidad y de la alcanzada por las raíces. Se lo puede describir como una serie diaria:

$$RU_{i+1} = RU_i + (\text{lluvia} - \text{escurrimiento}) + (\text{riego} - \text{remanentes}) - \text{ETR} - \text{drenaje} \quad (1)$$

en donde:

- **el escurrimiento** corresponde a la parte de la lluvia que no penetra en el suelo, sino que fluye en la superficie, cuando la intensidad de la lluvia es demasiado fuerte para la capacidad de infiltración del suelo; se lo puede estimar mediante medidas directas o calcularlo con diversas fórmulas de difícil empleo (*Soil Conservation Service, ORSTOM...*);
- **los remanentes** corresponden a la parte del agua de riego que no penetra en el suelo; se producen necesariamente cuando el riego se efectúa en surcos, pero nuestras medidas muestran que se trata de cantidades despreciables;
- **el drenaje** es la cantidad de agua del suelo que sale de la zona de influencia de las raíces; es el término más difícil de aprehender puesto que depende de las características específicas de infiltración del suelo;
- la evapo-transpiración real (ETR) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{ETR} = \text{ETP} * K_c * \text{Coeff.} \quad (2)$$

en donde:

- la **ETP** es la Evapo-Transpiración Potencial, definida con referencia a la evaporación de un césped de 10 cm abastecido óptimamente, y, gracias a diversas fórmulas, se puede obtener una aproximación correcta de ella según el sitio;

- **Kc** es un coeficiente de cultivo que representa la relación entre la evapo-transpiración potencial máxima (ETM) del cultivo y la ETP; el producto $Kc \cdot ETP$ representa entonces la evapo-transpiración máxima del cultivo; se dispone de tablas de valores establecidas para la mayoría de cultivos en estaciones experimentales;
- **Coeff.** es un coeficiente corrector que tiene en cuenta el hecho de que mientras menor es la reserva útil del suelo, mayor dificultad tienen las raíces para extraer el agua y menor es la transpiración de la planta; **representa también el nivel de déficit hídrico que sufre la planta**; varias aproximaciones son posibles para evaluarlo.

Nota: Por más atractivo que pueda parecer el procedimiento de simulación, no se debe olvidar que nunca es más que una simplificación de la realidad. Se vio anteriormente la relativa confiabilidad de los datos recogidos en el campo. La misma observación se aplica a los valores evaluados con base en las tablas « Internacionales ».

La simulación del balance hídrico es un marco de reflexión, representación simple de una realidad compleja.

2.3. Valores adoptados para la simulación en el perímetro de Urcuquí

El intervalo de tiempo diario mejora la representación del balance hídrico para comprender los riesgos hídricos: se puede abordar la intensidad y la duración de los déficits en los diferentes cultivos. Se calculará el balance hídrico para cada una de las parcelas del perímetro, con los parámetros generales descritos a continuación.

2.3.1. ESCURRIMIENTO

El seguimiento de la lluvia y del escurrimiento realizado en la estación piloto es objeto de otra publicación. Los bajos valores de escurrimiento observados (debido a la gran permeabilidad del suelo de textura gruesa) nos permite ignorar el escurrimiento en los cálculos del balance hídrico.

Se consideraron entonces todas las lluvias, incluyendo las más débiles que aunque no benefician a los cultivos tienen al menos el mérito de reducir la ETP (ver más adelante).

2.3.2. DRENAJE

Las reducidas profundidades de suelo (máximo 80 cm) y la naturaleza impermeable del material subyacente (cangahua) nos permiten considerar la inexistencia de drenaje vertical.

La gran permeabilidad y la pendiente del suelo hacen suponer en cambio la existencia de un drenaje lateral importante cada vez que el suelo se encuentra saturado de agua. Desgraciadamente, la gran complejidad de la topografía y de la imbricación de las parcelas impiden el estudio (y con mayor razón aún la simulación) de las consecuencias de esas transferencias laterales que pueden originar aportes subterráneos en las parcelas situadas aguas abajo o en las acequias de la red de distribución. Nos vimos por lo tanto obligados a ignorar ese drenaje natural y a considerar como pérdida el exceso de agua en el suelo debido a una lluvia o a una operación de riego.

Nota: Se puede plantear la hipótesis de la recuperación de las aguas de drenaje lateral aguas abajo del perímetro de Urcuquí, ya sea por parte de gargantas naturales o por las acequias de la hacienda San José.

2.3.3. ETP

Los datos de ETP que se utilizarán son los extraídos del trabajo de regionalización climática del proyecto INERHI-ORSTOM, basado en el método del vector regional y que calcula la ETP según la referencia Penman (para mayores detalles remitirse al informe correspondiente). Se trata entonces de promedios mensuales, pero se puede considerar sin mayor riesgo de error que la ETP es en general poco variable de un año al otro y que los valores mensuales son suficientes para una precisión correcta del balance hídrico diario, al menos en la zona andina (el hecho de considerar las lluvias finas como eficaces permite crear artificialmente una disminución del consumo de la RU, que tendrá consecuencias análogas a las de la disminución de la ETP que se produce en la realidad cuando se producen esas lluvias).

Los valores diarios de la ETP se presentan en el cuadro 1 (primera parte).

2.3.4. COEFICIENTES DE CULTIVO

Adoptamos los valores propuestos por la FAO (cuyos coeficientes se relacionan con la ETP Penman) con las modificaciones indicadas a continuación.

2.3.4.1. Duración de los ciclos

Se conoce la duración de los ciclos vegetativos de los cultivos practicados en Urcuquí (ver el Informe INERHI-ORSTOM sobre el seguimiento de las parcelas piloto y las encuestas sobre sistemas de producción) que difieren considerablemente de los valores proporcionados como referencia por la FAO. Por ello, establecimos la duración de cada etapa proporcionalmente:

$$\text{nueva duración} = \text{duración FAO} * (\text{duración total} / \text{duración total FAO})$$

Nota: La etapa 4 se divide a veces para 2 para considerar las cosechas de grano tierno.

2.3.4.2. Primeras etapas de cultivo

La FAO propone dos métodos para la determinación de los Kc de las dos primeras etapas. Uno de ellos utiliza una lista de coeficientes medidos (Boletín de la FAO n° 24), mientras que el otro (Boletín de la FAO n° 33) estima que durante esas dos etapas, la ETR se acerca más a la evaporación del suelo desnudo y que el Kc depende más de la frecuencia de las lluvias y las operaciones de riego que del cultivo mismo.

Optamos por combinar estas evaluaciones considerando una primera etapa con una evaporación como la del suelo desnudo (y los valores fueron calculados según el ábaco proporcionado en el Boletín de la FAO n° 33) y las siguientes como ligadas al cultivo, con los valores proporcionados por el Boletín n° 24.

2.3.4.3. Asociaciones de cultivos

De las numerosas asociaciones de cultivos practicadas en Urcuquí, únicamente la de maíz-fréjol es realmente frecuente. Los dos cultivos son sembrados al mismo tiempo y se encuentra en el mismo campo aproximadamente un 25 % de ples de fréjol y un 75 % de ples de maíz. Se definieron nuevas etapas tomando como valor del Kc el promedio ponderado de los Kc de cada cultivo.

2.3.4.4. Cultivos permanentes

Como no era posible considerar los cortes de alfalfa o las cosechas en los huertos, se utilizó, para los cultivos permanentes, un coeficiente de cultivo único que corresponde al pleno desarrollo de la planta.

La lista de las duraciones de etapas y de los Kc utilizados figura en el anexo 3.

2.3.5. COEFICIENTE CORRECTOR DE LA ETR

Este cálculo se efectuó de la siguiente manera:

Siendo el suelo de textura gruesa, supusimos una reserva fácilmente utilizable (RFU) igual a 2/3 de la RUM. Mientras nos encontramos dentro de la RFU, la planta evapora normalmente y $\text{Coef.ETR} = 1$. En cuanto se supera la RFU, el Coef.ETR varía de manera lineal entre 1 y 0 según la fórmula:

$$\text{Coef.ETR} = \text{RU} / (\text{RUM} - \text{RFU})$$

2.3.6. VALORES DE LA RESERVA UTIL

Aunque existen diferencias importantes entre las parcelas de Urcuquí, tanto en lo que respecta a la profundidad del suelo como en cuanto a su textura (aunque la heterogeneidad intraparcela es casi igual de importante en realidad), se consideró una RUM igual en todos los casos. El valor calculado como promedio en las muestras tomadas fue dividido en dos partes:

- una reserva útil superficial (RUs) de 15 cm de profundidad, de la cual extraen agua el suelo desnudo y los cultivos en su primera etapa;
- una reserva útil profunda (RU_p) de la que sólo toman agua las plantas en sus etapas posteriores.

Para cada parcela, el primer día de la simulación, se asigna a la RU_p un valor inicial de un tercio de la reserva máxima profunda; la reserva superficial toma un valor nulo.

Se calcula un Coef.ETR para cada reserva y se considera el mayor de los dos. En caso de igualdad, la planta extrae agua preferentemente de la reserva superior* (ver el algoritmo de cálculo en el siguiente capítulo).

2.3.7. VALORES DE LA DOSIS

Los caudales entregados decrecen en el día (ver el análisis de los caudales en los óvalos) y se debe considerar la hora de riego para calcular (con base en la variación observada en las tres mediciones del día) el valor promedio de la mano de agua utilizada para cada operación de riego.

La dosis es calculada primeramente en el óvalo en m³ (con base en el caudal y en el tiempo real acordado por el aguatero para cada riego) y luego corregida para tener en cuenta las pérdidas hidráulicas en la red de distribución, entre la bocatoma del sector (óvalo) y la de la parcela.

La dosis en milímetros se determina luego con base en la dosis en m³ y en la superficie de la parcela. Cuando una parcela no está enteramente cultivada, la dosis en m³ se reparte entre las subparcelas cultivadas.

2.4. Procesos de cálculo y simulaciones realizadas

Para interpretar adecuadamente los resultados de las simulaciones, es necesario comprender los mecanismos (algoritmos) empleados en su elaboración. Estos son numerosos y variados y parten de una doble base: la jornada y el turno de agua.

La unidad de trabajo debe ser la parcela, puesto que las operaciones de riego son características de cada una de ellas. Sin embargo, la mayor parte de las parcelas reúnen varios cultivos diferentes, con base en los cuales se definieron subparcelas. Como el balance debe hacerse con cultivos homogéneos, se debe trabajar con subparcelas.

2.4.1. SIMULACION NORMAL Y SIMULACIONES CONDICIONALES

Para explicar las razones reales de los déficits hídricos y de las pérdidas de agua simuladas, se deben realizar dos tipos de cálculos, que llamaremos simulación normal y simulaciones condicionales.

El balance hídrico propiamente dicho se calcula con un intervalo de tiempo diario para cada parcela. Se realizan varias simulaciones: la primera considera **todos** los eventos inventariados, desde el inicio de la simulación — *simulación normal* —; las siguientes calculan lo que habría ocurrido **si...** (si no hubiera habido lluvia, si el riego no hubiera llenado la RU, etc.) — *simulaciones condicionales* — y permiten determinar las causas de los problemas evidenciados mediante la simulación normal.

2.4.2. ALGORITMO BASICO PARA EL BALANCE HIDRICO

El diagrama correspondiente aparece en la figura 4 que muestra las diferentes etapas diarias (del día i al día $i + 1$) de llenado de las dos reservas (aportes de la lluvia y del riego) y de captación por parte de la planta o del suelo desnudo (evapo-transpiración).

Hubo que definir un archivo temporal para tener en cuenta el secado del suelo después de una recarga excesiva: el día del evento, el agua excedentaria se mantiene a disposición de la planta.

Para considerar los casos en que se suceden dos cultivos con una profundidad de raíces diferente, se definió un tercer reservorio distinto, de una profundidad igual a la del suelo de la parcela. Su evolución es paralela a la de los dos otros y su valor sólo es considerado para la evaluación del valor inicial de la RUP a la fecha de la siembra del cultivo sucesor.

2.4.3. PRINCIPIO GENERAL DE LAS SIMULACIONES CONDICIONALES

Para comprender qué proporción de déficit hídrico (o de pérdida de agua) se debe a tal factor explicativo (rechazo al riego, lluvia, dosis insuficiente...), se realiza un cálculo en el que se optimiza el factor explicativo (aplicación de riego, inexistencia de lluvia, dosis que llena la RUM...). Se obtienen entonces valores calculados que se comparan a los arrojados por la simulación normal.

Para una mejor comprensión, recordemos que el trabajo se efectúa de una sola vez para cada parcela, siendo estudiados los eventos de cada día en orden cronológico, y que inicializar un cálculo de simulación condicional consiste en especificar los valores atribuidos a la RUs y a la RUP el primer día de la simulación.

Ejemplo (ficticio): La parcela B5 ha recibido el 24.01.91 una dosis de 26 mm (riego del turno 6). La zona de influencia de las raíces ya no contiene en esa fecha sino 10 mm. Después del riego, la reserva aumenta a 36 mm, valor inferior a la RUM para el cultivo practicado (maíz) que es de 55 mm. La simulación normal considerará en esa fecha una reserva (RU_N) de 36 mm (y el reservorio temporal vacío), mientras que la simulación condicional que optimiza el factor dosis considerará una reserva (RU_D) de 55 mm, y el reservorio temporal lleno para una utilización ese día. Si no sobreviene ningún evento (lluvia o riego imprevisto) antes del riego del siguiente turno (turno 7), la reserva considerada por la simulación normal (RU_N) alcanzará más rápido el valor crítico de RFU que la reserva considerada por la simulación condicional (RU_D). El déficit hídrico calculado por la simulación normal será cada día mayor que el calculado por la simulación condicional, y la diferencia entre esos dos valores proporcionará la parte del déficit hídrico provocada por el evento optimizado por la simulación condicional, en este caso la dosis de riego del 24.12.91.

2.4.4. CALCULOS PRELIMINARES PARA LAS SIMULACIONES CONDICIONALES

Las simulaciones de balance hídrico que consideran lo que habría ocurrido si no hubiera habido un riego, si la operación de riego no hubiera sido adelantada, si la operación de riego no hubiera sido postergada, suponen que se conoce la fecha en que el riego habría debido realizarse (*fecha teórica de riego*).

Se parte de la hipótesis de que, estando claramente definido el turno de agua, la fecha de riego de cada parcela también está definida dentro de un turno. De hecho, las prácticas establecidas son ligeramente diferentes y es frecuente que parcelas regadas regularmente el mismo día tengan una posición muy diferente en el turno catastral (casi siempre se trata de parcelas de un mismo dueño o de una misma familia). Además, la duración de los turnos varía considerablemente debido a negativas de riego.

Se calcula entonces, para cada parcela, una « proporción teórica de riego » (promedio de las proporciones observadas), que es la fracción del turno en la que tiene que tener lugar el riego, y con base en ella, se podrá determinar para cada turno la fecha teórica de riego. Estos cálculos tienen en cuenta el hecho de que no todos los días están potencialmente libres para el riego: hay que recordar que el turno normal se interrumpe al menos 2 días cada 2 semanas y que existen ciertos días de interrupción global del funcionamiento para limpieza de los canales, por daños en la acequia principal, etc.

2.4.5. DESARROLLO DE LAS SIMULACIONES CONDICIONALES

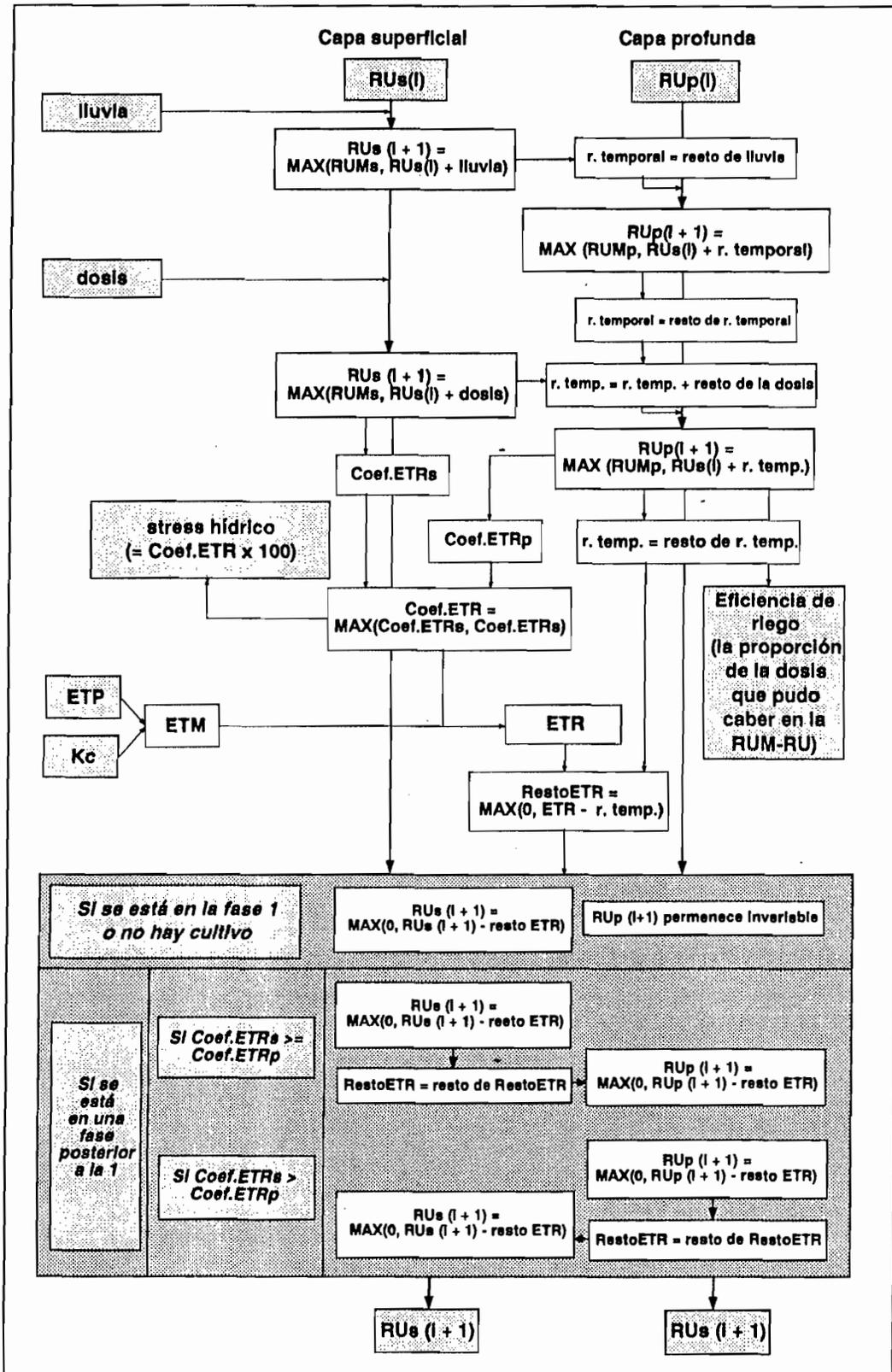
Se considerarán sucesivamente todas las simulaciones condicionales para describir, en cada caso, la manera en que se efectúan los cálculos.

2.4.5.1. Anticipación del riego

2.4.5.1.1. Comienzo del cálculo e inicialización

El cálculo comienza, en un turno dado, cuando una operación de riego se realiza antes de que llegue la fecha teórica. Los valores de RUs y de RUp de la simulación normal (al inicio del tratamiento del día considerado, es decir antes de agregar el riego) son los que servirán de punto de partida para la simulación. A estos valores no se agregará la dosis correspondiente al riego del día.

Figura 4
Organigrama del algoritmo de simulación del balance hídrico



2.4.5.1.2. Desarrollo

A partir del segundo día, todos los cálculos serán idénticos a los de la simulación normal, salvo en el caso de la fecha teórica de riego, en donde se agregará la dosis observada el día del comienzo.

2.4.5.1.3. Terminación

La simulación se termina cuando los valores de RUs y RUp de las simulaciones normal y anticipada se igualan o cuando otra simulación de anticipación debe comenzar.

2.4.5.1.4. Interpretación

La pérdida de agua de riego debida a la anticipación del riego será igual a la diferencia de las dosis perdidas calculadas en la simulación normal y en la simulación de anticipo del riego.

pérdida debida ala anticipación = pérdida simulación normal - pérdida simulación anticipación

Nota: Es posible que una lluvia que sobrevenga entre la fecha observada y la fecha teórica de riego haga negativa esa diferencia: la pérdida debida a la anticipación es considerada entonces como nula.

Los déficits hídricos serán interpretados de diferente manera según se sitúen antes o después de la fecha teórica de riego:

- **antes:** se trata de una ganancia (en efecto, la planta sufre menos debido a un riego precoz) contabilizada de la siguiente manera:

**disminución del déficit debido a la anticipación =
déficit simulación anticipación - déficit simulación normal**

- **después:** se trata de una pérdida (la planta sufre más debido a que ya ha pasado algún tiempo desde el último riego), contabilizada de la siguiente forma:

**aumento del déficit debido a la anticipación =
déficit simulación normal - déficit simulación anticipación**

2.4.5.2. Retraso del riego

2.4.5.2.1. Comienzo del cálculo e inicialización

El cálculo comienza cuando, en un turno de agua dado, la parcela no ha sido regada con anticipación y pasa la fecha teórica de riego sin que haya habido un riego real. Los valores de RUs y de RUp al comienzo del cálculo serán los de la simulación normal en los que se procederá a agregar una dosis de riego del valor del promedio de todas las dosis observadas en la parcela.

2.4.5.2.2. Desarrollo

A partir del segundo día, todos los cálculos serán idénticos a los de la simulación normal.

2.4.5.2.3. Terminación

La simulación se termina:

- cuando los valores de RUs y de RUp de las simulaciones normales y de retraso se igualan;
- cuando debe comenzar otra simulación de retraso;
- cuando se salta un riego (observado o teórico) **del siguiente turno**: el riego no se ha realizado, los resultados del cálculo son interpretados como los de una simulación con negativa de riego y se inicializan los cálculos de la simulación con rechazo de riego.

2.4.5.2.4. Interpretación

Un retraso de riego no engendra pérdida de agua de riego (salvo que se produzca una lluvia entre las fechas teórica y observada y en ese caso tal pérdida no tiene significación alguna en el funcionamiento del turno de agua).

Los déficits hídricos serán interpretados de distinta forma según se sitúen antes o después de la fecha teórica de riego:

- **antes**: se trata de una pérdida (la planta sufre más debido a que el riego se hace esperar), contabilizada de la siguiente manera:

aumento del déficit debido al retraso =
déficit simulación normal - déficit simulación retraso

- **después**: se trata de una ganancia (en efecto, la planta sufre menos debido a un riego más reciente), contabilizada de la siguiente forma:

disminución del déficit debida al retraso =
déficit simulación retraso - déficit simulación normal

2.4.5.3. Negativa de riego

2.4.5.3.1. Comienzo del cálculo e inicialización

Puesto que en una primera etapa las consecuencias de un retraso de riego son las mismas que las de una falta de riego, un solo cálculo es suficiente para inicializar las dos simulaciones. Se vio que el inicio real del cálculo de la simulación con negativa de riego se realiza cuando se salta un riego (observado o teórico) **del turno que sigue** al turno de inicio de la simulación con retraso: el riego no se ha efectuado, los resultados del cálculo de esta última simulación son interpretados como los de una simulación con negativa de riego y los cálculos de la simulación se inicializan con negativa de riego (con los últimos valores de RUs y de RUp de la simulación con retraso de riego).

2.4.5.3.2. Desarrollo

Todos los cálculos son idénticos a los de la simulación normal.

2.4.5.3.3. Terminación

La simulación termina cuando los valores de RUs y RUp de las simulaciones normal y de negativa de riego se igualan, o cuando debe iniciarse otra simulación de negativa.

2.4.5.3.4. Interpretación

Una negativa de riego no engendra una pérdida de agua de riego.

Los déficits hídricos serán interpretados como pérdidas (la planta sufre más porque no se realiza el riego), contabilizadas de la siguientes manera:

**aumento del déficit debido a la negativa =
déficit simulación normal - déficit simulación negativa**

2.4.5.4. Dosis de riego

2.4.5.4.1. Comienzo del cálculo e inicialización

El cálculo comienza cuando tiene lugar un riego de posición 1 (primer riego del turno), cuya dosis no basta para llenar la RUM. Los valores de RUs y de RUp adoptados para el primer día son por supuesto RUMs y RUMp (valores máximos) respectivamente y la reserva temporal se llena para que la evaporación del primer día no afecte al agua almacenada en el suelo (para no olvidar el tiempo de secado del suelo).

2.4.5.4.2. Desarrollo

A partir del segundo día, todos los cálculos son idénticos a los de la simulación normal.

2.4.5.4.3. Terminación

La simulación termina cuando se igualan los valores de RUs y RUp de las simulaciones normal y de dosis*, o cuando se debe comenzar otra simulación de dosis.

2.4.5.4.4. Interpretación

Una dosis muy reducida no engendra una pérdida de agua de riego.

Los déficits hídricos serán interpretados como pérdidas (la planta sufre más porque el riego es insuficiente), contabilizadas de la siguiente manera:

aumento del déficit debido a la dosis = déficit simulación normal - déficit simulación dosis

2.4.5.5. Lluvia

2.4.5.5.1. Comienzo del cálculo e inicialización

El cálculo está activo permanentemente. Se vuelve a inicializar en cada riego y cada vez que llega la fecha teórica de riego sin que el riego real haya sido

realizado. Cada nueva inicialización devuelve a los valores de RUs y de RUp los de la simulación normal.

Este cálculo no considera entonces lo que habría sucedido si nunca hubiera llovido, sino que simplemente tiene en cuenta lo que quien riega no puede prever al momento de la lluvia para decidir sobre sus operaciones de riego. Las diferencias que se observarán en los déficits hídricos representarán entonces la probabilidad que tiene una parcela de recibir agua en el buen momento (y a nivel del perímetro, la dependencia frente a las variaciones climáticas). Asimismo, en lo que respecta a las pérdidas de agua de riego, las diferencias representarán una mala suerte de una parcela de haber recibido demasiada agua cuando no era útil y no deberán contabilizarse a nivel del perímetro como debidas a un disfuncionamiento del turno.

2.4.5.5.2. Desarrollo

Todos los cálculos son idénticos a los de la simulación normal, salvo que la lluvia nunca es agregada a la RU.

2.4.5.5.3. Interpretación

La pérdida de agua de riego debida a la lluvia será igual a la diferencia de las dosis perdidas calculadas en la simulación normal y en la simulación lluvia.

pérdida debida a la lluvia = pérdida simulación normal - pérdida simulación lluvia

Los déficits hídricos so interpretados como ganancias (la planta sufre menos por el hecho de la bienvenida recarga de la RU), contabilizadas de la siguiente manera:

**disminución del déficit debida a la lluvia =
déficit simulación normal - déficit simulación lluvia**

2.4.5.6. Riego supernumerario

2.4.5.6.1. Comienzo del cálculo e inicialización

El cálculo se inicializa en cada riego supernumerario (cuando la parcela es regada por segunda vez o más en el turno). Los valores de RUs y de RUp de la simulación normal (al comienzo del tratamiento del día considerado, es decir antes de agregar la lluvia y el riego) son los que servirán de punto de partida a la simulación. A esos valores no se agregará la dosis que corresponde al riego del día.

2.4.5.6.2. Desarrollo

En lo posterior, todos los cálculos son idénticos a los de la simulación normal.

2.4.5.6.3. Terminación

La simulación termina cuando se igualan los valores de RUs y de RUp de las simulaciones normal y de riego supernumerario, o cuando debe comenzarse otra simulación de riego supernumerario en otro turno de agua.

2.4.5.6.4. Interpretación

La pérdida de agua de riego debida a un riego supernumerario será igual a la diferencia de las dosis perdidas calculadas en la simulación normal y en la simulación riego supernumerario:

$$\text{pérdida debida al riego supernumerario} = \text{pérdida simulación normal} - \text{pérdida simulación riego supernumerario}$$

En cambio, la pérdida de agua del riego supernumerario en sí será considerada como debida sólo al hecho de que es supernumerario:

$$\text{pérdida debida al riego supernumerario} = \text{pérdida simulación normal}$$

Los déficits hídricos serán interpretados como ganancias (la planta sufre menos por el hecho de que la RU se recarga gracias a ese riego inesperado), contabilizados de la siguiente manera:

$$\text{disminución del déficit debido al riego supernumerario} = \text{déficit simulación normal} - \text{déficit simulación riego supernumerario}$$

2.4.5.7. Cálculos en los que no interviene la simulación condicional

2.4.5.7.1. Pérdidas de agua debidas a la inexistencia de cultivo

La totalidad de pérdidas de agua observadas en parcelas no cultivadas serán consideradas como pérdidas debidas a una inexistencia de cultivo (sin distinción de origen, lluvia, dosis...).

Se vio que esos casos corresponden casi siempre a un riego previo al trabajo del suelo, antes de la siembra.

2.4.5.7.2. Cálculos ligados al factor frecuencia

Sería extremadamente complicado efectuar una simulación que optimice el factor frecuencia, pero afortunadamente, como todos los demás factores posibles de déficit al igual que de pérdidas de agua han podido ser calculados, una operación muy simple es suficiente: las pérdidas debidas a la frecuencia son la diferencia entre la pérdida total y el total de pérdidas debidas a los demás factores. Evidentemente, ciertos sesgos en los cálculos obligan efectuar ciertos controles en todas las etapas para no calcular déficits o pérdidas de agua negativos.

La proporción de los déficits hídricos ligados a la frecuencia fue a su vez subdividida para tener en cuenta el alargamiento de los turnos de agua provocado por el riego de las parcelas que disponen de un derecho de « caclique » y por las interrupciones del funcionamiento. En la práctica, los déficits debidos a una frecuencia demasiado larga que se producen antes de un riego (real o teórico) fueron considerados como debidos a interrupciones. Si se constataron tres días de interrupción entre dos operaciones de riego, los déficits hídricos debidos a la frecuencia de los tres días anteriores a la segunda operación de riego serán considerados como debidos a las interrupciones.

2.4.5.7.3. Pérdidas hidráulicas de agua

Opuestamente a las pérdidas durante el riego que se producen en la parcela, estas tienen lugar en la red de distribución.

La pérdida de agua en fracción puede ser interpretada como una serie cuyo valor para 1.000 (metros) es la pérdida por kilómetro de canal:

$\text{pérdida (1.000)} = \text{pérdida en un metro}^{1000}$

El valor de la pérdida en un metro es de 0,99977688688, calculada en función de los resultados de nuestras mediciones (pérdidas del 15 % por kilómetro).

La pérdida hidráulica es sustraída sistemáticamente de la dosis aportada, al momento del cálculo en cada simulación.

2.5. Algunas transformaciones preliminares de datos

2.5.1. AGRUPAR LAS OPERACIONES DE RIEGO

Sucede frecuentemente que el riego de una parcela se desarrolla en varios días. Como se vio, los cálculos realizados imponen una operación de riego en una sola vez, por lo que es conveniente reunir en una sola todas las dosis aportadas. La fecha escogida para el riego ficticio reconstruido será la intermedia entre las fechas observadas de las fracciones de riego.

2.5.2. REPARTIR LOS RIEGOS ENTRE LAS SUBPARCELAS

Sucede también a menudo que no todas las subparcelas están cultivadas al momento del riego. La dosis global es entonces aplicada únicamente a las subparcelas cultivadas.

2.6. Almacenamiento y análisis de los resultados del cálculo

Materialmente es imposible almacenar y analizar todos los resultados día a día para todas las parcelas, por lo que se deben resumir los resultados del cálculo.

Tratamos de resumirlos en dos formas:

- numérica, que permite disponer de una cuantificación global de los déficits;
- gráfica, que permite hacer un seguimiento de la evolución de los déficits a lo largo del ciclo.

2.6.1. RESUMENES NUMERICOS

2.6.1.1. Planteamiento del problema

Un resumen particularmente interesante sería la integración completa en un índice que dé una idea de la producción esperada. En efecto, los déficits hídricos tienen una incidencia cierta en el rendimiento de los cultivos. Los estudios realizados en este sentido son abundantes (FAO, *Soil Conservation Service*, ORSTOM, IRAT...) pero llegan a conclusiones variadas y las fórmulas elaboradas con base en esos trabajos, sean empíricas o deterministas, son diversas y no parecen ser realmente aplicables sino en el estricto marco en el que fueron determinadas.

Sin embargo, en el caso de los cultivos anuales, parecen existir tres períodos diferentes de sensibilidad:

- **Implantación:** Según la mayoría de autores, los déficits hídricos que se producen durante esta etapa pueden ser compensados en las etapas posteriores. No tienen efecto sino en la densidad de poblamiento y las plantas que subsisten tienen a su disposición mayores recursos para sus etapas posteriores. Pueden entonces elaborar una cantidad superior de biomasa por planta. Los estudios del proyecto INERHI-ORSTOM (Haberstock, F.; Ruf, T.) muestran sin embargo que en las condiciones de Urcuquí (baja densidad de siembra), los efectos de los déficits hídricos en la etapa de implantación son importantes: la densidad de poblamiento disminuye demasiado como para que haya una utilización total de los recursos.
- **Desarrollo:** Se reúnen en este período las etapas clásicas de crecimiento vegetativo, de floración y de llenado del grano. Estas se caracterizan por necesidades hídricas importantes y una gran sensibilidad a los déficits (aunque puedan haber compensaciones *a posteriori*).
- **Maduración o secado del grano:** Esta etapa es la menos sensible y exige incluso aportes de agua limitados para permitir una maduración adecuada. Se aconseja en general espaciar las operaciones de riego durante esta etapa y procurar que esta coincida con un período poco lluvioso para no dañar la calidad del producto.

Para permitir una estimación cualitativa de las probables consecuencias de los déficits hídricos simulados, optamos entonces por resumirlos por un lado para todo el ciclo y por otro para cada uno de los tres períodos señalados. Se realizará un resumen de ese tipo para cada especie vegetal cultivada.

2.6.1.2. Valores adoptados

Dos valores básicos van a caracterizar a los déficits durante un período: número de días afectados por un déficit hídrico e intensidad promedio (o grado promedio) de los déficits simulados no nulos.

2.6.1.2.1. Número de días afectados por un déficit hídrico

Se lo expresará en porcentaje de la duración del período en cuestión. En adelante será llamado Jo_Str y calculado como el promedio para todas las parcelas en cuestión, ponderado por la superficie de cada una.

$$Jo_Str = \frac{1}{\text{superficie total}} \times \sum_{\text{todas las parcelas}} \left(\frac{\text{número de días con déficit}}{\text{duración del período}} \times 100 \times \text{superficie de la parcela} \right)$$

Los valores de Jo_Str podrán variar entonces entre 0 y 100 puesto que se trata de un porcentaje.

2.6.1.2.2. Intensidad promedio de los déficits simulados no nulos

Cuando existen, los déficits hídricos son más o menos intensos y es conveniente expresar numéricamente tal intensidad. El indicador escogido se llamará en adelante Str_Moy y se lo calcula como el promedio de los déficits simulados no nulos, ponderado por la superficie de cada parcela.

$$\text{Str_Moy} = \sum_{\text{todas las parcelas}} \left(\frac{\sum_{\text{todos los días del período}} \text{grado de déficit}}{\text{número de días con déficit}} \times \text{sup erficie de la parcela} \right)$$

Los grados de déficit pueden variar entre 0 y 100, por lo que será igual en el caso del indicador Str_Moy.

2.6.1.2.3. Índice de déficit

Dos valores caracterizan entonces a los déficits: porcentaje de días afectados e intensidad. Para efectuar comparaciones, será más práctico disponer de un índice único que dé cuenta de los dos a la vez. Escogimos el promedio cuadrático de Jo_Str y Str_Moy para construir nuestro índice de déficit llamado Is.

$$I_s = \sqrt{J_o_Str \times Str_Moy}$$

Sus valores estarán comprendidos entre 0 y 100.

2.6.1.2.4. Déficit explicados

Se vio que es posible descomponer los déficits hídricos según sus orígenes (acápites 2.4). La intensidad de los déficits podrá descomponerse de la misma manera.

Puesto que se tiene:

$$\text{grado de déficit} = \sum_{\text{todas las razones}} \text{grado explicado por la razón}$$

se tendrá también:

$$\text{Str_Moy} = \sum_{\text{todas las razones}} \text{déficit promedio explicado por la razón}$$

En adelante, las explicaciones del déficit promedio serán llamadas de la siguiente manera:

- déficit explicado por una negativa de riego en el cultivo: **Str_S**;
- déficit explicado por una duración demasiado larga del turno de agua: **Str_F**;
- déficit explicado por interrupciones de funcionamiento de la acequia principal: **Str_FI**;
- déficit explicado por interrupciones de la distribución normal, ligadas al servicio a las parcelas que tienen un derecho de « cacique »: **Str_FC**;
- déficit explicado por una dosis aportada insuficiente para llenar la RUM: **Str_D**;
- déficit explicado por un retraso de riego en el marco del turno normal: **Str_R**;
- déficit explicado por una anticipación del riego en el marco del turno normal: **Str_A**.

Según el análisis que se desee realizar, pueden ser expresados en grado de déficit explicado o en porcentaje de la intensidad del déficit total Str_Moy (se

agrega un signo % para reconocerlos: Str_D % por ejemplo). En los dos casos, varían de 0 a 100.

2.6.2. RESUMENES GRAFICOS

Presentan los promedios de las intensidades de los déficits simulados a lo largo del año, con un valor para cada día del ciclo del cultivo (cultivos anuales) o del período de estudio (cultivos permanentes). Los valores diarios son los promedios de los déficits simulados para todas las parcelas en cuestión, ponderados por la superficie de cada una.

Como anteriormente, los déficits se descomponen según sus razones, y son expresados en grado de déficit.

3. PRUEBAS ESTADISTICAS EMPLEADAS

3.1. Comparación de promedios

En la parte de análisis de los resultados, nos veremos obligados a realizar comparaciones entre comportamientos de sectores y de tipos de cultivo según la importancia relativa de razones de déficits, etc. Para que tales comparaciones fueran más objetivas, se realizaron pruebas de comparación de promedios.

Si se quiere comparar el promedio de una variable en dos muestras, basta con que los efectivos de cada una sean superiores a 30 para poder considerar que la distribución de las diferencias de los promedios de las muestras sigue una ley normal. Se puede estimar la desviación estándar de la diferencia:

$$S_d = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

en donde s_1 y s_2 son las desviaciones estándar de las dos muestras y n_1 y n_2 sus respectivos tamaños.

Se puede entonces probar la hipótesis de nulidad de la diferencia de los promedios de las dos muestras, extraídas de una misma población. En ese caso se tiene:

$-1,96 \times S_d < d < 1,96 \times S_d$ si el umbral de significación escogido es de 5 % y d la diferencia de los promedios de las dos muestras.

Esta prueba es la que utilizaremos en adelante. El umbral de significación escogido es 5 %.

3.2. Estudio de las series del turno de agua

El problema consiste en saber si el orden de distribución practicado en la realidad efectivamente el descrito en el catastro o si existen eventualmente períodos de desorganización de los turnos.

Utilizamos el coeficiente de correlación de Spearman, que permite comparar el orden de dos series discretas:

Serie 1	Serie 2	Diferencia
1	Y1	d1 = 1 - Y1
2	Y2	D2 = 2 - Y2
3	Y3	D3 = 3 - Y3
⋮	⋮	⋮
i	Yi	di = i - Yi
⋮	⋮	⋮
n	Yn	dn = n - Yn

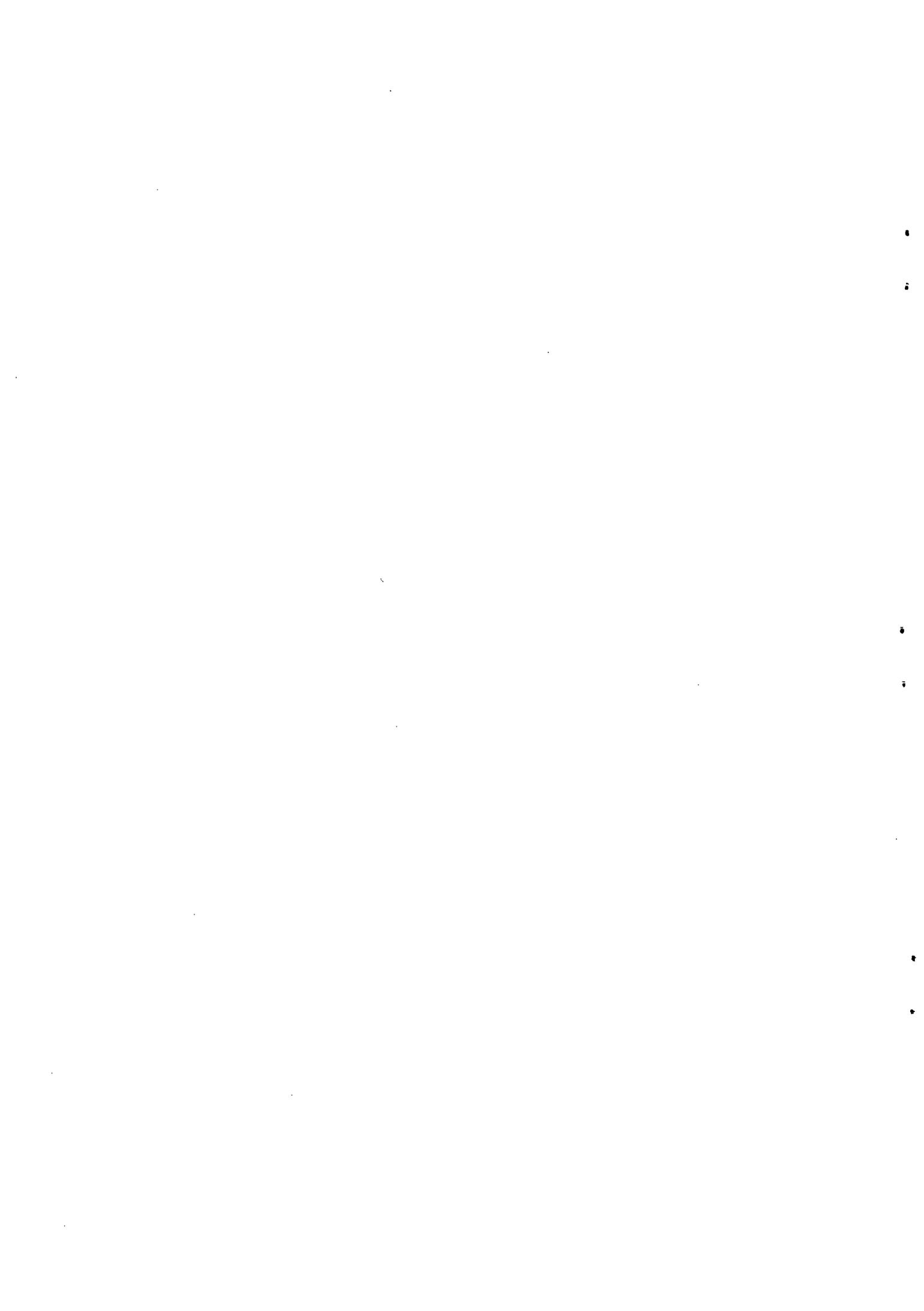
Los valores de **Yi** varían de 1 a n.

El coeficiente de relación de Spearman se calcula así:

$$r' = 1 - \frac{\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

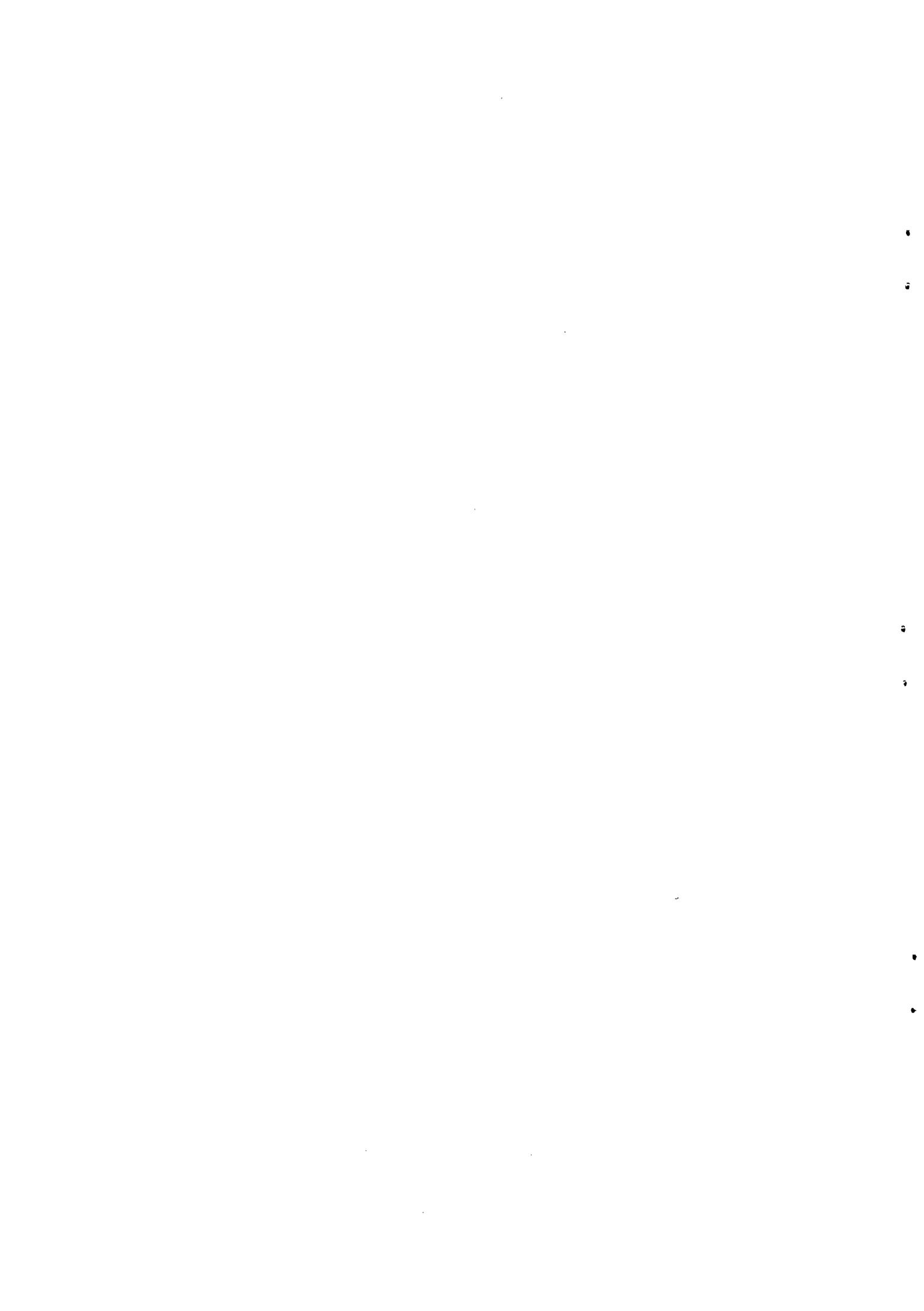
Se estudia como un coeficiente de correlación clásico.

En el caso del estudio del turno de agua, **n** es el número de parcelas regadas en el turno, **i** la posición teórica de riego de una parcela y **Yi** la posición real de riego de la misma.



TERCERA PARTE

**ANALISIS DE LOS RESULTADOS
OBTENIDOS EN URCUQUI**



El plan adoptado en esta parte nos permitirá partir de los datos más generales para explorar niveles de análisis cada vez más exactos.

El estudio del catastro permitirá caracterizar las primeras limitaciones de los usuarios en la utilización de los recursos agua y tierra. Constituirá la primera etapa del trabajo de análisis. En una segunda fase, el estudio de los hábitos de funcionamiento hidráulico de la red (caudales repartidos en los óvalos), y de la ocupación de los suelos hará posible a la vez evaluar la adecuación entre necesidades de agua y dotación del perímetro y analizar las relaciones existentes entre disponibilidades de agua y estrategias agrícolas. Finalmente, el estudio del cumplimiento de los turnos de agua mostrará las limitaciones reales en la definición de las fechas de riego.

Estos primeros enfoques nos permitirán caracterizar (calificar) ciertos disfuncionamientos aparentes del sistema de distribución. El estudio de los resultados de la simulación del balance hídrico no se realizará sino en último término, para cuantificar los resultados de los disfuncionamientos que se evidencien en las primeras etapas.

Es sin embargo difícil adoptar un plan que no comprenda retomar lo anterior o anticipar algo. Se estudiarán factores que *a priori* no parecen indispensables, pero cuyo conocimiento se revelará útil en los análisis de los resultados de la simulación del balance hídrico.

La mayor parte de las observaciones y conclusiones aquí expuestas se refieren a los sectores en donde se pudieron efectuar los cálculos de simulación del balance hídrico, es decir todos con excepción del de San Antonio. Este caso particular será descrito rápidamente y por separado con los datos de que disponemos.

Las diferencias calificadas de significativas al efectuar la comparación de valores promedio, lo serán según la prueba estadística descrita en el punto 3.1. de la segunda parte. El umbral de significación adoptado es de 5 %.

1. ANALISIS DEL CATASTRO

El catastro oficial de la junta de agua proporciona una lista de propietarios y de los derechos que les corresponden, en el orden teórico de la distribución del agua. Fue completado con la determinación del tamaño de cada parcela (ver punto 1.1. de la segunda parte y el anexo 4).

Su análisis nos permite definir las primeras limitaciones en la repartición del agua: los tiempos a atenderse por sector y las dotaciones en horas de riego por hectárea.

El cuadro 3 es la base del análisis aquí desarrollado. Presenta el resumen por sector de los datos del catastro. Estos valores promedio no permiten juzgar la variabilidad intra-sector, la misma que es analizada en los acápite que siguen.

1.1. Superficie de las parcelas

Las ligeras diferencias observadas entre los sectores no son significativas (prueba de comparación de los promedios). En cambio, la variabilidad al interior de cada uno de ellos es muy importante, como lo muestra el mapa 2 (página 6).

Sin embargo, se observan las importantes diferencias en la distribución de los tamaños de las parcelas según los sectores, ligadas a la vez a la historia (colectiva y familiar), a la localización en relación con el pueblo y a la morfología.

Cuadro 3
Resumen del catastro para los diferentes sectores

Sector	Número de parcelas	Superficie total (ha)	Superficie promedio de las parcelas (ha)	Número de horas de riego	Tiempo promedio de riego en el sector (horas/ha)	Promedio de los tiempos de riego de las parcelas (horas/ha)	Duración del turno teórico (sin interrupciones) (días)	Duración del turno teórico (con interrupciones) (días)
Todos	300	173,4	0,58	1.039	5,99	9,44	20,8	25,3
A	75	46,9	0,63	250	5,33	6,93	25,0	30,4
B	33	24,5	0,74	156	6,37	8,81	15,6	18,9
C	40	25,4	0,63	172	6,77	11,64	17,2	20,9
DE	64	36,7	0,57	237	6,46	11,99	23,7	28,8
F	88	28,2	0,45	165	5,85	10,67	22,4	27,2
G	26	11,8	0,46	59	5,00	4,89	22,4	27,2

El sector F, por ejemplo, abarca el pueblo de Urcuquí y comprende muchas parcelas pequeñas, que sirven de huertos y son cercanas a las viviendas. El tamaño promedio de las parcelas aumenta considerablemente por la existencia de una parcela muy grande (F2: 8,3 ha).

El sector C, caracterizado por parcelas de tamaño mediano al igual que el sector B, muestra casos de retaceo por transmisión hereditaria (parcelas de C29 a C37, ver mapas 2 y 3) que disminuye considerablemente el tamaño promedio.

Cuadro 4
Distribución de los tamaños de las parcelas según los sectores

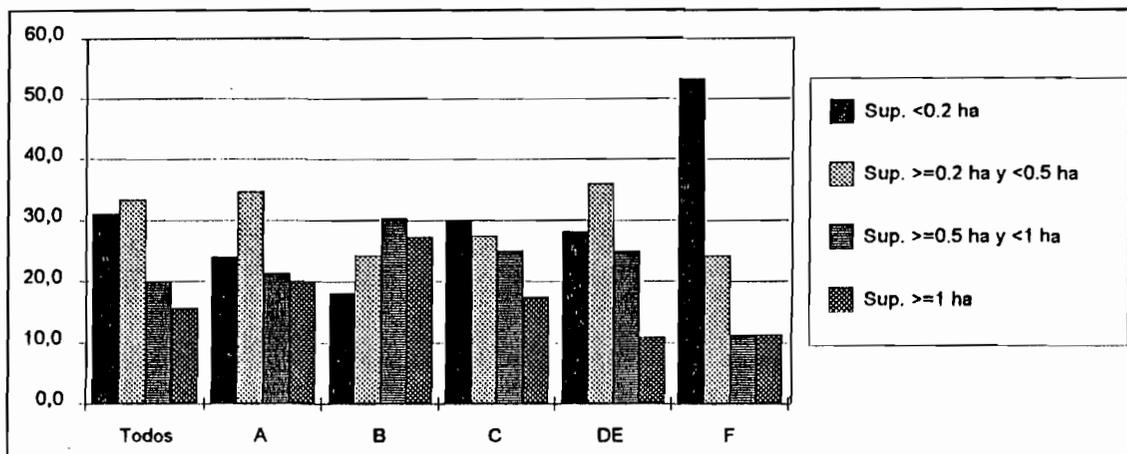
Sector	Superficie < 0,2 ha		Superficie >= 0,2 ha y < 0,5 ha		Superficie >= 0,5 ha y < 1ha		Superficie >= 1 ha	
	% número parcelas	% superficie	% número parcelas	% superficie	% número parcelas	% superficie	% número parcelas	% superficie
Todos	31,0	6,0	33,3	17,7	20,0	24,0	15,7	59,1
A	24,0	4,6	34,7	17,9	21,3	22,0	20,0	55,5
B	18,2	3,1	24,2	10,1	30,3	28,5	27,3	58,3
C	30,0	5,2	27,5	12,0	25,0	23,5	17,5	59,3
DE	28,1	3,9	35,9	16,4	25,0	27,6	10,9	50,3
F	53,2	13,0	24,2	14,1	11,3	17,1	11,3	55,6

1.2. Dotación de las parcelas

En el cuadro 3, el tiempo promedio de riego para el sector es calculado mediante la relación entre el número total de horas y la superficie del sector correspondiente.

Se observa un valor elevado, 6 horas de riego por hectárea, que corresponde a una dosis de riego de 83 mm considerando el caudal concedido por el INERHI. Esa dosis es elevada en relación a las posibilidades de enraizamiento de los cultivos anuales y a la capacidad de almacenamiento del suelo.

Figura 5
Porcentaje del número de parcelas según su tamaño, en los diferentes sectores



1.2.1. RELACION ENTRE SUPERFICIE Y DOTACION DE LAS PARCELAS

El promedio de los tiempos de riego de las parcelas no es ponderado por la superficie de ellas. Sus valores son diferentes a los del promedio ponderado analizado anteriormente, y muy superiores, lo que nos lleva a pensar que las parcelas más pequeñas tienen una dotación elevada (salvo en el caso del sector G).

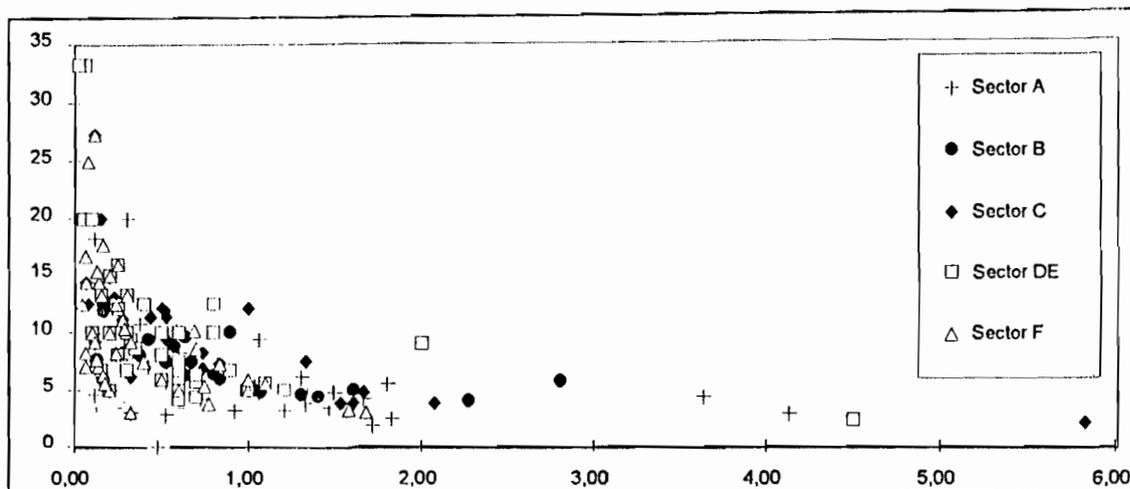
Esta observación se confirma con el trazado, para todas las parcelas, de la relación entre dotación en horas por hectárea y superficie de la parcela (figura 6). La repartición observada se acerca a una hipérbola y la dotación parece cambiar como la inversa de la superficie.

Se observa también una gran variabilidad de las dotaciones de las parcelas para una misma superficie.

Estas tendencias se explican en parte por el hecho de que la atribución de las horas de riego se ha realizado por compra de derechos, a un precio elevado para la época, sin obligación de que los derechos correspondan a la superficie real de los terrenos a regarse, con un máximo de inscripción de 5 hectáreas (ver punto 2 de la primera parte). Sin embargo, desde las inscripciones de 1945, el número de horas a atenderse en Urcuquí ha aumentado considerablemente, aunque la superficie regada se haya mantenido prácticamente constante. Abusos de todo tipo han hecho posible el aumento de los derechos de ciertas parcelas, lo que puede justificarse, desde el punto del propietario, por la adquisición (o la mantención) de un cierto estatus social, y por la disponibilidad de agua suficiente que permite poner menos atención durante las operaciones de riego. La debilidad de las juntas de agua de Urcuquí ha permitido tales excesos e impide regresar a una situación más normal mediante una redistribución de los derechos según las inscripciones de 1945, como sucedió por ejemplo en San Blas.

Las pequeñas parcelas tienen una dotación ampliamente superior al promedio, **con dosis de riego que pueden alcanzar los 400 mm**, excesivas en todo los casos de cultivo. El 55 % de las parcelas disponen de dotaciones superiores a 7,5 horas por hectárea, lo que corresponde a una dosis de 1.320 mm, que sólo pueden utilizar los cultivos permanentes, minoritarios en el sistema de cultivo actual. Por otro lado, gran número de parcelas disponen de dotaciones bajas (el 12 % cuentan con menos de 4 h/ha, es decir una dosis de riego de 55 mm), en particular las parcelas más grandes.

Figura 6
Relación entre dotación — en horas por hectárea (sin considerar los derechos de « caciques ») en abscisas — y superficie de la parcela — en ordenadas —
 Cada punto representa una parcela



1.2.2. COMPARACION DE LOS SECTORES

La dotación promedio en horas por hectárea es un valor único para cada sector, que no puede prestarse a una comparación estadística. Se puede sin embargo considerar que ese valor es el promedio de las dotaciones (en horas por hectárea) ponderado por la superficie de cada parcela, lo que permite su tratamiento estadístico.

El resultado de esta comparación muestra que sólo el sector G tiene una dotación promedio sensiblemente diferente a la de los demás sectores, con excepción de A y F.

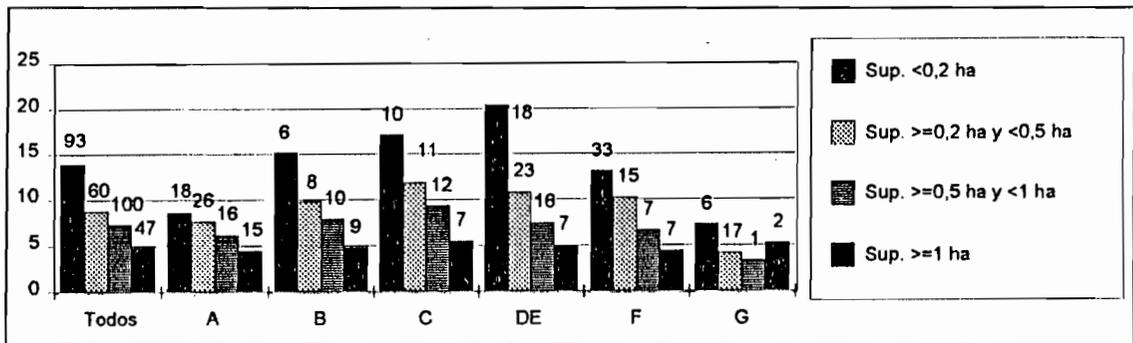
Es sin embargo posible que existan diferencias en las dotaciones promedio por rango de superficie (cuadro 5 y figura 7). El número de observaciones para cada rango en cada sector (cifras que aparecen en la parte superior de las barras) es demasiado bajo como para efectuar la prueba estadística de Student.

Aquí también, la relación con la historia del perímetro es importante, en particular con el papel de las parcelas que disponen de derechos de « cacique ».

Cuadro 5
Dotación promedio de las parcelas según el rango de superficie

	Superficie < 0,2 ha	Superficie ≥ 2 ha y $> 0,5$ ha	Superficie $\geq 0,5$ ha y < 1 ha	Superficie ≥ 1 ha
Todos	13,92	8,78	7,29	4,75
A	8,69	7,67	6,1	4,45
B	15,2	9,73	7,86	4,8
C	17,13	11,77	9,27	5,41
DE	20,36	10,77	7,43	4,96
F	13,08	10,23	6,59	4,36
G	7,22	4,13	3,3	5,2

Figura 7
Dotación promedio de las parcelas (en horas por hectárea) según el rango de superficie, en los diferentes sectores
 Las cifras colocadas encima de las barras indican el correspondiente número de parcelas



1.2.3. SINTESIS

Se tiene entonces una gran desigualdad entre parcelas en lo que respecta a los derechos de riego. Las pequeñas parcelas disponen de derechos muy importantes, muy superiores a lo que pueden utilizar en realidad, mientras que las grandes tienen bajas dotaciones. Para una misma superficie, se observaban también diferencias muy importantes.

Se ha visto la importancia cuantitativa de las pequeñas parcelas. Sus elevados derechos de agua representan un gran número de horas de riego en el desarrollo del turno de agua. Llevan a sospechar en grandes pérdidas por percolación.

1.3. Duración teórica de los turnos de agua

El conocimiento del número de horas a atenderse por cada sector nos permite calcular un valor indicativo de duración de los turnos de agua. Más adelante se estudiarán los intercambios de agua entre sectores, que atenúan las diferencias constatadas en este acápite.

Las superficies de los diferentes sectores son muy desiguales (cuadro 3). Esta diversidad influye en el número de horas a atenderse y en las duraciones teóricas de los turnos, calculadas con base en 10 horas de circulación de agua en la red por día⁸. El número de días necesario para atender a todas las parcelas constituye la frecuencia teórica de la operaciones de riego.

Para RU de 60 mm aproximadamente y una ETP máxima de 3,6 mm⁹, el tiempo de vaciado de la RU es de 15 días aproximadamente. Si no se tienen en cuenta las interrupciones quincenales para el servicio de los « caciques » y de los « terceros » y se suponen intercambios que permiten una equidad entre los sectores, la duración teórica de los turnos es de 21 días (que es el promedio para todos los sectores, ver cuadro 3). Este valor es superior al tiempo máximo de vaciado teórico de la RU.

8 El tiempo real de circulación del agua en la red es de 11 horas, pero el aguatero no distribuye sino 10, para tener en cuenta el tiempo que toma el agua para transitar de una parcela a la siguiente. En efecto, el tiempo de circulación en la red de distribución se considera « perdido ».

9 Estos valores han sido calculados para el maíz en fase de desarrollo, que representa la máxima demanda hídrica de los cultivos practicados en Urcuquí.

Un adecuado abastecimiento hídrico de los cultivos durante las etapas de fuerte demanda no será posible sin el aporte de las lluvias. Si se consideran las interrupciones para el servicio de los « caciques » y de los « terceros », la duración teórica entre dos riegos es de más de 25 días y hace suponer un riesgo mayor.

1.4. Importancia de los derechos de « cacique »

Las parcelas que disponen de derechos de « cacique » además de derechos en el turno normal representan el 22 % de la superficie del perímetro de Urcuquí (38 ha). Así, la frecuencia de riego de que disponen es teóricamente mucho más favorable que la de las demás parcelas (Intervalo máximo de 14 días entre dos riegos). Su repartición en los diferentes sectores se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6
Repartición de las parcelas que poseen derechos de « caciques » además de los derechos en el turno normal en los diferentes sectores de Urcuquí

	Número de parcelas	Superficie	Proporción de la superficie del sector
Todos los sectores	31	37,8	22 %
Sector A	24	19,5	41 %
Sector B	0	0	0 %
Sector C	4	5,7	22 %
Sector DE	2	12,5	34 %
Sector F	1	0,1	0 %

La superficie total de las parcelas que disponen de derechos de « cacique » (Incluyendo aquellas que no tienen derecho en el turno de agua normal) es de 56,6 ha. Se reparten 160 l/s durante 10 horas (ver el punto 3.1 de la primera parte), lo que les da una dosis promedio de riego teórica de 245 mm, muy superior a la RUM. De ello resultan grandes pérdidas por percolación.

Las dotaciones en horas por hectárea en el turno normal son muy diferentes entre las parcelas que disponen de derechos de « cacique » y las demás (6,12 horas/ha frente a 9,83 horas/ha: la diferencia es significativa). Las diferencias entre los sectores en cuanto a la importancia de las parcelas de « caciques » explican seguramente gran parte de las diferencias de dotaciones inter-sectores en el turno normal observadas en el punto 1.2.2. Sin embargo, las bajas dotaciones de las grandes parcelas no se explican totalmente por derechos adicionales de « cacique », puesto que muchas no disponen de ellos.

2. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE LA DISTRIBUCION DEL AGUA

En este capítulo se estudiarán los caudales realmente proporcionados al perímetro y a las parcelas, así como el manejo de los intercambios de agua entre sectores, que compensan las diferencias entre caudales entregados y superficies a regarse.

2.1. Valores de las manos de agua

Los datos analizados resumen las observaciones realizadas al clasificar las medidas

de las regletas (cuyo análisis detallado es objeto de otro volumen). Caracterizan las limitaciones hidráulicas a las que está sometido el perímetro.

2.1.1. CAUDALES DE ENTRADA AL RESERVORIO

La figura 8 representa la evolución de los caudales entregados al perímetro, en media móvil en 7 días, calculada asignando un peso nulo a los valores cero (que corresponden a las interrupciones de funcionamiento). Los periodos de interrupción también están representados.

2.1.1.1. Abastecimiento de la bocatoma

El río Cariyacu, en el cual está situada la bocatoma de agua que atiende al perímetro, es alimentado principalmente por el drenaje de los páramos. Estas zonas altas tienen una pluviometría mayor que varía poco con las estaciones y de suelos muy profundos, dotados de una gran capacidad de retención de agua (tipo andosol). El caudal del río es entonces relativamente constante, a no ser por las crecidas ocasionales originadas por fuertes lluvias entre la zona del páramo y la de captación.

2.1.1.2. Interrupciones de funcionamiento

En período de fuertes lluvias, es posible que una crecida se lleve la bocatoma, constituida por una represa de grandes piedras, o que una sobrecarga o un deslizamiento de terreno dañe parte del canal de aporte, ocasionando así una interrupción del servicio. Como la repartición espacial de la lluvia es muy variable, frecuentemente tal interrupción se produce cuando ninguna lluvia significativa ha mojado el perímetro.

Ciertas interrupciones de funcionamiento son voluntarias, en período de lluvia en el perímetro. Tienen lugar para permitir la limpieza de la acequia (una vez por año) o como prevención para evitar sobrecargas de la acequia en caso de crecida.

En el período de estudio, se identificaron 48 días de interrupción fueron (13 % de la duración total), repartidos en 8 episodios de 6,6 días en promedio (de 2 a 14 días). Esas interrupciones tuvieron lugar casi siempre en período de baja demanda de los cultivos (ver punto 3.1.2.).

Las interrupciones accidentales cortas (daños reparados rápidamente) al igual que aquellas voluntarias en período de lluvia no constituyen *a priori* un peligro para los cultivos. Se producen por cierto durante o después de un período de lluvia (figura 8). Se estudiarán sus consecuencias al analizar los resultados del balance hídrico.

Se debe anotar que los « caciques » no sufren de los secados voluntarios de la acequia principal puesto que esta recibe agua provisionalmente para el turno que les corresponde (ver anexo 5).

2.1.1.3. Pérdidas lineales a lo largo de la acequia principal

Se efectuaron numerosas mediciones que muestran que la eficiencia global de la acequia de aporte es de al menos 100 %, gracias a los importantes aportes laterales en las fuertes pendientes que atraviesa el canal. El perímetro recibe entonces todo el caudal captado en la bocatoma, a pesar de la longitud del transporte.

2.1.1.4. Caudales entregados al reservorio

Las medidas se efectuaron antes del punto de división del caudal entre el perímetro de Urcuquí y el de San Blas.

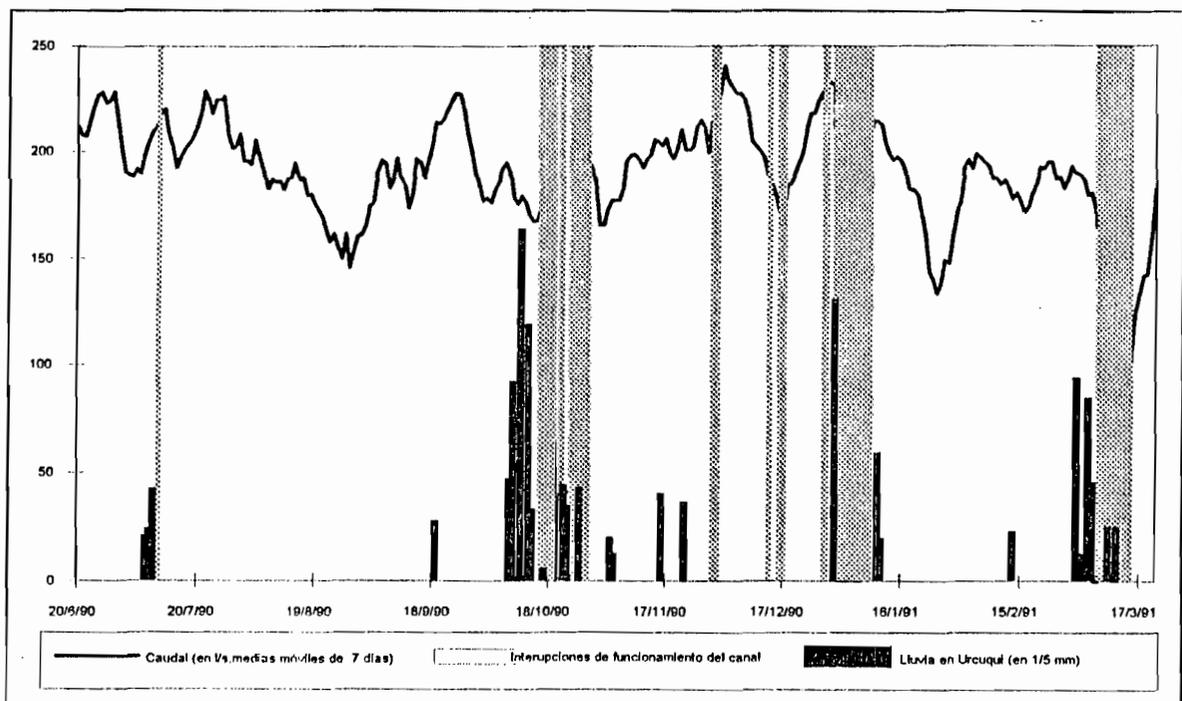
La bocatoma, rústica, permite la captación de caudales muy variables según los días. Las diferencias de caudal captado entre el período de estiaje y el período de aguas altas son inferiores a las observadas de un día a otro. El promedio observado en el año es de 175 l/s (sin contar los caudales nulos ligados a las interrupciones de funcionamiento), un tanto inferior a lo concedido por el INERHI (200 l/s). Esa gran variabilidad es un factor de desigualdad en la distribución al interior del perímetro (puesto que el reservorio no es suficiente para el almacenamiento del volumen diario de consumo); todas las parcelas corren un riesgo igual de recibir menos agua un día de bajo caudal captado.

El perímetro de Urcuquí recibe entonces en promedio 100 l/s¹⁰, durante el 89 % del tiempo, lo que corresponde a una dotación de 4,3 mm por día, superior a la demanda evaporativa máxima del cultivo más exigente.

2.1.2. CAUDALES DISTRIBUIDOS EN EL PERIMETRO DE URCUQUI

El caudal a la salida del reservorio es la suma del caudal que transita por la acequia principal y de aquél que sale del reservorio. Si bien el primero es relativamente estable a lo largo del día, el segundo muestra un decrecimiento regular debido al descenso del nivel de agua en el reservorio. En efecto, el agua sale de este último por una válvula situada en el fondo (de allí un caudal que es función de la carga, la misma que disminuye a medida que el reservorio se vacía).

Figura 8
Evolución del caudal en el reservorio (medias móviles en 7 días, sin tener en cuenta los valores nulos debidos a las interrupciones de funcionamiento)



¹⁰ Los 75 l/s restantes son atribuidos a San Blas y a algunos « terceros » que tienen derecho continuo.

Por otro lado, cuando el caudal captado en la bocatoma es bajo (período de estiaje y por lo tanto frecuentemente de sequía), el reservorio puede no llenarse lo suficiente durante la noche y encontrarse vacío antes de finalizar el día de riego. Esto también puede producirse si la apertura del reservorio, responsabilidad del aguatero, es demasiado grande.

En los caudales distribuidos a los sectores, es decir en las manos de agua, influye necesariamente la fuerte variabilidad del caudal a la salida del reservorio. Así, para un correcto seguimiento de tales caudales, se debieron realizar tres mediciones por día. La evolución en el día es muy clara: las pruebas estadísticas de igualdad de los promedios muestran que todos los decrecimientos observados (cuadro 7) son significativos.

De ello resulta una desigualdad de distribución al interior del perímetro, que será efectiva tratándose de parcelas cuyo riego se realiza siempre en el mismo momento del día, si existen tales casos (ver punto 4.4).

2.1.3. CAUDALES DISTRIBUIDOS EN LOS SECTORES

Cuadro 7
Caudales observados en los óvalos y sus consecuencias en el abastecimiento de las parcelas

Sector	Caudal a las 6:00 (l/s)	Caudal a las 12:00 (l/s)	Caudal a las 16:00 (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Pérdidas hidráulicas promedio (% del caudal del óvalo)	Promedio de las dosis en el óvalo (mm)	Promedio de las dosis en la parcela (mm)
Todos	40,83	35,63	28,46	34,98	14,6	119	102
A	34,6	29,5	21,7	28,6	17,6	71	58
B	42,3	35,6	27,6	35,2	15,6	112	95
C	41,2	38,2	30,0	36,5	13,7	153	132
DE	41,6	35,6	30,5	35,9	15,4	155	131
FG	45,9	40,5	33,7	40,0	10,7 (F solo)	152	137 (F solo)

Los promedios de las dosis de riego son mayores a las RU de los cultivos anuales, mayoritarios en Urcuquí, salvo tal vez en el caso del sector A. Se puede entonces desde ya prever importantes pérdidas de agua de riego, tanto más importantes cuanto que la dotación no es homogénea entre las parcelas.

Se revelan diferencias en los caudales promedio entregados a los diferentes sectores, las mismas que son estadísticamente significativas. Todos los sectores difieren considerablemente del promedio general; el sector A está mucho menos dotado que los demás, el sector F mucho más dotado, mientras que los sectores B, C y D, E, con una dotación intermedia, forman un grupo homogéneo. Estas diferencias se encuentran en los promedios de las dosis entregadas por parcela (que tienen en cuenta la mano de agua entregada y el promedio de las dotaciones de cada sector en horas/hectárea, no ponderado por la superficie de las parcelas consideradas).

Se debe agregar que la mano de agua es ligeramente inferior en el caso del sector A cuando es atendido por dos manos de agua: 28,7 l/s en promedio con una sola mano de agua frente a 26,1 con dos. Esta diferencia global no es estadísticamente representativa, pero la diferencia observada en el caso de los caudales de finales del día lo es (21,9 l/s frente a 19,1).

Asimismo, el decrecimiento del caudal en el día ([caudal a las 6:00 - caudal a las 15:00] / caudal a las 15:00) es considerablemente superior en el caso del sector A.

Estas diferencias pueden explicarse por el hecho que las obras de repartición son antiguas, están deterioradas y a menudo han sido modificadas con piedras ya sea por los mismos usuarios (es una forma de robo de agua), o por el aguatero que trata de repartir mejor el agua. La obra que distribuye el agua al sector A parecer ser además compleja e hidráulicamente poco confiable¹¹. No existe ninguna regleta de medición de los niveles de agua (salvo las instaladas por el proyecto INERHI-ORSTOM) y la estimación del caudal por parte tanto de los usuarios como del aguatero debe efectuarse visualmente, lo cual se hace difícil dada la naturaleza torrencial de los cursos de agua, diferente en cada obra.

2.1.4. CAUDALES DISTRIBUIDOS A LAS PARCELAS

Las mediciones efectuadas en las acequias de la red de distribución siguen siendo pocas, pero nos permitieron determinar un valor promedio de pérdidas de aproximadamente 15 % por kilómetro de acequia. Estas medidas deberán precisarse para tener en cuenta los diferentes tipos de substrato en los que están excavadas las acequias, pero serán suficientes para nuestro trabajo actual.

Las pérdidas hidráulicas observadas en los diferentes sectores están ligadas a la longitud promedio de los trayectos hacia cada parcela. Aparecen también en el cuadro 7.

Señalemos el caso particular de las parcelas F29 a F40 (excluida la F32), abastecidas por tuberías que atraviesan las calles del pueblo de Urcuquí y cuyas dimensiones son insuficientes. Para evitar verter el agua en las calles, el aguatero debe abastecer a esas parcelas con la mitad de una mano de agua (pero conserva su tiempo normal de riego). Estas parcelas representan en total 21 horas de riego (promedio de 12 horas por hectárea) y el hecho de regarlas de dos en dos hace ganar una jornada completa de riego en cada turno en el sector F.

Nota: Un factor importante es también el tiempo de transporte del agua en las acequias. Dada la velocidad de avance cuando el agua empieza a circular por la red, las parcelas más alejadas pueden esperar largo tiempo (una hora en el caso de las parcelas del sector A, dos en el caso del sector E). A San Antonio, el agua no llega sino a las 11 de la mañana para atender a la primera parcela del día. Como el tiempo de recesión es mayor, en las parcelas del extremo de la red la mano de agua decrecerá lentamente hasta horas muy avanzadas (media noche en el caso de San Antonio, 8 a 9 de la noche en los otros sectores) — ver los mapas de isocronos de llegada del agua y de recesión en el anexo 6.

2.1.5. SINTESIS

La dotación global del perímetro es inferior a la prevista por el INERHI. No por ello es insuficiente puesto que permite un 12 % de pérdidas en el momento de la mayor demanda, si se considera que el perímetro entero es sembrado (en una fecha única) enteramente con el cultivo más exigente (maíz), que no es el caso (ver capítulo 3).

Las dosis promedio (en milímetros) por operación de riego en una hectárea son variables según los sectores. Cambian considerablemente según la hora de riego y según los días.

11 Está en efecto diseñada para:

- dejar pasar uno o dos módulos para el turno normal;
- recuperar eventuales excesos de agua de San Blas;
- dejar pasar todo el caudal para atender a los « terceros » de Taplapamba;
- dejar pasar los 2/3 del caudal cuando se trata del turno de los « caclques ».

Estas dosis son sumamente importantes dada la poca capacidad de la RU. Se pueden entonces prever pérdidas de agua por percolación* al momento de aplicación en la parcela. Es previsible una inadecuación del aporte a la demanda evaporativa, puesto que los turnos de agua son demasiado prolongados como para que el abastecimiento de los cultivos sea independiente de la lluvia.

Además, en la red de distribución se producen pérdidas de agua no despreciables:

- en promedio, las parcelas no reciben sino el 85 % del caudal entregado al óvalo;
- los volúmenes de agua que transitan entre dos parcelas no son considerados como útiles y « se pierden » al final de la jornada; en realidad esos volúmenes son aprovechados por los usuarios, constituyendo otra manera de aumentar el volumen de agua al que puede acceder la parcela.

2.2. Práctica de la distribución del agua entre los sectores en el marco de los turnos normales

El desarrollo real de los turnos de agua en Urcuquí está vinculada a un hábito producto de 40 años de práctica. Sin embargo, apenas en 1979 el presidente de la junta de agua autorizó los intercambios de recursos hídricos entre los sectores, de manera que se pudieran compensar las diferencias de las superficies a atenderse. Tales intercambios son manejados exclusivamente por el aguatero que debe, por un lado, percibir las desigualdades entre sectores, y por otro, imponer las compensaciones que le parecen necesarias a usuarios que no necesariamente ven con agrado que « su » agua riegue el sector vecino.

2.2.1. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

2.2.1.1. Práctica de los intercambios de agua entre sectores

Se ha visto que los sectores tienen diferente tamaño y una cantidad muy variable de horas a atenderse. Para una mayor equidad en la distribución, el aguatero se sirve del agua de los más pequeños (cuyas operaciones de riego son entonces suspendidas provisionalmente) para atender a los más grandes (que gozan así de un doble servicio, con dos parcelas regadas al mismo tiempo). Estas transferencias se producen en general a lo largo de todo el día, pero pueden también realizarse únicamente en algunas horas: el resto del tiempo, la mano de agua riega el sector que le corresponde. El anexo 5 presenta, para cada día, el número de horas entregadas por cada mano de agua en cada sector. El cuadro 8 resume esos valores en el período de seguimiento del turno (del 20 de junio de 1990 al 12 de junio de 1991).

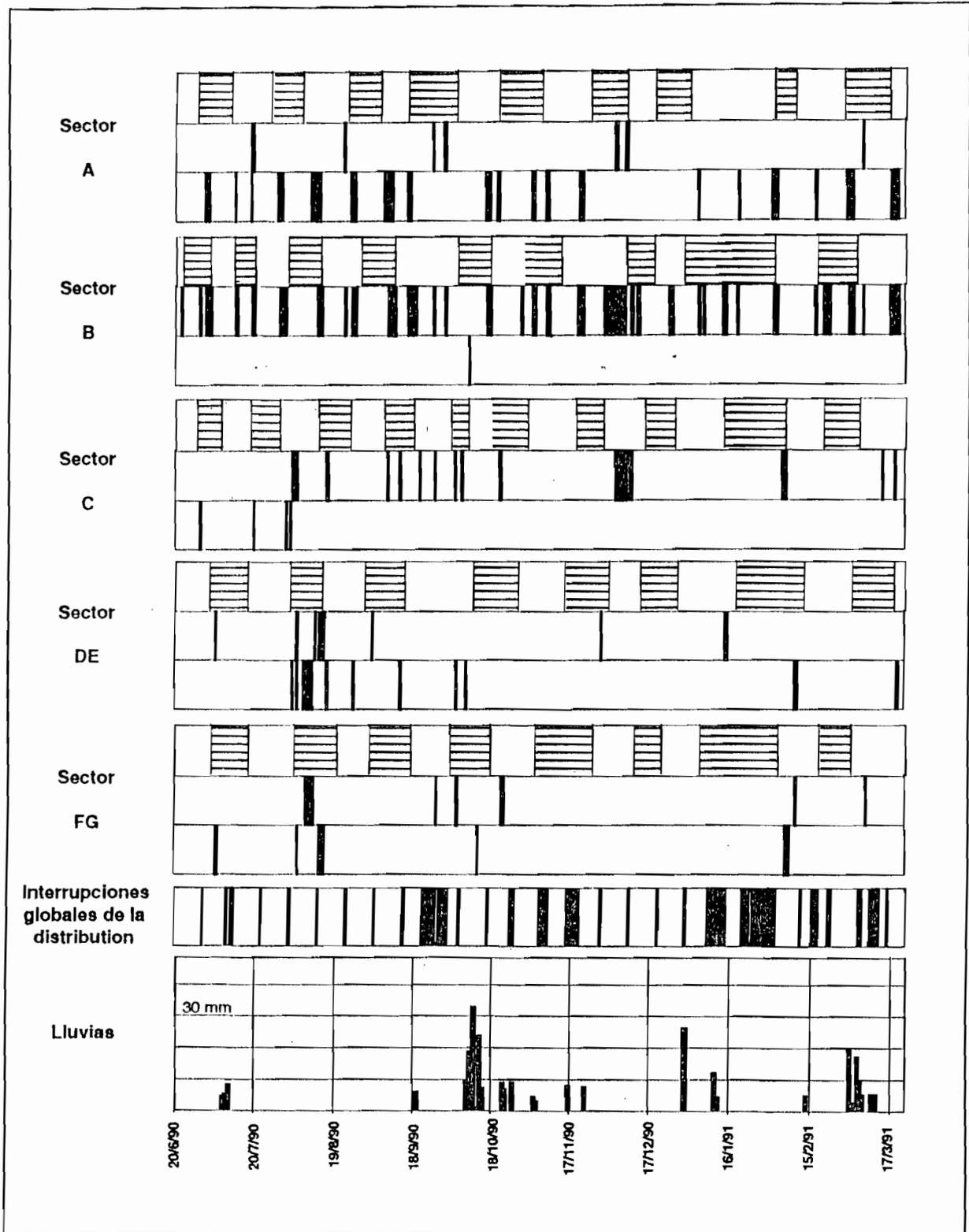
Cuadro 8
Servicio de los sectores por parte de los diferentes óvalos (días)

Ovalo	óvalo M1 (sector A)	óvalo M2 (sector B)	óvalo M3 (sector C)	óvalo M4 (sector DE)	óvalo M5 (sector F)
A	297	44	2	1	0
B	0	241	0	0	0
C	0	3	280	0	0
DE	0	0	5	277	6
FG	0	0	3	5	277

Figura 9
Funcionamiento de los turnos de agua de los sectores de Urcuquí

Los gráficos comprenden tres partes, de arriba a abajo:

- turnos de agua: turnos pares en blanco, turnos impares en rayas horizontales;
- interrupciones de funcionamiento;
- días de doble servicio (sector atendido por dos manos de agua)



El único sector que es « ayudado » regularmente con una mano de agua adicional es el sector A y esa ayuda es proporcionada casi exclusivamente por el óvalo M2 (sector B). Esto corresponde a la historia de los derechos: inicialmente, el sector B formaba parte del A.

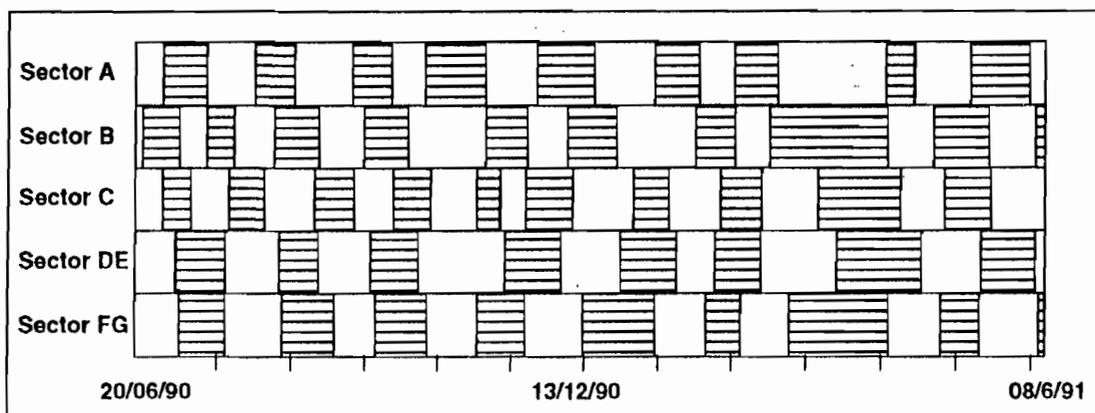
A primera vista, este aporte parece bastante regular (ver el anexo 5 y la figura 9), puesto que el funcionamiento del sector B se interrumpe en general una vez por turno para el servicio del sector A. Esta interrupción sobreviene generalmente antes del inicio del siguiente turno, a veces de manera fraccionada.

Los demás sectores son prácticamente independientes unos de otros: los intercambios son sólo ocasionales.

Hay que anotar que se producen numerosas interrupciones del sector B sin que la mano de agua sea utilizada para otro sector. Este tipo de interrupciones existen en otros sectores, y ocurre que, ciertos días, dos o incluso un solo sector es regado. Según la figura 9, al parecer se producen grandes períodos de suspensión en período de baja demanda (mediados de noviembre, período de maduración-cosecha de maíz duro, antes de la siembra del fréjol — ver capítulo 3).

A pesar de las transferencias de manos de agua observadas, los turnos de los diferentes sectores son independientes (figura 10). Su número a lo largo del período de estudio varía de 15 (sector DE) a 20 (sector C).

Figura 10
Correspondencia de los turnos entre los diferentes sectores
 Los turnos pares están representados en rayas y los turnos pares en blanco



2.1.1.2. Duración de los turnos y dotación de los sectores: valores reales

Con base en los intercambios de agua descritos anteriormente, se deduce el número de jornadas de servicio para cada sector (un día se cuenta doble cuando el servicio se hace mediante dos manos de agua) y se corrige la duración teórica¹² de los turnos mencionada en el punto 1 (cuadro 3).

Asociando estas nuevas duraciones teóricas de los turnos a los valores de las manos de agua y de las dotaciones (horas/ha) promedio de cada sector, se pueden calcular los caudales ficticios continuos y las dotaciones en mm/día para los diferentes sectores realmente entregadas durante el período de estudio.

Cuadro 9
Número de días de funcionamiento, duración teórica de los turnos de agua y caudales ficticios continuos resultantes de la compensación entre sectores: valores definitivos

Sector	Días de función	Días de doble servicio	Duración teórica de los turnos de agua (días)	Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	Dotación promedio (mm/día)
A	297	47	27,9	0,59	2,34
B	241	0	24,7	0,97	3,84
C	280	3	23,2	1,14	4,51
DE	277	11	28,4	0,80	3,17
FG	277	8	29,9	0,80	3,17

Estos resultados aparecen en el cuadro 9, que representa las limitaciones definitivas del abastecimiento hídrico de los cultivos que han practicado los agricultores en esta estación. Allí, las diferencias entre sectores están muy atenuadas con relación a las indicadas en el cuadro 3 (capítulo 1) en lo que respecta a las duraciones de los turnos: el trabajo del aguatero permite entonces una distribución relativamente equitativa de los días de riego.

Señalemos el caso del sector F en el que se ahorra un día de riego debido al medio servicio de algunas parcelas, lo cual hace que la duración de los turnos sea de 28,9 días y la dotación promedio de 3,28 mm/día.

2.3. Síntesis

El funcionamiento hidráulico de los turnos de agua es el último eslabón de la cadena de determinación de las limitaciones exteriores impuestas a los usuarios: estos sólo tienen medios ilegales de modificarlas (piedras en las acequias para cambiar las distribuciones a nivel de un óvalo, presiones sobre el aguatero para obtener más agua o más días de riego para un sector...).

Se pudieron constatar problemas importantes:

- en lo que respecta a las **dosís aportadas**, demasiado elevadas en promedio y variables entre las parcelas y según la hora o el día de servicio; ciertas parcelas recibirán en cada riego dosis excesivas, provocando pérdidas importantes por percolación; otras estarán sometidas a las variaciones de las manos de agua entregadas para llenar completamente su RU; finalmente, otras recibirán siempre dosis demasiado reducidas;
- en lo que respecta al **tiempo de espera** del riego; si todas las parcelas son atendidas, ese tiempo alcanzará 25 días en promedio; las diferencias entre los sectores no son despreciables en cuanto a este factor, con duraciones teóricas máximas de los turnos que van de 23 a 29 días; en efecto, las reglas de los intercambios de agua no son suficientemente severas como para permitir al aguatero adecuar los turnos de los diferentes sectores (se podría imaginar por ejemplo una regla que estipule que ningún sector puede tomar otra vez un nuevo turno mientras todos los demás no hayan terminado el suyo).

3. CULTIVOS PRACTICADOS

En este capítulo, se intenta comprender la reacción de los agricultores en la elección de sus sistemas de cultivo, es decir la relación **limitación de abastecimiento hídrico** \Leftrightarrow **sistema de cultivos**. Los datos se extraerán exclusivamente del seguimiento de los cultivos.

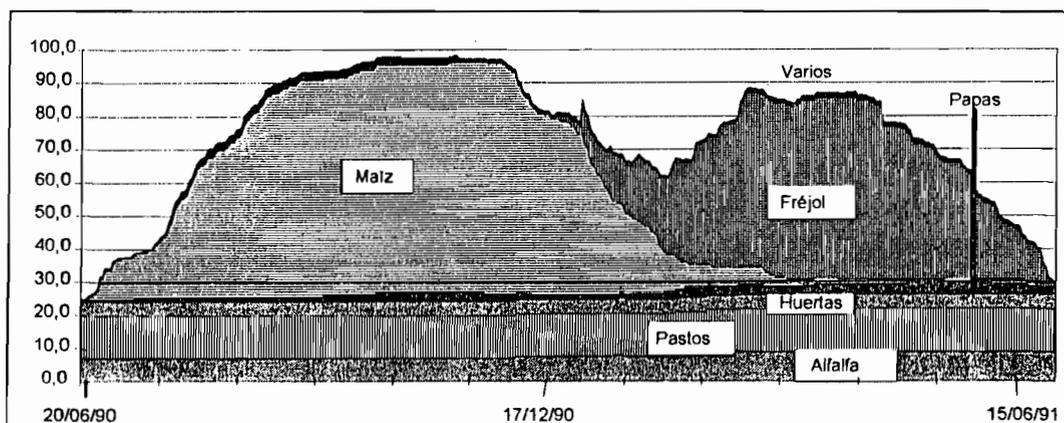
3.1. Visión general del perímetro

Los cultivos practicados actualmente son en parte heredados de los antiguos sistemas basados en el maíz pluvial y luego con riego de complemento, como cultivo único de octubre a mayo. Estos sistemas se intensificaron con la introducción del fréjol como cultivo sucesor del maíz, debiendo entonces este último sembrarse más temprano en la estación (hasta julio, como se puede observar en la figura 11). Así, el conjunto se hizo más exigente en agua y el riego cada vez más indispensable.

Las superficies cultivadas totales son importantes, 98 % (cuadro 10) de la superficie del perímetro; la casi totalidad de la superficie bajo infraestructura es realmente utilizada.

Maíz y fréjol son los principales productos de renta del perímetro. Son generalmente cultivados en sucesión en una misma parcela. La tasa de sucesión del maíz por el fréjol es elevada (cifras entre paréntesis en el cuadro 10). Actualmente, son los cultivos más rentables (conjuntamente con la papa cuyo ciclo, más largo que el del fréjol, impide en general cultivarla como sucesión del maíz). Sin embargo, estos cultivos presentan riesgos importantes en caso de déficit hídrico pronunciado. Corresponden al 70 % de la superficie del perímetro.

Figura 11
Cúmulo de las superficies dedicadas a los diferentes cultivos (% de la superficie total) a lo largo de la estación de cultivo



3.2. Variación según los sectores

3.2.1. SUPERFICIES CULTIVADAS

Existen diferencias (cuadro 10), tanto en el caso de la proporción de superficies reservadas a los cultivos anuales (maíz principalmente) como en el de aquellas cultivadas con maíz y luego con fréjol como segundo cultivo. Tales diferencias parecen

Indicar que los sectores mejor dotados (B y C) practican una agricultura más intensiva que el promedio.

Cuadro 10
Variación de la utilización del suelo según los sectores

	Todos los cultivos % superficie	Maíz % superficie	Fréjol % superficie (% maíz)	Pastos % superficie	Alfalfa % superficie	Jardines % superficie	Papa % superficie
Todos los sectores	98	70	55 (78 %)	13	9	5	4
A	97	64	48 (75 %)	11	6	8	5
B	100	84	72 (86 %)	7	9	2	2
C	100	82	59 (72 %)	6	11	2	6
E	99	62	50 (81 %)	25	8	2	2
F	99	66	54 (82 %)	7	14	6	6

El sector C, que cuenta con el abastecimiento hídrico más seguro según nuestros resultados del capítulo anterior, presenta además la particularidad de que el fréjol no es la solo cultivo de renta practicado como sucesión del maíz. La papa juega en él un papel más importante que en el conjunto del perímetro (6 % de la superficie total frente al 3 %), y dos parcelas practican igualmente un segundo cultivo de maíz (7 % de la superficie total, mientras que ello no se observa en el resto del perímetro).

Los valores del cuadro 11 fueron calculados tomando el promedio de las superficies ocupadas por cada tipo de sucesión. Son promedios estadísticamente comparables.

Su comparación muestra que:

- el sector B presenta más cultivo doble que el promedio y que los sectores A y F;
- el sector A presenta más cultivo simple anual que el sector B y que los sectores C y DE.

Cuadro 11
Comparación de los porcentajes de superficie ocupados por un tipo de cultivo según los sectores

	Doble cultivo anual	Simple cultivo anual
Todos los sectores	49,81	22,49
Sector A	43,88	33,15
Sector B	69	12,07
Sector C	53,16	17,5
Sector DE	52,61	17,2
Sector F	41,7	23,8

Se definen entonces dos grupos de sectores:

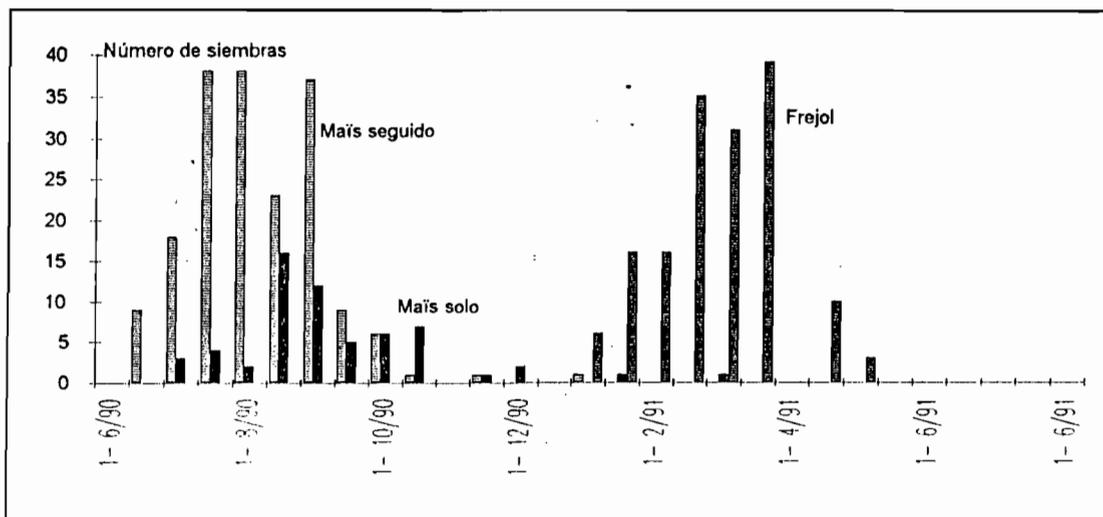
- sectores B, C y DE, en donde el doble cultivo ocupa un lugar importante;
- sectores A y F en donde el cultivo simple tiene mayor importancia en detrimento del cultivo doble.

3.2.2. FECHA DE SIEMBRA

Se vio que la intensificación de los sistemas de cultivo en Urcuquí implica un desplazamiento del ciclo del maíz, sembrado más temprano. Varios factores intervienen en la decisión de la fecha de siembra (aparte de la fecha de riego). Se pueden citar:

- el deseo de contar con una seguridad hídrica;
- el deseo de cultivar otro producto como sucesión;
- el deseo de aprovechar precios interesantes en el mercado local (Ibarra).

Figura 12
La siembra de maíz y de fréjol. Número de siembras por quincena durante la estación 1990-1991 en todo el perímetro de Urcuquí



En promedio, la siembra de maíz tiene lugar a mediados de julio y se extiende en un periodo de 4 meses (desviación estándar de 25 días). La del fréjol se extiende en 3 meses con un promedio a inicios de febrero (desviación estándar de 20 días). Esta importante dispersión de las fechas de siembra corresponde a estrategias diferentes y a resultados variados en lo que respecta al abastecimiento hídrico (ver capítulo 5).

Señalemos primeramente que el maíz es sembrado considerablemente más tarde cuando no se practica un cultivo sucesor (25 días de diferencia, estadísticamente representativa). Los dos tipos pueden entonces considerarse como dos cultivos diferentes (que denominaremos en adelante maíz seguido y maíz solo). En efecto, se puede pensar que la opción de un cultivo doble se toma al inicio de la estación e implica una siembra precoz del maíz. Esta hipótesis se confirmó mediante una encuesta de campo.

En general, el maíz solo es sembrado de modo que se aproveche al máximo el primer periodo de lluvia, que garantiza el desarrollo de las etapas de implantación y de crecimiento vegetativo. Se limitan así los riesgos de pérdida de cosecha debida a disfuncionamientos del turno de agua o de la acequia principal. Nos encontramos nuevamente en el caso antiguo de sistemas extensivos. Sin embargo, importantes zonas no regadas, que reciben la misma influencia climática, son cultivadas con maíz (un cultivo pluvial por año) en los alrededores de Ibarra; se puede pensar que los precios del maíz están en su más bajo nivel al momento de la cosecha y que el cultivo del maíz solo puede ser más productivo pero menos rentable. Sería interesante comprobar esta hipótesis que demostraría la ventaja de una siembra precoz.

El maíz seguido, sembrado más temprano, deberá contar con las operaciones de riego para que se asegure la implantación de los cultivos, pero la fase de maduración del grano coincidirá con un período aún lluvioso, lo cual puede ser desfavorable. En realidad, el maíz seguido es a menudo cosechado en granos tiernos (choclo).

Señalemos que el año de estudio se caracterizó por la debilidad de las lluvias de enero y febrero, período que corresponde al pleno desarrollo del maíz solo y a la fase de maduración del maíz seguido. Las situaciones hídricas se invirtieron entonces ese año. Únicamente el estudio de los resultados del balance hídrico (capítulo 5) podrá indicar si el funcionamiento de la distribución del agua pudo paliar la falta de lluvias.

Parecen existir diferencias entre los sectores en cuanto a las fechas de siembra del maíz seguido. El análisis estadístico aporta poca información pero esta parece ir en el mismo sentido que las observaciones realizadas en el acápite anterior:

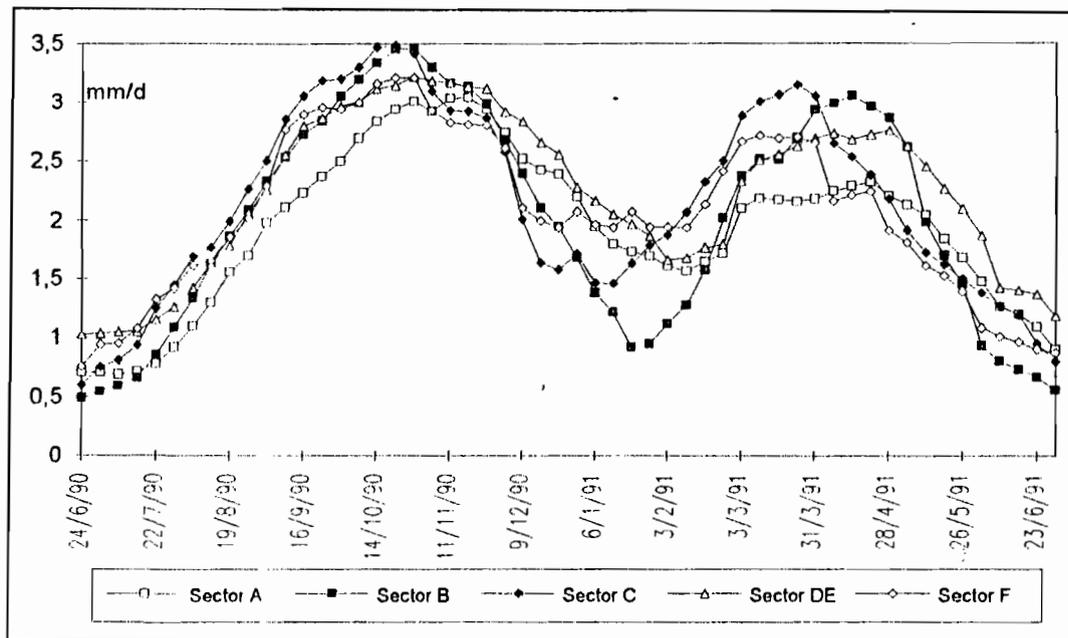
- en el sector A (baja dotación), el maíz es sembrado más tarde que en el promedio del perímetro (10 días de diferencia, estadísticamente representativa);
- en el sector B (alta dotación), es posible que sea sembrado más temprano que en el promedio del perímetro (13 días de diferencia, pero con un número de individuos demasiado bajo para un análisis estadístico: 27).

Anotemos sin embargo que en el sector C, bien dotado de agua, este cultivo tiene una fecha de siembra promedio igual a la del perímetro en su conjunto y superior a la observada en los sectores DE y F, menos bien dotados (pero las diferencias no son estadísticamente representativas).

Estas observaciones hacen suponer una posición de los agricultores en favor de una adecuación entre la utilización del suelo y la seguridad del abastecimiento hídrico (ver más adelante el análisis más completo por parcela: punto 3.1.3.).

Nota: Desde hace algunos años, se observa en Urcuquí una especie de « carrera a la precocidad », siendo el maíz sembrado cada vez más temprano. Anotemos también que la importancia del fréjol es excepcional en este año, y parece estar relacionada con el hecho de que los « terceros » de Taplapamba no utilizaron sus derechos, cediendo así un día adicional al perímetro campesino.

Figura 13
Necesidades de agua de los cultivos en el año, comparación entre los sectores



3.2.3. NECESIDADES DE AGUA DE LOS SUBPERIMETROS (ETM)

Estas diferencias de intensidad de cultivo y de precocidad se expresan en las necesidades de agua de los sectores. La figura 13 lo muestra claramente. La demanda máxima es mayor en el caso de los sectores B y C (y menor en el sector A). Existe también un desplazamiento en el tiempo, estando las demandas máximas del sector A postergadas hacia los períodos más lluviosos.

3.3. Análisis por parcela

Parece entonces, según este análisis general de las diferencias entre sectores, que los usuarios que disponen de derechos importantes de agua tienden a practicar cultivos más exigentes en agua (cultivos anuales más que permanentes, elección de siembras más precoces, etc.).

Este interesante resultado podría sugerir que mejorando las dotaciones se puede obtener un aumento de la producción global del perímetro por el simple hecho de la modificación del sistema de cultivos. Es conveniente, para asegurarse de ello, efectuar un análisis más fino, considerando las parcelas y ya no los sectores.

En este sentido, se realizó un trabajo importante que trata de explicar los comportamientos de los usuarios frente al acceso al agua de sus parcelas, a falta de una encuesta complementaria. Para evitar una lectura un tanto fastidiosa, los procedimientos y los resultados son presentados en el anexo 7. Nos limitaremos aquí a resumir las conclusiones a las que llegamos:

Subrayemos primeramente la poca diferencia costatada entre la intensidad de utilización del suelo en las parcelas que disponen de derechos de « cacique » y tal intensidad en aquellas que no disponen de ellos.

El papel más importante en la elección de un sistema de cultivo por parte del agricultor lo juega la superficie de las explotaciones:

- Las parcelas de menos de 0,5 ha y de más de 1 ha presentan una intensidad de utilización del suelo relativamente baja. Las primeras se caracterizan por una importancia mayor de un cultivo anual único (sin cultivo sucesor) y de los huertos, las segundas por una gran importancia de los pastizales. Se puede pensar que una reducida superficie agrícola no permite obtener ingresos suficientes, ni siquiera con un doble cultivo, y que el agricultor debe buscar otras actividades. Así, limitaría su trabajo en la explotación y se vería obligado a adoptar estrategias más extensivas. Los propietarios de grandes parcelas pueden permitirse cultivar una parte de ella de manera extensiva, con una mayor proporción de ganadería, reservando al mismo tiempo una parte a la agricultura intensiva que recibe la mayor parte del agua de que dispone la parcela.
- En las parcelas de superficie comprendida entre 0,5 y 1 ha muestran una utilización del suelo relativamente intensa, con una gran importancia de la alfalfa y de los dobles cultivos anuales (dos cosechas por año).

La dotación no tendría una influencia en la elección del sistema de cultivo salvo en las parcelas muy pequeñas (menos de 0,2 ha). En ellas, la intensidad de utilización del suelo parece aumentar con la dotación, hasta el valor de 6 mm/día en donde se estabiliza. Esta observación se explica tal vez por el hecho de que al disponer de un tiempo largo para el riego, el agricultor no necesita contratar jornaleros para repartir adecuadamente el agua y proporcionar aportes apropiados a cultivos exigentes.

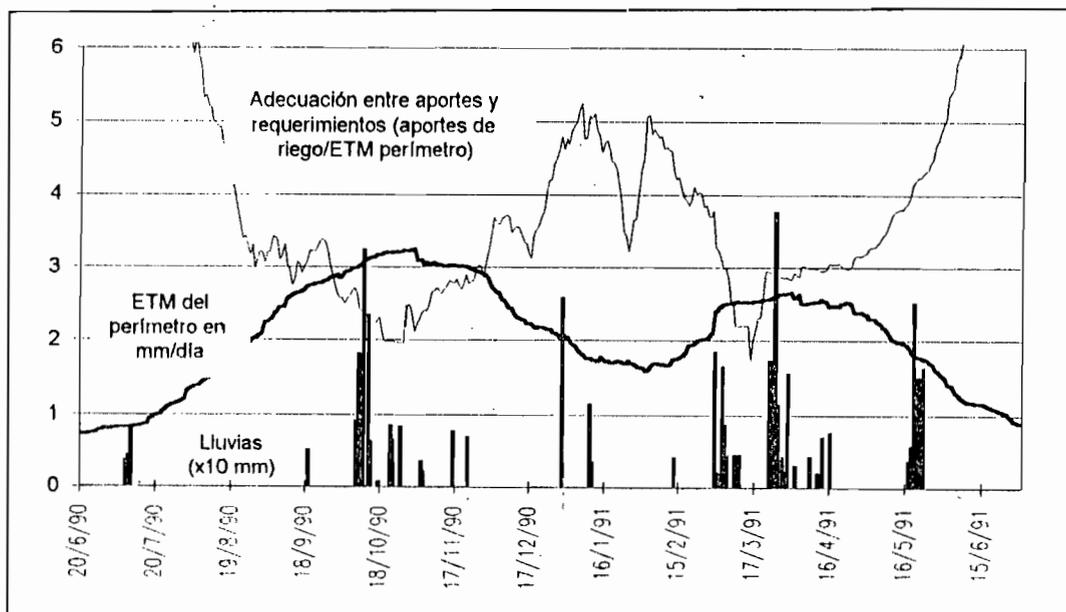
No se pudo demostrar una influencia de la dotación ni de la superficie de la explotación en la decisión de la fecha de siembra, ni siquiera en el caso del maíz seguido (que es el único cultivo en cuyo caso se dispone de una muestra suficientemente grande de parcelas).

3.4. Adecuación entre aportes y necesidades

El conocimiento de los cultivos practicados en el perímetro y de los aportes globales de agua de riego nos permite calcular una adecuación teórica, como la relación entre el aporte diario y las necesidades de los cultivos. Como valor de los aportes se escogieron las medias móviles de los aportes reales en 15 días, que es el tiempo de vaciado de la RU en el momento de máxima necesidad del maíz. En realidad se trata de una simulación aproximada del balance hídrico.

Figura 14
Adecuación entre aportes y necesidades

Los aportes son tomados en relación a la media móvil de los caudales de llegada al reservorio, **sin considerar los caudales nulos debidos a las interrupciones, ni las lluvias** (ni las pérdidas en transporte en la red de distribución).



Las curvas correspondientes a esos valores a lo largo del año (figura 14) muestra un amplio exceso de agua, alcanzando la adecuación un mínimo en octubre, con un valor de 2, lo que significa que la cantidad de agua disponible en la bocatoma es 2 veces superior a la demanda. Señalemos que en este cálculo no intervino la lluvia.

3.5. Síntesis

- La agricultura de Urcuquí está marcadamente orientada hacia una producción de mercado. Aparentemente, la intensidad de la utilización del suelo se ve condicionada por las limitaciones hídricas, como parece mostrarlo la gran cantidad de fréjol cultivada este año, durante el cual el desistimiento de los « terceros » permitió acortar los turnos de agua.

- Existe una gran diversidad entre las estrategias agrícolas de los usuarios según el tamaño de la parcela regada, que parece ir en el sentido de la observación anterior.
- La dotación global no parece ser un factor limitante en el adecuado abastecimiento hídrico de los cultivos practicados actualmente en el perímetro. En realidad, potencialmente es posible hacer que el abastecimiento hídrico de los cultivos practicados actualmente sea independiente de la lluvia.

4. FUNCIONAMIENTO SOCIAL DE LA DISTRIBUCION DEL AGUA

El funcionamiento real de la distribución del agua se deriva de las limitaciones hidráulicas y del catastro. En el marco de un turno de agua abierto como el de Urcuquí, la demanda de los usuarios juega también un gran papel en dicho funcionamiento. El orden de la distribución y la duración de los turnos resultan también de las reacciones de los agricultores. Anticipaciones, retrasos, negativas de riego e incluso riegos supernumerarios son decididos por los mismos usuarios.

Esta característica contribuye a la vez a la atenuación de las limitaciones del catastro y a la generación de limitaciones adicionales para la colectividad.

Nota: Recordemos que, durante gran parte del período de estudio (desde el inicio hasta el 30.01.91), las interrupciones para el servicio de los « terceros » fueron muy reducidas debido al deterioro del canal de desvío hacia las haciendas Santa Lucía y Taplapamba, que impidió a estas últimas utilizar sus derechos sobre el agua de la acequia Grande de Caclques. Los turnos que vamos a observar son entonces más cortos de lo que son generalmente (la proporción de las interrupciones debidas al servicio de los « caclques » y de los « terceros » se limitará a 10 % del tiempo) al igual que los tiempos de espera entre dos operaciones de riego.

El cuadro 12 resume las características de los turnos de los diferentes sectores. Los datos que contiene provienen del seguimiento de las operaciones de riego día a día (son el resumen de las características de todos los turnos de los diferentes sectores, presentadas en el anexo 5). Este cuadro nos servirá de base para el análisis.

Los tres últimos rubros proporcionan indicaciones cuantitativas sobre la tasa de servicio, la tasa de negativa de riego con existencia de cultivo y la tasa de riegos supernumerarios. Esos valores están expresados cada uno en varias unidades, para intentar describir completamente el comportamiento de los usuarios.

- Unidades atendidas: presenta el porcentaje de derechos de riego (% del número total de horas de atención al sector), de parcelas (% del número de parcelas del sector) y de superficie (% de la superficie del sector) realmente atendidos en el turno.
- Negativa con existencia de cultivo: proporciona el porcentaje de derechos de riego (% del número total de horas que corresponden al sector), de parcelas (% del número de parcelas del sector) y de superficie (% de la superficie del sector) que representan las parcelas que rechazaron el riego **a pesar de estar cultivadas**.
- Riegos supernumerarios: proporciona el porcentaje de derechos de riego (% del número de horas entregadas durante el turno al sector), de parcelas (% del número de parcelas atendidas durante el turno en el sector) y de superficie (% de la superficie atendida durante el turno en el sector) que representan las parcelas que han tomado más de un riego del turno. Se presenta igualmente el porcentaje de la cantidad de agua correspondiente con relación a la dosis total distribuida en el turno.

Para las representaciones gráficas (figuras 15, 17 y las presentadas en el anexo 8), se optó por utilizar un indicador constituido por el promedio de todos los valores indicados en la rúbrica correspondiente.

Cuadro 12
Características promedio de los turnos de agua de los diferentes sectores a lo largo de todo el período de estudio

Sector	A	B	C	DE	F	Todos los sectores	
Duración teórica del turno (ver cuadro 9)	27,9	24,7	23,2	28,4	29,9	27,1	
Tiempo promedio de espera observado	27,1	26,7	23,6	27,8	28,2	26,8	
Duración total	343	354	349	363	341	349,8	
Número de turnos	17	18	20	16	16	17,2	
Duración promedio de los turnos observados	20,2	19,7	17,5	22,7	21,3	20,5	
Interrupciones totales en el sector (número de días)	5,1	8,8	5,1	5,9	11,3	6,9	
Interrupciones globales	4,7	4,4	4	5,3	4,9	4,7	
Número de días de servicio	14,7	10,7	12,3	16,5	10	13,3	
Número de horas de servicio	173,3	104,6	124,8	171,1	100,9	142,1	
Unidades atendidas (% del total)	Horas	70,4	71,4	74,2	73,5	70,1	71,8
	Parcelas	58,7	67,38	71,1	67,4	58	63,9
	Hectáreas	74,4	74,2	77,5	79,4	80,1	77
Rechazos de riego con cultivo (% del total)	Horas	19,7	15,2	20,7	17,1	22,2	19
	Parcelas	25,6	20,7	21,8	22	31,1	24,4
	Hectáreas	10,4	13	13,6	12,7	12,5	12,2
Riegos supernumerarios (% del total)	Horas	6,5	2,8	1,3	4,8	3,9	4,3
	Parcelas	8,9	5,3	2,8	5,3	3,3	5,6
	Hectáreas	6,1	3,5	1	7,1	7,9	5,4
	Dosis	5,3	3,2	1,5	4,5	2,7	3,7

4.1. Parcelas atendidas y duración de los turnos

Se constata que la duración promedio de los turnos observados es, en todos los sectores, inferior a la duración teórica (como calculada en el punto 2). La diferencia es importante puesto que varía de 5 a 8 días (del 20 al 30 % de la duración teórica), mientras que por otro lado las interrupciones globales de funcionamiento ocupan en promedio el 23 % de las duraciones observadas (de las cuales la mitad debido a suspensiones de funcionamiento de la acequia principal).

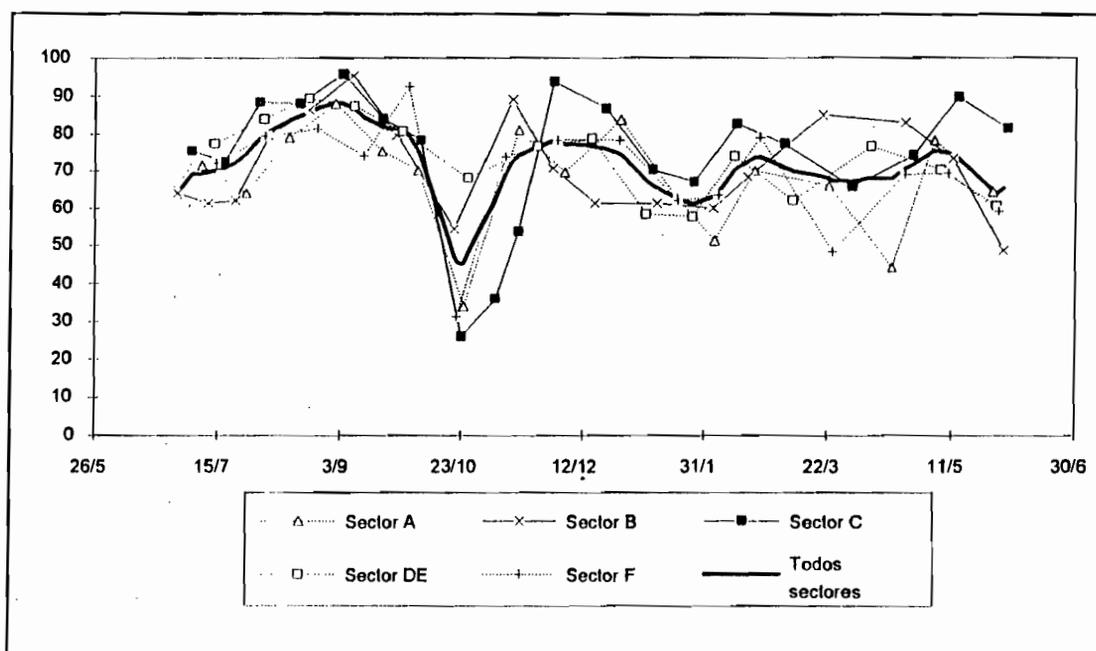
Esta corta duración de los turnos se explica por la baja tasa de servicio (porcentaje de parcelas, horas y hectáreas realmente atendidas en el turno): alrededor del 70 % en el caso de un turno « promedio ». Esto significa que en cada turno, el 30 % de las parcelas no son atendidas, por diversas razones (inexistencia de cultivo, ausencia del usuario, decisión táctica ligada a las lluvias o a una etapa de maduración que hace necesario espaciar las operaciones de riego).

Las tasas de servicio son similares en los diferentes sectores y varían considerablemente durante el año (figura 15). El índice escogido da una idea de la duración de los turnos, sin tener en cuenta los períodos de interrupción del funcionamiento. Se observan fluctuaciones importantes y particularmente un aumento al inicio de la estación de cultivo, cuando se cultiva cada vez más parcelas (siembra de maíz) y una caída muy fuerte que corresponde al período lluvioso de mediados de octubre cuando casi todas las parcelas están cultivadas.

4.2. La negativa de riego

El término de negativa parece tener una connotación despectiva pero no se lo debe entender así: en efecto, en la aplicación del turno de agua, el usuario tiene el derecho de prescindir de uno o varios turnos. En cada turno, la decisión de regar depende de la existencia de un cultivo en la parcela, de la percepción que tiene el usuario del estado hídrico del suelo, del tiempo que habrá que esperar hasta el próximo riego, de las necesidades de los cultivos, de la lluvia esperada y de eventuales actividades anexas que impiden al agricultor estar presente para realizar el riego. No se debe olvidar que una operación de riego cuesta caro puesto que en general es necesario contratar uno o varios jornaleros o abandonar otra actividad más o menos lucrativa.

Figura 15
Indices de servicio de los turnos de agua a lo largo del año en los diferentes sectores
El índice es el promedio de los porcentajes de horas de servicio, de superficie y de parcelas atendidas



4.2.1. GENERALIDADES

En promedio, aproximadamente el 30 % de la superficie del perímetro no es atendida. La mejor razón para que un agricultor se niegue a regar es por supuesto que su parcela no esté cultivada, pero no es la única: en efecto, numerosos usuarios rechazan el riego en cada turno aunque su parcela esté cultivada. Ello se observa en el rubro « rechazo del riego » (cuadro 12) que proporciona las horas a entregarse, el número de parcelas y las superficies que corresponden a ese caso a pesar de la existencia de un cultivo, en porcentaje de los totales del sector.

Estas negativas constatadas según las notas del aguatero son difíciles de interpretar de manera exacta a falta de una encuesta en tiempo real que no pudo realizarse. Una encuesta *a posteriori* fue efectuada en cambio por los estudiantes de « Gestion sociale de l'eau » (Manejo social del agua) del CNEARC (Montpellier, Francia), durante un viaje de estudio a Urcuquí en abril de 1993. Esa encuesta permitió clasificar las diversas hipótesis posibles según un orden de probabilidad de aparición.

- Los cultivos anuales en la etapa de maduración tienen bajas necesidades de agua y una respuesta menor a los déficits hídricos que a los excesos de agua.
- Los usuarios aprovechan a menudo la lluvia para evitarse los costos de un riego o para evitar problemas fitosanitarios ligados a una humedad muy elevada. Este cálculo puede revelarse poco racional.
 - en el caso de las parcelas con una baja dotación puesto que las operaciones de riego subsiguientes ya no consiguen llenar completamente la RU, apareciendo luego déficits hídricos debidos a una única negativa muy anterior (ver el gráfico de la parcela A19a en el anexo 8);
 - cuando las interrupciones de funcionamiento alargan el tiempo de espera más de lo previsto;
 - cuando la lluvia de los días que siguen a la decisión de no regar es menor a la esperada y no basta para humectar suficientemente el suelo;
- Muchos usuarios declaran « pasar su turno » cuando han podido aprovechar los remanentes de una parcela situada aguas arriba. En efecto, en período de baja demanda (fuertes lluvias), solamente una parte del derecho de agua es al parecer utilizado para riego, considerándose el resto como « agua perdida » que puede ser utilizada por una parcela situada aguas abajo, en el marco de acuerdos entre vecinos, de los que en general el aguatero no tiene conocimiento (GSE, 1993). Sin embargo, según nuestras propias observaciones de campo, estos casos deben ser raros, puesto que exigen una configuración favorable del terreno, rara en Urucuí; además, según nuestras mediciones, los volúmenes correspondientes son reducidos (ver anexo 10: eficiencia global de la aplicación del agua a la parcela). Sin embargo, todo esto revela un importante vacío en nuestras observaciones; en efecto, habría sido deseable efectuar un seguimiento de esas operaciones informales de riego, para un cabal conocimiento del abastecimiento hídrico de las parcelas, pero no se lo efectuó por falta de medios;
- Ocurre que otras ocupaciones (doble empleo, trabajo en parcelas exteriores al perímetro, etc.) impiden al usuario gozar de su derecho de agua (pero en general puede ser reemplazado por la esposa, los hijos, peones...).

4.2.2. VARIACION SEGUN LOS PERIODOS DEL AÑO

Las negativas a regar son más frecuentes después de los episodios lluviosos (figuras 16 y 17). Presentan también una tendencia al aumento entre enero y febrero, cuando la mayoría de cultivos de maíz llegan a la etapa de maduración. Sin embargo, no son despreciables durante los períodos secos, constatación que es válida para todos los sectores (ver también los cuadros y gráficos del anexo 5).

4.2.3. ANALISIS POR PARCELA

Las ligeras diferencias entre los sectores no parecen ser representativas y, en todo caso, no son estadísticamente comparables. A falta de una encuesta de campo en tiempo real, se debió recurrir al análisis de las parcelas para comprender mejor las razones de tales negativas.

Estas contribuyen siempre a un acortamiento de los turnos de agua.

Esos rechazos podrían explicarse por la existencia o no de derechos de « caciques ». Nuestro estudio no es concluyente: existe una ligera diferencia (27 % de negativas en el caso de los « caciques » frente a 22 % en los otros casos), pero no es estadísticamente representativa.

Figura 16
Evolución de las negativas de riego con existencia de cultivo en la estación en el caso del sector A

Las barras punteadas representan los turnos de agua, el área con líneas verticales la proporción de superficie cultivada y las barras en negro la lluvia. Las curvas representan el porcentaje de negativas de riego con existencia de cultivo en relación al total, en un turno de agua:

- cuadrados: porcentaje de las horas a atenderse;
- rombos: porcentaje del número de parcelas;
- triángulos: porcentaje de la superficie.

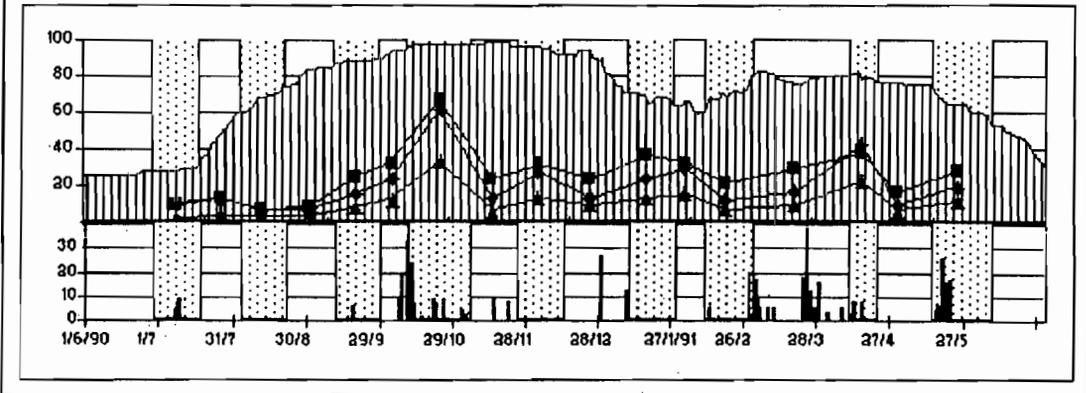


Figura 17
Las negativas de riego en el año
Evolución del promedio de los índices de negativa de riego con existencia de cultivo en los 5 sectores de Urcuquí

Los índices son los promedios de los porcentajes de número de parcelas, de número de horas y de superficie, para cada turno.

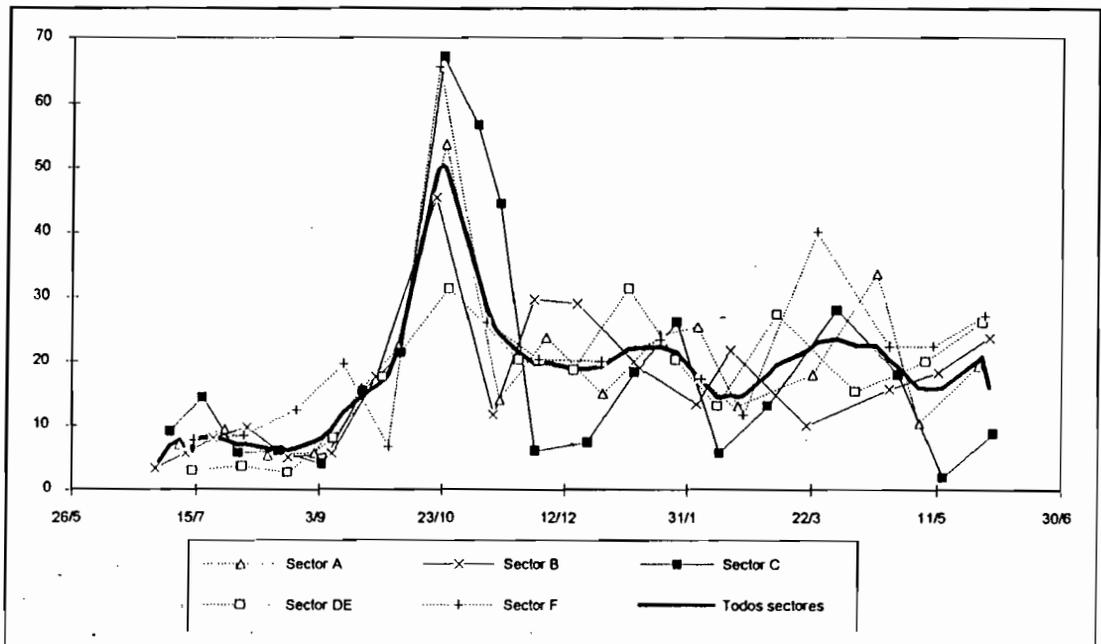
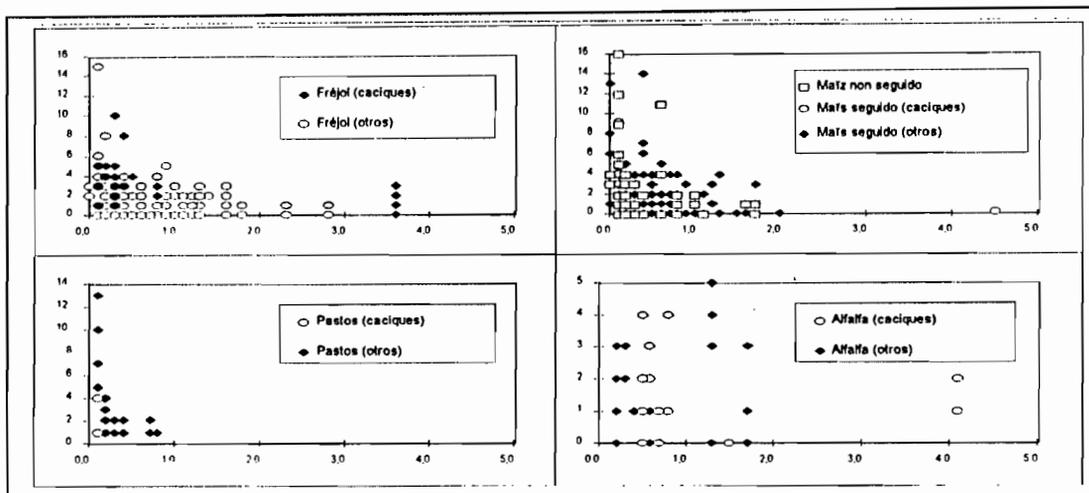


Figura 18
Relación entre superficie y número de negativas de riego con existencia de cultivo, en el caso del fréjol, del maíz, de los pastizales y de la alfalfa
 Un punto representa una parcela.



La única diferencia considerable observada según el tipo de cultivo practicado es entre los pastizales (pastos y alfalfa) y los huertos (15 y 38 % de negativas respectivamente). Se vieron las dificultades encontradas para la determinación los cultivos practicados y de sus fechas de siembra, en particular en el caso de los huertos, y ese solo hecho nos impide considerar este resultado, por cierto poco lógico.

Parece existir una relación en cambio entre la superficie de la parcela y el número de negativas de riego con existencia cultivo (figura 18); los propietarios de las pequeñas parcelas tienden a pasar su turno más que los demás. Esto corresponde perfectamente a la hipótesis de obligaciones exteriores que impiden estar presente para el riego, más importante en el caso de las pequeñas explotaciones en donde la doble actividad sería mayor.

La relación observada gráficamente fue validada estadísticamente (prueba de comparación de los promedios):

- en el caso del fréjol, la diferencia es considerable entre las parcelas de más de 0,5 ha y las de menos de 0,5 ha — el número promedio de negativas en todo el ciclo es de 0,7 — cifra igual para las parcelas de más de 1 ha y las de superficie comprendida entre 0,5 y 1 ha) y de 1,2 respectivamente);
- entre el maíz seguido (con un cultivo sucesor) y el maíz cultivado solo la diferencia es representativa (el número promedio de negativas en todo el ciclo es de 1,6 y 2,5 respectivamente); el maíz cultivado solo es entonces menos « cuidado » que el maíz seguido;
- no pudo demostrarse influencia alguna de la superficie en el maíz seguido, incluso si ella parece existir según las cifras (el número promedio de rechazos en todo el ciclo es de 1,7 en el caso de las parcelas de menos de 0,5 ha y aquellas de superficie comprendida entre 0,5 y 1 ha, frente a 1,3 en el caso de las parcelas de tamaño superior);
- las parcelas cultivadas con maíz solo, pasto y alfalfa, son muy poco numerosas como para prestarse a un análisis de este tipo.

4.3. OPERACIONES DE RIEGO SUPERNUMERARIAS

4.3.1. GENERALIDADES

El rubro « riegos supernumerarios » del cuadro 12 presenta las horas a entregarse, los números de parcelas, las superficies y las dosis correspondientes a uno o varios riegos supernumerarios, en porcentaje de esos valores para el sector. Los riegos supernumerarios contribuyen a alargar los turnos de agua. Por cierto, **quitando la duración dedicada a los riegos supernumerarios, se atenúan las diferencias intersectores de duración de los turnos de agua.** El número de esos valores así como el de las parcelas en que se practican riegos supernumerarios son demasiado bajos como para efectuar un análisis estadístico. Nos limitaremos a hacer algunas observaciones basadas en el cuadro 12 y la figura 19.

4.3.2. VARIACION SEGUN LOS PERIODOS DEL AÑO

Los sectores afectados por bajas dotaciones de agua (A, DE y F) son aquellos en donde la superficie es mayor.

Los riegos supernumerarios son más frecuentes cuando la demanda es baja (figura 19): periodos de lluvia, en donde se encuentran también muchas negativas de riego. Durante esos periodos, el turno de agua funciona casi a la demanda. Los riegos supernumerarios se producen sin embargo también en periodos de fuerte demanda e inciden entonces considerablemente en el alargamiento de los turnos de agua.

No pueden realizarse sino con la complicidad del aguatero, responsable del cumplimiento de los turnos, conseguida ya sea mediante presiones del usuario, o porque el aguatero estima que la parcela no ha recibido una dotación suficiente (las dos razones aparecen a menudo).

Un análisis más fino de las relaciones sociales y familiares entre los actores permitiría tal vez identificar el peso de un clientelismo o el espíritu de pertenencia a un clan u otro, que son factores capaces de permitir accesos al agua no previstos en las reglas del turno de agua.

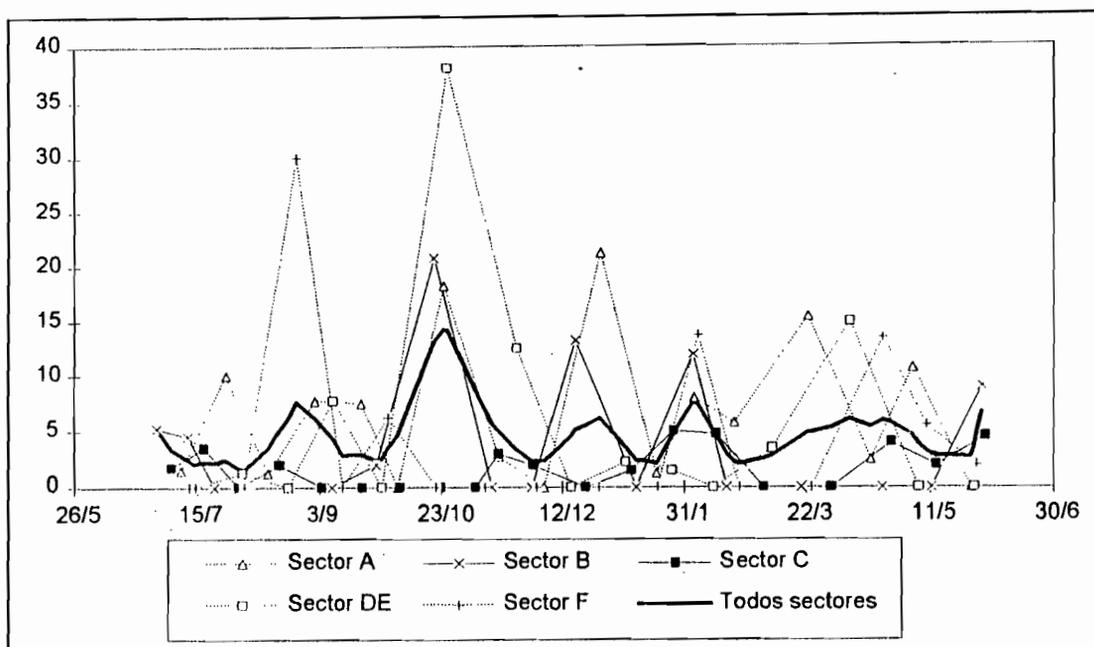
4.3.3. ANALISIS POR PARCELA

Las parcelas que toman riegos supernumerarios son en general más grandes y menos dotadas de agua que el promedio (comparación de los porcentajes de los 4 indicadores).

El estudio por parcela (anexo 7) muestra que no existe relación entre cultivo practicado y número de riegos supernumerarios. La influencia de la superficie es en cambio estadísticamente representativa (pero recordemos que superficie y dotación están estrechamente ligadas). Las parcelas de menos de 0,5 ha son las que practican más riegos suplementarios (que representan 3,5 % del número normal de operaciones de riego), seguidas de las parcelas intermedias (1,5 %) y finalmente de las parcelas de menos de 0,2 ha (0,5 %).

En la práctica, las parcelas en las que se practican riegos supernumerarios son entonces efectivamente las que disponen de la menor dotación, y en cuyo caso este aporte parece ser, *a priori*, más justificado. Estas parcelas son también las que menos riegos rechazan, lo que marca aún más las diferencias en la intensidad del trabajo del suelo observadas en el punto 3.1.3.

Figura 19
Las negativas de riego en el año
Evolución del promedio de los índices de número de riegos supernumerarios en los 5
sectores de Urcuquí
 Los índices son los promedios de los porcentajes de número de parcelas, de número de horas de dosis entregada y de superficie, en cada turno.



4.4. Orden de riego de las parcelas

4.4.1. ORGANIZACION GENERAL DE LOS TURNOS DE AGUA

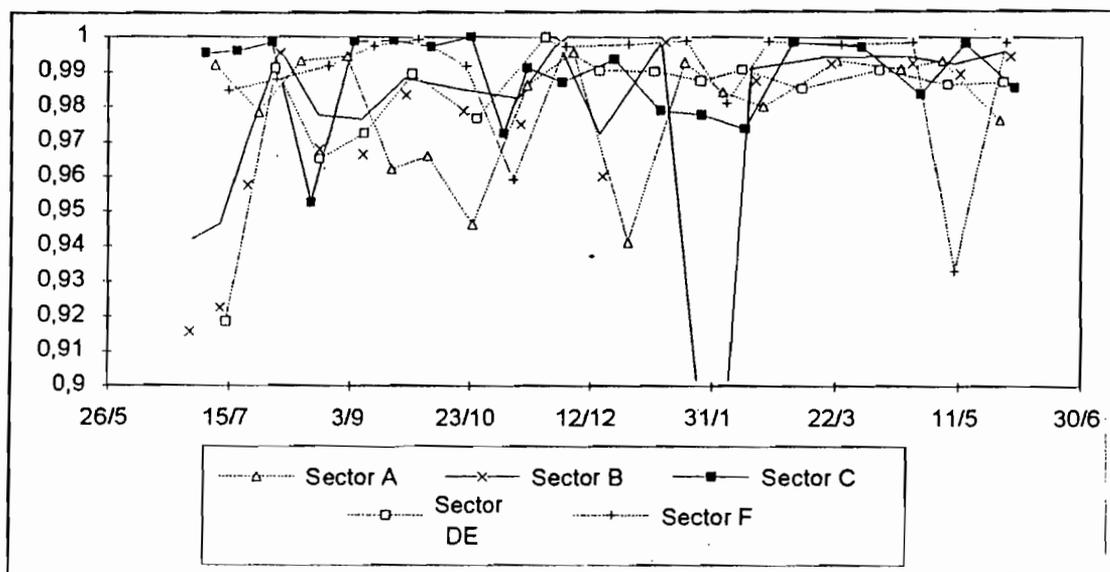
Es interesante constatar que los turnos de agua se desarrollan en un orden estricto. La figura 20 muestra muy poca variación del coeficiente de correlación de Spearman (ver punto 3.2. de la segunda parte) en el año, con valores muy elevados que reflejan una buena correlación entre los órdenes de distribución real y teórico. Al parecer, en la práctica se sigue bastante bien el orden legal de la distribución¹³.

Únicamente el turno 13 del sector B muestra una desorganización significativa (coeficiente de Spearman de 0,75). Este turno atiende solamente al 55 % de las parcelas y se sitúa en un período de muy baja demanda; en él se producen muchos riegos supernumerarios (anexo 5).

Se debe anotar de todas formas que el período de baja demanda global, caracterizado por un número importante de negativas de riego con existencia de cultivo — fines de octubre — presenta un ligero desprendimiento de las curvas que significa una desorganización de los turnos, pero tal desorganización es ligera y jamás se vuelve al final del turno a las parcelas del comienzo (aunque parcelas del inicio del siguiente turno pueden ser regadas antes de que el turno corriente haya terminado para las últimas, en especial en el caso del sector A, como se vio anteriormente).

¹³ Cabe anotar que la junta de agua autoriza a cada propietario a tomar el agua a más tardar al siguiente día del día previsto, en caso de impedimento, lo que ofrece una flexibilidad que explica el hecho de que los coeficientes de Spearman sean diferentes de 1 (por otro lado, acuerdos entre vecinos y con el aguatero permiten regar las parcelas en un orden diferente en el transcurso del día).

Figura 20
Evolución del coeficiente de Spearman calculado en los diferentes turnos de agua de los sectores de Urcuquí



4.4.2. PÉRDIDAS DE TIEMPO EN TRANSPORTE DEL AGUA EN LAS ACEQUIAS

En el caso de los perímetros regados continuamente día y noche, el orden de riego de las parcelas es de gran importancia. En efecto, las dotaciones de las parcelas son casi siempre atribuidas en tiempo a entregarse (horas o minutos) y el tiempo que pasa mientras el agua transita de una parcela a otra puede constituir una pérdida apreciable y alargar considerablemente la duración de los turnos.

En Urcuquí, el caso es ligeramente diferente puesto que el servicio durante la noche y las pérdidas de tiempo de un día se transforman al cierre del reservorio en simples retrasos de riego, para volver a comenzar en cero al otro día. El problema no se presenta entonces sino a nivel del día. Puede ser importante si dos parcelas atendidas están alejadas una de otra, dada la baja velocidad del agua en las acequias (ver los isocronos de llegada del agua a la red en el anexo 6). Estos tiempos de transporte en las acequias no son contabilizados como parte del derecho de la parcela como es el caso en otros perímetros (Bédoucha). Para tomarlos en cuenta, el aguatero distribuye cada día sólo 10 horas de las 11 durante las cuales circula agua en la red*. La hora restante es reservada para el transporte del agua de una parcela a otra. De ello resulta un aumento de la duración de los turnos de agua, aunque también una compensación de la disminución del caudal en el día. En efecto, la última parcela atendida utiliza, además de su derecho, todo el volumen almacenado en las acequias.

En la práctica, el tiempo de transporte varía de un día al otro según las parcelas a atenderse y las pérdidas en transporte en las acequias pueden ser más o menos importantes. La resolución exacta de este problema demanda un manejo informático del esquema de flujo de los diferentes canales que no ha podido realizarse hasta la fecha.

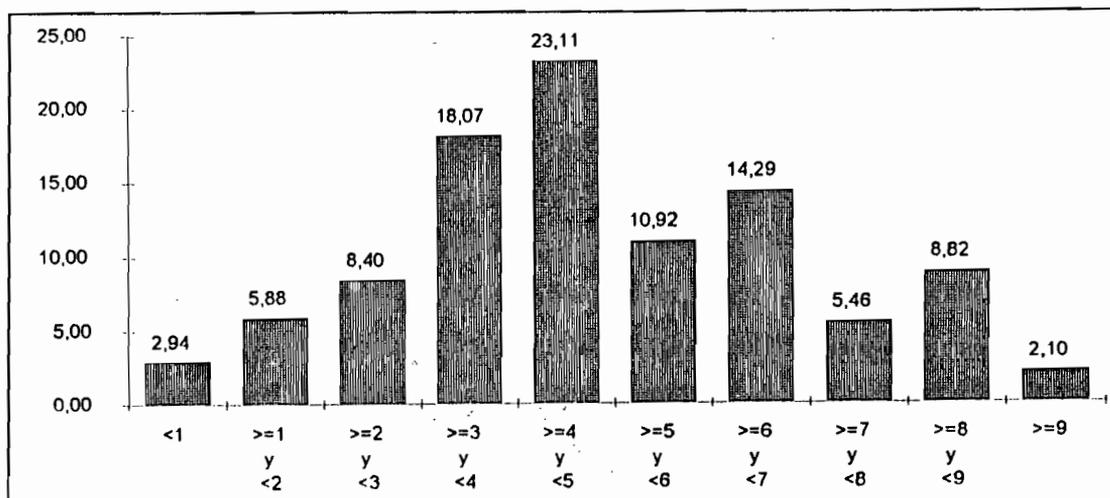
4.4.3. HORARIOS DE RIEGO

Se ha visto que los caudales en los óvalos son variables en el día y que una desigualdad entre parcelas podría resultar de ello si ciertas parcelas fueran siempre regadas a la misma hora.

Los datos de que disponemos son las horas de riego para cada parcela, que constituyen una muestra relativamente restringida (0 a 20 riegos por parcela a lo largo del período de estudio). El estudio de la varianza de esas muestras arroja resultados deficientes puesto que se encuentran series del tipo 19 veces de 20 a las 8 horas y una vez a las 16 horas, lo que da una varianza relativamente elevada para horas reales de riego casi constantes.

Figura 21

Repartición de las parcelas según la proporción de operaciones de riego que se desarrollan en un intervalo de 2 horas alrededor del valor modal de la distribución.
 Los valores están indicados en porcentaje del número de parcelas que han sido regadas más de 5 veces a lo largo del período de estudio.



Se debe entonces escoger para el estudio de los horarios de riego de las parcelas un indicador de dispersión que tenga en cuenta esta característica. Optamos por la proporción de operaciones de riego que se desarrollan en un intervalo de 2 horas alrededor del valor modal de la distribución. La figura 21 permite el análisis de los resultados obtenidos.

La mayoría de las parcelas presentan valores bajos de este indicador, lo que corresponde a una repartición más o menos « al azar » de sus horas de riego.

El 12 % de las parcelas presentan sin embargo una baja dispersión. La mayor parte de ellas disponen de grandes derechos de riego que las llevan a ser regadas durante todo el día (de allí una hora promedio constante de riego). Las demás forman parte de series que se reproducen en cada turno de agua y hacen pensar en costumbres entre vecinos. Un ejemplo de serie constituyen las parcelas E32, 33 y 34 que son siempre regadas el mismo día y en ese orden. Sólo en este caso se puede hablar de desigualdad de repartición: en efecto, la primera parcela de la serie recibirá un caudal mayor que las otras.

Así, las desigualdades de distribución debidas a la hora de riego parecen ser reducidas y originarse sólo en el azar, aparte de ciertos casos particulares.

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HIDRICO

5.1. Análisis global de los déficits hídricos simulados

5.1.1. VISION GENERAL

La figura 12 es un ejemplo de las presentadas en el anexo 8, que dan una visión sintética de los déficits hídricos que soportan las diversas parcelas de todos los sectores a lo largo de la estación de cultivo, y permiten juzgar adecuadamente la variabilidad interparcelas, las estrategias adoptadas por los propietarios y los resultados en cuanto a la satisfacción de las necesidades de agua de los cultivos.

Se constata una gran importancia de los déficits hídricos, que habrá que cuantificar e interpretar en términos de funcionamiento del sistema de distribución del agua.

Se analizarán entonces los resultados obtenidos mediante la simulación del balance hídrico, en los cultivos más importantes del perímetro: maíz, fréjol¹⁴, alfalfa y pastos naturales.

Nos dedicaremos primeramente a analizar los déficits hídricos promedio para cada cultivo, tomando el perímetro globalmente. Se estudiarán luego las variaciones según los sectores y según los tamaños de las explotaciones agrícolas (puesto que se vio, en el capítulo 4, que la estrategia de las explotaciones varía según la superficie regada de que se dispone).

Se utilizarán los criterios de intensidad de déficit hídrico definidos en el punto 2.6. de la segunda parte, a saber, el porcentaje de duración de cada ciclo afectado por un déficit hídrico (**Jo_Str**), el grado promedio de déficits soportados (**Str_moy**), el índice de déficit **Is** y las explicaciones de déficit **Str_S**, **Str_F**, etc. Cuando una comparación estadística de los promedios era posible (cantidad suficiente de individuos), fue realizada. Los cuadros completos que proporcionan todos los valores de los análisis de déficits hídricos están reunidos en el anexo 8.

Los resultados aquí analizados provienen entonces de los cálculos de simulación, la misma que, no se debe olvidar, no está exenta de críticas (capítulos 2.2. y 2.3. de la segunda parte). Representan más un modelo — que constituye una base de reflexión — que una realidad concreta. Todas las afirmaciones en cuanto a la intensidad de los déficits deberán ser interpretadas de esa manera.

Nota: No se estudian los huertos: en la segunda parte se vio que las dificultades encontradas en la evaluación de los periodos y de los coeficientes de cultivo hacen imposible una simulación correcta de su balance hídrico. Se puede suponer que este tipo de cultivo, que corresponde a una utilización intensiva de parcelas muy pequeñas, es seguido con gran atención (pocas negativas de riego con existencia de cultivo). Esto es tanto más probable cuanto que el trabajo para su riego es poco importante y puede ser realizado por cualquier miembro de la familia, y que esas parcelas tienen en general una dotación (horas por hectárea) muy elevada.

14 El hecho de que esos cultivos se desarrollen cada uno en un período determinado del año nos permite agrupar los resultados como si se tratara de un solo cultivo, sembrado en una parcela muy grande. Los cultivos de papa son practicados en cambio en épocas muy variadas del año. No se puede considerar que todos tienen un comportamiento similar, por lo que no se podrán estudiar sus resultados de manera global.

Así, se debe escoger, para el estudio de los horarios de riego de las parcelas, un indicador de dispersión que tenga en cuenta esa característica. Se optó por la proporción de operaciones de riego que se desarrollan en un intervalo de 2 horas alrededor del valor modal de distribución. La figura 21 permite el análisis de los resultados obtenidos.

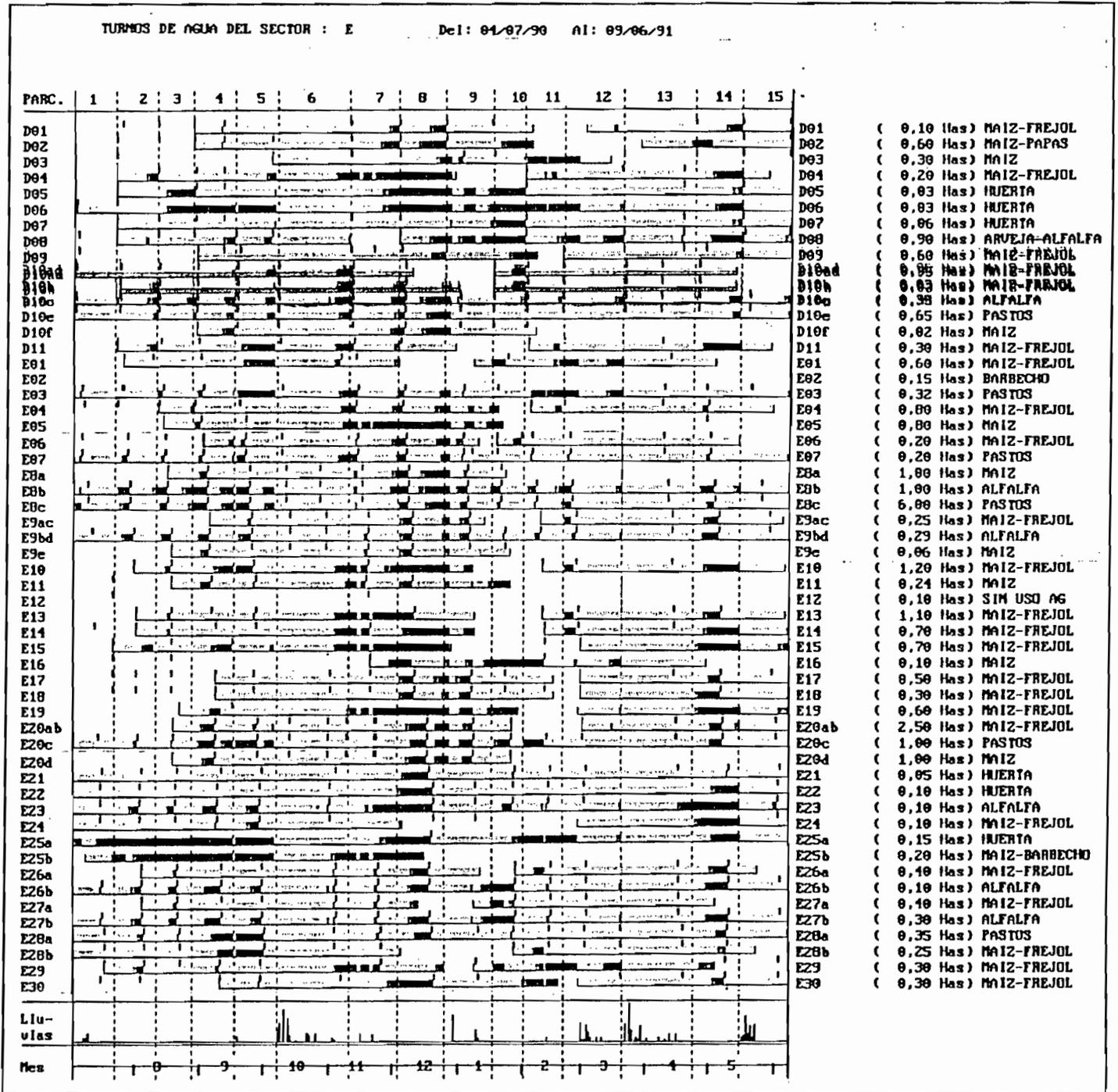
La mayoría de las parcelas presentan valores bajos en el caso de este indicador, lo que corresponde a una repartición más o menos « al azar » de sus horas de riego.

El 12 % de las parcelas presentan sin embargo una baja dispersión. La mayor parte de ellas disponen de importantes derechos de riego que determinan que sean regadas durante todo el día (de allí una hora promedio de riego constante). Las demás forman parte de series que se reproducen en cada turno de agua y hacen pensar en costumbres entre vecinos (ejemplo de serie: las parcelas E32, 33 y 34 son regadas siempre el mismo día y en ese orden). Solamente en ese caso se puede hablar de desigualdad de repartición: en efecto, la primera parcela de la serie recibirá un caudal mayor que las demás.

Figura 22

Resumen de la evolución del estatus hídrico de algunas parcelas del sector E

Horizontalmente, se representa la evolución de los estatus hídricos simulados de las parcelas. Los tonos de gris corresponden a grados de déficit (claro = 0°, negro = entre 75 y 100 °). Los turnos de agua están separados por líneas verticales punteadas, las operaciones de riego por pequeñas líneas negras por encima del trazado del estatus de la parcela. En la parte inferior se indican las lluvias.



5.1.2. CULTIVOS DE MAIZ

Se ha visto que el cultivo de maíz responde a dos estrategias diferentes. Se estudiarán primeramente de manera detallada los resultados relativos al maíz cultivado con otro cultivo sucesor (llamado maíz seguido) para compararlo luego con el maíz cultivado solo (llamado maíz solo).

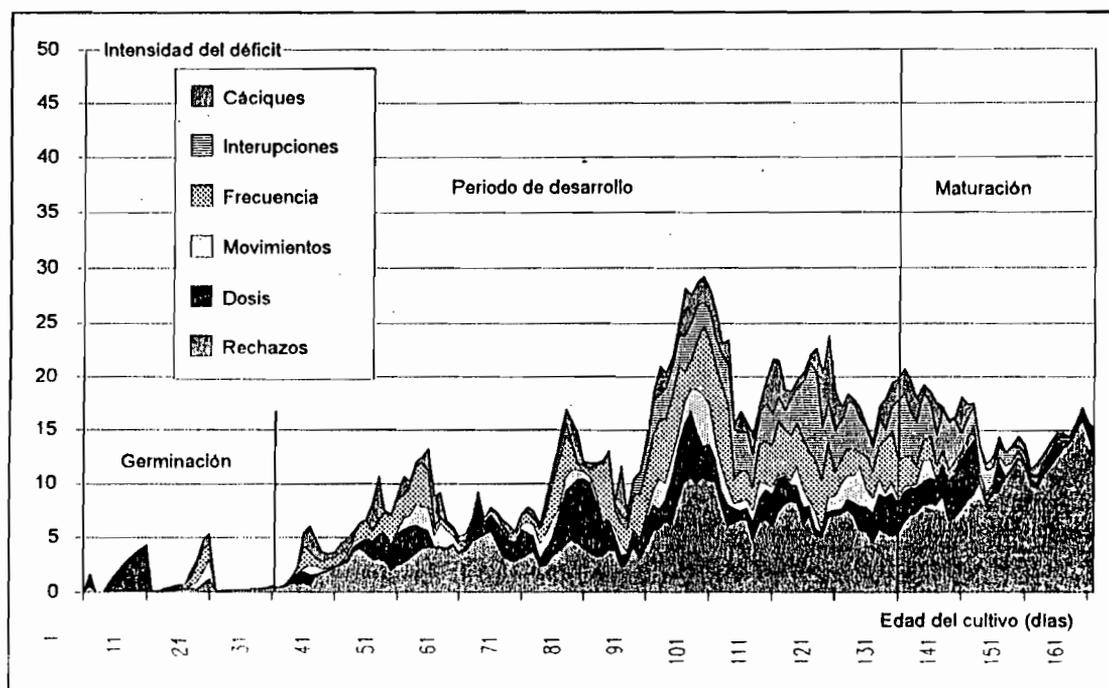
5.1.2.1. Análisis de los resultados globales del perímetro

El maíz cultivado con otro producto sucesor ocupa 181 subparcelas y 97 ha. Los resultados de la simulación del correspondiente balance hídrico están resumidos en el cuadro 13 y la figura 23.

Figura 23

Intensidad de los déficits hídricos en el año, en el caso del maíz seguido

Se dan las explicaciones de los déficits; estos se acumulan y la curva de entorno representa el déficit total.



Cuadro 13

Déficits hídricos de los cultivos de maíz con un cultivo sucesor, según las etapas (promedios ponderados por la superficie)

	Todas las etapas	Implantación	Desarrollo	Maduración
Jo_Str	20,13	6,98	20,92	27,25
Str_moy	45,02	10,32	45,07	33,32
Is	30,10	8,49	30,71	30,13
Str_S	37,41	18,22	31,66	46,76
Str_F	17,99	17,64	21,63	5,82
Str_FI	15,17	0,00	14,64	19,93
Str_FC	9,24	11,14	10,27	11,58
Str_R	7,91	12,69	8,61	3,90
Str_D	11,99	40,21	12,56	12,00

Se puede observar la intensidad de los déficits calculados: en promedio, el 20 % de la duración del ciclo se ve afectada, con una intensidad de 45°, para un índice de déficit de 30 (cuadro 13). Este resultado refleja un disfuncionamiento del sistema de distribución, puesto que se vio que la dotación global del perímetro era ampliamente suficiente.

Trataremos de explicar este elevado valor a lo largo de los siguientes subcapítulos.

5.1.2.1.1. Fase de implantación del cultivo

Esta fase se ve claramente menos afectada que las demás (diferencia estadísticamente significativa a la vez en la intensidad y en la duración de los déficits). No se debe olvidar que no dura sino 20 días y que se le asigna un bajo coeficiente de cultivo en toda su duración. El hecho de efectuar el cálculo con coeficientes de cultivo de evolución continua aumentaría seguramente los déficits calculados durante esta fase.

No por ello la influencia de la fecha de siembra es menos interesante (cuadro 14): las primeras parcelas en ser sembradas gozan de un primer retorno rápido del riego. En efecto, en todos los sectores, el turno de agua que corresponde a la siembra precoz está marcado por una tasa menor de servicio que los subsiguientes, la misma que se explica por el hecho de que muchos usuarios « pasan su turno » pues no tienen cultivo que regar (punto 4.2.).

Cuadro 14
Déficits hídricos de la fase de implantación del maíz seguido según la fecha de siembra (promedios no ponderados)

	Jo_Str	Str_moy	Is	Str_F	Str_F + Str_FI + Str_FC	Número
Siembra antes del 01.08.90	0,99	45,51	6,7	7,2	22,8	75
Siembra después del 01.08.90	1,45	53,67	8,8	20,2	33,3	85

Hay que anotar que no se produjo ninguna lluvia durante esta fase.

Nota: La gran importancia relativa de la dosis constatada en el cuadro 13 se debe a la parcela F2 (6,6 ha de maíz) — ver el gráfico correspondiente en el anexo 8. Ella recibe en cada turno dosis inferiores a la RUM y recibió para la siembra una dosis particularmente baja. Es totalmente responsable del pico explicado por la dosis de los días 4 a 12 en la figura 23. No se la debe tener en cuenta para la evaluación global.

5.1.2.1.2. Fase de desarrollo

Aunque esta fase se sitúa para el conjunto de las parcelas en un período lluvioso, se observan en ella importantes déficits hídricos calculados (Is = 30). Los déficits tienen en promedio una duración corta y una fuerte intensidad, lo que debe relacionarse con la elevada demanda evaporativa de esta etapa de desarrollo de la planta.

La figura 23 ilustra bien este resultado y muestra un pico (días 91 a 101) que corresponde al período de lluvias poco intensas consecutivo a las importantes precipitaciones de mediados de octubre, en donde se observa también una larga interrupción de funcionamiento de la acequia principal (figura 8).

Se constata una gran influencia de las negativas de riego con existencia de cultivo, que constituyen la segunda razón de déficit: recordemos que este período lluvioso era el que mayor cantidad de negativas de riego registraba. El pico de los días 91 a 101 se explica principalmente por esas negativas. Sus consecuencias son graves.

Si esas operaciones de riego se hubieran realizado en realidad, ello habría dado como resultado un aumento considerable de las duraciones de los turnos y riegos menos frecuentes para quienes los aceptan. Nos podemos preguntar cuál habría sido la influencia de tal alargamiento de los turnos. En efecto, numerosas parcelas aprovechan las negativas de las otras y del acortamiento de los turnos resultante.

El tiempo de espera entre dos riegos (suma de Str_F, Str_FI y Str_FC) es el principal factor de déficit hídrico. Explica el 45 % del déficit total. La mitad de ese tiempo se debe únicamente al funcionamiento del turno normal (Str_F), lo cual indica turnos de agua demasiado prolongados (y que habrían debido ser aún más largos si tantos usuarios no hubieran decidido « pasar su turno » debido a las lluvias).

Importantes suspensiones en el funcionamiento de la acequia principal tuvieron lugar hacia finales de esta etapa (del 17.10.90 al 29.10.90), por razones de protección de dicha acequia y de baja demanda de los usuarios (ver los diagramas de funcionamiento de los turnos en el anexo 5). Sus consecuencias son igualmente graves — explican el 14 % del déficit en promedio a lo largo de la etapa, y aún más en los períodos de interrupción (figura 23) —, tanto más cuanto que nos podemos preguntar si las negativas observadas anteriormente no fueron decididas sin tener conocimiento previo de las interrupciones.

El déficit varía entre las parcelas de maíz seguido de siembra tardía y en las de siembra precoz. Las primeras se ven menos afectadas ($I_s = 32,1$ frente a 38,0, lo que es estadísticamente significativo). El factor preponderante en este resultado es la influencia de las interrupciones que explican el 8,7 % de los déficits en el caso de las siembras precoces frente al 22 % en los otros casos. En efecto, el ciclo de los cultivos precoces se anticipa más* cuando se produce la suspensión del funcionamiento de la acequia durante 13 días a fines de octubre (muchas parcelas se encuentran ya en la fase de maduración). Las diferencias relativas a la influencia de la lluvia no son estadísticamente significativas entre siembras precoces y tardías.

5.1.2.1.3. *Fase de maduración*

Los déficits simulados son del mismo orden que los descritos en el caso de la fase de desarrollo (más bien más largos y menos intensos debido a una menor demanda evaporativa). Las negativas de riego tienen aquí mayor importancia que los tiempos de espera (47 % frente al 37 % de los cuales la mitad se debe a la interrupción del 17 al 29.10.90).

Estas negativas no pueden explicarse por la influencia de la lluvia, baja en ese momento, sino más bien por el hecho de que esta fase se caracteriza por una baja necesidad de agua y de que el secado del grano exige espaciar las operaciones de riego (ver la figura 23 que muestra la influencia preponderante de ese factor).

5.1.2.1.4. Síntesis

Se evidencia claramente que el tiempo de espera del agua es demasiado largo. El funcionamiento del turno normal de Urcuquí determina esperas muy prolongadas cuando todos los usuarios desean regar su parcela. Las interrupciones del funcionamiento de este turno normal alargan aún más ese tiempo de espera y agravan un problema ya importante.

Finalmente, muchos usuarios toman la decisión táctica de « pasar un turno » en período de lluvia, decisiones que acarrearán graves consecuencias en el estado hídrico de los cultivos, ya sea por una deficiente estimación de las demandas o por las interrupciones imprevistas de funcionamiento que aplazan el siguiente riego a una fecha posterior a la esperada¹⁵. También es posible que tales decisiones de no regar tengan consecuencias conocidas pero que no pueden evitarse, como en el caso de limitaciones económicas muy importantes por ejemplo. Se basan en la esperanza de ver nuevas lluvias, como es costumbre en esta estación (recordemos que los meses de noviembre de 1990 a febrero de 1991 fueron muy secos).

Existe una diferencia estadísticamente representativa entre las parcelas de siembra precoz y las demás, gozando las primeras de turnos más cortos en la fase de implantación y de una menor influencia de las interrupciones de funcionamiento de la acequia principal en las fases de crecimiento más exigentes (tal vez se deba ver en esto una razón de la carrera a la precocidad de siembra del maíz anotada anteriormente). Las parcelas sembradas temprano siguen siendo sin embargo muy afectadas por los déficits hídricos.

5.1.2.2. Influencia del turno adicional de « caciques »

Los resultados descritos anteriormente se refieren a todas las parcelas del perímetro cultivadas con maíz y un producto sucesor (181 en total, en 97 ha). De ellas, 19 (21,16 ha) disponen además de un derecho de « cacique », es decir que pueden ser regadas cada 15 días además de serlo en el turno normal.

En la segunda parte se vio que la distribución del agua entre los « caciques » no pudo ser objeto de un seguimiento y que ante la duda se consideró que todas las parcelas eran regadas en ese marco cada 15 días (lo que parece poco probable dado el bajo número de negativas « caciques » observadas en el turno normal). En tales condiciones, el tiempo de espera en el caso de esas parcelas se reduce a menos de 15 días y es evidente que los déficits hídricos serán mucho menores.

De hecho, el índice de déficit en esas parcelas es muy bajo: 2,9 ($Jo_{str} = 0,77$ M y $Str_{moy} = 10,8^\circ$). Su valor aumenta debido a 4 parcelas sembradas muy tarde, en donde las fases exigentes en agua tienen lugar durante un período sin lluvia, y sin intervención de riego del turno normal: se observan entonces 2 a 3 días de un déficit de baja intensidad (ver el gráfico de la parcela A9a en el anexo 8). Un turno de una duración máxima de 13 días es entonces necesario **si** se quiere asegurar **totalmente** los cultivos de maíz, independizándose **completamente** del aporte aleatorio de las lluvias.

15 Esta interpretación supone que un usuario que ha « pasado su turno » antes de la interrupción ya no puede decidir cambiar de opinión una vez terminada la interrupción. En efecto, es muy raro que un turno se cierre al final de una interrupción, pero la segunda parte no retoma casi nunca parcelas que se han « saltado » en la primera (ver punto 4.4.).

En realidad, la mayor parte de las parcelas que poseen un derecho de « cacique » tienen un índice de déficit nulo, lo que corresponde a un abastecimiento hídrico perfecto (pero un excesivo aporte de agua como se verá más adelante).

A la inversa, si se consideran sólo las parcelas que no tienen derecho a operaciones de riego adicionales de « cacique », se encuentra un índice de déficit mayor que el calculado para todas las parcelas: 37,6 ($J_{o_str} = 25,5\%$, $Str_moy = 55,5^\circ$).

El turno adicional de « caciques » es entonces fuente de una desigualdad importante, que permite en teoría al 12 % de las parcelas lograr un abastecimiento hídrico perfecto. Sin embargo, las interrupciones del turno normal que genera tienen gran incidencia en las parcelas que no disponen de ese derecho, con relación a los demás disfuncionamientos del turno. En efecto, se vio que el 10 % de los déficits se explican por esas interrupciones y el hecho de que los « terceros » de Tapiapamba no hayan utilizado sus derechos este año ha disminuido esa influencia a la mitad.

5.1.2.3. Variaciones según los sectores

El sector A, globalmente el menos bien dotado, muestra bajos índices de déficit (cuadro 15). Hay que recordar que este sector se caracteriza también por una gran proporción de parcelas que poseen derechos de « cacique ».

Para estudiar las diferencias entre sectores, en lo que respecta al funcionamiento del turno principal de agua, se deben considerar solamente las parcelas que no poseen ese derecho, lo que hace al tamaño de las muestras insuficiente como para permitir un análisis estadístico. Difícilmente se pueden apreciar los resultados promedio dada la disparidad entre parcelas y sólo se podrá lograr una mejor comprensión de los resultados de los turnos mediante el análisis por parcela. Nos limitaremos entonces a observaciones de orden general, basadas en el estudio del cuadro 16 y de los presentados en el anexo 8.

Los sectores que habían sido señalados como los menos bien dotados (A, DE y F) se revelan entonces efectivamente como los más afectados por los déficits hídricos. Esta diferencia se debe principalmente a la duración de los déficits.

Cuadro 15
Indíces globales de déficit de los diferentes sectores en lo que respecta al cultivo de maíz con otro cultivo sucesor

	Is en todas las fases
Todos los sectores	30,1
Sector A	24,0
Sector B	33,0
Sector C	22,7
Sector DE	36,1
Sector F	38,0

	Is en todas las fases
Todos los sectores	37,3
Sector A	39,9
Sector B	33,0
Sector C	33,5
Sector DE	41,9
Sector F	38,2

Cuadro 16
Índice del déficit del maíz seguido en el caso de las parcelas sin derecho de « cacique », según los sectores

Los sectores A y F se ven más gravemente afectados por problemas de dosis muy baja que los demás en conjunto. La baja dotación promedio de las parcelas de A explica este resultado en el caso de este sector. En F, en donde, como se vio, la dosis promedio aportada por operación de riego es alta, este hecho se explica por la presencia de la parcela F2, grande y poco dotada, cultivada casi exclusivamente con maíz seguido (ver el correspondiente gráfico de simulación de balance hídrico en el anexo 8). Estos dos sectores son también aquellos en los que se registran menos negativas de riego (y F particularmente, debido a la parcela F2).

Los déficits debidos a un tiempo de retorno del riego demasiado largo son importantes en todos los sectores. Anotemos simplemente que los sectores DE y F se distinguen por una mayor importancia de los déficits debidos a esa causa.

5.1.2.4. Comparación con el maíz cultivado solo (sin distinción de sectores)

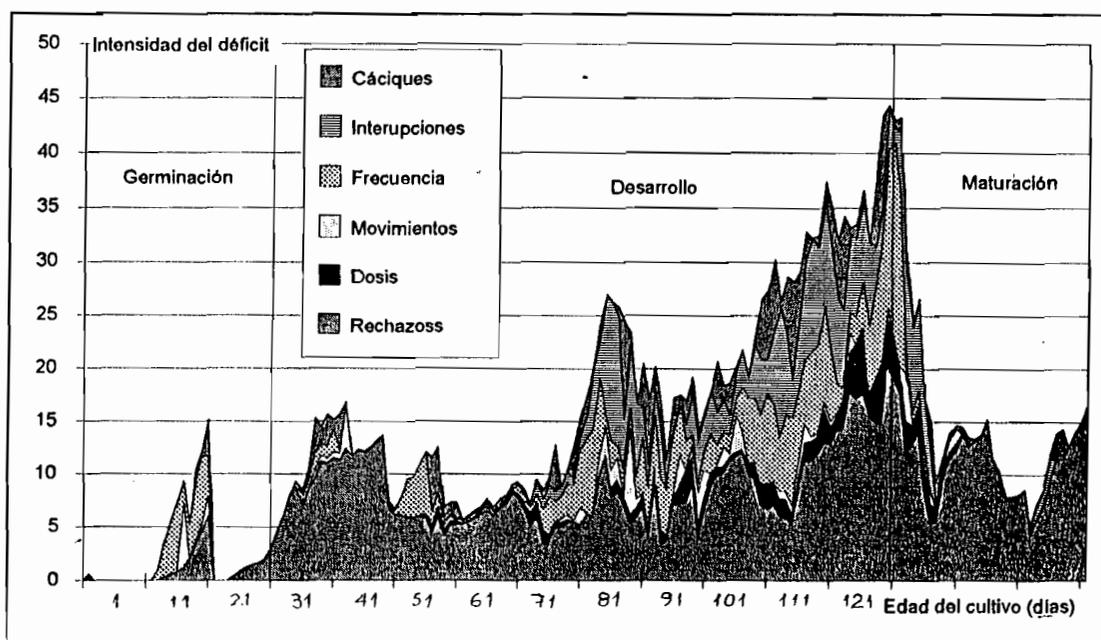
El maíz cultivado solo ocupa 60 subparcelas, en una superficie de 18 ha. Los resultados de la correspondiente simulación del balance hídrico están resumidos en el cuadro 17 y la figura 24.

Los índices de déficit hídrico del maíz cultivado solo son superiores en todas las fases a los del maíz sucedido por otro cultivo.

Cuadro 17
Comparación de los resultados de simulación del balance hídrico en los dos tipos de cultivo de maíz

Is	Todas las fases	Fase de implantación	Fase de desarrollo	Fase de maduración
Maíz seguido	30,1	8,5	30,7	30,1
Maíz solo	36,2	12,8	36,6	34,9

Figura 24
Intensidad de los déficits hídricos en el maíz cultivado sin otro producto sucesor



Las diferencias constatadas son significativas en todas las fases, con excepción de la última: el maíz cultivado solo tiene déficits simulados superiores a los del maíz seguido.

El único factor de déficit estadísticamente diferente entre los dos cultivos es el de la dosis (va en sentido contrario: el maíz solo está sometido a la influencia menor de las dosis muy bajas que el maíz seguido). Si unimos esta observación a la de los tamaños de las parcelas, el maíz solo es cultivado en parcelas más pequeñas (y mejor dotadas) que el maíz seguido.

La diferencia entre los déficits hídricos se explica de dos maneras:

- la primera fase del maíz seguido se sitúa en un período de alta demanda de agua en el que la mayoría de las parcelas ya sembradas con maíz aceptan riego (se vio que en promedio este maíz era sembrado tardíamente y que los turnos de agua se alargaban después de las primeras siembras);
- las fases de desarrollo del maíz solo son menos favorecidas por el aporte de las lluvias que las del maíz seguido; de hecho, las ganancias debidas a la lluvia son más reducidas en esas fases; esta observación puede parecer paradójica pues se vio anteriormente que el maíz solo era una persistencia del antiguo sistema pluvial con riego de complemento; recordemos simplemente que la pluviosidad durante la estación 1990-1991 está marcada por valores muy bajos en los meses de noviembre y diciembre con relación a las lluvias promedio (figura 1 de la primera parte); la influencia de las negativas de riego es también más pronunciada en el caso del maíz solo: se manifiesta durante toda la fase de desarrollo (figura 24);
- la influencia de las interrupciones es también mayor tratándose del maíz solo; el pico observado en la figura 24 (días 81 a 91) corresponde a los días 91 a 101 en el caso del maíz seguido; la influencia de la frecuencia de riego es mayor en el caso del maíz solo que en el del maíz seguido.

El funcionamiento actual del turno de agua hace al cultivo del maíz dependiente del aporte de las lluvias, a pesar de una dotación global del perímetro *a priori* ampliamente suficiente.

La intensidad mayor de los déficits hídricos en el cultivo de maíz solo se debe a las variaciones de las lluvias que en ese año se produjeron más tarde.

5.1.3. CULTIVO DE FREJOL

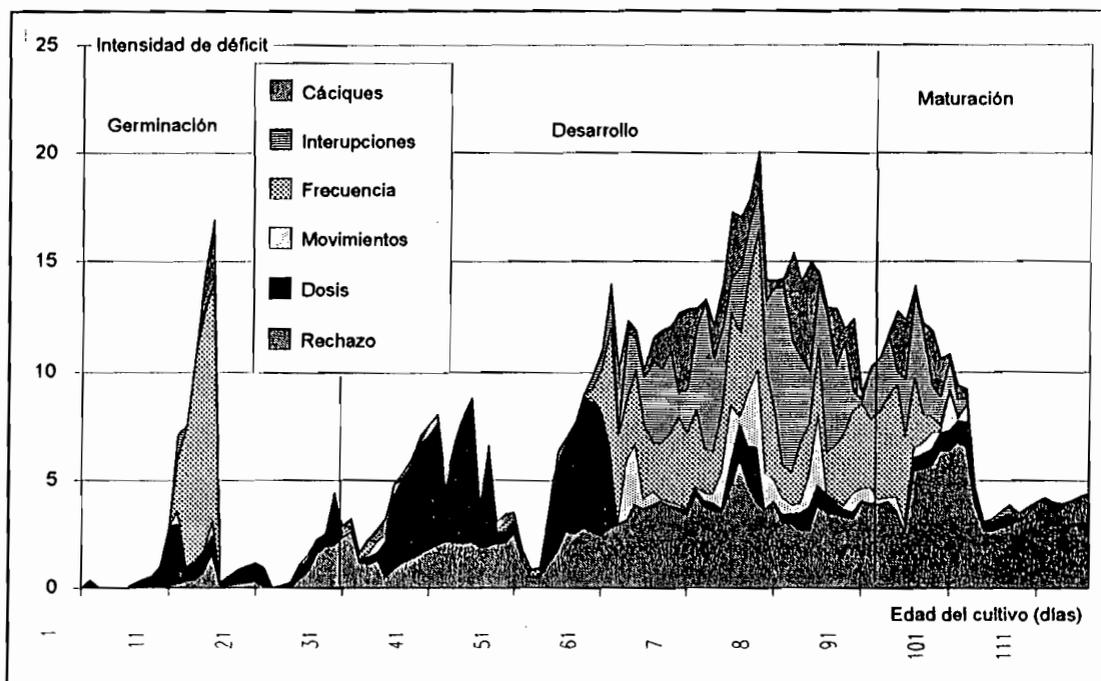
El cultivo de fréjol ocupa 156 subparcelas, en 89 ha. Siempre se practica en las mismas parcelas que el maíz seguido. Los resultados de la simulación del correspondiente balance hídrico están resumidos en el cuadro 18 y la figura 25.

Para simplificar esta parte del informe, nos limitaremos casi siempre a comparar los resultados obtenidos en el caso del fréjol con los descritos anteriormente para el maíz seguido, del que constituye el cultivo sucesor.

Señalemos primeramente que la intensidad global de los déficits es relativamente menor que la constatada en el caso del maíz: 24,4 frente a 30,1. Esta diferencia es estadísticamente representativa. Se manifiesta en la duración de los déficits.

Estos no dejan por ello de ser importantes.

Figura 25
Intensidad de los déficits hídricos en el cultivo de fréjol



Cuadro 18
Déficits hídricos de los cultivos de fréjol según las fases de desarrollo de la planta
(promedios ponderados por la superficie)

	Todas las fases	Implantación	Fase de desarrollo	Fase de maduración
Jo_str	13,29	11,55	14,12	13,17
Str_moy	44,74	16,76	44,29	16,73
Is	24,4	13,9	25,0	14,8
Str_S	22,2	5,9	21,0	45,7
Str_F	27,0	60,9	24,9	14,9
Str_FI	20,7	4,8	23,7	17,5
Str_FC	10,8	6,3	11,9	9,0
Str_R	7,9	4,6	7,9	6,6
Str_D	11,1	17,3	10,5	6,2

5.1.3.1. Fase de implantación

Esta fase se ve globalmente más afectada que en el caso del maíz, en lo que respecta tanto a la duración como a la intensidad de los déficits calculados. Se caracteriza por una influencia preponderante de la duración de los turnos (Str_F), que por sí sola explica el 61 % de los déficits (ver la figura 25 que muestra claramente la falta general de agua a partir del décimo primer día, debida casi exclusivamente a la duración de los turnos).

La proporción relativamente importante de déficits explicados por una insuficiencia de la dosis se explica una vez más por la gran influencia de la parcela F2. Su propietario optó por sembrar contando con una lluvia y no con una operación de riego (ver gráfico en el anexo 8).

Se observa igualmente una diferencia importante entre los resultados de las parcelas sembradas tempranamente en la estación y los de las demás (Is de 2,4 y 8,7 respectivamente, con una influencia de la duración de los turnos mucho mayor en el segundo caso). Contrariamente a lo observado en el maíz, tal diferencia no puede explicarse por el cambio de duración de los turnos de agua (turnos que se alargan con el aumento de las tasas de servicio ligado a un mayor número de parcelas cultivadas). La lluvia juega un papel preponderante, siendo muy superior en el caso de los cultivos sembrados tempranamente. En efecto, las ganancias debidas a la lluvia en la primera fase de los cultivos de fréjol de siembra precoz son considerablemente mayores (Is promedio de ganancia de 18,5 frente a 5,9 en el caso de las siembras tardías).

Esta fuerte dependencia con relación a las lluvias es un índice más de excesiva duración de los turnos.

5.1.3.2. Fase de desarrollo

Es la fase más afectada por los déficits hídricos. La intensidad de estos es considerablemente diferente a la de las otras fases (diferencia estadísticamente representativa) y debe relacionarse con la fuerte demanda evaporativa que caracteriza a esta fase.

La mayoría de los déficits se explican por los tiempos de espera: 65 % (duración de los turnos e interrupciones de funcionamiento de la acequia principalmente — ver su importancia en la figura 25). Se pueden hacer las mismas observaciones que en el caso del maíz.

Aquí también existe una diferencia considerable entre parcelas sembradas tempranamente y parcelas sembradas tardíamente. Ella va en el mismo sentido que la constatada en el caso de la primera fase y los cultivos de siembra tardía se ven mucho más afectados (Is = 28,0 frente a 19,3).

Las negativas de riego explican una proporción de tal déficit menor que la observada en el caso del maíz; los rechazos son menos frecuentes tratándose del fréjol, aunque las lluvias observadas sean del mismo orden pero mejor distribuidas. La pluviometría de este período es más cercana al valor promedio (figura 1 de la primera parte) y las decisiones de no regar contando con la lluvia no determinaron las mismas consecuencias que las señaladas en el caso del maíz.

La influencia de la lluvia no basta para explicar este resultado: las ganancias promedio de índice de déficit son de 27,8 y 21,5 respectivamente, según el tipo de siembra, precoz o tardía. Esta diferencia es estadísticamente representativa pero insuficiente como para explicar las diferencias entre los resultados globales. El otro factor preponderante aquí es la duración de los turnos. Se observa en efecto una tendencia general a la prolongación de los mismos durante los meses de abril y mayo, ligada a un incremento de las tasas de servicio (ver figura 15 y punto 4.1). Durante este período, la influencia de la duración de los turnos explica el 36,0 % de los déficits globales de los cultivos de fréjol sembrados tardíamente frente a sólo un 13 % en el caso de las siembras precoces (diferencia estadísticamente representativa).

5.1.3.3. Fase de maduración

Los déficits hídricos son bajos, lo que está principalmente ligado a la influencia de las lluvias de mediados de mayo. La mayor parte de déficits se deben a las negativas de riego y es probable que las operaciones de riego sean espaciadas voluntariamente para permitir un secado adecuado del grano.

5.1.3.4. Síntesis

Las observaciones generales realizadas en el caso del maíz siguen siendo válidas en el del fréjol. El alargamiento de los turnos en periodos de fuerte demanda (y de elevada tasa de servicio) es una fuente de importantes déficits, agravados por las interrupciones de funcionamiento de la acequia principal y aquellas de la distribución para el servicio a los « caciques ».

Los resultados de la simulación en el caso de las parcelas sembradas de manera precoz son globalmente mejores (Is global de 28,0 frente a 32,7 en el caso de las siembras tardías). Retomando las observaciones realizadas en cuanto al maíz, se puede decir que la siembra precoz este último ha sido en esta estación un factor favorable a un mejor abastecimiento hídrico de los cultivos, tanto del primer cultivo y como del sucesor. En efecto, la siembra precoz del maíz ha permitido una siembra precoz del fréjol, y los dos cultivos gozaron en esta estación de condiciones más favorables al haber sido sembrados tempranamente: turnos de agua menos largos, menor influencia de las interrupciones de funcionamiento de la acequia principal e influencia benéfica de las lluvias. Esto se debió a las bajas precipitaciones de noviembre a enero.

Señalemos que el estudio del fréjol parece confirmar una hipótesis emitida al estudiarse el maíz. Al parecer, las negativas de riego están ligadas a la lluvia esperada. Según esa hipótesis,

- una elevada tasa de negativas se observa a finales de octubre, cuando han llegado las primeras lluvias de la estación y que se esperan otras; en la práctica, el período lluvioso se detuvo ahí este año y las consecuencias parecen haber sido graves para el estatus hídrico de los cultivos;
- la tasa de negativas aumenta también al llegar las lluvias del segundo período lluvioso (el número de rechazos es menor que el del primer período pues las lluvias de marzo-abril son generalmente menos intensas que las de noviembre-diciembre); sus consecuencias son menores que las de las negativas de octubre pues la lluvia real fue muy similar a la esperada.

5.1.3.5. Influencia del turno adicional de « caciques »

Entre las 156 parcelas cultivadas con fréjol, 19 (21,16 ha) disponen de un derecho de « cacique ».

El índice de déficit observado en ellas, aunque claramente inferior al constatado en todas, sigue siendo no despreciable (7,3), tanto más cuanto que los déficits están localizados principalmente en las fases de desarrollo, *a priori* las más sensibles. La casi totalidad de los déficits se deben a problemas de espaciamiento de las operaciones de riego, lo que significa una vez más que incluso la frecuencia de 15 días de que disponen los « caciques » no basta para hacer que los cultivos sean independientes de la lluvia para su abastecimiento hídrico (ver el gráfico de la parcela Alabd en el anexo 8).

Las parcelas que no disponen de derechos de « cacique » tienen déficits hídricos más importantes que el promedio general: 29,4 frente a 24,4, sin distinción de parcelas.

Volvemos a encontrar las conclusiones expresadas en el caso del maíz.

5.1.3.6. Variaciones según los sectores

Las diferencias entre sectores (cuadro 19) son idénticas a las relativas al maíz:

- los sectores que se habían identificado como poco dotados (A, DE y F) son los más afectados por los déficits hídricos;
- los sectores A y F se ven más afectados por la influencia de dosis demasiado bajas (explicándose el caso de F por la importancia de la parcela F2).

En cambio, la duración de los turnos no parece jugar un papel significativamente diferente según los sectores.

	Is en todas las etapas	Número de parcelas
Todos los sectores	29,4	137
Sector A	30,3	26
Sector B	27,8	25
Sector C	24,2	22
Sector DE	31,0	38
Sector F	31,8	26

Cuadro 19
Índice de déficit hídrico del fréjol en las parcelas sin derechos de « cacique », según los sectores

5.1.4. CULTIVO DE ALFALFA

El cultivo de alfalfa ocupa 52 parcelas, en 15 ha. Los resultados de la simulación del correspondiente balance hídrico están resumidos en el cuadro 20 y la figura 26.

El índice de déficit promedio es en este caso también muy importante (20°). Los déficits se producen en todos los períodos del año, con excepción de aquellos que siguen a las lluvias (figura 26).

Únicamente dos factores determinan la existencia de déficits hídricos del cultivo: negativas de riego y dosis. La influencia de la dosis proporcionada por riego es comprensible debido a la gran reserva utilizable de este cultivo (80 cm de profundidad), que explica también la baja influencia de los tiempos de espera.

Los factores de duración de los turnos están ausentes puesto que los problemas de dosis son aquí preponderantes (no se tendrá en cuenta el ligero pico al inicio de la simulación que es en realidad un elemento artificial vinculado a la elección de una RU llena en un tercio al comienzo de la simulación).

La influencia preponderante es sin embargo la de las negativas de riego, y una vez más, nos podemos preguntar cuál es la razón: en la figura 26 se observa que su influencia global es constante en el tiempo.

La proporción de déficits ligados a la dosis es muy variable según las parcelas, mayor en aquellas que están mal dotadas.

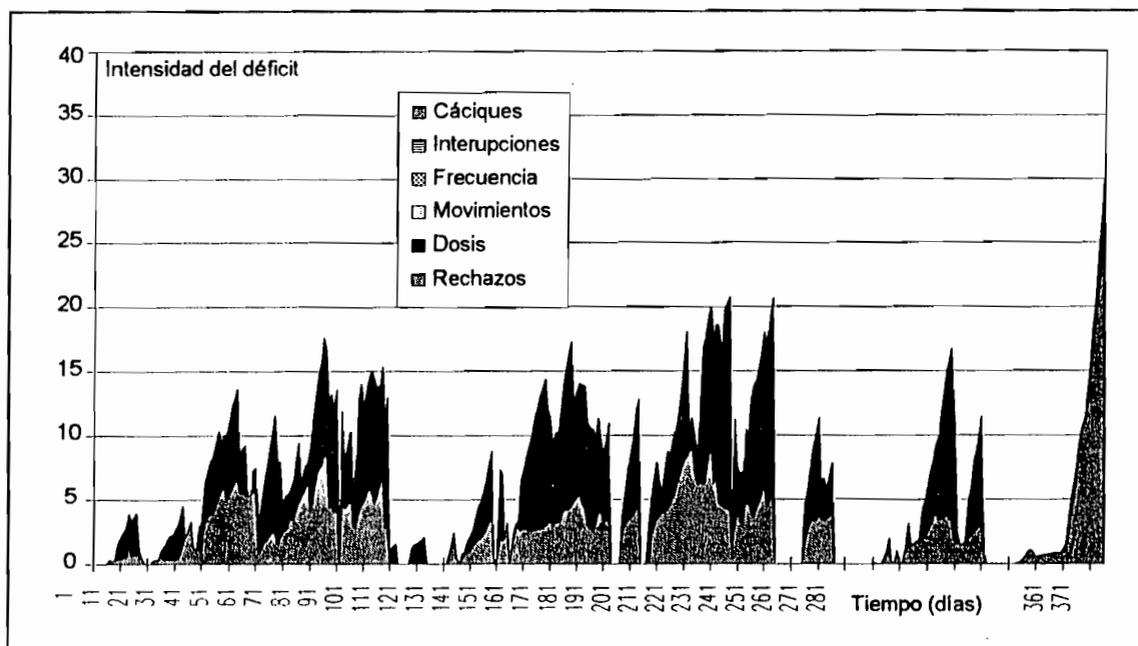
Las parcelas de alfalfa que disponen de derechos de « cacique » tienen un índice de déficit claramente menor que las demás. En realidad, se puede decir que tal índice es nulo, puesto que corresponde a déficits simulados al inicio del período de simulación, en donde la RU fue evaluada en 30 % de su capacidad máxima, lo cual se ha revelado como poco apropiado dada la evolución ulterior (ver el gráfico de la parcela A9b en el anexo 8).

La falta de observaciones nos impide realizar un estudio de las variaciones según los sectores.

Cuadro 20
Déficits hídricos de los cultivos de alfalfa (promedios ponderados por la superficie)

Is	Todas las parcelas	Parcelas con derechos de « cacique »	Parcelas sin derechos de « cacique »
número de parcelas	52	5	7
Jo_str	13,1	0,74	14,8
Str_moy	31,4	10,5	33,6
Is	20,3	2,8	22,3
Str_S	57,0	9,1	54,4
Str_F	6,2	28,0	6,6
Str_FI	0,4	0,0	0,3
Str_FC	1,4	0,0	1,4
Str_R	1,0	0,0	1,1
Str_D	34,2	62,9	25,7

Figura 26
Intensidad de los déficits hídricos en los cultivos de alfalfa



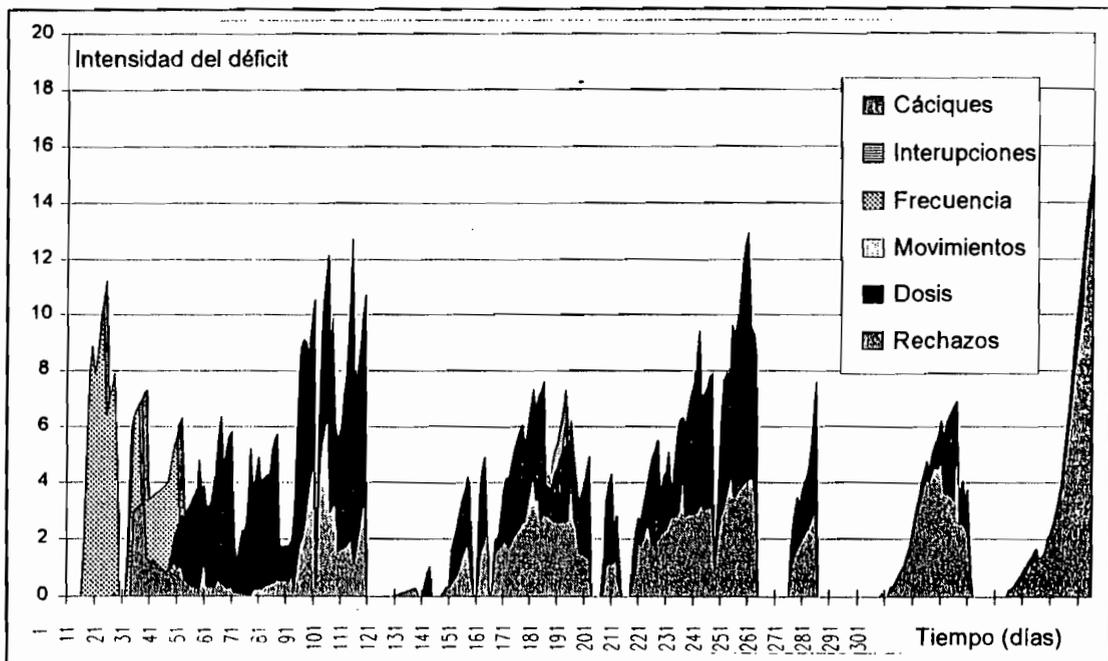
5.1.5. PASTOS NATURALES

Los pastos naturales ocupan en total 30 subparcelas y una superficie de 20 ha. Los resultados de la simulación del correspondiente balance hídrico están resumidos en el cuadro 21 y la figura 27.

Cuadro 21
Déficits hídricos de los pastos naturales (promedios ponderados por la superficie)

ls	Todas las parcelas	Parcelas con derechos de « cacique »	Parcelas sin derechos de « cacique »
número de parcelas	30	4	26
Jo_str	8,19	0,2	14,8
Str_moy	19,50	4,35	32,19
ls	12,6	0,9	21,8
Str_S	42,2	0,0	44,9
Str_F	22,46	0,0	13,7
Str_FI	0,56	0,0	0,5
Str_FC	2,51	0,0	2,8
Str_R	0,10	0,0	0,1
Str_D	32,15	100,0	29,93

Figura 27
Intensidad de los déficits hídricos en los pastos



Las observaciones son las mismas que las realizadas en el caso de la alfalfa, salvo que la intensidad de los déficits es menor (pero el coeficiente de cultivo es menor también) y la influencia de las dosis y la de las negativas de riego son similares.

Los pastos naturales disponen en promedio de dotaciones mayores que las observadas en el caso de la alfalfa; sus demandas de agua son menores. El déficit hídrico simulado es menor, con una mayor importancia de las negativas de riego.

5.1.6. SINTESIS

Los resultados de la simulación del balance hídrico revelan déficits importantes en

todos los cultivos. De ello se podrá esperar una baja producción global. Las explicaciones de los déficits varían según el tipo de cultivo, pero un factor explicativo permanece constante: el de las negativas de riego.

- **Cultivos anuales**

Tiempos demasiado largos de retorno del riego explican gran parte de los déficits simulados. El perímetro sigue siendo dependiente de la lluvia, a pesar de una dotación *a priori* suficiente para los cultivos practicados. Un acortamiento de los tiempos de espera a máximo 15 días (es decir un turno de agua que pueda desarrollarse en 13 días si se desea conservar el turno de « caciques ») permitiría acercarse a una adecuada satisfacción de las necesidades hídricas de los cultivos, minimizando la dependencia con relación a la lluvia.

- **Cultivos permanentes**

Una dotación insuficiente para llenar completamente la elevada RUM permitida por el enraizamiento profundo de estos cultivos es una importante causa de déficit en numerosas parcelas. Se debe señalar de todas maneras que un turno menos largo con tiempos de retorno del agua más cortos tendría un efecto benéfico. Si la dosis no basta para llenar el reservorio suelo, una separación entre riegos que corresponda al tiempo de consumo de esa dosis sería suficiente para paliar el problema.

Las estrategias de los agricultores juegan un gran papel en la satisfacción de las necesidades de agua de los cultivos. Las negativas de riego pueden interpretarse como un deseo de los usuarios de evitarse los gastos correspondientes, cuando en principio la lluvia basta para mantener llena la RU. Este cálculo se reveló falso durante la estación 1990-1991 en donde las lluvias fueron poco abundantes. La duración de los turnos, asociada a importantes interrupciones de funcionamiento, no permitió recuperar las pérdidas resultado de tales decisiones.

5.2. Análisis global de las pérdidas simuladas de agua en el riego

La proporción de agua no aprovechada por la planta, habitualmente expresada en porcentaje de la cantidad aportada, es considerada como una pérdida de agua en el riego. Varios factores intervienen en tal pérdida:

- la dosis aportada es demasiado elevada y el excedente se infiltra a profundidad (toda medición es imposible en el caso de Urcuquí; se trata de la calculada al realizar la simulación del balance hídrico);
- la dosis es aplicada de manera poco uniforme y agua se infiltra en las partes regadas en exceso mientras habría podido ser útil en otra parte en la misma parcela;
- durante una operación de riego por surcos, parte del agua escapa en coladuras; las mediciones (insuficientes) que efectuamos dan un promedio de 10 % de pérdidas de este tipo (ver anexo 9).

Lógicamente, se habría debido considerar estos dos últimos tipos de pérdida para corregir los valores de las dosis aportadas a cada parcela al efectuar los cálculos de simulación del balance hídrico. Por falta de datos, tuvimos que ignorarlas. Sin embargo, la poca importancia de las mismas minimiza las consecuencias de esta operación. En efecto, se puede considerar que las pérdidas por repartición deficiente y las pérdidas en coladuras están incluidas en las calculadas durante la simulación correspondiente a las parcelas bien dotadas, que es el caso general. Nuestro cálculo se aproxima entonces correctamente a la pérdida global. El problema se plantea

entonces *a priori* sólo en el caso de las parcelas de baja dotación, en donde estos problemas de repartición y de coladuras tienen una gran importancia en la evaluación de la cantidad de agua realmente entregada a los cultivos¹⁶.

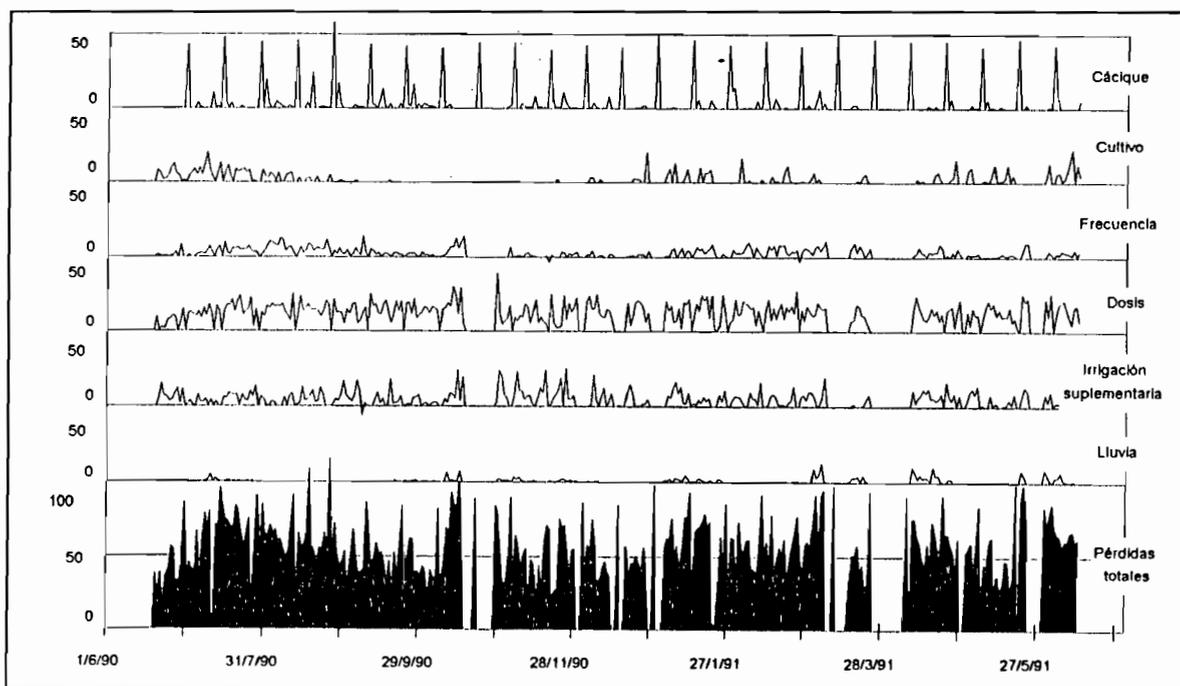
Se buscará aquí sobre todo cuantificar de manera más exacta las pérdidas y analizar las diferencias existentes entre sectores, entre las parcelas con y sin derechos de « cacique », y según los cultivos practicados (recordemos la diferencia de profundidad de suelo utilizable entre cultivos permanentes y anuales). No olvidemos sin embargo que los datos aquí analizados (figura 28) son aún sólo los resultados de cálculos de simulación del balance hídrico.

Las pérdidas globales son considerables puesto que alcanzan el 60 % de la dosis distribuida a la parcela (cuadro 22). Las pérdidas totales (del reservorio a la planta) alcanzan entonces un 75 %, teniendo en cuenta las pérdidas en la red de distribución.

Las pérdidas de agua se traducen en percolaciones que pueden provocar una importante lixiviación del suelo o problemas fitosanitarios, y ser dañinas al fin de cuentas para la producción final. Reflejan un disfuncionamiento importante, tanto más cuanto que se producen regularmente a lo largo del año (figura 28) y no están ligadas a los períodos de bajas necesidades como se habría podido pensar.

La mayor parte tiene como causa una dosis muy elevada, lo que no debe sorprender puesto que se vio que el 50 % de las parcelas disponen de una dosis superior a la que pueden aceptar los cultivos permanentes (cuya RUM es la más elevada).

Figura 28
Pérdidas de agua en el riego (resultado de simulación) y su explicación durante el periodo de estudio



16 Se debería entonces eventualmente hacer una reevaluación aumentando los déficits simulados en el caso de las parcelas con bajas dotaciones, pero hay considerar que los propietarios de tales parcelas adoptan estrategias particulares de racionamiento. En efecto, es frecuente encontrar una subparcela de cultivo anual regada prioritariamente, al lado de una subparcela de pastos que sólo utiliza el agua que no ha podido ser aprovechada por el cultivo anual.

Cuadro 22**Pérdidas de agua en el riego (resultado de simulación)**

Las pérdidas están expresadas en porcentaje de la dosis aportada; se indican los resultados de los diferentes sectores y tipos de cultivos únicamente en el caso de las parcelas que no disponen de derechos de « cacique ». Las 5 últimas columnas presentan las explicaciones de las pérdidas.

	Promedio de las en la parcela (mm/riego)	Dosis total perdida	Lluvia	Dosis	Riegos supernumerarios	Riegos de « cacique »	Frecuencia demasiado corta	Anticipo en el riego	Parcelas no cultivadas
Todas las parcelas		61,1	1,6	29,8	9,1	9,9	6,2	0,5	3,9
« caciques »		86,9	0,2	5,4	1,7	77,0	1,3	0,2	1,1
no « caciques »	102	57,3	1,8	33,4	10,2	0,0	6,9	0,5	4,3
Sector A	58	41,7	2,0	22,8	6,6	0,0	6,9	0,5	3,8
Sector B	95	54,0	2,3	29,0	12,6	0,0	5,6	0,7	3,5
Sector C	132	66,7	2,1	40,1	13,7	0,0	7,0	0,8	3,9
Sector DE	131	66,1	1,3	41,9	8,3	0,0	7,4	0,3	7,0
Sector F	137	60,9	1,7	34,3	12,2	0,0	7,0	0,5	5,0
Cultivos anuales	90	60,7	1,7	35,9	10,3	0,0	6,3	0,5	5,8
Cultivos permanentes	108	45,8	2,2	24,0	9,7	0,0	9,1	0,5	0,0

Las pérdidas debidas a los riegos adicionales de « cacique » ocupan un lugar importante en la explicación de las pérdidas globales. Las parcelas que disponen de esos derechos tienen un consumo de agua muy excedentario. Incluso si en la práctica no se sabe cómo se distribuye esa agua entre los usuarios, el 87 % (cuadro 22, ó el 90 % si se consideran las pérdidas en la red de distribución) al menos se pierde de todas formas puesto que para los cálculos se supuso una repartición homogénea a lo largo de la distribución del agua entre las parcelas de « caciques ».

Las pérdidas debidas a los riegos supernumerarios son igualmente importantes (cerca del 10 % de las pérdidas totales). Un riego supernumerario provoca generalmente más pérdidas que un riego normal, puesto que llega a un suelo ya mojado por el riego normal. Casi siempre son el resultado de la existencia de grandes parcelas poco dotadas en las cuales el efecto es benéfico (gran importancia de las ganancias debidas a los riegos supernumerarios). No se producen solamente en períodos de baja demanda como se podría suponer (figura 28) y son testimonio de un disfuncionamiento del turno normal.

La parte de pérdidas ligada a una frecuencia de riego demasiado corta debe tomarse en cuenta en el marco de una distribución en el turno de agua sólo cuando la frecuencia de riego es suficiente para el abastecimiento adecuado de los cultivos en sus fases más exigentes. Un turno previsto para satisfacer esas necesidades máximas provoca necesariamente pérdidas de agua ligadas a la frecuencia durante fases menos exigentes. Un cálculo óptimo del turno de agua se traduce entonces en una gran proporción de pérdidas vinculadas a la frecuencia. No es el caso aquí.

Las pérdidas en parcela no cultivada son bajas; aparecen principalmente al momento de la siembra (figura 28) y están por lo tanto vinculadas a riegos destinados a suavizar el suelo previo a la labranza o cuando se realiza una fertilización. Como en el caso de la dosis perdida por frecuencia demasiado corta, no se la debe considerar como signo de disfuncionamiento.

Las pérdidas debidas a la lluvia son despreciables: es raro que los usuarios rieguen luego de la lluvia, en general porque estadísticamente una parcela tiene poca probabilidad de ser regada justo después de una lluvia (ver la duración de los turnos, y el hecho de que a las lluvias intensas sigue a menudo una interrupción, voluntaria o no, de la distribución). Este tipo de pérdidas no aparecen entonces sino en un pequeño número de parcelas e influyen apenas en el resultado global. No deben tampoco considerarse como signo de un disfuncionamiento de la distribución.

Las diferencias importantes que existen entre los cultivos anuales y cultivos permanentes se explican simplemente por la diferencia de profundidad de las raíces y por lo tanto del valor de RUM.

Finalmente, existen diferencias entre los sectores, que están estrechamente vinculadas al promedio de las dosis aportadas por riego. El sector F, con una dotación similar a la de C y DE, muestra pérdidas menores, lo que debe relacionarse con la mayor tasa de huertos y de cultivos de alfalfa en ese sector.

5.3. Análisis de los resultados según el tamaño de la explotación

5.3.1. DEFICITS HIDRICOS DE LOS CULTIVOS

5.3.1.1. Maíz practicado con un cultivo sucesor

Cuadro 23
Déficits hídricos del maíz seguido según el tamaño de la parcela en que es cultivado

	Todas las parcelas	Superficie < 0,2 ha	Superficie >= 0,2 y < 0,5 ha	Superficie >= 0,5 ha y < 1 ha	Superficie > 1 ha
número de parcelas	160	18	54	48	40
superficie	75,8	1,8	12,5	23,4	38,2
Jo_str	25,5	26,4	24,6	25,3	25,8
Str_moy	54,5	56,7	56,2	54,2	54,0
Is	37,3	38,7	37,2	37,1	37,3
Str_S	35,2	46,8	37,2	40,0	31,0
Str_F	19,3	20,0	23,8	17,6	18,9
Str_FI	13,4	17,6	15,0	20,1	8,6
Str_FC	11,0	10,4	8,7	12,1	11,1
Str_R	7,8	5,5	14,3	7,8	5,8
Str_D	12,9	0,0	1,1	2,5	23,8

El índice global de déficit hídrico Is varía poco según el tamaño de la explotación agrícola (cuadro 23).

Es sin embargo interesante constatar variaciones en las razones de los déficits. Las explotaciones más pequeñas muestran una proporción mayor de negativas de riego (47 %) y nula de las dosis. Las más grandes en cambio se caracterizan por una influencia menor de las negativas de riego (31 %, diferencia estadísticamente

significativa) y muy importante (24 %) de los problemas ligados a la dosis. Las explotaciones de tamaño mediano parecen estar sometidas a influencias homogéneas, con una baja intervención de los problemas de dosis de riego y una influencia mediana de las negativas de riego (37 y 40 %).

La influencia de los demás factores es al parecer poco variable.

5.3.1.2. Fréjol

El índice de déficit hídrico es aquí también poco variable, pero parece indicar que las parcelas más pequeñas son más afectadas (la diferencia no es estadísticamente representativa) — ver cuadro 24.

Se pueden hacer las mismas observaciones que en el caso del maíz, con diferencias entre las proporciones de déficit ligadas a negativas de riego aún más importantes. Se observa incluso una continuidad en la variación: mientras más pequeña es la explotación, más afectada es por las negativas de riego (pero no hay una confirmación total mediante las pruebas de comparación de los promedios, que muestran diferencias significativas sólo entre parcelas de tipo 1 y de tipo 3 y 4, entre parcelas de tipo 2 y de tipo 4, entre parcelas de tipo 3 y 4 y el promedio de todas las parcelas).

Cuadro 24
Déficits hídricos del fréjol según el tamaño de la parcela en que es cultivado

	Todas las parcelas	Superficie < 0,2 ha	Superficie $\geq 0,2$ y < 0,5 ha	Superficie $\geq 0,5$ ha y < 1 ha	Superficie > 1 ha
número de parcelas	137	14	45	43	35
superficie	68,2	1,4	10,4	20,9	35,5
Jo_str	16,7	20,7	16,8	15,7	17,0
Str_moy	51,9	60,6	55,8	53,6	49,4
Is	29,4	35,4	30,6	29,0	29,0
Str_S	20,9	41,0	28,7	23,4	16,4
Str_F	24,3	23,9	28,2	28,3	20,7
Str_FI	20,7	13,5	23,1	22,7	19,2
Str_FC	14,1	5,8	9,7	18,8	13,0
Str_R	7,2	14,6	9,5	5,9	7,0
Str_D	12,6	1,1	0,2	0,6	23,7

5.3.1.3. Alfalfa

El bajo número de observaciones hace de las conclusiones sean aventuradas. Se pueden sin embargo hacer algunas observaciones (cuadro 25):

- el índice de déficit hídrico muestra un déficit mayor en el caso de las « grandes » explotaciones (más de 1 ha, Is = 15), con una gran importancia de los problemas de dosis y una importancia no despreciable de las negativas;
- las demás explotaciones muestran un comportamiento homogéneo, con déficits menos largos y menos intensos, debidos casi exclusivamente a las negativas de riego.

Cuadro 25
Déficits hídricos de la alfalfa según el tamaño de la parcela en que es cultivada

	Todas las parcelas	Superficie < 0,2 ha	Superficie >= 0,2 y < 0,5 ha	Superficie >= 0,5 ha y < 1 ha	Superficie > 1 ha
número de parcelas	47	5	12	15	15
superficie	13,9	0,4	2,1	4,5	6,9
Jo_str	14,6	20,5	7,6	9,1	20,0
Str_moy	14,2	2,9	4,0	6,4	11,7
Is	14,4	7,7	5,5	7,6	15,3
Str_S	58,9	96,3	71,2	83,8	36,9
Str_F	7,0	3,1	11,8	3,6	8,0
Str_FI	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2
Str_FC	1,5	0,0	3,2	1,9	0,8
Str_R	1,3	0,0	0,3	3,2	0,4
Str_D	27,9	0,0	2,4	2,8	53,7

5.3.1.4. Pastos naturales

Cuadro 26
Déficits hídricos de los pastos naturales según el tamaño de la explotación en que son practicados

	Todas las parcelas	Superficie < 0,2 ha	Superficie >= 0,2 y < 0,5 ha	Superficie >= 0,5 ha y < 1 ha	Superficie > 1 ha
número de parcelas	26	2	8	4	12
superficie	11,1	0,1	1,7	1,2	8,1
Jo_str	14,8	23,9	5,8	26,2	14,9
Str_moy	32,2	46,2	14,8	49,9	33,1
Is	21,8	33,3	9,3	36,1	22,2
Str_S	44,9	99,1	45,9	82,3	38,3
Str_F	13,7	0,8	5,8	13,2	15,6
Str_FI	0,5	0,0	0,0	0,8	0,5
Str_FC	2,8	0,3	0,1	3,4	3,3
Str_R	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2
Str_D	29,9	0,0	0,4	0,4	40,8

Las observaciones son pocas, pero los comportamientos parecen ser idénticos a los de la alfalfa (cuadro 26). Anotemos simplemente que las explotaciones de una superficie comprendida entre 0,2 y 0,5 ha parecen destacarse de las demás con un Is muy bajo.

5.3.2. SINTESIS

Así, las diferencias de estrategias observadas en el capítulo 4.2. según el tamaño de las explotaciones no juegan al parecer sino un papel poco importante en la

elaboración de aquellas simuladas para la satisfacción de las necesidades hídricas de los cultivos. Los déficits hídricos son importantes en todos los casos y las estrategias más intensivas de las grandes explotaciones se enfrentan a problemas de dotación que tienen esencialmente las mismas consecuencias que el cultivo menos intensivo de las pequeñas parcelas.

5.3.3. PERDIDAS DE AGUA DE RIEGO

Cuadro 27
Pérdidas de agua (% de la dosis aportada) según el tamaño de la explotación

	Todas las parcelas	Superficie < 0,2 ha	Superficie $\geq 0,2$ ha y < 0,5 ha	Superficie $\geq 0,5$ ha y < 1 ha	Superficie > 1 ha
Número de parcelas	500	81	161	132	126
Pérdida total	57,3	64,5	66,6	58,8	39,1
Pérdida debida a la dosis	33,4	40,7	41,1	32	20,3
Pérdida debida a riegos supernumerarios	10,2	9,7	12,3	12	5,9
Pérdida debida a la frecuencia	6,9	8,2	6,1	7,4	6,5

La pérdida total de agua de las grandes explotaciones es claramente inferior a todas las demás (40 % frente al 60 %), a pesar de que cuentan con más cultivos permanentes de RU menor.

Aunque en las parcelas más grandes se practican más riegos supernumerarios que en las demás, la pérdida de agua resultante es en ellas considerablemente inferior (cuadro 27). Así, tales riegos parecen justificarse en el marco del turno actual de agua. Sería conveniente sin embargo diseñar un turno que no obligue a recurrir a ese tipo de riego.

6. EL CASO DEL SECTOR DE SAN ANTONIO

El sector de San Antonio (G) está vinculado hidráulicamente al sector F y presenta todas las características de este último: mano de agua elevada en el óvalo y turnos de agua prolongados.

La pluviometría en cambio es menor y la ETP superior. La acequia de transporte que lo atiende es muy larga y está cavada en gran parte en arena. Los problemas de abastecimiento deben entonces ser cruciales, con aportes poco importantes para una alta demanda evaporativa alta. Además, dada la gran distancia a la que se encuentra el reservorio, este sector accede al agua muy tarde en el día: esencialmente de 10 de la mañana a 10 de la noche, con un tiempo muy importante de recesión por la noche.

El sector G es la fuente de un alargamiento considerable del turno del sector F, pues el aguatero, al no tener medios para llegar a él, se limita a enviarle el agua cada vez que termina el servicio del sector F, por un número de días que corresponden al total de los derechos de las parcelas. La distribución del agua es luego manejada por los mismos usuarios.



DISCUSION

Los resultados proporcionados por el modelo utilizado para la simulación del balance hídrico de los cultivos están estrechamente ligados a la calidad de los datos en bruto utilizados. Sin hablar de los problemas generales de este tipo de simulación tales como la evaluación de los coeficientes de cultivo, la profundidad exacta de las raíces (variable según las parcelas), o la precisión de los algoritmos de cálculo en sí, se pudieron constatar varios tipos de datos originales poco confiables, que hacen presagiar algunas inexactitudes en cuanto al resultado final: la proporción de las operaciones informales de riego, la repartición del agua entre subparcelas y la utilización de los derechos de « cacique ». En efecto, la metodología adoptada para la recolección de los datos no tomó en cuenta esas posibilidades que aparecen como poco importantes al inicio del trabajo.

1. REPARTICION DEL AGUA ENTRE LAS PARCELAS

A falta de datos directos de campo, supusimos, en el caso de las parcelas complejas, que el agua se repartía de manera igualitaria entre las subparcelas cultivadas (punto 2.5.2. de la segunda parte).

En realidad, parece, después de una encuesta complementaria, que los usuarios de las parcelas poco dotadas comparten su campo entre cultivos exigentes y rentables (maíz, fréjol, papa, etc.) y cultivos menos exigentes (principalmente pastos), a fin de poder regar adecuadamente los cultivos más rentables (ver el punto 3.1.3. de la tercera parte y el anexo 7). Los cultivos exigentes son entonces regados prioritariamente, y el resto de derechos se utiliza para el riego de los pastos. Estas parcelas representan 45,6 ha (en el caso de dotaciones inferiores a 5 horas por hectárea), es decir aproximadamente 1/4 de las superficies regadas de Urcuquí. En ellas, los cultivos anuales ocupan el 75 % de la superficie, lo que significa que representan alrededor de un cuarto de todos los cultivos anuales practicados en el perímetro. Esta proporción es básicamente la misma en lo que respecta a los cultivos permanentes.

Así, los resultados de nuestros cálculos indican al parecer, en el caso de esas parcelas défcits en los cultivos anuales* más intensos de lo que son probablemente, en especial con una influencia demasiado fuerte de las dosis bajas. Los cuadros 13 y 18 muestran que se puede disminuir el déficit calculado en 10 a 12 % en el caso de los cultivos anuales suprimiendo totalmente la influencia de la dosis. Es sin embargo poco probable que esta compensación de los défcits debidos a la dosis funcione perfectamente, y, razonablemente, se puede evaluar en un 5 a 7 % la sobrestimación de los défcits globales calculados para los cultivos anuales.

Recíprocamente, los défcits calculados para los cultivos permanentes de esas mismas parcelas están probablemente subestimados, pero no es posible evaluar cuantitativamente el error cometido (aunque se puede considerar como probable una subestimación del 10 al 20 %).

2. Negativas y operaciones informales de riego

Se vio la importancia de las negativas de riego y su gran incidencia en el abastecimiento hídrico de los cultivos según los resultados de simulación. Cierta cantidad de negativas

pueden deberse al hecho de que la parcela a regarse ya ha recibido agua en el marco de una utilización informal, de la que el aguatero no tiene conocimiento y que por lo tanto no es tomada en cuenta en la lista de riegos de cada parcela.

En periodos de baja demanda, sucede en efecto que un usuario que no necesita toda el agua a la que tiene derecho ceda una parte a un vecino. Según las encuestas complementarias, pueden existir varias formas:

- Al realizarse el riego, el agua perdida al extremo de las parcelas (remanentes o coladuras) puede ser recogida y utilizada nuevamente en una parcela situada inmediatamente aguas abajo. Este caso fue observado en numerosas ocasiones a lo largo de los trabajos de campo, pero en todos los casos se trataba de volúmenes muy reducidos (ver anexo 9), que no permitían sino el riego de algunos surcos. Tal reutilización del agua requiere una estrecha cooperación voluntaria entre los vecinos y sobre todo circunstancias topográficas favorables: en efecto, es frecuente que los remanentes de una parcela no puedan ser utilizados nuevamente.
- El usuario que se encuentra regando puede decidir trabajar sólo con una parte del caudal. La otra, que continúa circulando en la red de distribución, es considerada entonces como « agua perdida » y puede ser utilizada por cualquiera aguas abajo. En la práctica, no se observó en el campo ninguna división de este tipo. Por otro lado, la utilización del agua « liberada » (considerada aquí también como « agua perdida ») requiere que el usuario aguas abajo conozca de esa disponibilidad. Este sistema puede producirse con una partición de los tiempos de riego y no de los volúmenes. En este caso se pueden emitir las mismas reservas que en el anterior.

Finalmente, se observaron varias veces robos de agua, en los que un usuario toma el agua aguas arriba de la parcela legalmente autorizada.

Estos aportes no contabilizados en nuestra modelización podrían perfectamente entonces originar la sobrestimación de los déficits hídricos calculados (en todos los cultivos) y una sobrestimación de las dosis perdidas por percolación. Sin embargo, las reservas emitidas nos hacen dudar de la importancia cuantitativa de tales operaciones informales. Los cuadros 13 y 18 presentan una proporción de negativas de 37 % para el maíz y el fréjol, y de 22 % en general para el perímetro entero, respectivamente. Estos valores deben corregirse disminuyéndolos para considerar los riegos informales, pero es muy poco probable que una disminución de más de un tercio sea representativa de la realidad.

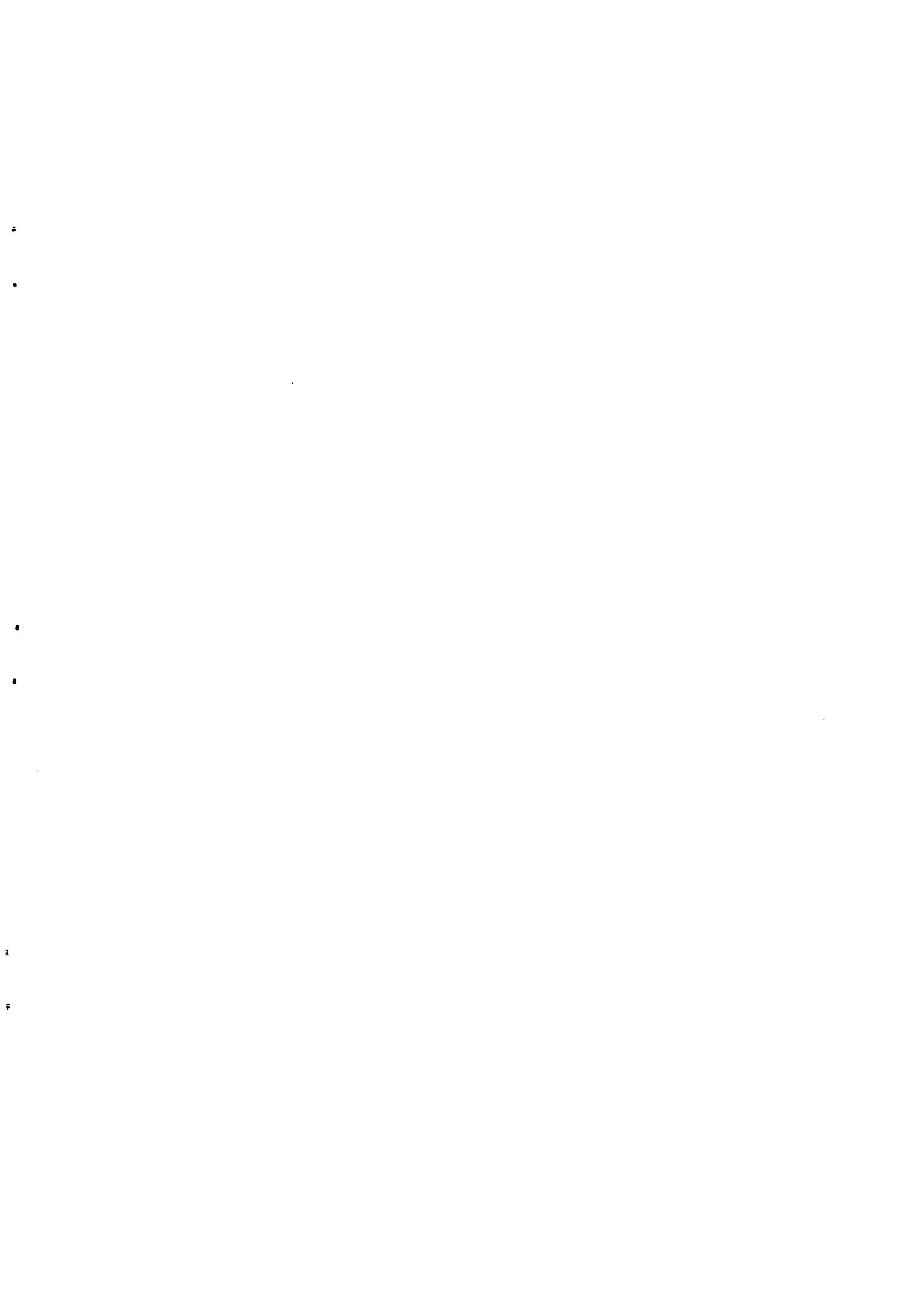
3. RIEGOS DE « CACIQUES »

Se vio que a falta de una observación precisa, muy densa de realizar, tuvimos que considerar como efectivas todas las operaciones de riego de « caciques ». En realidad, el riego no parece desarrollarse según el orden de los derechos legales. En efecto, hay que recordar que los derechos de « caciques » no funcionan con partición del tiempo como es el caso del riego del turno normal, sino con partición del caudal. Si bien las parcelas grandes que poseen un derecho importante pueden manejar un caudal razonable, las pequeñas disponen a menudo de caudales muy reducidos, de 8, y hasta de 4 litros por segundo, lo que es incompatible con las técnicas de riego practicadas. Es frecuente entonces que este derecho no sea utilizado (casos de negativa).

Los déficits hídricos de ciertas parcelas que poseen derechos de « caciques » se acercan a los calculados en el caso de las parcelas que no disponen de tales derechos. En conjunto, habría que revisar, incrementándolos, los déficits globales de las parcelas con derechos de « caciques ». La evaluación de esa alza es imposible.

4. CONCLUSION

Así, a lo largo del estudio aparecieron algunas carencias del sistema de recolección de datos, que no fue posible corregir. De ello resultan imprecisiones en el resultado del modelo, de una importancia difícil de evaluar con exactitud, pero seguramente poca, y que se compensan unas a otras. En conjunto, las conclusiones obtenidas por el modelo de simulación del balance hídrico aquí utilizado corresponden a la realidad. Sin embargo, habrá que tener en cuenta los errores cometidos durante este primer trabajo para afinar el método y permitir la obtención de resultados más rigurosos.



CONCLUSION

Los resultados de la simulación del balance hídrico revelan déficits muy importantes en todos los cultivos. Las explicaciones de tales déficits varían según el tipo de cultivo y la estrategia de los agricultores, factores ambos que juegan un gran papel en la satisfacción de las necesidades de agua de los cultivos.

Existen dotaciones muy elevadas en el caso de numerosas parcelas, en particular las más pequeñas. Ellas se justifican en el marco del turno actual en la medida en que permiten una adecuada repartición del agua en la parcela con poco trabajo humano para el riego, y la práctica de una agricultura relativamente intensiva a bajo costo. Sin embargo, son la causa de la excesiva duración de los turnos de agua.

Las negativas de riego con existencia de cultivo, observadas principalmente en las pequeñas parcelas, son suficientes como para crear en ellas déficits similares a los simulados en el caso de las parcelas grandes en donde la dosis insuficiente de riego es el factor principal de no satisfacción de las necesidades.

Las negativas pueden interpretarse como un deseo de los usuarios de evitarse los gastos de una operación de riego, cuando la lluvia basta en principio para mantener llena la RU. Este cálculo se reveló falso durante la estación 1990-1991 en que las lluvias fueron poco abundantes. Además, la duración de los turnos, asociada a importantes interrupciones de funcionamiento en ese año contribuyó a agravar las consecuencias de tales decisiones.

En todos los casos, los tiempos de espera del agua son demasiado largos, lo que se debe a la vez a un número excesivo de horas a atenderse y a interrupciones de funcionamiento. El abastecimiento hídrico adecuado de los cultivos no puede asegurarse sino gracias al aporte de las lluvias, mientras que la dotación global del perímetro es *a priori* ampliamente suficiente para permitir la satisfacción de la demanda de las plantas incluso en periodos en los que esta última alcanza sus mayor nivel. La estación 1990-1991, objeto des este estudio, fue singular debido a la baja cantidad de lluvias, y el sistema no pudo compensar esa deficiencias, aunque es ese precisamente su papel.

Finalmente, el abastecimiento hídrico poco seguro es un obstáculo a la aplicación de estrategias agrícolas intensivas. Dentro de la gran variedad de explotaciones encontradas en Urcuquí, únicamente las más grandes pueden obtener una ganancia suficiente como para rentabilizar la inversión en trabajo de riego. Los propietarios de las más pequeñas no pueden sacar ingresos suficientes de la sola actividad agrícola y están obligados a una doble actividad que limita aún más sus posibilidades de intensificación. Las estrategias adoptadas entonces cuentan más con el aporte de la lluvia que con el del riego. El sistema de distribución del agua no cumple su papel y habrá que esperar una producción global considerablemente subóptima.

Es necesaria entonces una rehabilitación del sistema de distribución del agua en Urcuquí. Según nuestro trabajo, podemos sugerir:

- la protección de la acequia principal para evitar tener que interrumpir el funcionamiento de la distribución por reparación; un vertedero situado justo aguas abajo de la bocatoma permitiría regular el caudal que circula y dimensionar la bocatoma para captar caudales

importantes, incluso en época de estiaje; también se necesitan protecciones de las partes frágiles de la acequia principal, a fin de evitar los daños debidos a los deslizamientos de terreno; se deben prever igualmente vertederos laterales en los lugares en donde pueden existir aportes laterales en períodos de lluvia;

- la modificación del turno de « caciques » y de los « terceros »; los segundos pueden ser atendidos con un caudal permanente como se practica ya en el caso de una parte de ellos (así ya se ganaría un día de tiempo de espera); la supresión de los derechos de « cacique » no puede hacerse sin el consentimiento de los usuarios que gozan de tal derecho, pero algunos parecen darse cuenta del problema, tanto más cuanto que el manejo de la repartición del agua entre « caciques » plantea a menudo problemas; el riego de las parcelas de « caciques » debe, en todo caso, ser postergado a otro día de la semana, para dejar libre el domingo para los usuarios que no pueden regar durante la semana por tener otra actividad; dentro de la misma idea, se puede concebir dejar que la distribución se prolongue por la noche algunos días;
- la refacción de las obras de repartición del agua entre sectores, con instalación de umbrales para la medición del caudal, a fin de permitir a todos los usuarios constatar la adecuada repartición de los módulos;
- la revisión y legalización de los intercambios de agua entre los sectores, para que todos los turnos se desarrollen con la misma duración; se puede avizorar una nueva división de los sectores para igualar los derechos de agua a entregarse; podría revelarse interesante en este caso prever un sexto sector o separar a San Antonio de la distribución normal asignándole un caudal continuo tomado aguas arriba del reservorio; las manos de agua serían reducidas pero ello no acarrea mayores problemas;
- una nueva repartición de los derechos de agua, en forma conveniente para los usuarios, para evitar las sobredotaciones de ciertas parcelas y acortar los turnos en la misma medida; con una dotación de 5 horas por hectárea para todas las parcelas (dosis de riego de 70 mm), se llevaría la duración de los turnos a 17 días (14,4 en el caso de división en 6 sectores, 16 separando a San Antonio).

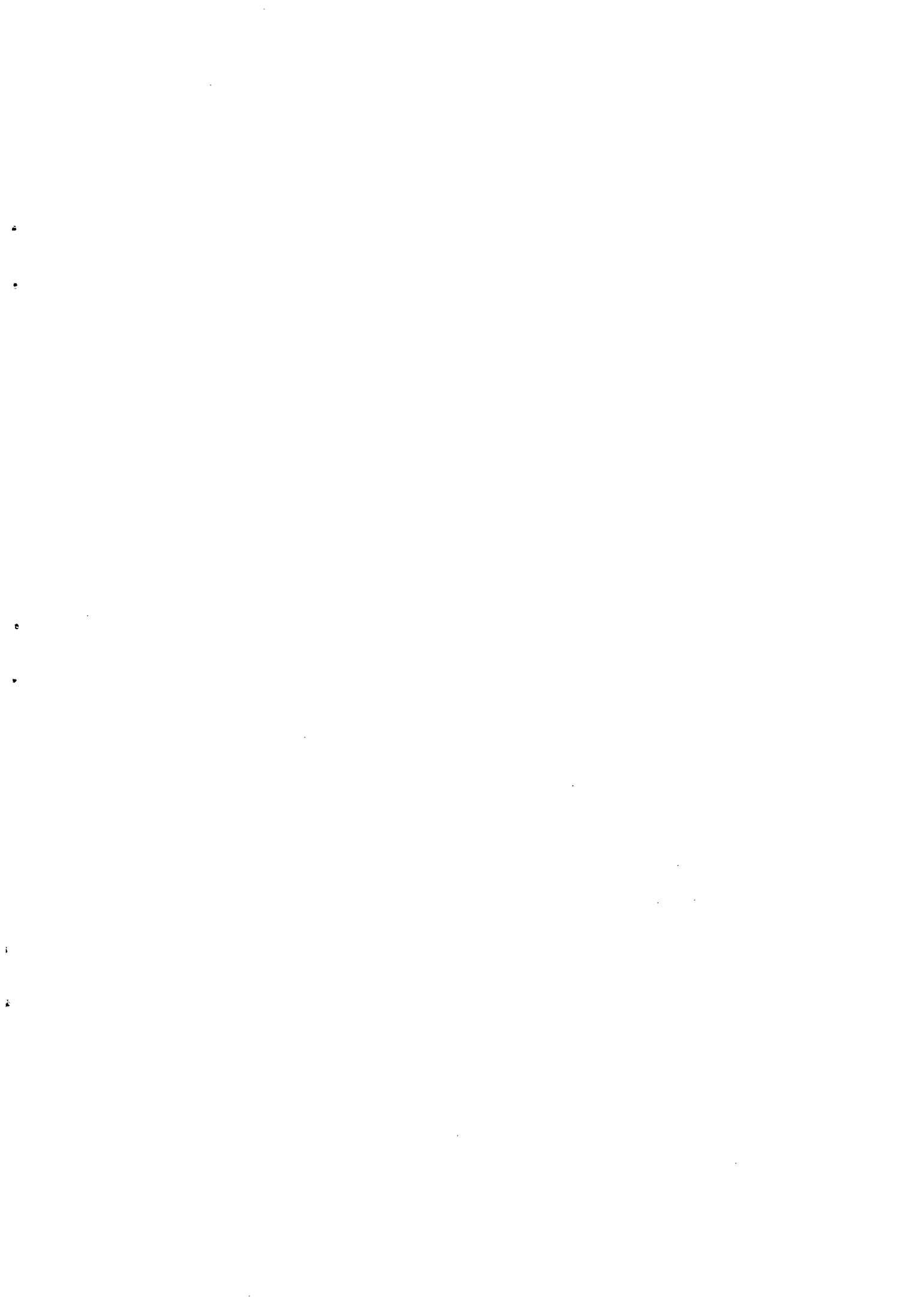
Esta lista indicativa está lejos de ser exhaustiva y se podría aun citar el mejoramiento del estatus del aguatero, la responsabilización de los usuarios mediante el pago de cuotas más elevadas mediante un precio mayor del agua, que permitirían a la junta disponer de mayor cantidad de fondos para el mantenimiento de la red...

Así, se debería asegurar el abastecimiento hídrico de los cultivos y permitir a los usuarios adoptar el grado de intensificación necesario según el contexto económico actual. Los pequeños propietarios podrían obtener mejores condiciones para retomar sus actividades agrícolas. Los dueños de las parcelas grandes (cultivadas ya de manera más intensiva) verían también disminuir los riesgos hídricos.

Tales modificaciones deberían determinar un aumento de la producción global, puesto que la seguridad en el abastecimiento hídrico permitiría que se retomaran las inversiones agrícolas — insumos, semillas... — y un incremento de las superficies cultivadas con dos cosechas por año, así como de los rendimientos.

Anexos

Anexo N°1: lluvias y caudales en Urcuqui durante el periodo de estudio	A1
Anexo N°2: ejemplo de almacenamiento de los datos bajo Dbase	A9
Anexo N°3: coeficientes de cultivo seleccionados para la simulación del balance hídrico	A15
Anexo N°4: listado de las parcelas de Urcuqui (extracto del catastro)	A17
Anexo N°5: resumen del funcionamiento real de los turnos de agua	A25
Anexo N°6: velocidad del flujo de agua en los canales de la red de distribución	A39
Anexo N°7: análisis por parcela	A45
Anexo N°8: algunos resultados del cálculo de la simulación del balance hídrico	A51
Anexo N°9: estudio de la eficiencia de aplicación del agua en la parcela	A81



Anexo N°1: lluvias y caudales en Urcuqui durante el periodo de estudio, del 01/06/90 al 30/06/91

Anexos

Lluvias

Dia	Junio	Julio	Ago sto	Seti emb re	Oct ubre	Novi emb re	Dici em bre	Enero	Febr ero	Marz o	Abril	Mayo	Junio
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,3	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0	3,0	0	0
3	0	0	0	0	0	3,5	0	0	0	1,8	0	0	0
4	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0	16,4	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,6	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	3,6	0	0	9,0	0	0	0	0	0	4,1	0	0
9	0	4,3	0	0	18,0	0	0	0	0	4,4	0	0	0
10	0	8,0	0	0	0	0	0	11,3	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	32,3	0	0	3,4	0	4,4	1,9	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	23,4	0	0	0	4,0	0	6,8	0	0
14	0	0	0	0	6,2	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	7,6	0	0	0	0	7,4	0	0
17	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	3,6	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,6	0
19	0	0	0	5,0	0	0	0	0	0	0	0	25,0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,4	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,9	0
22	0	0	0	0	8,4	6,8	0	0	0	0	0	3,6	0
23	0	0	0	0	6,5	0	0	0	0	17,1	0	16,2	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,5	0	0	0
26	0	0	0	0	8,2	0	0	0	0	11,3	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0		2,1	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	25,7	0		15,4	0	0	0
31		0	0		0		0	0		0		0	

Total	0	15,9	0	5	113	20	25,7	14,7	4	148	23,2	77,3	0
-------	---	------	---	---	-----	----	------	------	---	-----	------	------	---

Total durante los 13 meses de estudio: 446 mm.

Caudales distribuidos a los sectores

Los caudales indicados son los distribuidos a las parcelas: se trata de los valores de los regadores, expresados en litros por segundo.

Fecha	Sector A			Sector B			Sector C			Sector DE			Sector FG		
	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h
22/6/90	39,4	34,3	21,1	51,0	35,0	23,2	37,5	37,5	27,7	44,1	25,4	23,7	47,5	34,8	29,7
23/6/90	44,7	39,3	30,8	51,0	40,0	27,0	40,9	35,7	13,6	32,7	23,7	13,8	50,7	29,7	14,9
24/6/90	33,5	29,4	22,9	40,0	35,0	30,0	34,0	30,9	27,7	55,7	41,8	33,5	52,3	41,6	33,5
25/6/90	39,4	24,5	23,3	52,0	51,0	42,0	27,7	37,5	34,0	49,8	37,7	31,8	50,0	37,5	35,2
26/6/90	39,4	39,4	24,5	52,0	57,0	39,8	44,4	37,5	37,5	37,7	44,6	38,4	37,5	30,6	28,6
27/6/90	39,4	39,4	29,4	52,0	59,0	44,0	44,4	40,9	34,0	33,0	40,0	33,0	50,4	59,8	50,4
28/6/90	39,4	29,4	29,4	44,0	51,0	35,0	37,5	30,9	34,0	49,8	47,6	38,7	50,0	44,0	52,9
29/6/90	42,0	29,4	29,4	58,0	51,0	31,0	44,2	15,9	20,0	39,5	33,1	21,8	39,7	54,9	25,2
30/6/90	39,4	24,5	7,7	0,0	0,0	0,0	50,0	38,4	28,9	39,4	35,0	31,8	35,8	30,0	35,2
1/7/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/7/90	39,4	39,4	29,4	62,0	53,0	44,0	37,5	37,5	27,7	48,5	45,0	40,0	59,5	37,5	35,0
6/7/90	50,0	39,4	30,0	37,0	40,0	25,0	30,9	27,7	34,0	33,0	26,0	20,0	58,6	41,0	20,4
7/7/90	39,4	24,5	21,1	37,0	31,0	30,0	34,0	30,9	21,7	0,0	0,0	0,0	58,0	35,2	26,9
8/7/90	44,7	39,4	30,0	45,0	50,0	30,0	34,0	24,6	18,8	40,0	40,0	34,8	39,2	32,8	26,3
9/7/90	44,7	39,4	24,5	55,0	52,0	31,0	34,0	37,5	34,0	46,3	40,0	30,1	53,5	43,4	30,1
10/7/90	44,7	39,4	34,3	56,0	49,3	38,6	34,0	48,4	34,0	31,6	35,0	30,0	38,8	28,5	18,2
11/7/90	34,3	24,5	24,5	31,0	27,3	21,4	50,2	46,4	52,6	45,3	25,3	42,9	38,1	58,1	32,3
12/7/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13/7/90	39,4	34,3	21,1	51,0	50,0	45,0	37,5	34,0	24,6	40,0	37,7	15,8	43,4	37,5	24,6
14/7/90	39,4	29,4	25,1	40,0	24,0	23,4	37,5	34,0	34,0	41,8	31,8	31,8	41,6	35,2	35,2
15/7/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16/7/90	39,4	29,4	20,0	40,0	18,0	15,0	34,0	37,5	26,1	35,9	31,8	20,0	39,3	35,2	20,4
17/7/90	34,3	24,5	21,5	32,8	28,8	22,5	37,5	34,0	26,1	34,6	35,9	20,7	48,8	39,3	54,5
19/7/90	39,4	29,4	20,0	58,0	51,0	30,0	37,5	30,9	25,0	42,2	32,4	32,4	49,4	42,8	42,8
20/7/90	29,4	29,4	25,0	51,0	44,9	35,2	27,7	37,5	27,7	42,2	48,2	34,2	49,4	59,8	41,0
21/7/90	39,4	29,4	25,0	51,0	40,0	33,2	37,5	34,0	27,7	40,0	34,2	30,1	43,4	41,0	36,9
22/7/90	39,4	39,4	24,5	51,0	50,0	36,9	37,5	34,0	30,9	32,4	32,4	45,6	42,8	42,8	21,4
23/7/90	39,4	0,0	24,5	44,0	30,0	18,0	37,5	34,0	34,0	47,9	38,1	32,4	51,9	45,3	42,8
24/7/90	39,4	39,4	36,7	45,0	45,0	44,0	40,9	40,9	30,9	63,0	50,0	45,0	36,8	19,6	20,4
25/7/90	39,4	34,3	29,4	44,0	51,0	24,0	61,4	57,8	52,5	33,0	26,0	40,0	50,4	49,2	35,2
26/7/90	25,0	36,1	17,2	0,0	0,0	0,0	38,3	45,3	39,6	60,6	44,1	65,9	39,2	47,5	33,9
27/7/90	39,4	34,3	30,0	0,0	0,0	0,0	40,9	37,5	30,9	80,2	33,0	41,3	35,8	34,0	29,5
28/7/90	44,7	34,3	28,8	55,0	51,0	51,0	44,4	30,9	30,9	71,6	26,0	26,0	36,4	65,6	65,6
29/7/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30/7/90	39,4	24,5	24,5	51,0	51,0	17,8	34,0	25,0	21,7	44,1	45,9	33,5	47,5	45,7	33,5
31/7/90	39,0	32,0	22,5	45,0	40,0	30,0	42,0	40,0	29,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1/8/90	34,3	29,4	21,1	44,0	37,0	20,0	40,9	37,5	24,6	49,4	45,9	33,5	42,2	45,7	33,5
2/8/90	39,4	29,4	24,5	34,0	40,0	27,0	37,5	37,5	24,6	34,2	33,5	33,5	41,0	33,5	33,5
3/8/90	39,4	29,4	24,5	57,0	40,0	25,0	34,0	34,0	24,6	44,1	44,1	33,5	47,5	47,5	33,5
4/8/90	29,4	21,1	14,7	57,0	31,0	23,8	37,5	37,5	40,9	35,9	38,4	20,8	39,3	28,6	13,3
5/8/90	29,4	21,1	17,7	50,0	24,0	27,0	37,5	34,0	30,9	45,3	45,0	43,1	38,1	30,5	17,1
6/8/90	24,5	21,1	17,7	40,0	29,0	25,6	37,5	34,0	34,0	44,1	41,8	33,5	47,5	41,6	33,5
7/8/90	29,4	24,5	17,7	51,0	44,0	15,8	37,5	37,5	34,0	41,8	22,9	39,4	41,6	52,3	35,8
9/8/90	22,4	22,4	20,0	0,0	0,0	0,0	58,7	50,4	12,9	51,7	31,8	31,8	48,1	35,2	35,2
10/8/90	22,4	22,4	20,0	0,0	0,0	0,0	40,9	37,5	34,0	48,2	27,1	31,5	51,6	33,1	28,7
11/8/90	44,7	44,7	32,6	0,0	0,0	0,0	49,8	37,6	79,5	33,0	26,0	26,0	58,6	57,4	57,4
12/8/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13/8/90	34,3	29,4	25,0	51,0	40,0	30,0	28,0	25,0	20,0	53,4	41,4	32,9	34,6	37,8	29,3
14/8/90	34,3	21,1	14,7	23,0	24,0	27,2	0,0	0,0	0,0	71,6	55,2	40,0	60,4	44,6	43,4
15/8/90	29,4	24,5	14,7	34,0	31,0	16,2	34,0	16,2	18,8	40,0	33,0	14,0	59,8	58,6	46,2
16/8/90	39,4	41,4	39,4	47,0	29,0	10,0	0,0	0,0	0,0	63,0	40,0	20,0	32,0	32,5	28,5
17/8/90	29,4	21,1	20,0	50,0	44,0	34,5	37,5	30,9	25,0	47,4	33,0	20,0	36,0	42,2	33,4
18/8/90	29,4	21,1	14,7	18,0	25,0	15,7	37,2	34,0	24,6	47,6	28,4	41,4	44,0	31,8	18,9
19/8/90	34,3	24,5	14,7	44,0	24,0	36,6	37,5	34,0	27,7	27,5	60,2	36,5	34,7	37,4	10,5
20/8/90	24,5	24,5	14,7	44,0	37,0	20,0	37,5	37,5	24,6	44,2	28,4	25,3	0,0	0,0	0,0

Anexos

21/8/90	34,3	39,4	25,0	44,0	31,0	27,4	40,9	44,4	27,7	59,2	50,9	46,8	0,0	0,0	0,0
22/8/90	39,4	24,5	21,1	50,0	18,0	25,0	44,4	40,9	34,0	37,0	31,9	27,2	0,0	0,0	0,0

Fecha	Sector A			Sector B			Sector C			Sector DE			Sector FG		
	6h	12h	15h	6h	12h	15h	6h	12h	15h	6h	12h	15h	6h	12h	15h
23/8/90	34,3	24,5	20,0	29,0	29,0	20,0	40,9	40,9	30,0	39,1	31,9	27,2	0,0	0,0	0,0
24/8/90	39,4	24,5	14,7	40,0	24,0	17,8	40,9	37,5	27,7	49,0	18,9	10,8	42,0	37,5	18,8
26/8/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30/8/90	29,4	29,0	25,0	50,0	46,0	35,0	40,9	37,5	18,8	42,2	29,4	23,7	49,4	45,8	36,5
31/8/90	39,0	32,0	22,5	45,0	40,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1/9/90	24,5	21,1	20,0	24,0	23,0	20,0	37,5	34,0	30,0	42,2	30,1	25,0	49,4	36,9	25,1
2/9/90	21,1	24,5	25,0	29,0	29,0	25,0	34,0	37,5	30,9	42,2	42,2	33,5	49,4	49,4	33,5
3/9/90	24,5	21,1	16,6	50,0	30,0	24,8	34,0	24,6	20,0	37,7	37,7	13,9	37,5	37,5	27,4
4/9/90	34,3	24,5	21,1	51,0	29,0	25,0	37,5	27,7	15,0	51,7	25,0	20,4	48,1	25,0	15,0
5/9/90	24,5	24,5	14,7	51,0	40,0	20,0	18,8	18,8	13,7	40,0	33,0	25,0	59,8	50,4	36,4
6/9/90	24,5	29,4	24,5	44,0	30,0	18,0	37,5	40,9	37,5	42,5	49,8	37,7	57,3	50,0	37,5
7/9/90	21,1	24,5	20,0	29,0	18,0	67,2	40,9	37,5	18,8	38,8	33,6	18,6	28,2	33,4	21,8
8/9/90	33,5	29,4	22,9	29,0	31,0	145,0	34,0	30,9	30,9	53,1	19,5	19,5	38,5	14,6	14,6
9/9/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10/9/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	30,9	25,0	49,8	32,3	25,0	25,6	19,7	20,0
11/9/90	39,4	44,7	30,0	44,0	40,0	25,0	40,9	37,5	30,0	42,8	36,1	20,0	28,2	28,9	25,1
12/9/90	44,7	40,0	34,3	44,0	50,0	40,0	40,9	39,2	37,5	44,1	41,8	33,5	47,5	41,6	33,5
16/9/90	39,4	24,5	25,0	40,0	31,0	38,0	37,5	34,0	27,7	40,9	38,7	29,1	58,9	52,9	25,1
17/9/90	34,3	25,0	20,0	44,0	40,0	35,2	40,9	44,4	30,9	36,5	41,8	33,5	46,9	41,6	33,5
18/9/90	34,3	29,4	14,7	44,0	24,0	13,0	37,5	37,5	24,6	44,1	39,4	30,1	47,5	35,8	30,1
19/9/90	24,5	24,5	14,7	40,0	31,0	14,6	37,5	40,9	27,7	49,4	35,3	37,7	42,2	31,7	37,5
20/9/90	34,3	21,1	17,7	47,0	47,0	22,9	40,9	30,9	26,2	40,0	47,6	42,2	43,4	44,0	49,4
21/9/90	29,4	24,5	21,1	40,0	32,0	35,0	34,0	21,7	20,3	33,0	40,0	40,0	50,4	51,6	51,6
22/9/90	44,7	24,5	25,3	40,0	51,0	51,0	37,5	39,4	37,5	40,0	42,0	40,0	39,2	41,2	39,2
23/9/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24/9/90	39,4	21,1	17,7	53,0	45,0	19,8	35,0	35,0	30,9	40,0	40,0	33,0	51,6	57,9	58,6
25/9/90	29,4	24,5	19,4	51,0	51,0	37,0	40,9	35,0	30,0	40,0	33,0	33,0	51,6	42,2	42,2
26/9/90	24,5	29,4	21,1	47,0	40,0	24,0	44,4	44,4	42,7	39,4	41,8	40,0	35,8	41,6	32,7
27/9/90	24,5	24,5	14,7	44,0	54,0	40,0	48,4	48,4	40,0	42,2	47,6	40,0	49,4	44,0	45,0
28/9/90	29,4	24,5	17,7	40,0	24,0	23,8	44,4	40,9	35,7	45,3	54,1	37,7	38,1	21,1	37,5
29/9/90	24,5	21,1	14,7	40,0	31,0	30,0	50,0	35,0	25,0	42,2	31,8	30,1	49,4	35,2	30,1
5/10/90	30,0	24,5	14,7	40,0	35,0	31,0	40,9	37,5	37,5	42,5	23,5	35,3	57,3	59,9	31,7
6/10/90	44,7	50,0	34,6	45,0	33,0	33,0	0,0	0,0	0,0	24,9	17,3	17,3	50,1	48,8	48,8
7/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8/10/90	24,5	24,5	20,0	50,0	27,0	25,0	18,8	34,0	27,7	48,2	34,6	23,2	59,8	48,8	23,6
9/10/90	29,4	21,1	21,1	29,0	25,5	20,0	40,9	44,4	34,0	37,7	19,4	35,3	37,5	55,8	31,7
10/10/90	24,5	24,5	21,1	50,0	33,0	34,0	44,4	37,5	34,0	35,3	22,0	20,4	31,7	31,4	26,4
13/10/90	34,3	24,5	17,7	0,0	0,0	0,0	44,4	44,4	21,7	40,0	26,0	20,0	43,4	49,2	40,2
14/10/90	64,8	29,4	25,0	0,0	0,0	0,0	44,4	48,4	25,0	47,4	40,0	40,0	44,2	51,6	44,0
15/10/90	21,1	19,4	21,1	35,0	27,0	20,0	32,4	30,9	27,7	40,0	33,0	30,0	40,0	34,0	30,0
16/10/90	21,1	34,3	21,1	29,0	27,0	20,0	0,0	0,0	0,0	55,0	52,3	38,6	40,4	23,1	19,0
17/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,6	37,7	28,8	0,0	0,0	0,0
25/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30/10/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4	44,4	37,5	49,8	44,1	41,8	50,0	47,5	41,6
31/10/90	39,0	32,0	22,5	45,0	40,0	30,0	42,0	40,0	29,5	42,0	37,0	31,0	48,0	41,5	35,5
1/11/90	17,7	18,6	17,7	31,0	34,0	24,0	40,9	39,2	34,0	33,0	33,0	26,0	50,4	50,4	41,0
2/11/90	30,0	14,7	12,1	23,0	25,0	25,0	34,0	30,9	24,6	26,0	26,0	25,0	41,0	34,2	30,0

Anexos

3/11/90	29,4	31,8	12,1	27,2	25,0	20,0	0,0	0,0	0,0	28,4	22,2	22,2	0,0	0,0	0,0
4/11/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/11/90	40,0	34,3	21,1	45,0	24,0	23,2	44,4	37,5	24,6	41,8	26,4	33,6	41,6	40,6	33,4
6/11/90	57,4	57,4	39,4	31,0	33,0	38,0	0,0	0,0	0,0	36,8	37,0	30,1	54,8	30,0	30,1

Fecha	Sector A			Sector B			Sector C			Sector DE			Sector FG		
	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h
7/11/90	29,4	24,5	21,1	40,0	37,0	23,2	40,9	34,0	21,7	51,9	45,7	38,1	56,1	45,9	45,3
8/11/90	34,3	29,4	21,1	37,0	44,0	31,0	35,7	34,0	27,7	21,0	21,0	17,5	49,7	49,7	35,0
9/11/90	29,4	29,4	24,5	47,0	44,0	24,0	37,5	34,0	32,4	30,1	29,7	26,4	36,9	35,0	30,0
10/11/90	29,4	29,4	14,7	25,0	20,0	15,0	37,5	48,4	21,7	37,7	28,4	16,8	37,5	31,8	17,2
11/11/90	29,4	24,5	19,7	29,0	35,0	23,4	44,4	40,0	35,3	44,4	32,5	25,0	63,6	50,0	31,7
13/11/90	35,0	21,1	14,7	29,0	29,0	21,2	51,8	56,1	25,0	38,7	28,6	20,3	30,6	23,3	16,6
14/11/90	24,5	24,5	20,0	47,0	23,0	20,0	40,9	48,4	20,0	38,7	24,5	20,0	61,1	42,5	30,0
15/11/90	29,4	24,5	12,1	47,0	40,0	13,0	52,4	40,9	30,9	38,7	32,4	36,8	61,1	51,0	45,0
16/11/90	29,4	24,5	25,0	44,0	40,0	20,2	40,0	44,4	30,9	38,7	31,1	36,8	40,0	40,0	35,0
17/11/90	29,4	24,5	19,7	54,0	45,0	40,0	54,8	50,4	50,4	40,0	20,0	20,0	51,6	20,0	20,0
18/11/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22/11/90	29,4	29,4	21,1	44,0	47,0	24,0	48,4	44,4	40,9	33,0	20,0	20,0	50,4	33,4	40,2
23/11/90	39,4	34,3	21,1	44,0	44,0	44,0	55,0	50,0	50,0	33,0	33,0	26,0	34,0	39,4	41,0
24/11/90	29,4	24,5	21,1	50,0	57,0	15,0	58,7	55,0	40,0	45,0	23,4	92,1	63,0	43,6	55,9
26/11/90	29,4	26,9	21,1	58,0	57,0	10,0	48,4	48,4	30,9	81,2	32,2	53,1	0,0	0,0	0,0
27/11/90	34,3	34,3	14,7	44,0	35,0	27,2	40,9	37,5	27,7	41,9	34,0	24,9	49,7	41,2	35,3
28/11/90	29,4	29,4	9,5	55,0	35,0	16,2	48,4	52,4	18,8	46,3	35,9	22,0	61,7	48,9	31,4
29/11/90	34,3	34,3	30,0	51,0	40,0	40,0	48,4	44,4	33,9	34,3	31,1	24,9	49,1	44,3	35,3
30/11/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3/12/90	34,3	29,4	24,5	45,0	44,0	30,0	48,4	40,9	40,0	40,6	47,4	40,0	40,0	35,0	30,0
4/12/90	39,4	35,0	12,1	44,0	29,0	33,0	48,4	44,4	37,5	46,3	41,9	34,3	50,0	49,7	49,1
5/12/90	44,7	34,3	29,4	64,0	51,0	42,0	44,4	48,4	34,0	46,3	40,0	34,3	50,0	51,6	49,1
6/12/90	39,4	34,3	14,7	0,0	0,0	0,0	52,4	61,8	44,4	50,5	49,2	39,0	61,5	27,8	32,0
7/12/90	39,4	34,3	17,7	0,0	0,0	0,0	54,8	50,4	40,9	60,0	50,0	45,0	55,0	43,9	44,5
8/12/90	34,3	29,4	24,5	44,0	29,0	20,2	44,4	40,9	32,4	42,5	34,6	26,7	55,0	45,0	35,0
9/12/90	39,4	24,5	17,7	35,0	48,0	37,0	46,4	44,4	37,5	40,0	32,4	26,7	51,6	51,0	35,0
10/12/90	29,4	29,4	17,7	51,0	35,0	20,0	58,8	45,0	28,6	34,6	30,2	28,6	45,0	35,0	30,0
11/12/90	39,4	24,5	17,7	25,0	19,0	25,0	52,3	45,0	20,0	34,6	38,7	21,7	57,0	40,0	25,1
14/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21/12/90	79,6	50,0	24,5	0,0	0,0	0,0	44,4	40,9	40,9	40,0	40,0	40,0	51,6	43,4	43,4
22/12/90	24,5	17,7	14,7	29,0	25,0	20,0	37,5	34,0	27,7	43,8	35,1	28,8	73,2	35,3	20,0
23/12/90	44,7	39,4	20,0	40,0	35,0	30,0	48,4	40,9	37,5	30,2	22,6	18,7	45,0	44,4	28,1
24/12/90	39,4	34,3	17,7	37,0	30,0	18,0	44,4	48,4	34,0	46,3	34,3	35,6	50,0	40,0	39,6
25/12/90	24,5	25,7	24,5	51,0	40,0	23,0	48,4	40,9	35,0	44,4	40,0	35,0	50,0	45,0	35,0
26/12/90	29,4	24,5	21,1	40,0	35,0	30,0	48,4	52,4	34,0	57,9	57,9	48,1	25,5	40,0	40,0
27/12/90	34,3	21,1	20,0	35,0	30,0	25,9	52,4	44,4	37,5	46,5	44,4	36,0	55,0	50,0	45,0
28/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31/12/90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10/1/91	34,3	30,0	24,5	40,0	35,0	31,0	30,9	30,9	37,5	40,0	38,4	38,4	40,0	35,0	30,0
11/1/91	39,4	24,5	17,7	45,0	43,0	25,6	44,4	40,9	30,9	33,0	33,0	20,0	42,2	34,0	26,8
12/1/91	34,3	24,5	21,5	51,0	53,6	51,0	44,4	48,4	48,4	33,0	33,0	24,1	45,0	40,0	35,0

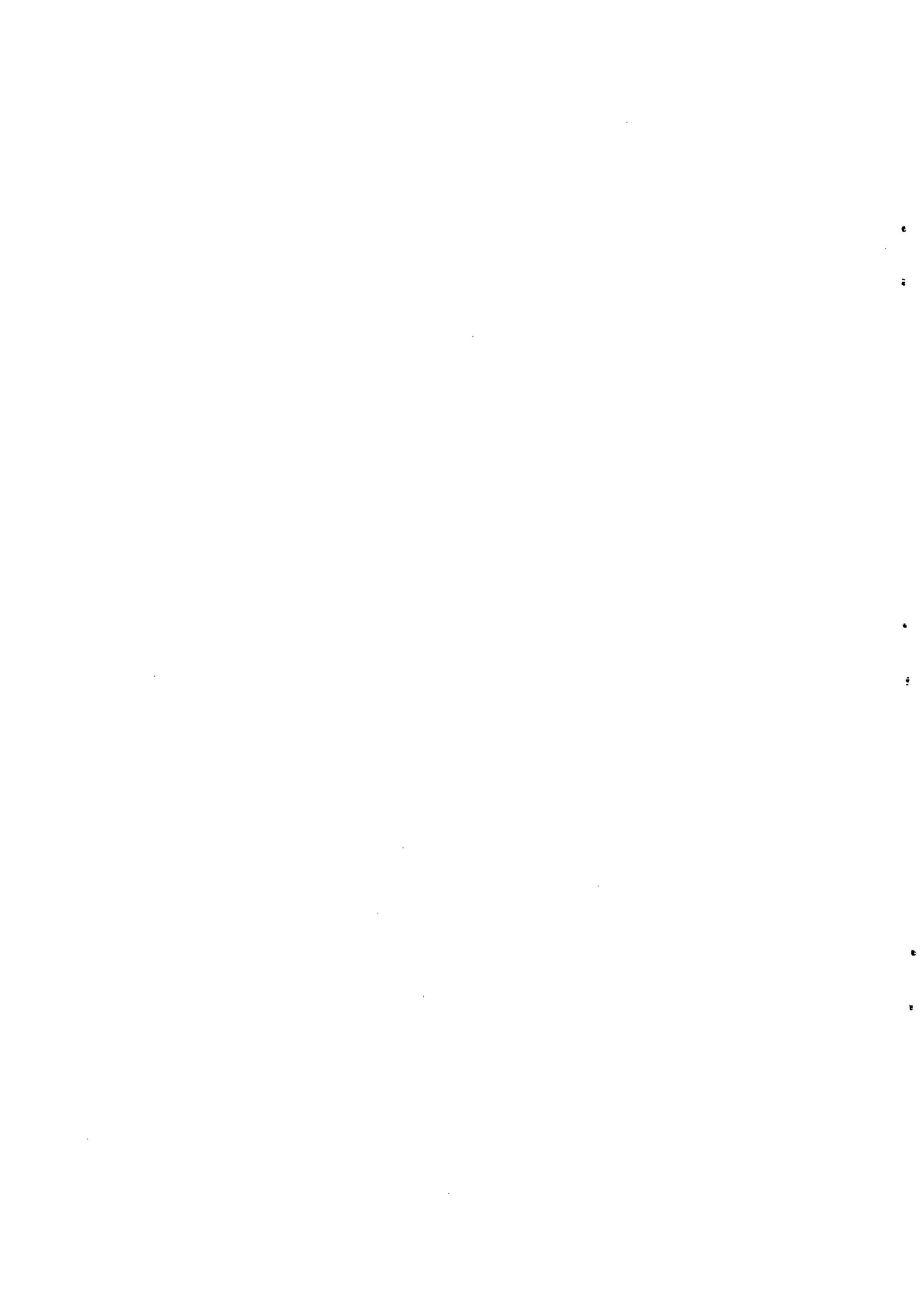
Anexos

13/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14/1/91	34,3	24,5	39,4	40,0	45,0	31,0	40,9	40,9	30,9	45,0	40,0	26,0	35,0	30,4	18,8
15/1/91	24,5	20,0	20,0	44,0	33,0	20,2	44,4	37,5	27,7	30,0	26,0	26,0	20,0	16,7	22,9
16/1/91	44,7	39,4	24,5	0,0	0,0	0,0	44,4	40,9	31,1	24,0	25,0	23,4	40,4	45,0	52,8
17/1/91	39,4	39,4	44,7	0,0	0,0	0,0	48,4	34,0	30,1	46,4	45,0	31,2	45,0	40,0	35,0
18/1/91	50,0	45,0	35,0	0,0	0,0	0,0	48,4	52,4	46,4	34,6	34,6	27,8	49,4	49,4	49,3

Fecha	Sector A			Sector B			Sector C			Sector DE			Sector FG		
	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h	6 h	12 h	15 h
19/1/91	34,3	44,7	24,5	0,0	0,0	0,0	52,4	54,8	48,4	54,1	34,6	74,1	21,1	57,0	57,9
20/1/91	55,0	45,0	35,0	0,0	0,0	0,0	52,4	30,9	13,6	32,4	20,6	14,9	58,6	33,4	24,1
21/1/91	64,8	50,0	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,8	46,3	16,5	57,0	53,5	17,6
22/1/91	21,1	21,1	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,3	58,3	47,1	53,5	73,7	68,9
23/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,4	60,4	48,5	79,6	79,6	59,5
24/1/91	24,5	39,4	36,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	46,8	25,0	50,0	45,0	25,0
25/1/91	39,4	34,3	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7	27,6	27,6	51,3	49,4	49,4
26/1/91	39,4	34,3	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	25,0	14,0	35,0	30,0	25,0
27/1/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28/1/91	0,0	0,0	0,0	30,8	27,0	21,1	0,0	0,0	0,0	33,0	40,0	47,4	30,0	18,5	22,9
29/1/91	45,0	35,0	21,1	0,0	0,0	0,0	59,4	55,0	40,0	45,0	37,8	34,6	35,0	30,0	30,0
30/1/91	50,0	34,3	29,4	0,0	0,0	0,0	34,0	37,5	34,0	63,0	63,0	55,2	53,0	53,0	52,8
31/1/91	39,0	32,0	22,5	45,0	40,0	30,0	42,0	40,0	29,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2/91	39,4	36,7	24,5	0,0	0,0	0,0	40,9	37,5	30,9	50,5	58,2	38,4	50,0	50,0	40,0
2/2/91	24,5	72,2	17,7	0,0	0,0	0,0	57,1	40,9	13,6	48,4	45,0	19,7	45,0	40,0	35,0
3/2/91	44,7	29,4	25,0	40,0	35,2	27,6	45,0	35,0	30,0	29,2	32,3	30,0	44,0	35,0	31,3
4/2/91	24,5	39,4	34,3	52,0	40,0	37,0	48,4	35,0	30,0	34,2	37,7	24,6	45,2	41,7	31,4
5/2/91	24,5	22,8	20,0	44,0	44,0	18,0	40,9	34,0	27,3	42,2	47,9	31,8	49,4	40,0	35,2
6/2/91	24,5	21,1	17,7	51,0	24,0	30,8	44,2	37,0	35,0	34,2	34,2	18,4	45,2	45,2	21,6
7/2/91	21,1	21,1	20,0	24,0	23,0	20,0	48,3	40,0	35,8	33,7	27,4	28,0	33,5	34,2	28,0
8/2/91	34,3	29,4	17,7	35,3	31,0	24,2	45,0	40,0	37,5	45,9	28,8	16,5	45,7	25,0	17,6
9/2/91	44,7	39,4	12,1	30,0	25,0	20,0	37,5	39,4	37,5	26,0	14,0	14,0	41,0	20,0	20,0
10/2/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11/2/91	34,3	29,4	25,0	18,0	16,0	15,0	44,4	40,9	40,9	40,0	30,1	25,0	43,4	36,9	25,0
12/2/91	29,4	24,5	19,7	51,0	40,0	33,2	52,4	27,7	29,2	44,1	44,4	30,0	40,0	35,0	25,0
13/2/91	29,4	21,1	17,7	30,0	24,0	23,0	46,4	40,0	35,0	33,0	26,0	26,0	30,0	30,0	30,0
14/2/91	29,4	21,1	12,1	40,0	29,0	21,6	48,4	37,5	24,6	33,0	20,0	20,0	50,4	40,0	35,0
15/2/91	24,5	24,5	17,9	51,0	32,0	30,3	27,7	21,7	13,6	33,0	26,0	14,0	42,3	31,6	32,8
16/2/91	29,4	21,1	20,0	30,0	21,0	25,9	34,0	30,0	13,6	30,6	25,0	20,0	13,5	13,4	15,3
17/2/91	34,3	29,4	12,1	45,0	44,0	32,5	37,5	37,5	13,6	50,0	45,0	18,7	40,9	21,1	28,1
18/2/91	24,5	21,1	20,0	0,0	0,0	0,0	34,0	37,5	26,1	51,1	45,2	32,9	40,5	38,2	27,3
19/2/91	29,4	29,4	29,4	0,0	0,0	0,0	37,5	37,5	30,9	55,0	50,0	40,0	41,2	30,0	25,0
20/2/91	39,4	44,7	17,7	44,0	40,0	20,0	34,0	34,0	16,2	37,7	31,8	30,1	37,5	35,2	30,1
21/2/91	34,3	24,5	17,7	44,0	29,0	25,0	30,2	30,0	25,0	66,9	58,9	52,8	41,1	40,9	38,8
22/2/91	34,3	24,5	24,5	44,0	35,0	19,0	37,8	35,0	33,7	58,9	41,1	25,1	40,9	34,1	28,3
23/2/91	29,4	44,7	27,1	29,0	37,0	35,0	30,9	32,5	30,9	28,8	25,0	25,0	38,2	30,0	25,0
24/2/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25/2/91	24,5	24,5	14,7	40,0	31,0	25,9	24,6	25,8	24,6	31,2	18,8	28,8	44,0	48,2	38,2
26/2/91	29,4	24,5	21,1	50,0	24,0	20,0	27,7	34,0	21,7	34,7	24,1	27,0	34,5	33,5	30,7
27/2/91	24,5	24,5	17,7	31,0	23,0	13,0	35,0	27,7	21,7	32,9	22,6	18,2	36,3	29,4	18,6
28/2/91	44,7	38,9	29,4	59,0	44,0	35,0	48,4	37,5	34,0	34,9	34,9	26,3	38,3	38,3	29,7
1/3/91	34,3	29,4	21,1	35,0	42,0	28,1	27,7	27,7	20,2	30,8	24,5	20,0	34,2	34,9	26,6
2/3/91	39,4	39,4	14,7	37,0	35,0	26,3	40,9	37,5	21,7	39,0	29,7	17,3	60,8	53,7	36,1
3/3/91	39,4	24,5	29,4	44,0	50,0	31,0	34,0	37,5	37,5	49,8	37,7	31,8	50,0	37,5	35,2
5/3/91	39,4	39,4	20,0	25,0	20,0	15,0	30,9	27,7	21,4	26,0	47,4	26,0	27,9	29,6	22,5
6/3/91	55,0	29,4	25,0	0,0	0,0	0,0	30,9	24,6	20,3	58,4	52,0	40,0	0,0	0,0	0,0
7/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexos

15/3/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16/3/91	24,5	21,1	17,7	0,0	0,0	0,0	26,3	20,9	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17/3/91	29,4	24,5	24,5	0,0	0,0	0,0	27,7	37,5	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18/3/91	29,4	24,5	14,7	47,0	24,0	8,0	45,5	50,1	16,4	26,0	26,0	20,0	49,2	49,2	47,0
19/3/91	30,0	24,5	20,0	51,0	24,0	31,0	30,9	24,6	18,8	25,0	32,9	20,4	56,6	36,3	26,4
20/3/91	29,4	24,5	20,0	29,0	21,0	18,3	37,5	24,2	20,0	34,7	31,8	13,9	34,5	49,8	30,7
21/3/91	34,3	34,3	14,7	40,0	31,0	12,4	30,9	34,0	18,8	19,5	20,2	17,3	60,8	51,3	48,8



**Anexo N°2: ejemplo de almacenamiento de los
datos bajo Dbase**

Anexos

Ejemplo de almacenamiento de datos del catastro (archivo CADASTRU.DBF)

COD_DIV	COD_PARC	NOM_DUENO	HA	TIEMPO	H/A	CACI QUE	L_CAJA M	L_TOM AM	L_TO TALM	PERTE DO	RU MM M	PRO F_SO L
A	01	JOSE ANTONIO MANRIQUEZ	4,13	12	2,9	VRAI	178	0	2818	0,9615	120	100
A	02	VICTORIANO YASELGA	0,67	5	7,5	VRAI	176	294	3111	0,9004	120	100
A	03	ESPERANZA TAPIA	1,47	5	3,4	VRAI	178	352	3170	0,8889	120	100
A	04	ESCUELA RIO AMAZONAS	0,23	3	13	FAUX	176	440	3258	0,8716	120	100
A	05	RODRIGO YASELGA	0,63	3	4,8	VRAI	178	499	3317	0,8602	120	100
A	06	ELOY YASELGA	1,71	3	1,8	FAUX	176	528	3348	0,8546	120	100
A	07	SEGUNDO YASELGA	0,47	3	6,4	FAUX	178	704	3522	0,8217	120	100
A	08	RODRIGO YASELGA	0,5	4	8	FAUX	178	646	3463	0,8324	120	100
A	09	ALBERTO TAFUR	0,46	3	6,5	VRAI	176	734	3551	0,8162	120	100
A	10	ESPERANZA TAPIA	0,47	0	0	VRAI	178	822	3639	0,8004	120	100
A	11	ALONSO VARELA	1,3	8	6,2	FAUX	176	675	3493	0,827	120	100
A	12	MARIA TAFUR	0,4	3	7,5	FAUX	178	704	3522	0,8217	120	100
A	13	JUAN GAVINO TAFUR	0,72	3	4,2	VRAI	176	880	3698	0,7901	120	100
A	14	LUISA TAFUR	0,78	6	7,7	VRAI	178	880	3698	0,7901	120	100
A	15	EDELINA SANTA CRUZ	0,23	3	13	FAUX	178	969	3786	0,7745	120	100
A	16	ALONSO VARELA	0,3	6	20	FAUX	176	998	3816	0,7695	120	100
A	17	APARICIO HARO	0,18	1	5,6	FAUX	117	0	2759	0,9742	120	100
A	18	JORGÉ GALLEGOS	0,59	6	10,2	FAUX	117	176	2935	0,9367	120	100
A	19	ANITA PONCE Y VIDAL GALLEGOS	0,59	2	3,4	FAUX	117	264	3023	0,9185	120	100

CUL1NOV89	DATSIEMB 1	DATCOSE C1	CUL2AVR90	DATSIEMB 2	DATCOSE C2
MA:44% PP:7% PO:48%	01-jul-89	30-d.c-89	BA:44% FR:7% PO:48%	01-jan-90	31-jul-90
MA:100%	01-jul-89	28-f.v-90	AR:100%	01-mar-90	30-jul-90
MA:100%	01-jul-89	30-d.c-89	FR:68% BA:34%	01-jan-90	31-jul-90
MA:100%	01-jul-89	28-f.v-90	BA:100%	01-mar-90	30-d.c-90
PO:100%	01-jul-89	30-mai-90	BA:100%	01-jul-90	30-jul-90
PA:16% BA:54% BO:30%	01-jul-89	30-d.c-89	PA:16% BA:54% BO:30%	01-jan-90	31-jul-90
MA:100%	01-sep-89	30-avr-90	BA:100%	01-mai-90	30-oct-90
MA:100%	01-sep-89	28-f.v-90	FR:100%	01-mar-90	30-jul-90
MA:72% AL:28%	01-jul-89	30-d.c-89	FR:72% AL:28%	01-jan-90	30-sep-90
MA:100%	01-oct-89	30-mai-90	BA:100%	01-jul-90	30-jul-90
HU:10% MA:12% AL:15% PP:18%	01-jul-89	30-d.c-89	HU:10% BA:57% AL:15%	01-jan-90	30-sep-90
MA:45%			FR:18%		
PP:100%	01-sep-89	30-jan-90	PP:100%	01-f.v-90	30-mai-90
MA:60% PA:40%	01-jul-89	30-d.c-89	FR:60% PA:40%	01-jan-90	30-sep-90
AL:37% MA:63%	01-jul-89	30-d.c-89	AL:37% BA:63%	01-jan-90	31-ao-90
MA:100%	01-sep-89	30-avr-90	BA:100%	01-mai-90	30-oct-90
PA:100%	01-jul-89	30-d.c-89	PA:100%	01-jan-90	30-jul-90
FR:39% HU:39% AL:22%	01-jul-89	30-d.c-89	BA:39% HU:39% AL:22%	01-jan-90	30-sep-90
PP:39% MA:61%	01-jul-89	30-d.c-89	BA:39% BA:61%	01-jan-90	31-ao-90
MA:49% HU:51%	01-jul-89	30-d.c-89	BA:49% HU:51%	01-jan-90	31-ao-90

CUL3NOV90	DATSIEMB 3	DATCOSE C3	CUL4AVR91	DATSIEMB 4	DATCOSE C4
MA:52% PO:48%	01-ao-90	30-d.c-90	FR:52% PO:48%	01-f.v-91	30-jul-91
MAPP:100%	19-jul-90	28-d.c-90	FR:100%	12-f.v-91	07-jul-91
MA:100	01-ao-90	30-d.c-90	FR:100%	01-f.v-91	30-mai-91
BA:100	-	-	AR:100%	25-mar-91	28-jul-91
MAPP:100%	24-jul-90	31-d.c-90	FR:100%	25-mar-91	28-jul-91
PA:15% MA:55% BO:30%	01-ao-90	30-d.c-90	PA:15% FR:55% BO:30%	01-f.v-91	30-mai-91
MA:100%	08-nov-90	18-mar-91	BA:100%	-	-
MAPP:100%	07-ao-90	14-jan-91	FR:100%	03-mar-91	28-jul-91
MA:70% AL:30%	01-oct-90	30-mar-91	FR:70% AL:30%	01-avr-91	30-jul-91
MA:100%	23-jul-90	30-d.c-90	FR:100%	01-mar-91	24-jul-91
MA:58% PP:25% AL:12% HU:5%	01-oct-90	14-mar-91	HU:10% AR:12% AL:15%	15-mar-91	30-jul-91
			PP:17% FR:46%		
MA:100%	27-ao-90	03-f.v-91	BA:100%	-	-
MA:60% PA:40%	01-nov-90	14-mai-91	PP:60% PA:40%	15-mai-91	30-oct-91
AL:39% MA:61%	01-sep-90	30-mar-91	AL:39% FR:61%	01-avr-91	30-jul-91
MA:100%	28-nov-90	07-avr-91	AR:100%	11-avr-91	30-jul-91
MA:100%	21-jul-90	28-d.c-90	BA:100%	-	-
MA:44% HU:44% AL:22%	01-nov-90	30-mai-91	MA:39% HU:39% AL:22%	01-nov-90	30-mai-91
MA:50% PO:50%	01-sep-90	30-mar-91	AR:70% PO:30%	01-avr-91	30-jul-91
MA:90% HU:10%	01-sep-90	30-mar-91	FR:50% HU:50%	01-avr-91	30-jul-91

Ejemplo de anotaciones diarias del aguatero

Junio 9 de 1991 (93)
 Domingo 9 de 1991
 Obalo San Ignacio
 Apresicio Arco 1 h. si potrero (A17)
 Jorge Gallegos 6 h. si arboya potrero (A15)
 Angel Ruiz 4 h. si potrero papas (A22)
 Obalo Plaza Vieja
 regreso a San Ignacio
 Segundo Gaselga 3 h. si purim (A7)
 Alonso Varela 8 h. si potrero papas (A11)
 Obalo El Naranjo
 Isabel Feliz 2 h. si purim (C28)
 Mariana Santi 3 h. si potrero (C32)
 Luis Alomia 2 h. si potrero (C33)
 Gillerono Ruiz 3 h. si potrero purim (C3E)
 Obalo Santa Rosa
 Robertina Feliz 10 h. si frejol (E4)
 Obalo La Recoleta
 A San Antonio Santos Ananias y otros (G6)
 Junio 10 de 1991
 Lunes 10 de 1991

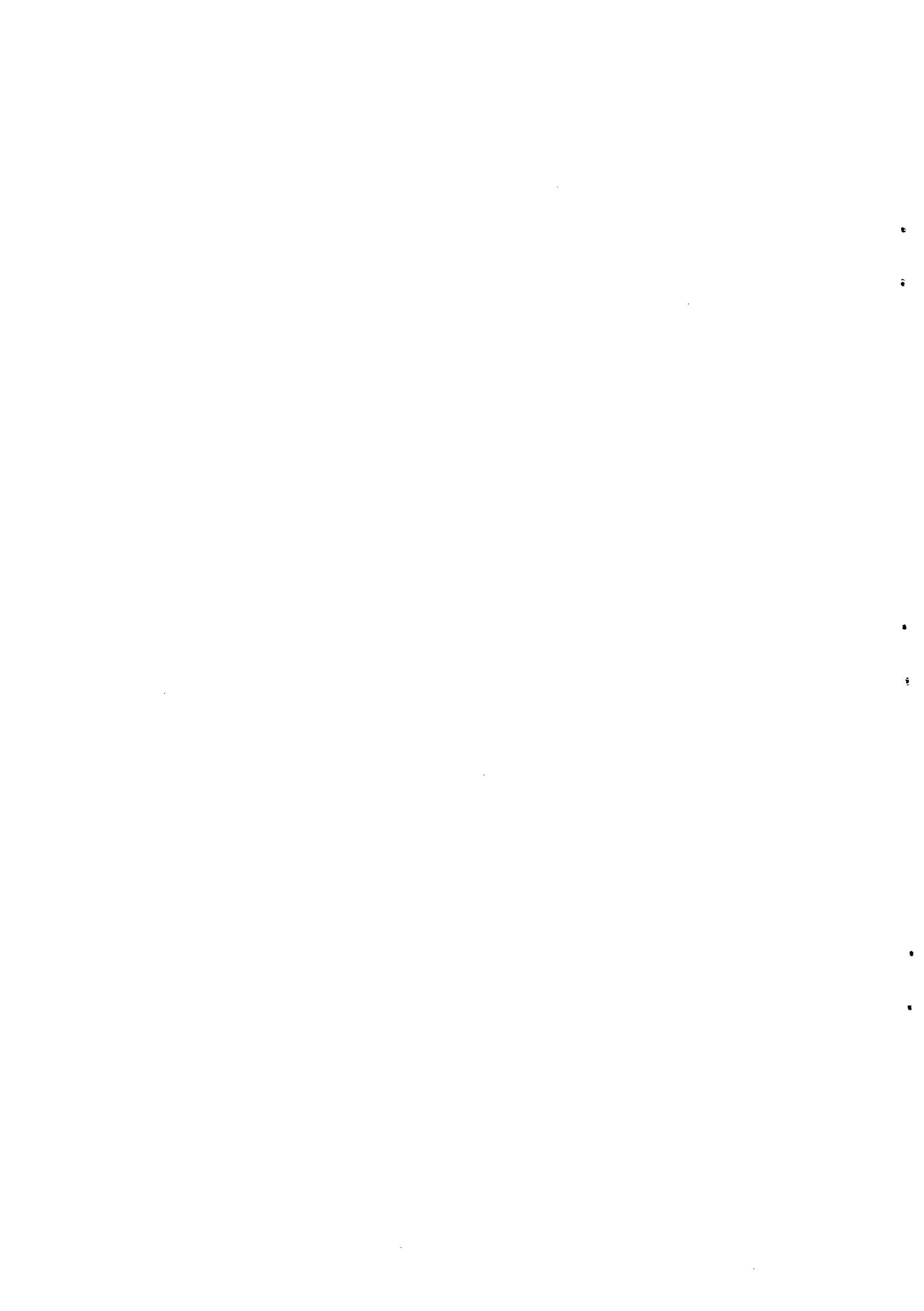
Anexos

Ejemplo de almacenamiento de datos de riegos (archivo TOURDO.DBF)

DATE	REG ADO R	COD _DIV	COD _PA _RC	NO ORD RE	DUR EE_C AHI	DURE E_RE EL	HEUR E_MO Y	DEBIT	DOSE_M3	DOSE_ MM	NOI RR	ECA RT	TOU R
20/6/90	M1	A	06	1	3,0	3,0	7,5	42,6	459,81	26,9	1	0	0
20/6/90	M1	A	26	2	5,0	5,0	11,5	38,5	693,09	83,5	1	0	0
20/6/90	M1	A	07	3	3,0	3,0	15,5	32,0	345,92	73,6	1	0	0
20/6/90	M2	B	22	1	4,0	4,0	8,0	45,7	657,60	124,1	1	0	0
20/6/90	M2	B	25	2	4,0	4,0	12,0	36,1	519,36	32,5	1	0	0
20/6/90	M2	B	08	3	2,0	2,0	15,0	30,2	217,44	724,8	1	0	0
20/6/90	M3	C	07	1	6,0	4,7	8,4	31,5	535,16	33,4	1	0	0
20/6/90	M3	A	33	2	2,0	2,0	11,7	42,9	308,76	118,8	1	0	0
20/6/90	M3	A	31	3	3,0	3,0	14,2	41,3	446,49	135,3	1	0	0
20/6/90	M3	A	35	4	3,0	3,0	17,2	37,9	409,19	95,2	1	0	0
20/6/90	M4	E	03	1	3,0	3,0	7,5	36,5	394,20	123,2	1	0	0
20/6/90	M4	E	06	2	2,0	2,0	10,0	30,7	220,80	110,4	1	0	0
20/6/90	M4	E	07	3	2,0	2,0	12,0	27,2	195,60	97,8	1	0	0
20/6/90	M5	F	03	1	6,0	4,9	8,5	47,3	832,15	100,3	1	0	0
20/6/90	M5	F	13	2	3,0	2,4	12,1	42,0	369,44	147,8	1	0	0
20/6/90	M5	F	10	3	1,0	0,8	13,7	41,0	120,27	92,5	1	0	0
20/6/90	M5	F	12	4	3,0	2,4	15,3	41,0	360,80	515,4	1	0	0
20/6/90	M5	F	11	5	0,5	0,4	16,7	41,0	60,13	100,2	1	0	0
21/6/90	M1	A	05	1	3,0	3,0	7,5	42,6	459,81	73,0	1	0	0
21/6/90	M1	A	08	2	4,0	4,0	11,0	39,6	570,46	114,1	1	0	0
21/6/90	M1	A	27	3	2,0	2,0	14,0	35,4	254,59	77,1	1	0	0
21/6/90	M1	A	38	4	2,0	2,0	16,0	30,9	222,62	202,4	1	0	0
21/6/90	M2	A	36	1	3,0	3,0	7,5	42,6	459,81	80,7	1	0	0
21/6/90	M2	A	34	2	4,0	4,0	11,0	39,6	570,46	47,5	1	0	0
21/6/90	M2	A	37	3	3,0	3,0	14,5	34,3	369,90	40,2	1	0	0
21/6/90	M3	C	04	1	12,0	11,0	11,5	60,6	2399,76	41,2	1	0	0
21/6/90	M4	E	05	1	8,0	8,0	10,0	39,4	1133,57	141,7	1	0	0
21/6/90	M5	F	07	1	2,0	1,6	6,8	42,8	242,40	161,6		0	0
21/6/90	M5	F	16	2	3,0	2,4	8,8	40,0	339,15	199,5	1	0	0
21/6/90	M5	F	17	3	3,0	2,4	11,2	36,8	312,00	130,0	1	0	0
21/6/90	M5	F	21	4	6,0	4,7	14,8	36,1	612,64	55,7	1	0	0
22/6/90	M1	A	28	1	5,0	4,6	8,3	37,5	617,96	41,5	1	0	0
22/6/90	M1	A	30	2	1,0	0,9	11,1	35,1	115,88	64,4	1	0	0
22/6/90	M1	A	39	3	6,0	5,5	14,3	27,9	552,67	41,2	1	0	0
22/6/90	M2	B	01	1	9,0	9,0	10,5	39,5	1278,50	56,3	1	0	1
22/6/90	M2	B	03	2	1,0	1,0	15,5	26,7	96,26	96,3	1	0	1
22/6/90	M3	C	30	1	3,0	3,0	7,5	37,5	405,00	202,5	1	0	0
22/6/90	M3	C	31	2	3,0	3,0	10,5	37,5	405,00	202,5	1	0	0
22/6/90	M3	C	32	3	3,0	3,0	13,5	34,6	373,25	186,6	1	0	0
22/6/90	M4	E	08	1	10,0	10,0	11,0	34,1	1226,52	15,3	1	0	0
22/6/90	M5	F	28	1	2,0	2,0	7,0	45,4	326,76	32,7	1	0	0
22/6/90	M5	F	27	2	2,0	2,0	9,0	41,1	296,28	148,1	1	0	0
22/6/90	M5	F	29	3	1,0	1,0	10,5	38,0	136,71	97,6	1	0	0
22/6/90	M5	F	32	4	6,0	6,0	14,0	33,3	719,46	102,8	1	0	0
23/6/90	M1	A	41	1	5,0	5,0	8,5	42,5	764,40	72,1	1	0	0
23/6/90	M1	A	40	2	5,0	5,0	13,5	36,4	654,96	49,2	1	0	0
23/6/90	M2	B	10	1	5,0	5,0	8,5	46,4	835,50	100,7	1	0	1
23/6/90	M2	B	12	2	5,0	5,0	13,5	35,7	642,90	160,7	1	0	1

Ejemplo de almacenamiento de datos diarios: lluvias y caudales

DATE	PLUIE	ETP	SOL	QM1_6	QM1_12	QM1_15	QM2_6	QM2_12	QM2_15	QM3_6	QM3_12	QM3_15	QM4_6	QM4_12	QM4_15	QM5_6	QM5_12	QM5_15
20-Jul-90	0	3,21	0,25	43,5	39,8	28,7	51	35	27	34	27,72	18,8	40	26	26	51,6	41	41
21-Jul-90	0	3,21	0,25	43,5	39,8	28,7	0	0	0	66,2	60,4	55	47,6	31,8	30,1	44	35,2	36,9
22-Jul-90	0	3,21	0,25	39,4	34,3	21,1	51	35	23,2	37,5	37,5	27,7	44,1	25,4	23,7	47,5	34,8	29,7
23-Jul-90	0	3,21	0,25	44,7	39,34	30,84	51	40	27	40,9	35,7	13,6	32,7	23,7	13,75	50,7	29,7	14,85
24-Jul-90	0	3,21	0,25	33,52	29,4	22,93	40	35	30	34	30,9	27,7	55,7	41,8	33,5	52,3	41,6	33,5
25-Jul-90	0	3,21	0,25	39,4	24,5	23,32	62	51	42	27,7	37,5	34	49,8	37,7	31,8	50	37,5	35,2
26-Jul-90	0	3,21	0,25	39,4	39,4	24,5	52	57	39,79	44,4	37,5	37,5	37,7	44,6	38,4	37,5	30,6	28,6
27-Jul-90	0	3,21	0,25	39,4	39,4	29,4	52	59	44	44,4	40,9	34	33	40	33	50,4	59,8	50,4
28-Jul-90	0	3,21	0,25	39,4	29,4	29,4	44	51	35	37,5	30,9	34	49,8	47,6	38,7	50	44	52,9
29-Jul-90	0	3,21	0,25	42	29,4	29,4	58	51	31	44,2	15,9	20	39,5	33,1	21,8	39,7	54,9	25,2
30-Jul-90	0	3,21	0,25	39,4	24,5	7,7	0	0	0	60	38,4	28,9	39,4	35	31,8	35,8	30	35,2
01-Jul-90	0	3,18	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-Jul-90	0	3,18	0,25	39,4	39,4	29,4	62	53	44	37,5	37,5	27,7	48,5	45	40	59,5	37,5	35
03-Jul-90	0	3,18	0,25	39,8	39,8	22,35	0	0	0	30,9	34	24,6	36,5	31,8	30	46,9	35,2	30
04-Jul-90	0	3,18	0,25	39,8	36,1	32,4	0	0	0	37,5	39,38	37,5	34,2	34,2	31,8	41	41	35,2
05-Jul-90	0	3,18	0,25	39,8	22,35	17,15	0	0	0	37,5	40,9	30,9	33	26	33	66,8	57,4	42,2
06-Jul-90	0	3,18	0,25	50	39,4	30	37	40	25	30,9	27,7	34	33	26	20	58,6	41	20,4
07-Jul-90	0	3,18	0,25	39,4	24,5	21,1	37	31	30	34	30,9	21,7	0	0	0	58	35,15	26,85
08-Jul-90	3,6	3,18	0,25	44,7	39,4	30	45	50	30	34	24,6	18,8	40	40	34,75	39,2	32,8	26,28
09-Jul-90	4,3	3,18	0,25	44,7	39,4	24,5	55	52	31	34	37,5	34	46,3	40	30,1	53,5	43,4	30,1
10-Jul-90	8	3,18	0,25	44,7	39,4	34,3	56	49,28	38,64	34	48,4	34	31,6	35	30	38,8	28,45	18,15
11-Jul-90	0	3,18	0,25	34,3	24,5	24,5	31	27,28	21,39	50,2	46,4	52,6	45,3	25,3	42,9	38,1	58,1	32,3
12-Jul-90	0	3,18	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-Jul-90	0	3,18	0,25	39,4	34,3	21,1	51	50	45	37,5	34	24,6	40	37,7	15,77	43,4	37,5	24,64
14-Jul-90	0	3,18	0,25	39,4	29,4	25,11	40	24	23,36	37,5	34	34	41,8	31,8	31,8	41,6	35,2	35,2
15-Jul-90	0	3,18	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-Jul-90	0	3,18	0,25	39,4	29,4	20	40	18	15	34	37,5	26,1	35,9	31,8	20	39,3	35,2	20,4
17-Jul-90	0	3,18	0,25	34,3	24,5	21,46	32,83	28,6	22,46	37,5	34	26,1	34,6	35,9	20,7	48,8	39,3	54,5
18-Jul-90	0	3,18	0,25	25	22,35	20	0	0	0	34	34	24,6	42,2	42,2	32,7	49,4	49,4	50,7
19-Jul-90	0	3,18	0,25	39,4	29,4	20	58	51	30	37,5	30,9	25	42,2	32,4	32,4	49,4	42,8	42,8



**Anexo N°3: coeficientes de cultivo seleccionados
para los cálculos de simulación del balance
hídrico**

Anexos

Para los cultivos anuales, la primera línea representa la duración del estado y la segunda el coeficiente de cultivo. "SN" significa que se toma en consideración el coeficiente de un suelo sin cultivo, calculado según el método de la FAO (Boletín N°33).

Cultivos anuales

Cultivo	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5
Maíz	20	50	50	10	30
	SN	0,70	1,05	0,95	0,55
Frejol	15	35	35	10	30
	SN	0,70	1,05	0,90	0,30
Papa	34	43	43	30	
	SN	0,75	1,10	0,85	
Arveja	16	27	54	33	
	SN	0,75	1,10	0,35	
Asociación maíz-frejol	20	30	60	20	30
	SN	0,70	0,87	0,60	0,40
Asociación maíz-papas	30	50	50	30	
	SN	0,75	1,05	0,90	
Asociación maíz-arveja	30	50	50	30	
	SN	0,75	1,05	0,70	
Asociación camote-zanahoria	34	43	43	30	
	SN	0,75	1,10	0,85	
Asociación frejol-arveja	15	30	45	10	30
	SN	0,75	1,08	0,90	0,30
Asociación frejol-papas	25	40	40	45	
	SN	0,75	1,10	0,75	
Asociación frejol-camote	25	40	40	45	
	SN	0,75	1,10	0,75	
Tomate	30	37	62	27	
	SN	0,75	1,10	0,60	
Zanahoria	30	37	62	27	
	SN	0,75	1,10	0,60	
Aji	30	37	62	27	
	SN	0,75	1,10	0,60	
Cebolla	30	37	62	27	
	SN	0,75	1,10	0,60	

Cultivos permanentes

Pasto natural	0,95
Alfalfa	1,10
Caña de azúcar	0,90
Huerta	0,60
Bosque	0,65

Coeficientes Kc del suelo sin cultivo según los meses del año (boletín FAO N°33).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,42	0,42	0,55	0,42	0,42	0,25	0,25	0,22	0,25	0,42	0,42	0,42

**Anexo N°4: listado de las parcelas de Urcuqui
(extracto del catastro)**

La dotación se calcula según los regadores medios, las duraciones de los derechos de agua y las frecuencias teóricas de riego que resultan de los intercambios de agua entre sectores.

Anexos

Sector A : San Ignacio

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cáscique	Dotación (mm/j)
01	JOSE ANTONIO MANRIQUEZ	4,13	12	2,9	OUI	1
02	VICTORIANO YASELGA	0,67	5	7,5	OUI	2,5
03	ESPERANZA TAPIA	1,47	5	3,4	OUI	1,1
04	ESCUELA RIO AMAZONAS	0,23	3	13	#	4,2
05	RODRIGO YASELGA	0,63	3	4,8	OUI	1,5
06	ELOY YASELGA	1,71	3	1,8	#	0,5
07	SEGUNDO YASELGA	0,47	3	6,4	#	1,9
08	RODRIGO YASELGA	0,5	4	8	#	2,5
09	ALBERTO TAFUR	0,46	3	6,5	OUI	2
10	ESPERANZA TAPIA	0,47	0	0	OUI	0
11	ALONSO VARELA	1,3	8	6,2	#	1,9
12	MARIA TAFUR	0,4	3	7,5	#	2,3
13	JUAN GAVINO TAFUR	0,72	3	4,2	OUI	1,2
14	LUISA TAFUR	0,78	6	7,7	OUI	2,3
15	EDELINA SANTA CRUZ	0,23	3	13	#	3,7
16	ALONSO VARELA	0,3	6	20	#	5,7
17	APARICIO HARO	0,18	1	5,6	#	2
18	JORGE GALLEGOS	0,59	6	10	#	3,5
19	ANITA PONCE Y VIDAL GALLEGOS	0,59	2	3,4	#	1,1
20	LUIS ALBERTO GALLEGOS	0,3	2	6,7	#	2,3
21	JESUS TERAN	0,6	5	8,3	#	2,8
22	ANGEL RUIZ	0,38	4	11	#	3,5
23	MIGUEL QUELAL	0,13	1	7,7	#	2,5
24	MARCO SALAS	0,07	1	14	#	4,7
25	MIGUEL RAMOS	0,11	1	9,1	#	3
26	ELOY YASELGA	0,83	5	6	OUI	1,9
27	LUCRECIA YASELGA	0,33	2	6,1	OUI	2
28	RODRIGO YASELGA	1,49	7	4,7	OUI	1,5
29	ALFONSO RIVERA	0,43	3	7	#	2,2
30	SEGUNDO ANDRANGO	0,18	1	5,6	#	1,8
31	MIGUEL RAMOS	0,33	3	9,1	#	2,8
32	ROSA MORALES	0,1	1	10	#	3
33	JUAN ANDRANGO	0,26	2	7,7	OUI	2,3
34	GILBERTO RAMOS	1,2	4	3,3	#	1
35	LUIS ZAPATA	0,43	3	7	#	2,1
36	EDITA FLORES	0,57	3	5,3	#	1,6
37	SEGUNDO Y FLORA FLORES	0,92	3	3,3	#	1
38	HERMOGENES SALAS	0,11	2	18	#	5,7
39	LEONARDO BORJA HEREDERO	1,34	6	4,5	#	1,3
40	IGNACIO ANDRANGO HEREDEROS	1,33	5	3,8	#	1,1
41	CLELIO JATIVA	1,06	5	4,7	#	1,3
42	LUIS SALAS	1,8	10	5,6	#	1,6
43	REBECCA RECALDE	0,2	3	15	#	4,4
44	ALFONSO VACA	0,37	4	11	#	3,3
45	HERMOGENES SALAS	0,14	1	7,1	#	2,2
46	SEGUNDO ANDRANGO	0,27	1	3,7	#	1,1
47	VICTOR Y SEGUNDO ANDRANGO	0,29	1	3,4	OUI	1
48	VICTOR ANDRANGO Y DELIA LARA	0,82	6	7,3	OUI	2,2
49	MARCO DE LA CRUZ	0,57	4	7	#	2
50	MARCO DE LA CRUZ	0,22	1	4,5	OUI	1,3
51	ANGEL MORALES	0,33	1	3	OUI	0,9
52	ANGEL QUEMAZA HDS (SECUNDO Q.)	3,63	16	4,4	OUI	1,3
53	ELOISA TAFUR	0,11	1	9,1	#	3,3
54	MARCO DE LA CRUZ	0,2	1	5	#	1,5
55	EDELINA DE LA CRUZ	0,3	2,5	8,3	OUI	2,6
56	MERCEDES DE LA CRUZ	0,14	0,5	3,6	OUI	1
57	MARCO DE LA CRUZ	0,13	1	7,7	#	2,3
58	ANGEL MORALES	0,13	0,5	3,8	#	1,1
59	CARMEN HARO	1,03	5,5	5,3	#	1,5
60	CLARA DE LA CRUZ	0,1	1	10	#	2,9
61	JUAN SENON DE LA CRUZ	0,37	3	8,1	OUI	2,3
62	VICTOR ANDRANGO Y DELIA LARA	0,5	3	6	OUI	1,7

Anexos

Sector A : San Ignacio (continuación)

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cáscique	Dotación (mm/l)
63	EDELINA DE LA CRUZ	0,2	1	5	OUI	1,4
64	MERCEDES DE LA CRUZ	0,2	1	5	OUI	1,4
65	GUILLERMO DE LA CRUZ	0,07	1	14	OUI	4
66	LUIS QUIGUANGO	0,13	0,5	3,8	#	1,1
67	MANUEL MORAN	0,11	0,5	4,5	#	1,3
68	SEGUNDO JARAMILLO	0,13	1	7,7	#	2,2
69	ANGEL MORALES	0,53	1,5	2,8	#	0,8
70	GREGORIO CRESPO	0,07	1	14	#	4
71	CESAR ANANGONO	1,67	7	4,2	#	1,2
72	SEGUNDO ANDRANGO	0,52	3	5,8	#	1,6
73	JUANA DE LA CRUZ	0,43	3	7	#	1,9
74	DARIO HARO HEREDERO	1,83	4,5	2,5	#	0,7
75	ALBERTO TAFUR	1,06	10	9,4	#	2,6

Sector B : Plaza vieja

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cáscique	Dotación (mm/l)
01	CONVENTO PARROQUIAL	2,27	9	4	#	2
02	ALFONSO VACA	0,16	2	13	#	6,2
03	GRICELDA TERAN	0,1	2	20	#	9,7
04	FABIAN LARA RAMIREZ	1,03	5	4,9	#	2,3
05	MIGUEL QUELAL	0,33	3	9,1	#	4,2
06	LUIS SALAS	0,17	1	5,9	#	2,6
07	JORGE CLERQUE	0,17	2	12	#	5,3
08	MIGUEL RAMOS	0,03	1	33	#	15
09	TIMOLEON Y EDELINA SANTA CRUZ	0,43	4	9,3	#	4,1
10	SEGUNDO ANDRANGO	0,83	5	6	#	2,7
11	JESUS TERAN	0,67	5	7,5	#	3,3
12	GUSTAVO FELIX	0,4	5	13	#	5,4
13	LEONARDO Y LUIS ESPINOZA	0,5	5	10	#	4,3
14	JORGE RECALDE	1,6	8	5	#	2,3
15	JESUS TERAN	0,57	5	8,8	#	4
16	LAURO ESCALANTE	0,9	9	10	#	4,5
17	FRANCISCA DIAZ	0,37	3	8,1	#	3,6
18	RODRIGO YACELGA	0,63	6	9,5	#	4,2
19	RODRIGO YACELGA Y J. M. DIAZ	0,8	5	6,3	#	2,7
20	TOMAS DIAZ	0,34	3	8,8	#	3,7
21	RAFAEL Y LUCIA DIAZ	0,2	3	15	#	6,2
22	HONORIO CRUZ	0,53	4	7,5	#	3,3
23	HUMBERTO TORRES	0,63	4	6,3	#	2,7
24	RODRIGO YACELGA	0,9	6	6,7	#	2,8
25	GRICELDA VARELA (MARCO FLORES)	1,6	8	5	#	2
26	ALBERTO CHUMA	1,4	6	4,3	#	1,7
27	CARLOS CHUMA HEREDEROS	1,07	5	4,7	#	2
28	LOURDES CRUZ	1,2	6	5	#	2
29	GERARDO RECALDE	1,3	6	4,6	#	1,9
30	PROYECTO SUSANA	2,8	16	5,7	#	2,2
31	RAFAEL VARGAS	0,2	1	5	#	2
32	MANUEL Y SEGUNDO RAMOS	0,2	2	10	#	4
33	JUAN Y VIRGILIO SANCHEZ	0,13	1	7,7	#	3

Anexos

Sector C : El Naranjo

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cáclique	Dotación (mm/l)
01	ALBERTO MARIA FLORES	0,83	6	7,2	#	3,7
02	JUAN TORRES	0,51	6	12	#	6,5
03	ENRIQUE PENAFIEL	0,2	3	15	#	8,2
04	JORGE JARAMILLO	5,83	12	2,1	OUI	1,1
05	ISAAC SALTOS Y ALBA JARAMILLO	0,73	6	8,2	#	4,4
06	HOLGUIN TAFUR	2,08	8	3,8	#	2
07	AGUSTIN SALTOS HDS	1,6	6	3,8	#	1,9
08	ELISEO MELO HDS	0,53	6	11	#	5,6
09	MARCO TULIO REYES	0,31	3	9,7	#	4,5
10	POLIBIO CAVIEDES HDS	0,33	2	6,1	#	2,8
11	FABIAN LARA RAMIREZ	1,33	10	7,5	#	3,8
12	FRANCISCO LARA HDS	0,5	4	8	#	4
13	SILVIO RUIZ HDS	1,53	6	3,9	#	1,9
14	CAMILLO RECALDE	0,11	1	9,1	#	4,4
15	SEGUNDO RECALDE	0,73	5	6,8	#	3,3
16	JUAN GAVIÑO TAFUR	0,27	3	11	#	5,2
17	JORGE ANIBAL PONCE	0,11	3	27	#	13
18	PIEDAD CRUZ Y LUIS A. RECALDE	0,07	1	14	#	6,7
19	ELIAS ALFARO HDS	0,03	1	33	#	16
20	ROSA CARLOSANA Y SEGUNDO RAMOS	0,5	4	8	#	3,9
21	JACINTO GALLEGOS	0,5	6	12	#	5,7
22	CARMEN VARGAS	0,11	1	9,1	OUI	4,3
23	CLARA CRUZ	0,08	1	13	OUI	5,9
24	FLORA RECALDE Y SARITA NOBOA	0,1	1	10	OUI	4,7
25	ANTONIA CRUZ Y NAPO ESPARZA	0,1	1	10	#	4,7
26	SILVIO RUIZ	0,44	5	11	#	5,6
27	LEONARDO YACELGA	0,6	6	10	#	4,6
28	ISABEL ROMO DE FELIX	1,67	8	4,8	#	2,3
29	HILDA MARIA RUIZ (C. RECALDE)	0,23	3	13	#	6,2
30	ROSA SANTI DE GALLEGOS	0,2	3	15	#	7,1
31	JORGE GALLEGOS	0,2	3	15	#	7,1
32	MARIANA SANTI DE ALOMIA	0,2	3	15	#	7,1
33	LUIS ALOMIA	0,53	5	9,4	#	4,4
34	LUIS ALBERICO GALLEGOS	0,15	3	20	#	9,3
35	MARIANA SANTI DE ALOMIA	0,15	3	20	#	9,2
36	GUILLERMO RUIZ	0,15	3	20	#	9,1
37	ATAHUALPA GALLEGOS	0,15	3	20	#	9,1
38	SEGUNDO RECALDE	0,33	3	9,1	#	4,2
39	FABIAN LARA HDS	1	12	12	#	5,6
40	MARCO ROSALES	0,33	3	9,1	#	4,1

Sector D : Las cuatro Esquinas

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cáclique	Dotación (mm/l)
01	ISABEL GALLEGOS	0,1	1	10	#	4,4
02	GABRIEL MUÑOZ HDS	0,6	3,5	5,8	#	2,6
03	ALONSO ANRAMOYO HDS	0,3	2,5	8,3	#	3,6
04	DOLORES VISCAINO	0,2	2	10	#	4,3
05	ANTONIO CRUZ	0,03	1	33	#	14
06	MANUEL QUILCA	0,03	1	33	#	14
07	ROSARIO MELO	0,06	2	33	#	14
08	RUBEN GALLEGOS	0,9	6	6,7	#	2,8
09	JORGE CLERQUE	0,6	6	10	#	4,1
10	FABIAN LARA HDS	2	18	9	#	3,7
11	JORGE CLERQUE	0,3	4	13	#	5,4

Anexos

Sector E : Santa Rosa

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cálque	Dotación (mm/j)
01	GONZALO ESPINOZA	0,6	4	6,7	#	3
02	EMILIO ETCHEVERIA	0,15	1	6,7	#	2,9
03	LUIS CRUZ ALMEIDA	0,32	3	9,4	#	3,9
04	JORGE CLERQUE (R. FELIX)	0,8	10	13	#	5,2
05	H. GARIBALDI Y L. DE CEBALLOS	0,8	8	10	#	4,3
06	CARLOS PEÑAHERRERA	0,2	2	10	#	4,2
07	LUIS CRUZ ALMEIDA	0,2	2	10	#	4,2
08	VICTOR ALOMIA	8	24	3	OUI	1,2
09	ISOLINA SALAS	0,6	6	10	#	3,9
10	GERARDO RECALDE	1,2	6	5	#	1,9
11	JORGE CLERQUE Y ROSA PROAWO	0,24	3	13	#	5
12	POLIBIO CAVIEDES HDS	0,1	2	20	#	7,9
13	JUANA COTACACHI	1,1	6	5,5	#	2,1
14	LUIS CRUZ ALMEIDA	0,7	4	5,7	#	2,2
15	GERARDO RECALDE	0,7	3	4,3	#	1,6
16	ELIAS RAMOS	0,1	1	10	#	3,7
17	LUIS FLORES	0,5	5	10	#	3,6
18	ALFONSO FLORES	0,3	2	6,7	#	2,4
19	LEOPOLDO VILLALVA	0,6	3	5	#	1,9
20	CITA RAMOS	4,5	10	2,2	OUI	0,8
21	ARTURO ALVAREZ	0,05	1	20	#	6,7
22	SEGUNDO LARA	0,1	1	10	#	3,4
23	LUIS LARA	0,1	1	10	#	3,4
24	MERCEDES LARA	0,1	2	20	#	6,7
25	ELISA REYES HDS	0,35	3	8,6	#	2,9
26	CONCEPCION ALVAREZ	0,5	4	8	#	2,7
27	ABDON ALVAREZ Y MARIA DIAZ	0,7	4,5	6,4	#	2,1
28	FELIX ANGEL ALVAREZ	0,6	4,5	7,5	#	2,5
29	JORGE FELIX ROMO	0,3	2	6,7	#	2,2
30	LEOPOLDO CASTILLO	0,3	3	10	#	3,3
31	HERCILIA VILLEGAS	0,3	3	10	#	3,3
32	SARAH ALVAREZ	0,2	3	15	#	4,9
33	EFRAIN RAMIREZ	1	5	5	#	1,9
34	CARMEN LARA	0,03	1	33	#	13
35	JUAN GUERRERO	0,03	1	33	#	12
36	MESIAS RAMOS	0,3	3	10	#	3,7
37	LUIS ARTIEDA	0,2	3	15	#	5,5
38	JOSE ANDRANGO Y RUBEN TORRES	1	5	5	#	1,8
39	PEDRO AGUIRRE	0,2	3	15	#	5,4
40	JUAN SANCHEZ	0,5	3	6	#	2,1
41	RAFAEL PERUGACHI	0,25	2	8	#	2,8
42	MESIAS AMAGUAWA	0,1	1	10	#	3,5
43	VICTOR MANUEL CAMPUEZ	0,02	1	50	#	22
44	JUAN MORALES	0,35	3	8,6	#	3,8
45	MECIAS QUITO	0,2	1	5	#	1,7
46	MANUEL ACOSTA MICHILENA	0,6	2,5	4,2	#	1,4
47	JAVIER QUITO HDS	0,4	5	13	#	4,3
48	ARTURO ALVAREZ	0,25	3	12	#	4,2
49	MARCO QUILCA	0,1	1	10	#	3,4
50	MIGUEL RAMIREZ	0,25	4	16	#	5,5
51	SEGUNDO MACIAS ANDRANGO	0,15	2	13	#	4,5
52	SEGUNDO PERUGACHI Y M. SANCHEZ	0,1	1	10	#	3,4
53	ERMINIA MOSQUERA	0,2	3	15	#	6,8

Anexos

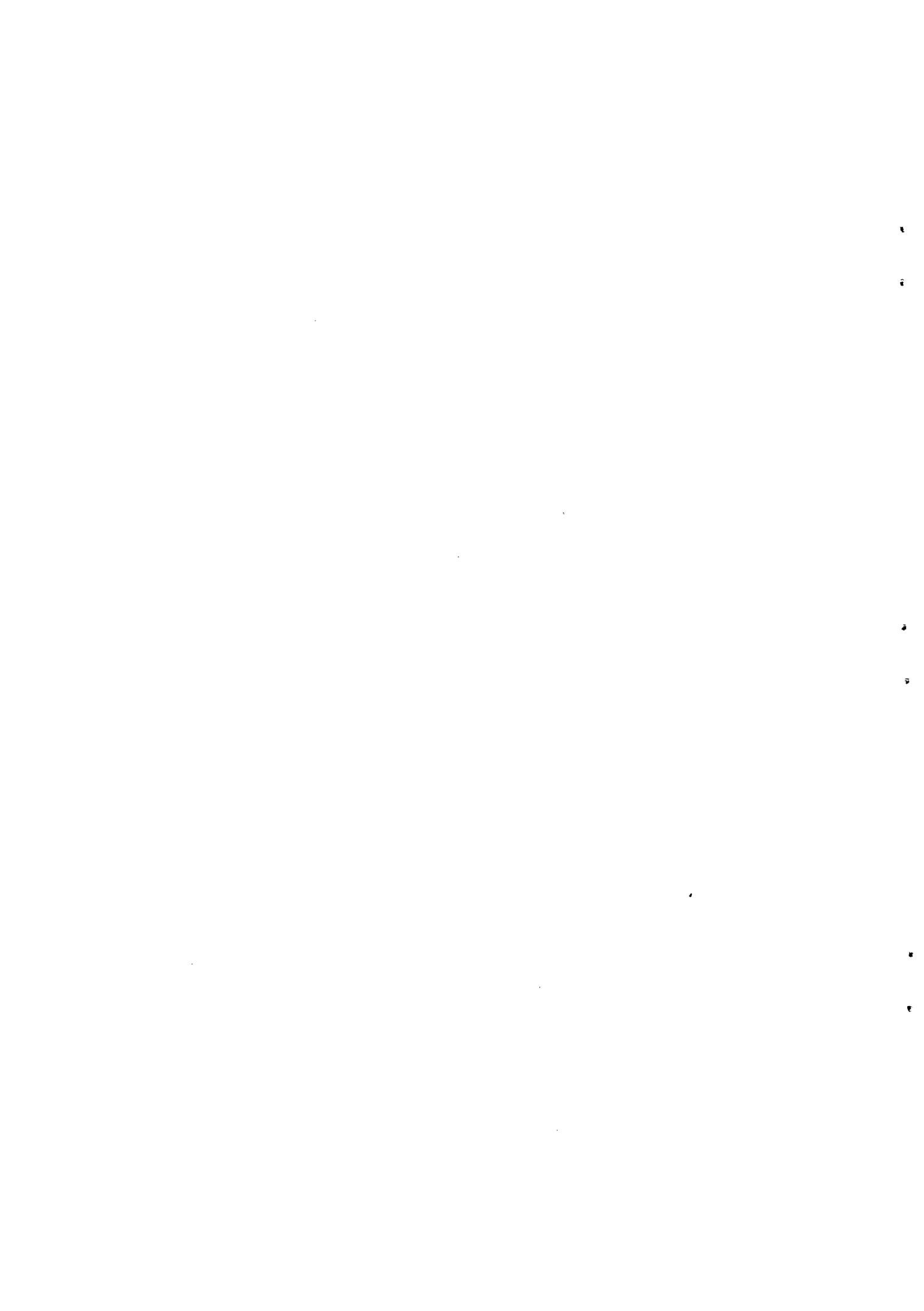
Sector F : La Recoleta

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cálque	Dotación (mm/l)
01	ODILON GALLEGOS	0,2	3	15	#	7,1
02	SARA Y JOSE ANASTASIO GALLEGOS	8,33	15	1,8	#	0,8
03	JONAZ CRUZ	0,83	6	7,2	#	3,2
04	MARCO ROSALES	1,68	5	3	#	1,2
05	LUIS QUINSTANCHALA	1,58	5	3,2	#	1,2
06	EXEQUIAS PENAFIEL	0,75	4	5,3	#	2,5
07	EDITA BOLAÑOS	0,15	2	13	#	6,4
08	VICENTE VALENCIA	0,04	0,5	13	#	6
09	ROSA RIVERA	0,06	0,5	8,3	#	4
10	SEGUNDO ISIDRO ANDRANGO	0,13	1	7,7	#	3,7
11	LUIS CORDOVA	0,06	0,5	8,3	#	3,9
12	ALONSO ANDRAMOYO HDS	0,07	0,5	7,1	#	3,4
13	ISABEL GALLEGOS	0,25	3	12	#	5,6
14	CARLOS CHUMA HDS	0,06	1	17	#	7,9
15	EMILIO Y DANIEL GONZAGA	0,06	3	50	#	24
16	JORGE MANRIQUEZ	0,17	3	18	#	8,1
17	CLELIO JATIVA	0,24	3	13	#	5,7
18	ESCUELA ABDON CALDERON	0,6	3	5	#	2,3
19	LUIS DORADO	0,07	1	14	#	6,5
20	FERNANDO MARMOL GALLEGOS	1	6	6	#	2,8
21	AGUSTIN SALTOS HDS	1,1	6	5,5	#	2,5
22	FERNANDO LARA	0,1	1	10	#	4,3
23	ALFONSO GARZON	0,1	1	10	#	4,2
24	ARCECIO ALMEIDA	0,1	1	10	#	4,2
25	JORGE CLERQUE	0,15	2	13	#	5,9
26	FAUSTO CRUZ	0,15	2	13	#	5,9
27	PIEDAD CRUZ	0,2	2	10	#	4,4
28	M. y C. MANOSALVAS (J.CLERQUE)	1	5	5	#	2,2
29	DOLORES CRUZ	0,14	2	14	#	5,9
30	RAUL CORREA	0,13	2	15	#	6,3
31	GRICELDA VARELA	0,27	3	11	#	4,5
32	ELIAS ESCALANTE HDS	0,7	6	8,6	#	3,7
33	ADRIANO CARAVALI	0,11	3	27	#	12
34	CONVENTO PARROQUIAL	0,25	4	16	#	6,8
35	LUPERCIO LANDAZURI	0,16	1	6,3	#	2,6
36	JOSE POZO	0,2	1	5	#	2
37	ROGELIO FLORES	0,07	1	14	#	5,9
38	TERESA POZO	0,1	1	10	#	4,1
39	DELIA NAVARRETE	0,14	1	7,1	#	2,9
40	ARCECIO ALMEIDA	0,13	2	15	#	6,2
41	HONORATO CHAVARREA	0,08	2	25	#	10
42	ALFONSO MOROCHO	0,11	1	9,1	#	3,6
43	ROSA ELENA CHAVARREA	0,07	1	14	#	5,7
44	VICTOR JULIO GORDILLO	0,16	1	6,3	#	2,5
45	DELIA NAVARRETE	0,2	2	10	#	3,9
46	VICENTE GUERRA HDS	0,24	2	8,3	#	3,2
47	LUZ MARIA GUANO LUISA	0,18	1	5,6	#	2,1
48	ROSA VICTORIA FELIZ	0,11	1	9,1	#	3,5
49	JOEL FLORES	0,33	3	9,1	#	3,5
50	JUAN QUILCA	0,77	3	3,9	#	1,5
51	ENRIQUE ANDRANGO	0,33	1	3	#	1,2
52	JORGE ENRIQUE PENAFIEL	0,29	3	10	#	3,8
53	MIGUEL CHUMA	0,29	3	10	#	3,8
54	ANTONIO ALVAREZ	0,11	1	9,1	#	3,4
55	FELIZ ANGEL ALVAREZ	0,4	3	7,5	#	2,8
56	MIGUEL QUELAL	0,3	4	13	#	5,1
57	ANTONIO CALVACHE	0,13	2	15	OUI	5,7
58	JOSE YASELGA	0,13	1	7,7	#	2,9
59	MERCEDES CARILLO	0,13	1	7,7	#	2,9
60	JARDIN DE INFANTES	0,69	7	10	#	4,2
61	MIGUEL SANTA CRUZ	1	6	6	#	2,4
62	HERNAN TORRES	0,5	3	6	#	2,4

Anexos

Sector G : San Antonio de Purapuchig

Código	Dueño	Superficie (hectareas)	Derecho (horas)	Horas por hectarea	Derechos de cáique	Dotación (mm/l)
01	LUIS NAVARETE	0,05	0,5	10	#	0
02	MANUEL VACA	0,05	0,5	10	#	0
03	JORGE CARRILLO	0,1	0,5	5	#	0
04	RAFAEL CUYAGO	0,05	0,5	10	#	0
05	LUCRECIA CASTILLO	0,1	0,5	5	#	0
06	JUAN MOROCHO	5,07	30	5,9	#	0
07	AGUSTIN CAMPUEZ	0,6	2	3,3	#	0
08	MIGUEL RAMIREZ	0,4	1,5	3,8	#	0
09	SANTOS ANANGONO	0,37	1,5	4,1	#	0
10	MANUEL PADILLA	0,33	1,5	4,5	#	0
11	MELQUIAS LANDAZURI	0,33	1,5	4,5	#	0
12	MESIAS FLORES	1	4,5	4,5	#	0
13	JOEL FLORES	0,2	1,5	7,5	#	0
14	MANUEL PADILLA	0,25	1	4	#	0
15	ANGEL CAMPUEZ	0,15	0,5	3,3	#	0
16	DANIEL ZAPATA	0,4	1,5	3,8	#	0
17	GONZALO FLORES	0,2	0,5	2,5	#	0
18	MAURO LOPEZ	0,4	2	5	#	0
19	RAMON AGUIRRE HEREDERO	0,2	0,5	2,5	#	0
20	JOSE IPIALES	0,2	1	5	#	0
21	ALFONSO IPIALES	0,2	0,5	2,5	#	0
22	MARIANO ANDRANGO	0,25	1,5	6	#	0
23	ANITA AGUIRRE	0,25	1	4	#	0
24	MIGUEL SALAZAR	0,25	1	4	#	0
25	AGUSTIN CAMPUEZ	0,25	1	4	#	0
26	ALFONSO SANCHEZ	0,2	0,5	2,5	#	0



**ANEXO N°5: RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO
REAL DE LOS TURNOS DE AGUA**

- Resumen de las características de los turnos de los diferentes sectores: páginas A24 a A28.
- Esquemas de los servicios dados por los diferentes óvalos a los sectores de riego durante el periodo de estudio: páginas A29 a A35. Para cada sector hay tres columnas: la primera representa el servicio (número de horas de riego) entregado por el óvalo correspondiente, la segunda el servicio entregado por un otro óvalo, y la tercera indica el número del turno de agua en vigencia.

Anexos

Resumén de las características de los turnos del sector A

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Début	30-Jui	18-Jui	5-Aoû	22-Aoû	12-Sep	29-Sep	12-Oct	6-Nov	26-Nov	14-Déc	11-Jan	29-Jan	11-Fév	2-Mar	11-Avr	22-Avr	15-Mai	
Fin	17-Jui	4-Aoû	21-Aoû	11-Sep	28-Sep	11-Oct	5-Nov	25-Nov	13-Déc	10-Jan	28-Jan	10-Fév	1-Mär	10-Avr	21-Avr	14-Mai	7-Jui	
Durée	18	18	17	21	17	13	25	20	18	28	18	13	19	40	11	23	24	
Interruptions	3	1	1	3	1	1	15	1	3	11	4	1	1	25	1	4	10	
Int. globales	3	1	1	2	1	1	13	1	3	11	2	1	1	25	1	4	9	
Nb. jours service	15	16,3	16	18	16	12,8	8,9	18,9	13,6	15,1	12,3	12	18	16,3	7,4	20	13	
Nb heures de service	180	183	194	222	192	176	119	210	173	218	148	117	174	173	111	200	155	
Unités services (% du total)	Heures	73	68	80	90	79	73	35	84	71	86	66	52	74	70	46	82	68
	Parcelles	64	53	71	81	64	57	28	71	65	76	53	47	57	51	41	67	51
	Hectares	77	71	86	93	83	80	39	88	73	89	69	55	79	77	46	86	74
Refus en culture (% du total)	Heures	10	12	6	6	15	23	61	13	27	13	23	29	11	16	42	9	19
	Parcelles	9	13	7	8	24	32	67	23	31	23	36	32	21	29	37	16	28
	Hectares	2	3	3	3	8	12	33	6	13	9	13	15	7	9	22	6	11
Irrigations surnuméraires (% du total)	Heures	1	7	1	9	9	0	13	3	0	23	0	9	3	20	1	12	0
	Parcelles	2	13	2	8	10	0	14	4	0	33	3	11	12	16	3	20	0
	Hectares	1	10	1	8	5	0	24	1	0	18	1	7	5	14	3	6	0
	Dose	2	10	1	6	6	0	22	3	0	11	1	5	3	12	3	5	0
Dose ovale (1000 m3)	21,8	20,4	18,1	21,7	19,3	16,2	11,2	21,4	18,1	23,8	18,7	13,7	17,1	19,6	11	21,5	16,7	
D. perdue hydro. %	17	17	17	17	17	16	17	17	17	18	17	18	17	16	17	17	17	
D. Perdue parcelle %	67	62	45	36	33	29	62	17	21	24	43	37	34	39	38	28	47	
Explication des doses perdues à la parcelle (% de perte parc.)	Pluie	2	0	0	0	1	14	11	11	4	1	7	0	20	16	2	27	
	Irr. surm.	10	16	3	16	39	4	49	29	7	48	10	34	6	21	12	12	10
	Dose	43	36	44	52	36	52	28	45	78	39	45	35	48	33	42	62	54
	Fréq.	7	25	39	26	18	17	8	11	8	6	13	6	30	17	25	11	7
	Avance	0	1	0	1	4	2	4	3	2	3	2	4	0	2	5	0	0
	Retard	38	22	14	5	5	12	0	0	0	2	22	21	16	8	0	14	1
Jours de st. (% dur. tour)	18	23	23	28	32	5	19	38	62	16	30	53	18	2	38	14	8	
Stress moyen (j. de st.)	63	46	60	68	59	60	49	57	64	51	57	67	55	47	68	54	38	
Explication des stress (% du stress total)	Fréq.	35	21	12	17	4	54	33	12	17	4	26	13	12	29	25	36	47
	Refus	52	30	13	11	23	21	64	30	39	44	30	52	40	69	60	40	53
	Dose	13	44	70	67	71	82	11	58	43	52	27	35	48	2	9	20	0
	Avance	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0
	Retard	1	5	4	6	2	0	3	5	1	0	0	2	0	0	7	4	0
Gains de stress (degré moyen sur le tour)	Pluie	2	0	0	3	4	30	16	9	7	21	2	7	30	32	7	13	27
	Irr. surm.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
	Avance	0	0	0	1	2	0	0	1	1	7	2	1	0	0	1	4	2
	Retard	0	1	1	0	2	0	0	1	4	0	3	0	2	0	0	3	0

Anexos

Resumén de las características de los turnos del sector B

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Début	22-Jui	6-Jui	17-Jui	28-Jui	13-Aoú	30-Aoú	18-Sep	5-Oct	5-Nov	22-Nov	8-Déc	27-Déc	28-Jan	11-Fév	25-Pév	12-Avr	1-Mai	21-Mai	
Fin	5-Jui	16-Jui	27-Jui	12-Aoú	29-Aoú	17-Sep	4-Oct	4-Nov	21-Nov	7-Déc	26-Déc	27-Jan	10-Fév	24-Fév	11-Avr	30-Avr	20-Mai	10-Jui	
Durée	14	11	11	16	17	19	17	31	17	16	19	32	14	14	46	19	20	21	
Interruptions	5	2	3	6	4	5	5	20	4	5	9	23	5	3	33	5	9	13	
Int. globales	1	2	0	2	1	1	1	14	1	3	5	8	1	1	25	4	3	7	
Nb. jours service	9	9,8	6,5	8,4	13	14	12	11	13	11	10	9	9	11	13	14	11	8	
Nb heures de service	92	88	80	107	123	138	121	87	128	107	86	90	85	105	133	132	110	72	
Unités servies (% du total)	Heures	62	59	58	82	87	96	82	53	90	71	60	60	59	73	88	87	74	47
	Parcelles	64	61	61	73	85	94	70	58	85	73	64	61	55	55	76	73	73	45
	Hectares	66	64	67	83	87	96	87	52	92	68	60	63	66	77	91	89	73	54
Refus en culture (% du total)	Heures	3	5	9	8	5	4	15	47	10	29	31	18	10	8	11	18	24	
	Parcelles	6	6	9	12	6	9	27	45	18	30	30	21	24	33	15	27	21	30
	Hectares	1	6	6	9	4	4	11	44	7	30	26	18	6	14	7	9	16	17
Irrigations surmétrair. (% du total)	Heures	4	3	0	0	0	0	1	14	0	0	11	0	10	0	0	0	8	
	Parcelles	5	5	0	0	0	0	4	32	0	0	14	0	22	0	0	0	13	
	Hectares	4	6	0	0	0	0	1	22	0	0	17	0	7	0	0	0	6	
	Dose	8	4	0	0	0	0	2	15	0	0	11	0	9	0	0	0	0	9
Dose ovale (1000 m3)	15,3	12,3	12,2	14,2	13,6	18,2	16,2	10,2	15,3	15,9	10,5	12	10,4	12,6	15,4	17,4	14,3	9,5	
D. perdue hydro. %	15	16	16	16	15	16	16	13	16	16	17	16	15	18	15	16	16	17	
D. Perdue parcelle %	73	80	76	71	53	39	41	43	25	42	25	48	41	54	60	41	29	75	
Explication des doses perdues à la parcelle (% de perte parcc.)	Pluie	0	2	0	0	0	0	2	18	13	7	0	7	0	17	20	0	25	
	Irr. surm.	8	13	35	14	2	17	14	12	24	16	14	19	17	19	23	27	11	28
	Dose	32	41	28	31	37	52	70	58	52	72	67	62	42	38	41	38	58	30
	Fréq.	12	9	23	42	49	25	10	11	8	4	1	5	40	39	9	2	4	4
	Avance	1	1	3	1	4	4	2	0	2	1	1	1	0	4	3	3	3	3
	Retard	47	34	10	13	8	2	2	0	0	0	18	7	0	0	7	9	24	11
Jours de st. (% dur. tour)	3	0	1	12	16	10	14	11	15	37	26	19	13	13	4	33	0	9	
Stress moyen (j. de st.)	76	0	6	30	53	33	53	48	35	60	56	58	42	59	32	41	31	65	
Explication des stress (% du stress total)	Préq.	0	0	0	50	8	41	9	17	0	22	6	56	6	28	14	54	0	0
	Refus	100	0	100	17	43	26	55	83	85	71	94	11	51	66	54	12	100	100
	Dose	0	0	0	5	18	21	31	0	13	2	0	27	35	2	0	25	0	0
	Avance	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
	Retard	0	0	0	29	31	10	0	0	1	5	0	6	3	4	52	9	0	0
Gains de stress (degré moyen sur le tour)	Pluie	0	0	0	0	0	2	21	30	9	0	17	5	3	9	45	3	12	26
	Irr. surm.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0
	Avance	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8	0	8	0	0	0	0	3
	Retard	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	5	14	0	0	2	0	0

Anexos

Resumén de las características de los turnos del sector C

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Début	29-Jui	11-Jui	25-Jui	9-Aoû	27-Aoû	13-Sep	29-Sep	14-Oct	2-Nov	11-Nov	21-Nov	10-Déc	3-Jan	17-Jan	6-Fév	21-Fév	16-Mar	16-Avr	4-Mai	22-Mai	
Fin	10-Jui	24-Jui	8-Aoû	26-Aoû	12-Sep	28-Sep	13-Oct	1-Nov	10-Nov	20-Nov	9-Déc	2-Jan	16-Jan	5-Fév	20-Fév	15-Mar	15-Avr	3-Mai	21-Mai	12-Jui	
Durée	12	14	15	18	17	16	15	19	9	10	19	24	14	20	15	23	31	18	18	22	
Interruptions	1	2	1	4	2	1	3	14	3	1	4	11	1	8	1	10	19	4	3	9	
Int. globales	1	2	1	2	1	1	1	12	1	1	3	11	1	4	1	10	16	4	3	7	
Nb. jours service	11	12	14	13,4	15	15	12	5	6	9	15	13	13	12	14	13	12	14	15	13	
Nb heures de service	125	120	146	155	154	143	125	52	59	92	154	129	127	119	142	133	111	130	144	138	
Unités services (% du total)	Heures	74	67	87	89	95	85	77	28	33	53	92	85	72	68	84	78	66	77	90	83
	Parcelles	75	73	85	80	95	80	70	28	45	48	95	85	78	58	75	68	35	78	83	70
	Hectares	77	77	93	95	97	87	88	22	30	60	94	90	61	75	89	86	76	68	94	91
Refus en culture % du total	Heures	10	19	7	6	5	15	23	72	67	47	8	8	21	27	5	15	31	21	2	8
	Parcelles	10	15	8	10	5	20	30	73	55	53	5	10	13	38	8	18	35	18	3	13
	Hectares	7	9	2	2	2	11	11	56	48	33	5	4	21	13	4	6	18	15	1	5
Irrigations surmément. (% du total)	Heures	1	4	0	2	0	0	0	0	2	2	0	1	5	3	0	0	3	2	2	
	Parcelles	3	3	0	3	0	0	0	0	5	3	0	3	9	10	0	0	6	3	7	
	Hectares	1	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	3	2	0	0	2	1	7	
	Dose	2	5	0	2	0	0	0	0	4	2	0	1	3	4	0	0	5	2	2	
Dose ovoïde (1000 m3)	15,6	15,3	19,8	19,4	19	19,5	17	7	7,3	14,4	25,4	19,7	17,4	17,4	18,6	14,7	13,6	17,6	19,7	18,6	
D. perdue hydro. %	13	14	13	13	13	13	12	16	14	13	13	13	15	13	13	12	12	15	13	12	
D. Perdue parcelle %	75	84	67	67	41	51	52	84	51	52	58	51	76	64	55	61	59	63	52	74	
Explication des doses perdues à la parcelle (% de perte parcc.)	Pluie	1	1	0	0	0	2	11	20	12	1	1	0	6	0	9	10	6	2	5	
	Irr. surm.	13	25	16	41	11	5	11	44	16	44	44	14	26	12	12	7	0	25	13	11
	Dose	50	51	53	41	74	82	65	32	66	52	45	73	42	65	67	54	75	48	78	62
	Fréq.	20	6	22	15	12	11	13	2	3	1	6	8	5	17	20	28	14	2	2	1
	Avance	0	1	1	3	2	1	1	2	2	2	1	1	10	2	0	0	1	5	0	2
Retard	16	15	8	1	1	0	0	0	0	0	4	4	11	4	0	3	0	14	5	18	
Jours de st. (% dur. tour)	3	5	8	13	18	27	5	4	36	32	32	7	20	17	13	1	2	35	1	1	
Stress moyen (j. de st.)	39	36	31	42	44	54	39	32	45	43	52	44	45	61	55	25	31	60	24	24	
Explication des stress (% du stress total)	Fréq.	0	2	28	23	13	8	0	1	0	2	22	40	50	44	42	38	29	37	41	100
	Refus	100	95	43	19	12	35	25	99	100	85	62	54	49	48	41	42	48	54	0	0
	Dose	0	1	4	40	68	55	75	0	0	5	11	6	1	0	8	14	0	3	10	0
	Avance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Retard	0	3	25	18	7	2	0	0	0	7	5	0	0	7	9	6	22	6	49	0
Gains de stress (degré moyen sur le tour)	Pluie	4	0	0	0	0	3	19	14	7	11	0	8	7	1	3	28	37	2	19	9
	Irr. surm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	Retard	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	6	0	0	1	0	0	0

Anexos

Resumén de las características de los turnos del sector DE

Tour		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Début		4-Jui	24-Jui	13-Aoû	30-Aoû	19-Sep	9-Oct	12-Nov	5-Déc	27-Déc	19-Jan	3-Fév	22-Fév	22-Mar	25-Avr	17-Mai
Fin		23-Jui	12-Aoû	29-Aoû	18-Sep	8-Oct	11-Nov	4-Déc	26-Déc	18-Jan	2-Fév	21-Fév	21-Mar	24-Avr	16-Mai	8-Jui
Durée		20	20	17	20	20	34	23	22	23	15	19	28	34	22	23
Interruptions		3	2	5	1	3	13	4	5	8	1	4	12	17	4	9
Int. globales		2	2	1	1	2	13	4	5	7	1	1	10	17	4	9
Nb. jours service		17	18	12	19	16,9	20,1	19	17	15	12,9	18	16	14,8	18	13,9
Nb heures de service		162	175	208	210	175	221	186	172	132	134	172	148	179	165	127
Unités services (% du total)	Heures	76	84	90	88	83	67	78	80	57	56	74	60	78	72	59
	Parcelles	75	80	84	83	72	63	70	73	53	52	66	55	69	61	56
	Hectares	81	88	94	91	87	74	82	83	65	65	82	71	83	78	67
Refus en culture (% du total)	Heures	3	3	2	8	16	32	19	18	34	20	12	30	13	19	28
	Parcelles	5	5	5	11	25	36	27	23	36	28	19	34	23	25	28
	Hectares	1	3	1	5	12	26	15	15	24	13	8	18	10	16	22
Irrigations surnuméraires (% du total)	Heures	0	1	0	6	0	25	13	0	2	1	0	4	21	0	0
	Parcelles	0	2	0	13	0	30	7	0	3	3	0	6	16	0	0
	Hectares	0	1	0	6	0	67	17	0	1	1	0	2	12	0	0
	Dose	0	1	0	6	0	30	13	0	3	1	0	2	11	0	0
Dose ovoïde (1000 m3)		21,4	26,2	28,7	27,4	23,9	26,8	26	24,7	17,8	22	21	18,9	24,3	22,6	17,6
D. perdue hydro. %		16	14	15	15	16	14	15	16	15	15	15	16	15	16	16
D. Perdue parcelle %		56	62	57	46	37	61	38	40	48	52	45	55	49	40	67
Explication des doses perdues à la parcelle (% de perte par parc.)	Pluie	1	0	0	0	4	2	3	1	3	3	1	8	13	0	6
	Irr. sura.	0	4	9	24	12	39	42	13	14	11	2	29	17	4	3
	Dose	47	48	61	58	77	51	49	66	63	58	59	47	48	68	50
	Fréq.	19	24	23	17	6	3	3	1	11	13	15	9	17	0	27
	Avance	0	0	1	1	1	4	1	0	0	1	0	6	1	0	0
	Retard	34	24	7	0	0	0	2	20	9	15	23	2	4	28	15
Jours de st. (% dur. tour)		25	17	35	31	18	13	42	51	18	26	25	6	16	10	7
Stress moyen (j. de st.)		45	44	53	55	42	55	61	62	49	50	53	46	48	44	70
Explication des stress (% du stress total)	Fréq.	26	10	32	18	18	25	40	14	7	20	23	5	39	19	5
	Refus	8	17	8	22	31	65	41	33	63	68	42	82	18	53	95
	Dose	53	54	48	58	49	6	15	51	29	9	35	11	4	27	0
	Avance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Retard	13	19	12	2	2	3	3	2	0	3	0	1	19	0	0
Gains de stress (degré moyen sur le tour)	Pluie	1	0	0	4	29	15	4	21	12	1	9	51	6	24	22
	Irr. sura.	0	0	0	0	1	6	1	0	0	0	0	0	1	2	0
	Avance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Retard	1	5	1	1	0	0	2	0	0	2	3	0	1	2	2

Anexos

Resumén de las características de los turnos del sector FG

Tour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Début	5-Jui	24-Jui	14-Aoû	5-Sep	21-Sep	12-Oct	31-Oct	21-Nov	13-Déc	11-Jan	30-Jan	13-Fév	4-Mar	12-Avr	1-Mai	17-Mai	
Fin	23-Jui	13-Aoû	4-Sep	20-Sep	11-Oct	30-Oct	20-Nov	12-Déc	10-Jan	29-Jan	12-Fév	3-Mar	11-Avr	30-Avr	16-Mai	10-Jui	
Durée	19	21	22	16	21	19	21	22	29	19	14	19	39	19	16	25	
Interruptions	8	8	11	7	8	14	8	11	17	8	7	7	34	11	7	15	
Int. globales	2	2	1	1	2	12	2	3	11	2	1	1	25	4	1	9	
Nb. jours service	11	12	12	9	13	5	12	12	12	9	8	13	5	8	9	10	
Nb heures de service	116	115	148	89	131	49	106	121	115	85	79	126	52	106	89	89	
Unités services (% du total)	Heures	73	81	84	75	94	29	76	82	77	61	62	82	48	71	68	60
	Parcelles	61	68	69	71	87	15	60	65	73	52	52	66	31	55	60	45
	Hectares	82	89	91	76	96	50	85	88	85	73	76	89	66	81	80	72
Refus en culture (% du total)	Heures	7	7	11	22	6	71	24	17	22	23	17	10	43	22	25	27
	Parcelles	13	15	21	24	11	85	40	34	26	34	26	19	53	51	29	37
	Hectares	3	3	5	13	3	41	14	10	12	13	9	6	24	14	13	17
Irrigations surnumérar. (% du total)	Heures	0	0	31	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	8	7	1
	Parcelles	0	0	23	0	6	0	0	0	0	0	9	0	0	6	5	4
	Hectares	0	0	45	0	6	0	0	0	0	0	39	0	0	33	3	1
	Dose	0	0	21	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	7	7	2
Dose ovalo (1000 m3)	17,4	16,3	25,5	12	20,2	6,7	16	18,7	18,4	12	11,7	15,2	7,6	15,8	13,3	13,4	
D. perdue hydro. %	10	11	11	10	11	7	13	11	11	13	12	12	7	12	12	13	
D. Perdue parcelle %	68	62	49	54	39	99	47	42	46	39	56	46	49	68	50	78	
Explication des doses perdues à la parcelle (% de perte parc.)	Pluie	2	0	0	0	0	32	12	3	1	6	0	0	14	14	0	9
	Irr. surm.	12	3	27	39	7	0	53	7	34	18	39	13	0	26	40	12
	Dose	35	58	48	39	79	21	27	82	57	44	29	66	54	37	48	57
	Fréq.	14	20	21	19	13	46	2	2	2	13	24	16	19	10	1	6
	Avance	0	2	1	3	0	0	6	1	1	1	2	1	3	3	3	0
	Retard	37	18	3	0	0	0	0	5	5	19	7	4	11	9	8	16
Jours de st. (% dur. tour)	13	24	16	46	18	4	25	53	13	25	63	36	3	26	12	13	
Stress moyen (j. de st.)	46	56	55	63	64	39	40	66	47	55	61	56	35	52	39	60	
Explication des stress (% du stress total)	Fréq.	21	33	33	7	11	65	16	46	18	11	6	3	6	23	1	16
	Refus	51	20	32	37	7	35	48	29	39	39	19	13	27	43	44	80
	Dose	20	36	31	55	81	0	20	19	24	48	73	84	67	10	54	4
	Avance	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Retard	7	11	2	1	0	0	16	6	0	1	2	0	0	23	0	0
Gains de stress (degré moyen sur le tour)	Pluie	4	0	0	4	13	13	13	3	24	0	3	22	31	4	18	33
	Irr. surm.	0	0	9	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
	Avance	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	3	0	0	0	3	2
	Retard	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	1	0	2	0

Date	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG
Mercredi 01	2	4	3	2	2
Jeudi 02	2	4	3	2	2
Vendredi 03	2	4	3	2	2
Samedi 04	2	4	3	2	2
Dimanche 05	3	4	3	2	2
Lundi 06	3	4	3	2	2
Mardi 07	3	4	3	2	2
Mercredi 08	3	4	3	2	2
Jeudi 09	3	4	4	2	2
Vendredi 10	3	4	4	2	2
Samedi 11	3	4	4	2	2
Dimanche 12	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 13	3	5	4	3	2
Mardi 14	3	5	4	3	3
Mercredi 15	3	5	4	3	3
Jeudi 16	3	5	4	3	3
Vendredi 17	3	5	4	3	3
Samedi 18	3	5	4	3	3
Dimanche 19	3	5	4	3	3
Lundi 20	3	5	4	3	3
Mardi 21	3	5	4	3	3
Mercredi 22	4	5	4	3	3
Jeudi 23	4	5	4	3	3
Vendredi 24	4	5	4	3	3
Samedi 25	4	5	4	3	3
Dimanche 26	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 27	4	5	5	3	3
Mardi 28	4	5	5	3	3
Mercredi 29	4	5	5	3	3
Jeudi 30	4	6	5	4	3
Vendredi 31	4	6	5	4	3

Samedi 01	4	6	5	4	3
Dimanche 02	4	6	5	4	3
Lundi 03	4	6	5	4	3
Mardi 04	4	6	5	4	3
Mercredi 05	4	6	5	4	4
Jeudi 06	4	6	5	4	4
Vendredi 07	4	6	5	4	4
Samedi 08	4	6	5	4	4
Dimanche 09	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 10	4	6	5	4	4
Mardi 11	4	6	5	4	4
Mercredi 12	5	6	5	4	4
Jeudi 13	5	6	6	4	4
Vendredi 14	5	6	6	4	4
Samedi 15	5	6	6	4	4
Dimanche 16	5	6	6	4	4
Lundi 17	5	6	6	4	4
Mardi 18	5	7	6	4	4
Mercredi 19	5	7	6	5	4
Jeudi 20	5	7	6	5	4
Vendredi 21	5	7	6	5	5
Samedi 22	5	7	6	5	5
Dimanche 23	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 24	5	7	6	5	5
Mardi 25	5	7	6	5	5
Mercredi 26	5	7	6	5	5
Jeudi 27	5	7	6	5	5
Vendredi 28	5	7	6	5	5
Samedi 29	6	7	7	5	5
Dimanche 30	6	7	7	5	5

Esquemas del desarrollo de la distribución del agua

Date	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG	
Mois de juin 1990	Mercredi 20	0	0	0	0	0
	Jeudi 21	0	0	0	0	0
	Vendredi 22	0	1	0	0	0
	Samedi 23	0	1	0	0	0
	Dimanche 24	0	1	0	0	0
	Lundi 25	0	1	0	0	0
	Mardi 26	0	1	0	0	0
	Mercredi 27	0	1	0	0	0
	Jeudi 28	0	1	0	0	0
	Vendredi 29	0	1	1	0	0
Samedi 30	1	1	1	0	0	

Date	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG		
Mois de juillet 1990	Caciques de Urcuqui et de San Blas						
	Dimanche 01	0	0	0	0	0	
	Lundi 02	1	1	1	0	0	
	Mardi 03	1	1	1	0	0	
	Mercredi 04	1	1	1	1	0	
	Jeudi 05	1	1	1	1	1	
	Vendredi 06	1	2	1	1	1	
	Samedi 07	1	2	1	1	1	
	Dimanche 08	1	2	1	1	1	
	Lundi 09	1	2	1	1	1	
	Mardi 10	1	2	1	1	1	
	Mercredi 11	1	2	2	1	1	
	Jeudi 12	Interruption de fonctionnement du canal principal					
	Vendredi 13	1	2	2	1	1	
	Samedi 14	1	2	2	1	1	
	Dimanche 15	Caciques de Urcuqui et de San Blas					
	Lundi 16	1	2	2	1	1	
	Mardi 17	1	3	2	1	1	
	Mercredi 18	2	3	2	1	1	
	Jeudi 19	2	3	2	1	1	
	Vendredi 20	2	3	2	1	1	
	Samedi 21	2	3	2	1	1	
	Dimanche 22	2	3	2	1	1	
	Lundi 23	2	3	2	1	1	
	Mardi 24	2	3	2	2	2	
	Mercredi 25	2	3	3	2	2	
	Jeudi 26	2	3	3	2	2	
	Vendredi 27	2	3	3	2	2	
	Samedi 28	2	4	3	2	2	
	Dimanche 29	Caciques de Urcuqui et de San Blas					
	Lundi 30	2	4	3	2	2	
Mardi 31	2	4	3	2	2		

Date	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG
Lundi 01	6	7	7	5	5
Mardi 02	6	7	7	5	5
Mercredi 03	6	7	7	5	5
Jeudi 04	6	7	7	5	5
Vendredi 05	6	8	7	5	5
Samedi 06	6	8	7	5	5
Dimanche 07	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 08	6	8	7	5	5
Mardi 09	6	8	7	6	5
Mercredi 10	6	8	7	6	5
Jeudi 11	6	8	7	6	5
Vendredi 12	7	8	7	6	6
Samedi 13	7	8	7	6	6
Dimanche 14	7	8	8	6	6
Lundi 15	7	8	8	6	6
Mardi 16	7	8	8	6	6
Mercredi 17	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Jeudi 18	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Vendredi 19	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 20	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 21	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 22	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 23	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mercredi 24	7	8	8	6	6
Jeudi 25	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Vendredi 26	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 27	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 28	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Lundi 29	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 30	7	8	8	6	6
Mercredi 31	7	8	8	6	7

Jeudi 01	7	8	8	6	7
Vendredi 02	7	8	9	6	7
Samedi 03	7	8	9	6	7
Dimanche 04	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 05	7	9	9	6	7
Mardi 06	8	9	9	6	7
Mercredi 07	8	9	9	6	7
Jeudi 08	8	9	9	6	7
Vendredi 09	8	9	9	6	7
Samedi 10	8	9	9	6	7
Dimanche 11	8	9	10	6	7
Lundi 12	8	9	10	7	7
Mardi 13	8	9	10	7	7
Mercredi 14	8	9	10	7	7
Jeudi 15	8	9	10	7	7
Vendredi 16	8	9	10	7	7
Samedi 17	8	9	10	7	7
Dimanche 18	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 19	8	9	10	7	7
Mardi 20	8	9	10	7	7
Mercredi 21	8	9	11	7	8
Jeudi 22	8	10	11	7	8
Vendredi 23	8	10	11	7	8
Samedi 24	8	10	11	7	8
Dimanche 25	8	10	11	7	8
Lundi 26	9	10	11	7	8
Mardi 27	9	10	11	7	8
Mercredi 28	9	10	11	7	8
Jeudi 29	9	10	11	7	8
Vendredi 30	Interruption de fonctionnement du canal principal				

Date		Interruption de fonctionnement du canal principal									
		Caciques de Urcuqui et de San Blas									
Mois de décembre 1990	Samedi 01										
	Dimanche 02										
	Lundi 03	9	10	10	11	11	7	8			
	Mardi 04	9	10	10	11	11	7	8			
	Mercredi 05	9	10	10	11	11	8	8			
	Jeudi 06	9	10	10	11	11	8	8			
	Vendredi 07	9	10	10	11	11	8	8			
	Samedi 08	9	11	11	11	11	8	8			
	Dimanche 09	9	11	11	11	11	8	8			
	Lundi 10	9	11	11	12	12	8	8			
	Mardi 11	9	11	11	12	12	8	8			
	Mercredi 12	9	11	11	12	12	8	8			
	Jeudi 13	9	11	11	12	12	8	9			
	Vendredi 14	Interruption de fonctionnement du canal principal									
	Samedi 15	Caciques de Urcuqui et de San Blas									
	Dimanche 16	Interruption de fonctionnement du canal principal									
	Lundi 17	Caciques de Urcuqui et de San Blas									
	Mardi 18	Interruption de fonctionnement du canal principal									
	Mercredi 19	10	11	11	12	12	8	9			
	Jeudi 20	10	11	11	12	12	8	9			
	Vendredi 21	10	11	11	12	12	8	9			
	Samedi 22	10	11	11	12	12	8	9			
	Dimanche 23	10	11	11	12	12	8	9			
	Lundi 24	10	11	11	12	12	8	9			
	Mardi 25	10	11	11	12	12	8	9			
	Mercredi 26	10	11	11	12	12	8	9			
	Jeudi 27	10	12	12	12	12	9	9			
	Vendredi 28	Interruption de fonctionnement du canal principal									
	Samedi 29	Caciques de Urcuqui et de San Blas									
	Dimanche 30	Interruption de fonctionnement du canal principal									
	Lundi 31	Caciques de Urcuqui et de San Blas									

Date		Interruption de fonctionnement du canal principal									
		Caciques de Urcuqui et de San Blas									
Mois de janvier 1991	Mardi 01	Interruption de fonctionnement du canal principal									
	Mercredi 02	Caciques de Urcuqui et de San Blas									
	Jeudi 03	10	12	12	13	13	9	9			
	Vendredi 04	10	12	12	13	13	9	9			
	Samedi 05	10	12	12	13	13	9	9			
	Dimanche 06	10	12	12	13	13	9	9			
	Lundi 07	10	12	12	13	13	9	9			
	Mardi 08	10	12	12	13	13	9	9			
	Mercredi 09	10	12	12	13	13	9	9			
	Jeudi 10	10	12	12	13	13	9	9			
	Vendredi 11	11	12	12	13	13	9	10			
	Samedi 12	11	12	12	13	13	9	10			
	Dimanche 13	Caciques de Urcuqui et de San Blas									
	Lundi 14	11	12	12	13	13	9	10			
	Mardi 15	11	12	12	13	13	9	10			
	Mercredi 16	11	12	12	13	13	9	10			
	Jeudi 17	11	12	12	14	14	9	10			
	Vendredi 18	11	12	12	14	14	9	10			
	Samedi 19	11	12	12	14	14	10	10			
	Dimanche 20	11	12	12	14	14	10	10			
	Lundi 21	11	12	12	14	14	10	10			
	Mardi 22	11	12	12	14	14	10	10			
	Mercredi 23	11	12	12	14	14	10	10			
	Jeudi 24	11	12	12	14	14	10	10			
	Vendredi 25	11	12	12	14	14	10	10			
	Samedi 26	11	12	12	14	14	10	10			
	Dimanche 27	Caciques de Urcuqui et de San Blas									
	Lundi 28	11	13	13	14	14	10	10			
	Mardi 29	12	13	13	14	14	10	10			
	Mercredi 30	12	13	13	14	14	10	11			
	Jeudi 31	12	13	13	14	14	10	11			

Date	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG
Lundi 01	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 02	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mercredi 03	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Jeudi 04	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Vendredi 05	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 06	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 07	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 08	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 09	14	15	17	13	13
Mercredi 10	14	15	17	13	13
Jeudi 11	15	15	17	13	13
Vendredi 12	15	16	17	13	14
Samedi 13	15	16	17	13	14
Dimanche 14	15	16	17	13	14
Lundi 15	15	16	17	13	14
Mardi 16	15	16	18	13	14
Mercredi 17	15	16	18	13	14
Jeudi 18	15	16	18	13	14
Vendredi 19	15	16	18	13	14
Samedi 20	15	16	18	13	14
Dimanche 21	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 22	16	16	18	13	14
Mardi 23	16	16	18	13	14
Mercredi 24	16	16	18	13	14
Jeudi 25	16	16	18	14	14
Vendredi 26	16	16	18	14	14
Samedi 27	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 28	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Lundi 29	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 30	16	16	18	14	14

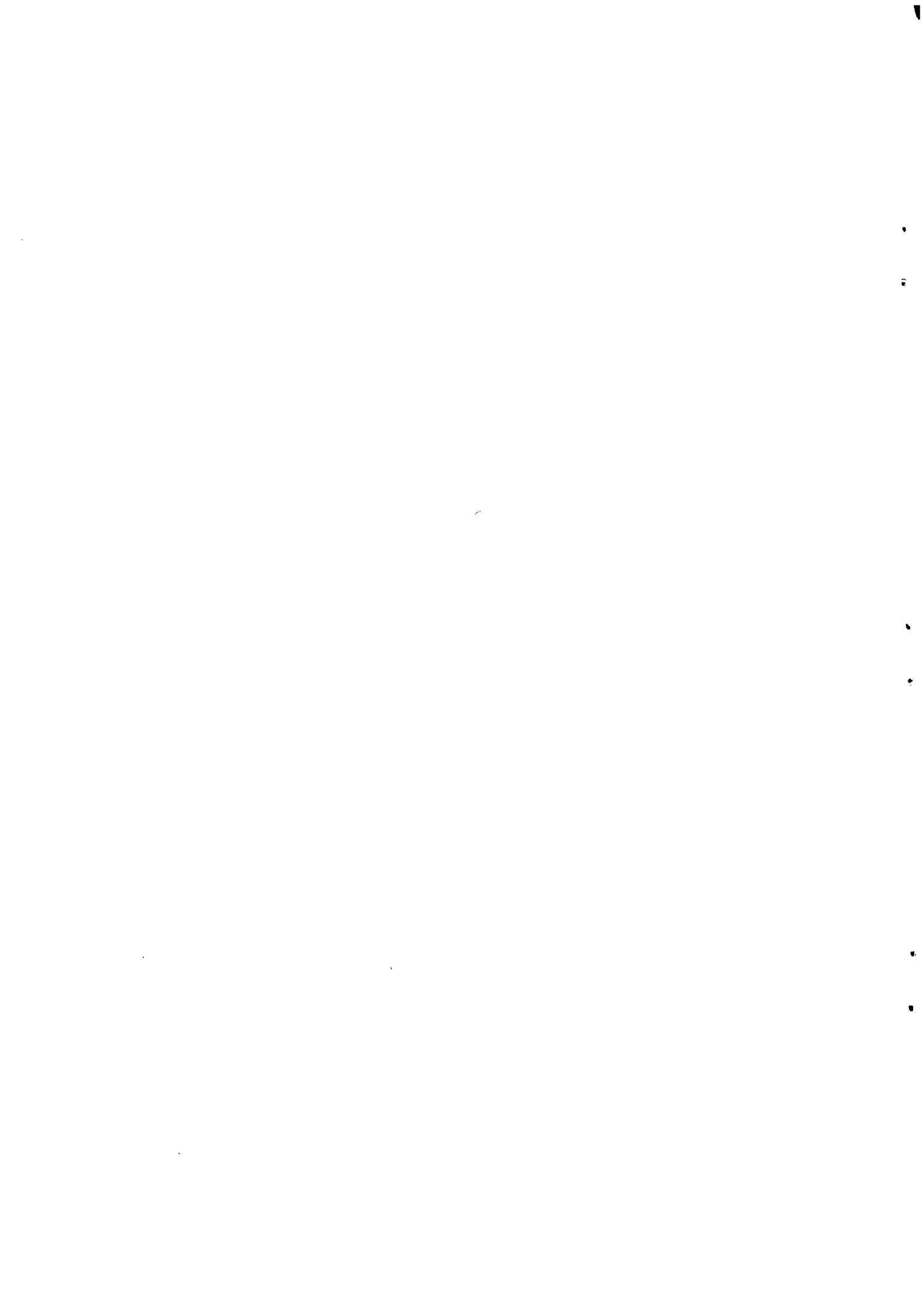
Mercredi 01	16	17	18	14	15
Jeudi 02	16	17	18	14	15
Vendredi 03	16	17	18	14	15
Samedi 04	16	17	19	14	15
Dimanche 05	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 06	16	17	19	14	15
Mardi 07	16	17	19	14	15
Mercredi 08	16	17	19	14	15
Jeudi 09	16	17	19	14	15
Vendredi 10	16	17	19	14	15
Samedi 11	16	17	19	14	15
Dimanche 12	16	17	19	14	15
Lundi 13	16	17	19	14	15
Mardi 14	16	17	19	14	15
Mercredi 15	17	17	19	14	15
Jeudi 16	17	17	19	14	15
Vendredi 17	17	17	19	15	16
Samedi 18	17	17	19	15	16
Dimanche 19	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 20	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 21	17	18	19	15	16
Mercredi 22	17	18	20	15	16
Jeudi 23	17	18	20	15	16
Vendredi 24	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 25	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 26	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Lundi 27	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 28	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mercredi 29	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Jeudi 30	17	18	20	15	16
Vendredi 31	17	18	20	15	16

Date	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG
Vendredi 01	12	13	14	10	11
Samedi 02	12	13	14	10	11
Dimanche 03	12	13	14	11	11
Lundi 04	12	13	14	11	11
Mardi 05	12	13	14	11	11
Mercredi 06	12	13	15	11	11
Jeudi 07	12	13	15	11	11
Vendredi 08	12	13	15	11	11
Samedi 09	12	13	15	11	11
Dimanche 10	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 11	13	14	15	11	11
Mardi 12	13	14	15	11	11
Mercredi 13	13	14	15	11	12
Jeudi 14	13	14	15	11	12
Vendredi 15	13	14	15	11	12
Samedi 16	13	14	15	11	12
Dimanche 17	13	14	15	11	12
Lundi 18	13	14	15	11	12
Mardi 19	13	14	15	11	12
Mercredi 20	13	14	15	11	12
Jeudi 21	13	14	16	11	12
Vendredi 22	13	14	16	12	12
Samedi 23	13	14	16	12	12
Dimanche 24	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 25	13	15	16	12	12
Mardi 26	13	15	16	12	12
Mercredi 27	13	15	16	12	12
Jeudi 28	13	15	16	12	12

Vendredi 01	13	15	16	12	12
Samedi 02	14	15	16	12	12
Dimanche 03	14	15	16	12	12
Lundi 04	14	15	16	12	13
Mardi 05	14	15	16	12	13
Mercredi 06	14	15	16	12	13
Jeudi 07	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Vendredi 08	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 09	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 10	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 11	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 12	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mercredi 13	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Jeudi 14	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Vendredi 15	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 16	14	15	17	12	13
Dimanche 17	14	15	17	12	13
Lundi 18	14	15	17	12	13
Mardi 19	14	15	17	12	13
Mercredi 20	14	15	17	12	13
Jeudi 21	14	15	17	12	13
Vendredi 22	14	15	17	13	13
Samedi 23	14	15	17	13	13
Dimanche 24	Caciques de Urcuqui et de San Blas				
Lundi 25	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mardi 26	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Mercredi 27	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Jeudi 28	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Vendredi 29	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Samedi 30	Interruption de fonctionnement du canal principal				
Dimanche 31	Interruption de fonctionnement du canal principal				

Anexos

Date		Secteur A	Secteur B	Secteur C	Secteur DE	Secteur FG	
Mois de juin 1991	Samedi 01	17	18	20	15	16	
	Dimanche 02	Caciques de Urcuqui et de San Blas					
	Lundi 03	17	18	20	15	16	
	Mercredi 05	17	18	20	15	16	
	Jeudi 06	17	18	20	15	16	
	Vendredi 07	17	18	20	15	16	
	Samedi 08	18	18	20	15	16	
	Dimanche 09	18	18	20	16	16	
	Lundi 10	18	18	20	16	16	
	Mardi 11	18	19	20	16	17	
	Mercredi 12	18	19	20	16	17	



**ANEXO N°6: VELOCIDAD DEL FLUJO DE AGUA EN
LOS CANALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

1. Tiempos de circulación del agua

Cada día a las 4:30 a.m., el aguatero abre la válvula del reservorio para que el agua ingrese en los canales de repartición y de distribución.

Un seguimiento preciso se realizó el día 31-05-90 en las regletas 46 y 49 para anotar el crecimiento del caudal a la llegada del agua. Las mediciones muestran que el agua alcanza su caudal normal en muy poco tiempo (figuras 1 y 2).

En realidad se obtuvieron 2 valores de velocidad del frente de agua :

* $v = 1,15$ m/s entre el reservorio y la caja de repartición,

* $v = 0,60$ m/s entre la caja y el puente de piedra (regleta 49).

El mapa 1 representa los isocronos completos que representan los tiempos para que el agua llegue a cada parcela.

2. Tiempos de propagación

Una vez el agua en los canales, se necesita algún tiempo para que una gota de agua que sale del reservorio llegue a una parcela. La medición de las pérdidas en los canales debe tener en cuenta este tiempo de propagación cuando compara caudales aguas arriba y caudales aguas abajo, por el caudal varía durante el día.

2.1 Trabajos de campo

No se pudo utilizar la fluoresceína por la desconfianza de los campesinos ante este tipo de producto. Las mediciones de tiempo de conducción se realizaron con flotadores con una precisión suficiente para un trabajo de este tipo.

Los seguimientos se efectuaron en diferentes canales de la red de distribución y para diferentes caudales. Se anotan los tiempos de llegada a cada toma encontrada, así como la altitud correspondiente. En general, los canales tienen una pendiente bien marcada y la diferencia de altitud da una buena idea de la pendiente media. El catastro preciso de todo el perímetro permite calcular la longitud del segmento correspondiente.

2.2 Cálculos de los tiempos de transporte

En cada segmento estudiado se pueden entonces conocer la pendiente, la longitud y la velocidad del agua.

La idea inicial era de calibrar una fórmula de flujo de tipo Manning ($U=K.Rh^{2/3}.i^{1/2}$, en donde U es la velocidad en m/s, Rh el radio hidráulico, i la pendiente y K un coeficiente de ajuste), determinando un Rh promedio para cada canal, y un K promedio para la red.

Sin embargo, las pendientes de los canales están lejos de ser homogéneas: siempre se tienen secciones de pendiente menor que el promedio, regularmente cortadas por caídas más o menos importantes. Por ello, no se pueden aplicar las fórmulas tradicionales de flujo.

2.3 Problemas encontrados

Las medidas de altitud son lo suficientemente precisas en la mayoría de los casos, a condición de que se calibren adecuadamente y muy a menudo (al menos cada hora) el altímetro en una cota dada. En

Anexos

efecto, las variaciones mínimas de la presión atmosférica modifican considerablemente la lectura del aparato.

El mantenimiento de los canales de distribución es a menudo deficiente, y en ese caso la vegetación impide el avance del agua, al igual que el del flotador, cuyo seguimiento se hace cada vez más difícil. Asimismo, las caídas frecuentes forman remolinos en los que se quedan los flotadores. Estos problemas generan grandes imprecisiones que no pueden manejarse completamente.

2.4 Resultados obtenidos y sugerencias

A caudales diferentes, se realizaron 11 mediciones en las diferentes partes de la red.

Los datos obtenidos no permiten calibrar los parámetros de una fórmula de Manning, como se había previsto, pero se pudo estimar aproximadamente la velocidad de avance en cada canal, que al parecer poco depende del caudal y de la pendiente. Esto se explica por la poca homogeneidad de la pendiente, el sobredimensionamiento de la mayoría de canales y sobre todo la naturaleza generalmente torrencial de los flujos.

Cuadro No. 1 : Velocidades de avance del agua observadas en los diferentes sectores

Sector	Del reservorio a la caja central de reparto	De la caja central de reparto al puente de piedras	Sector Plaza Vieja	Sector San Ignacio	Sector El Naranjo	Sector La Recoleta
No medidas	1	3	6	6	10	12
Velocidad media	1,19	0,62	0,56	0,48	0,64	0,4

Los resultados se presentan en el cuadro 1. Se observa que las velocidades de transporte son muy cercanas a las velocidades con que se llega a que circule agua en toda la red, y admitiremos que la cercanía entre unas y otras es correcta para el uso que se desea hacer de ellas. Como los tiempos de propagación son mucho más fáciles de determinar, podremos contentarnos con su medida para tener una idea del tiempo de transporte.

Dada esta similitud, los isocronos correspondientes a los tiempos de transporte hasta las diferentes parcelas están representados en el mismo mapa 2 (en anexo) que los tiempos de propagación.

3. Recesión

Todos los días, a las 4:30 p.m., el aguatero corta la llegada del agua a la red para permitir que se llene el reservorio.

La red empieza a secarse y el caudal de las parcelas disminuye tanto más lentamente cuanto más alejadas del reservorio se encuentren. La cantidad de agua que llega para el riego sigue siendo la misma y no hay pérdida directa, pero este fenómeno obliga a los usuarios alejados del reservorio a trabajar más tiempo, con una mano de agua menor, que eventualmente a la noche (caso de San Antonio). El usuario puede ser conducido a dejar escapar una cierta cantidad de agua.

Como en el caso de la apertura de la red de distribución, se realizó un seguimiento preciso en las regletas 11 y 46 para caracterizar la disminución del caudal al pasar el frente. Muestra que esta se produce en un intervalo de tiempo no despreciable (figura 3). Por lo tanto, no se puede considerar la disminución del volumen como instantánea.

Figure N°1: Suivi de la mise en eau du réseau, règle 49, le 31/5/90.

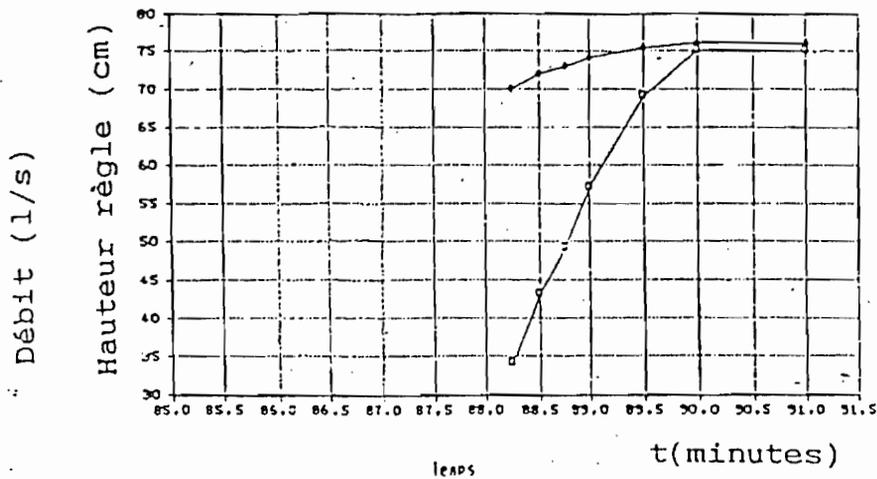


Figure N°2: Suivi de la mise en eau du réseau, règle 46, le 31/5/90.

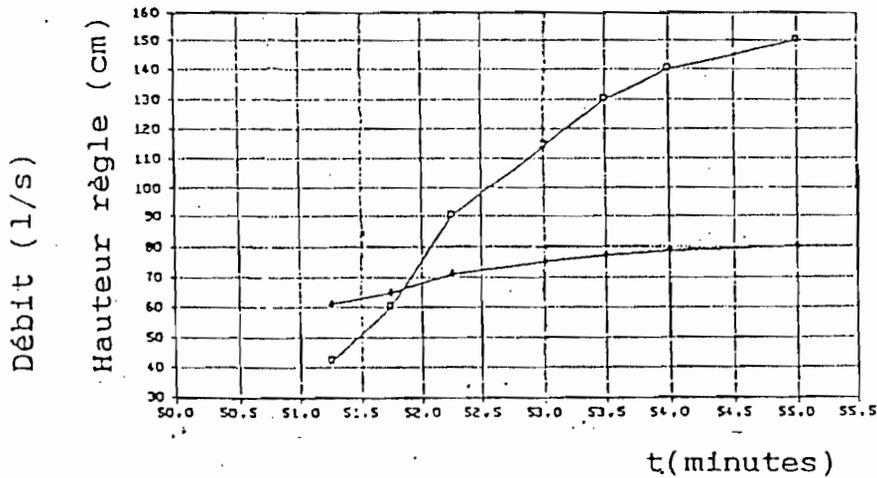
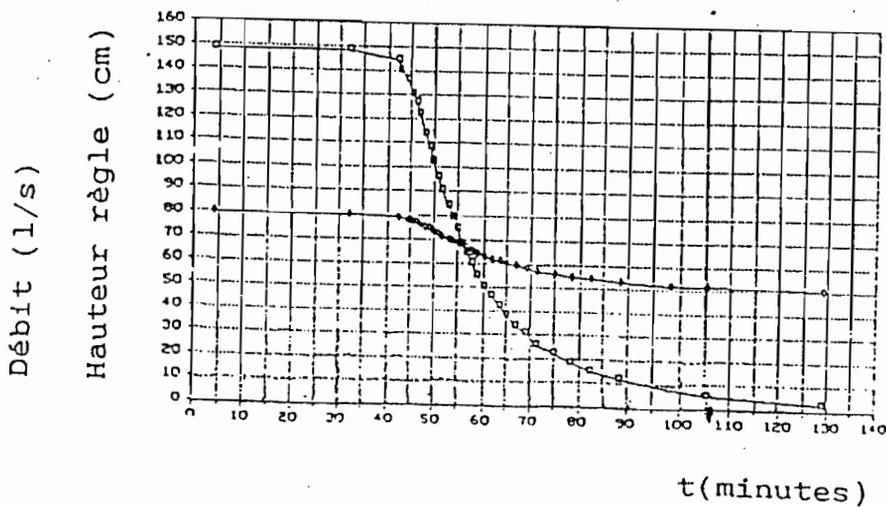
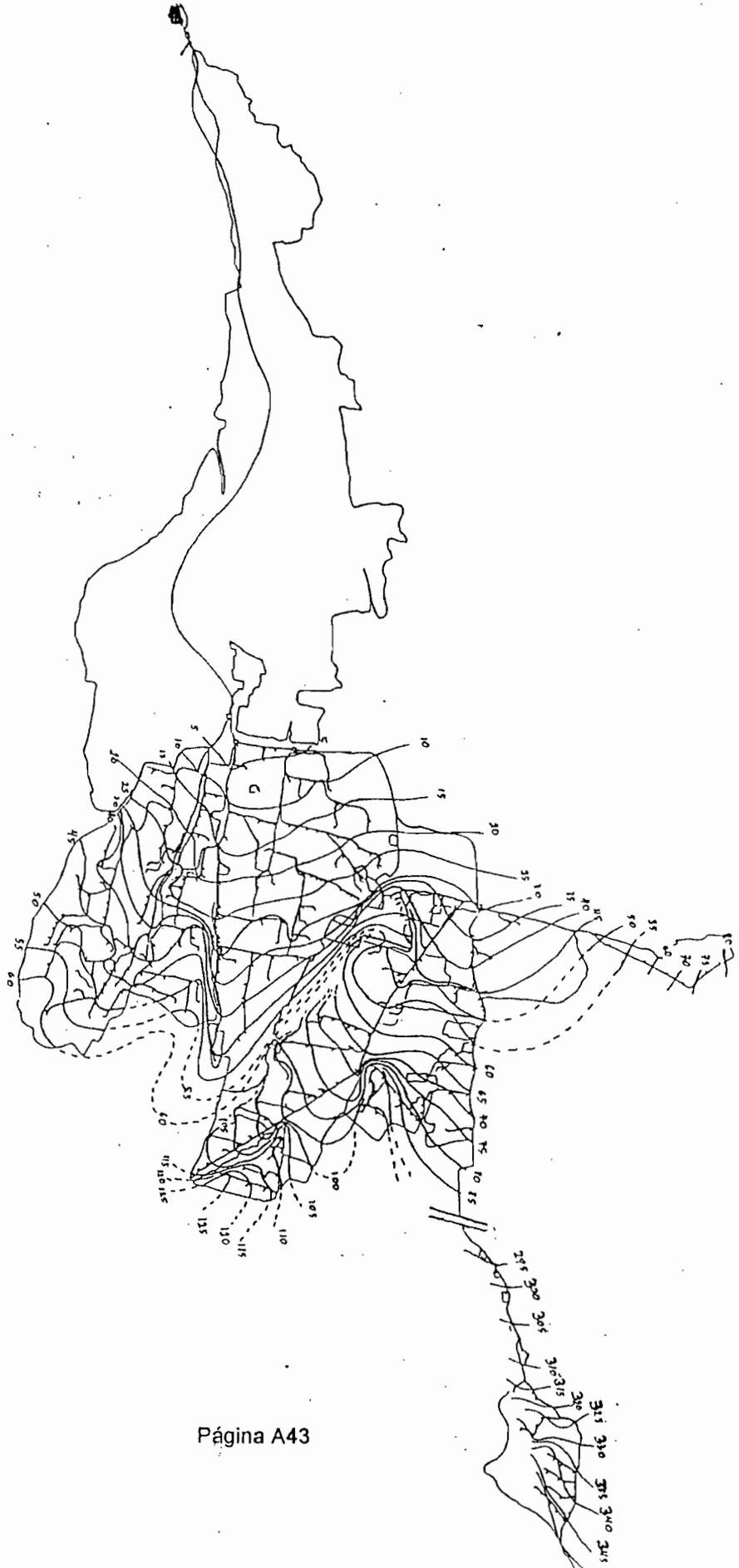


Figure N°3: Suivi de la récession sur le réseau, règle 46.



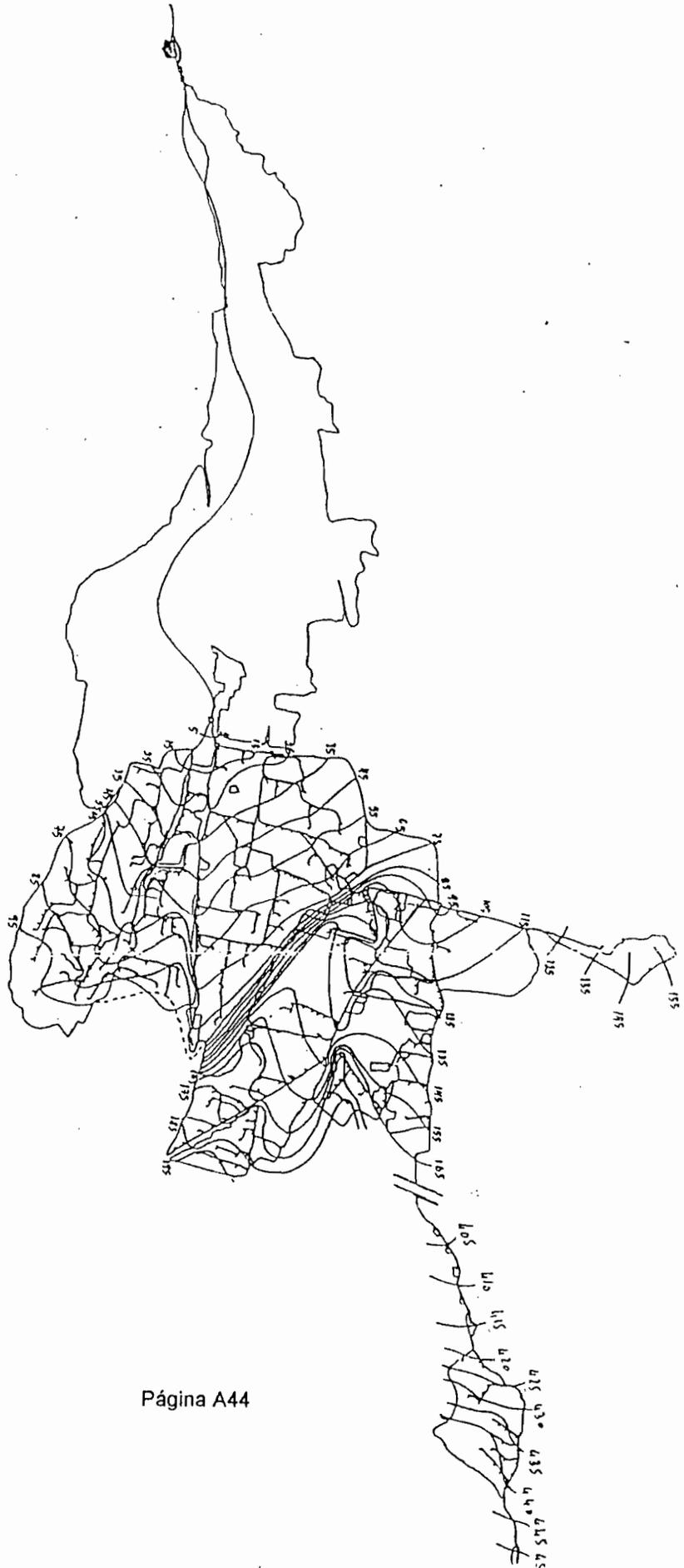
Anexos

Mapa N°1: Isocronos de apertura y de propagación



Anexos

Mapa N°2: Isocronos de recesión



ANEXO N°7: ANÁLISIS POR PARCELA

1. Intensidad de la utilización del suelo

1.2. Datos utilizados en el análisis

Un sistema de cultivo es más intensivo cuando utiliza más recursos (insumos y trabajo humano) por unidad de superficie cultivada. Por falta de datos básicos, no podemos estudiar todos esos factores. Consideraremos en cambio, grosso modo, que la intensidad de utilización del suelo está ligada al cultivo que se practica en él (en orden creciente de intensidad, tenemos: pastos naturales, cultivos de alfalfa, cultivos anuales sin cultivo de sucesión - una cosecha por año - cultivos anuales con cultivo de sucesión - dos cosechas por año - y huertos). Optamos por traducir numéricamente esa intensidad de utilización del suelo mediante un indicador, calculado de la siguiente manera:

- para cada subparcela (inicio homogéneo del cultivo),
 - * 1 si el cultivo practicado es un pastizal o alfalfa;
 - * 2 si el cultivo practicado es anual como cultivo único (no existe un segundo cultivo en la estación);
 - * 3 si hay dos cultivos en la estación o si es un huerto (se considera, sin tener seguridad de ello, que un huerto es cultivado de manera muy intensiva).
- el índice de intensidad de cada parcela es entonces calculado como el promedio de los índices de las subparcelas, ponderado por la superficie de cada una.

El índice así obtenido no pretende ser exacto, pero da una buena idea de la intensidad de utilización del suelo. Presenta el inconveniente de ser casi discreto: toma a menudo valores enteros de 1, 2 ó 3 puesto que numerosas parcelas están formadas sólo por una subparcela. Esto no tiene gran importancia ya que no buscamos sino percibir influencias en términos estadísticos y no establecer un modelo exacto.

Varios factores influyen en la elección del productor en cuanto a la intensidad de utilización del suelo (a parte de los factores generales del medio socio-económico). Estudiaremos los dos principales: dotación de agua de la parcela (que da una idea de la facilidad teórica de un abastecimiento hídrico adecuado por un cierto costo en trabajo), y superficie regada de la explotación (que condiciona la producción total y los ingresos agrícolas esperados).

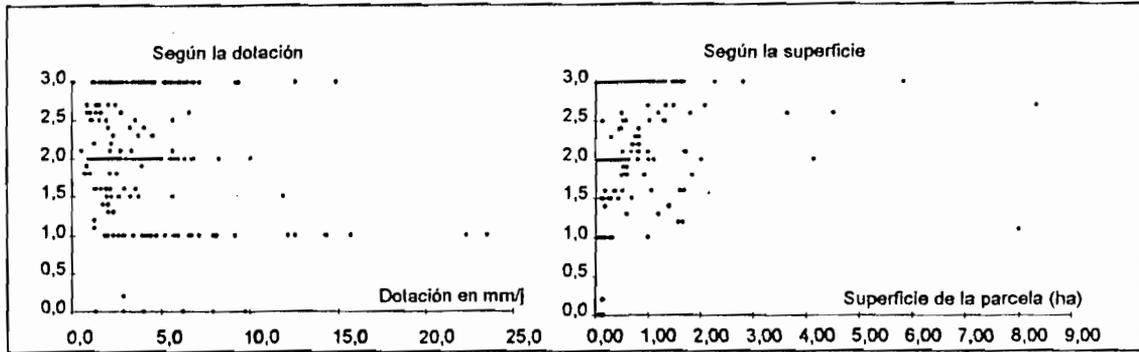
La dotación de cada parcela será calculada considerando la dosis promedio proporcionada al óvalo, las pérdidas hidráulicas en la red de transporte y la frecuencia teórica de riego. Se obtiene un valor en mm/día. La superficie regada de la explotación será estimada mediante la superficie de la parcela, considerando que los usuarios que poseen varias parcelas en la zona regada son raros (lo que parece confirmarse con el estudio del catastro).

1.2 Análisis

El trazado de una simple nube de puntos no arroja un resultado claro para ninguno de los dos factores, aunque parece existir una relación entre la superficie de explotación y la intensidad de utilización del suelo (figura 1, en donde un punto representa una parcela). No existe por lo tanto una relación lo suficientemente clara como para ser puesta en evidencia de esta manera, aunque al parecer se revelan ciertas tendencias difícilmente analizables.

Anexos

Figura N°1: Intensidad de la utilización del suelo en función de características de la explotación regada. Análisis directo.



Para estudiar esta tendencia eventual, se analizan una serie de promedios, característicos de parcelas ficticias, elaborados de la siguiente manera:

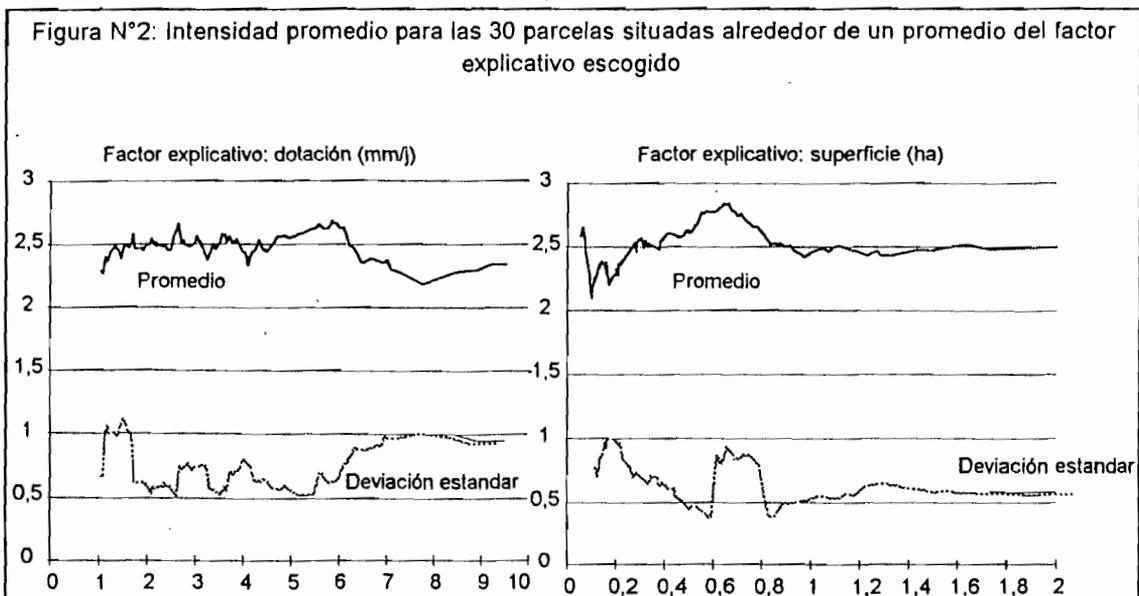
* se clasifican las parcelas según el valor creciente del factor explicativo escogido (dotación o superficie);

* se elabora una serie paralela de parcelas ficticias, para las cuales el valor del factor explicativo y el de la intensidad son los promedios de los valores correspondientes para las 31 parcelas reales situadas de un lado y otro.

Para $i > 14$ e $i < n - 14$,

$$D'i = \frac{\sum_{j=i-15}^{i+15} D_j}{31} \quad \text{et} \quad I'i = \frac{\sum_{j=i-15}^{i+15} I_j}{31}$$

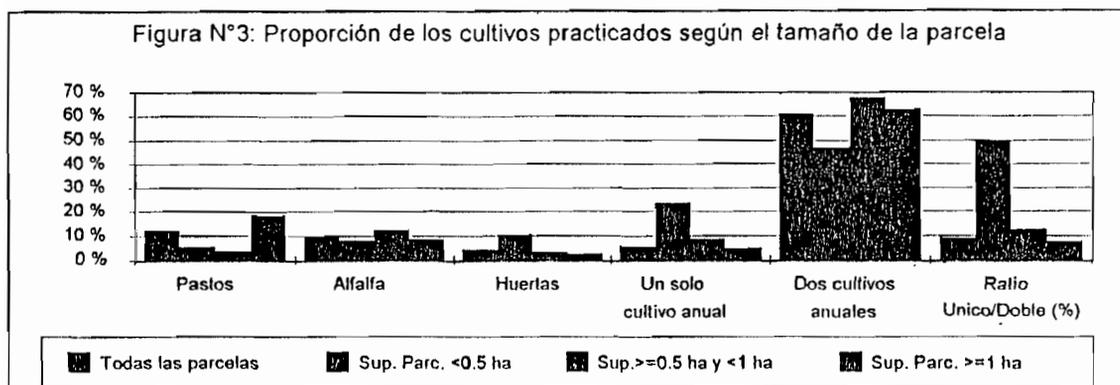
en donde D_i y $D'i$ son los valores de la dotación (o de la superficie de la parcela) para el elemento i de la serie real y ficticia respectivamente, e I_i e $I'i$ son los valores de la intensidad de utilización del suelo para el elemento i de la serie real y ficticia respectivamente.



Anexos

Cuadro N°1: Valores promedio del Índice de intensidad según el rango de superficie

Superficie	De 0 a 0,5 hectáreas	De 0,5 a 1 hectáreas	Más de 1 hectárea
Dotación media	2,40	2,77	2,47



La nueva serie poseerá valores continuos de índice de intensidad; tendrá 30 individuos menos que la serie original. Se trata en realidad de una serie de promedios doblemente móviles. La figura 2 representa el trazado de esas series ficticias.

La relación dotación-intensidad muestra solamente una relativa disminución de la intensidad en el caso de las dotaciones elevadas. No se pudo encontrar ninguna diferencia estadísticamente significativa al retomar la muestra de base y comparar los promedios del índice de intensidad de cultivo según los rangos de dotación.

La relación superficie-intensidad es en cambio más demostrativa: la tendencia observada de un máximo de intensidad para parcelas de alrededor de 0,7 ha pudo concretarse a nivel de la muestra de base (ver cuadro 1).

El promedio en el caso del rango 0,5-1 ha es significativamente diferente (prueba estadística) a los de los dos otros rangos (cuadro 1). De hecho, el patrón de cultivo es diferente entre estos tres tipos de parcelas; las pequeñas se dedican a los huertos, pero sobre todo a los cultivos anuales sin sucesión, mientras que en las grandes se privilegian los pastos naturales (figura 3).

La estrategia adoptada por el agricultor depende entonces efectivamente de la superficie de su explotación. Sin embargo, se puede constatar que este hecho no basta para explicar las diferencias en la repartición de los cultivos practicados según los sectores. En efecto, bastaría entonces con multiplicar la proporción de cada rango de superficie en un sector por la proporción de un cultivo en ese rango y hacer la suma de esos valores para todos los rangos de superficie para obtener la proporción de ese cultivo observada en el sector.

$$\text{Porción del cultivo en el sector} = \sum_{\text{todas las clases}} (\text{porción de la clase} \times \text{parte del cultivo en la clase})$$

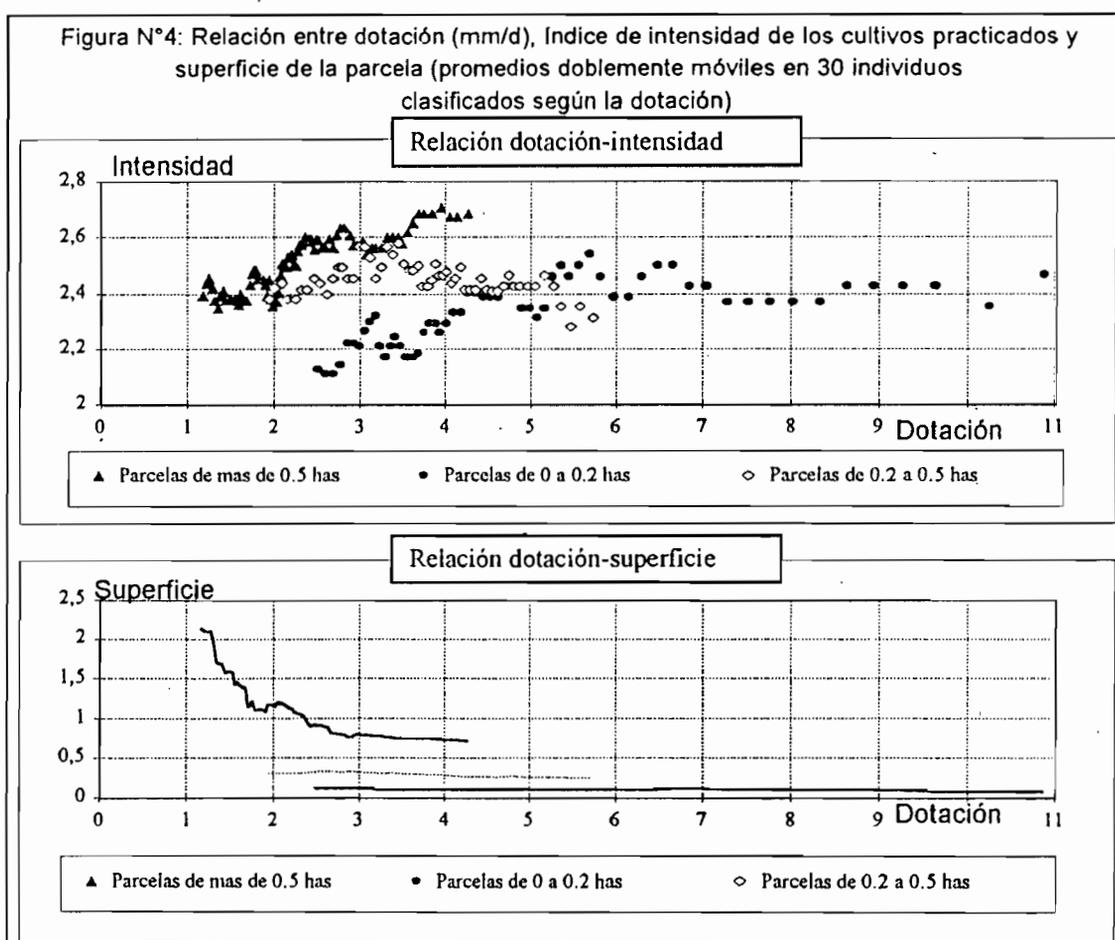
Ahora bien, la realización de esa operación no permite en absoluto obtener las proporciones observadas (cuadro N°2).

Anexos

Cuadro N°2: Porcentajes calculados de los diversos productos según la repartición de los tamaños de las parcelas en los diferentes sectores (comparar con el cuadro 10 del punto 3.1.2.)

	Pastos	Alfalfa	Huertas	Malz solo	Malz seguido	Malz total
Todos los sectores	12,38	9,57	4,61	9,23	60,34	69,57
Sector A	12,42	9,49	4,72	9,40	59,58	68,98
Sector B	12,63	9,68	4,07	8,24	61,79	70,03
Sector C	12,85	9,58	4,31	8,63	60,69	69,32
Sector DE	11,65	9,58	4,65	9,39	60,53	69,92
Sector F	12,53	9,38	5,04	9,93	58,32	68,25

Nos podemos preguntar si no existe al interior de cada clase una relación entre dotación e intensidad. Para saberlo, se realiza una serie ficticia (promedios de los índices de intensidad y de las dotaciones para parcelas clasificadas por dotación creciente) para cada clase de superficie. Los resultados aparecen en la figura 4.



El índice de intensidad de las grandes parcelas tiende a aumentar con la dotación, pero la curva inferior muestra que la superficie promedio disminuye al mismo tiempo, lo que infirma la relación intensidad-dotación vislumbrada. No se puede sacar una conclusión definitiva, pero una interpretación puede ser que mientras mejor dotada es una "gran" parcela, mayor es la posible proporción de cultivo

anual. Los agricultores correspondientes parecerían tender a sembrar lo máximo en cultivo anual, prioritario para el abastecimiento hídrico, aunque dejen una parte de la parcela como pastizal que se riega cuando la cantidad de agua disponible ha bastado para el riego del cultivo anual. Esta hipótesis no fue adoptada en el caso de la repartición del volumen entre subparcelas (ver capítulo 2.5.2.), opción que puede ser importante en los resultados de la simulación del balance hídrico.

La relación es en cambio clara en lo que respecta a las pequeñas parcelas, cuyo índice de intensidad aumenta con la dotación de hasta 5,5 mm/día, mientras que no hay una relación visible entre dotación y superficie. Una hipótesis explicativa podría ser que una dotación baja impone un trabajo importante (varias personas trabajando en la parcela, con un costo elevado puesto que los jornaleros exigen el pago de una jornada completa sea cual sea la duración real del trabajo) para la repartición correcta del agua de riego, y por lo tanto un adecuado abastecimiento hídrico de cultivos exigentes. Este costo decrece cuando aumenta la dotación pues es más fácil repartir el agua cuando esta es abundante. Parcería entonces que una dotación de 5,5 mm/día corresponde a la dotación mínima para poder efectuar solo una buena repartición del agua. Es también una dotación sumamente excesiva, dada la poca capacidad de almacenamiento de los suelos.

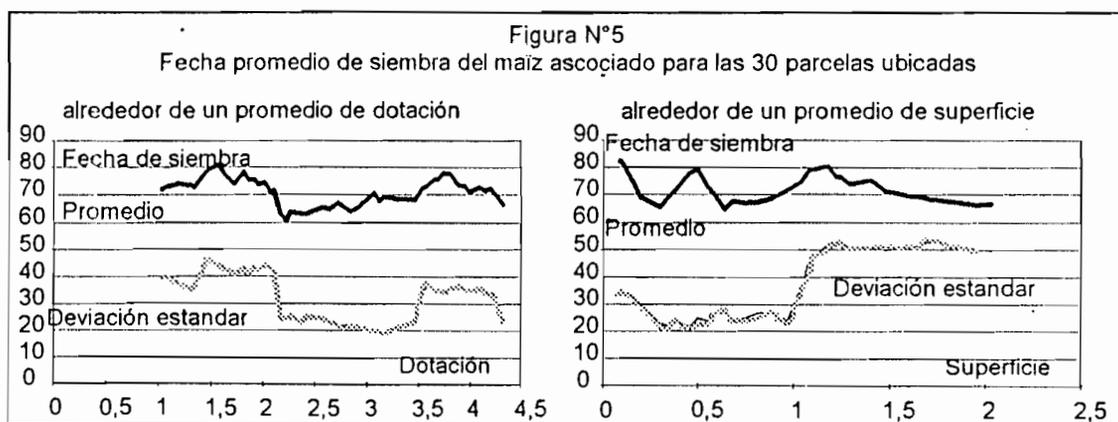
No parece existir una relación en el caso de las parcelas de tamaño mediano.

2. Fechas de siembra del maíz

El estudio de las curvas de demanda de agua de los diferentes sectores (punto 3.1.2.) nos lleva a suponer la existencia de una relación entre dotación de la parcela y fecha de siembra del maíz. Tal comportamiento de los usuarios parecería lógico, dado que una siembra precoz impone una realización del ciclo en un período menos lluviosos y por lo tanto más dependiente de los aportes del agua de riego.

Se utiliza el mismo principio de promedios doblemente móviles para trazar las curvas representadas en la figura 5.

Ni la dotación ni la superficie de la parcela parecen influir en la fecha de siembra y la hipótesis de partida debe descartarse. Intervienen otros factores cuyo análisis nos es imposible realizar.



**ANEXO N° 8: ALGUNOS RESULTADOS DEL
CÁLCULO DE LA SIMULACIÓN DEL BALANCE
HÍDRICO**

Este anexo se compone de tres partes:

- Visión global de los resultados de las diferentes parcelas de los cinco sectores, y realización de los turnos de agua (gráficos lineales): páginas A50 a A54.
- Resúmenes de los valores de los balances hídricos (cuadros): páginas A55 a A60.
- Algunos ejemplos del comportamiento de ciertas parcelas (gráficos): páginas A61 a A77.

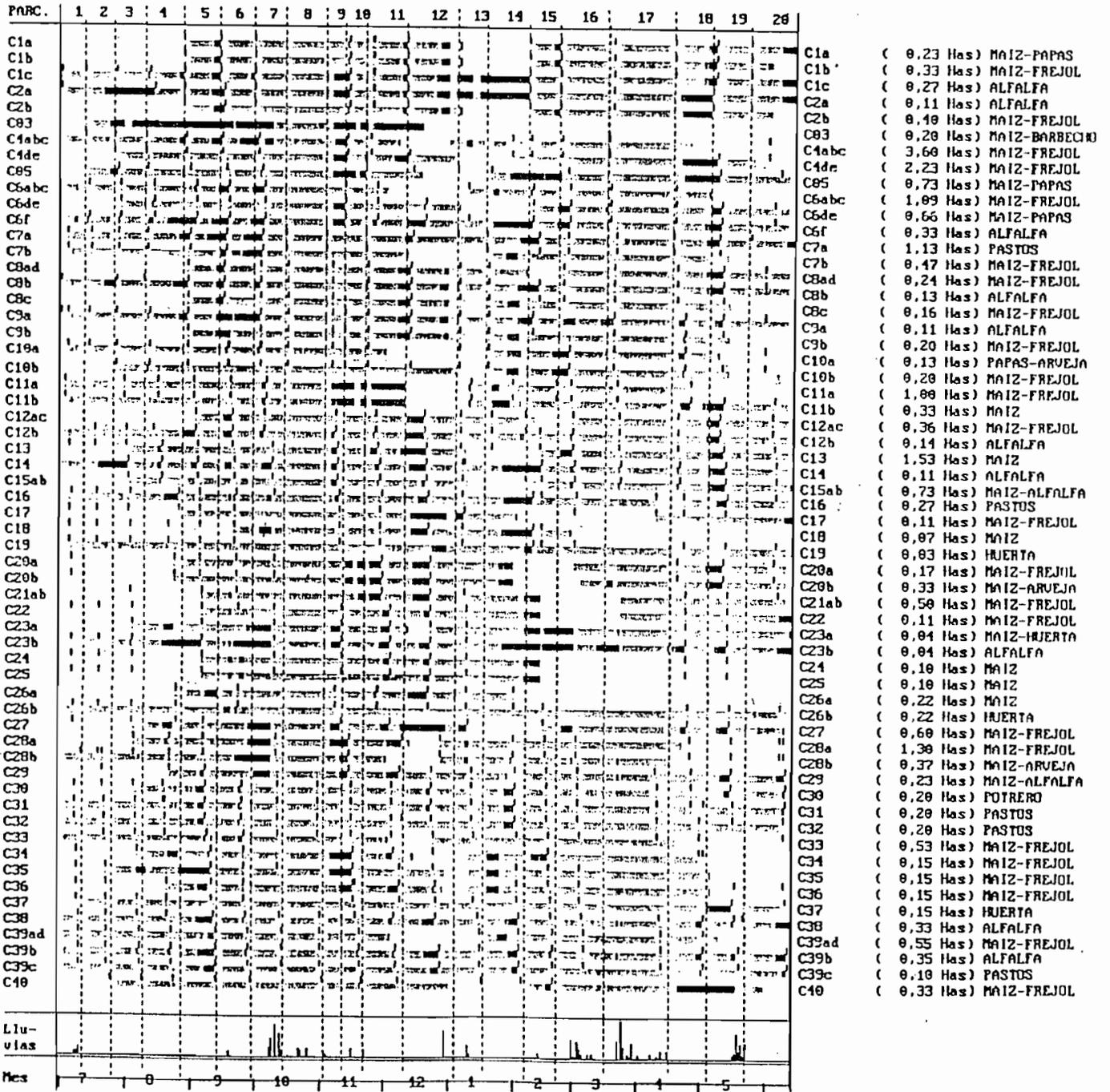
Anexos

Gráficos lineales de los resultados de la simulación del balance hídrico.

Horizontalmente se representó la evolución de los estados hídricos de las parcelas. Los tonos de gris corresponden a diferentes grados de déficit en los cultivos (las partes blancas señalan una ausencia de cultivo, las de color gris claro representan déficits comprendidos entre 0 y 25°, las negras déficits entre 75 y 100°, etc.). Los turnos se diferencian por líneas punteadas verticales. Para cada parcela, las operaciones de riego figuran como pequeñas líneas en la parte superior del estado hídrico de la parcela. Las lluvias observadas se indican en la parte inferior del cuadro.

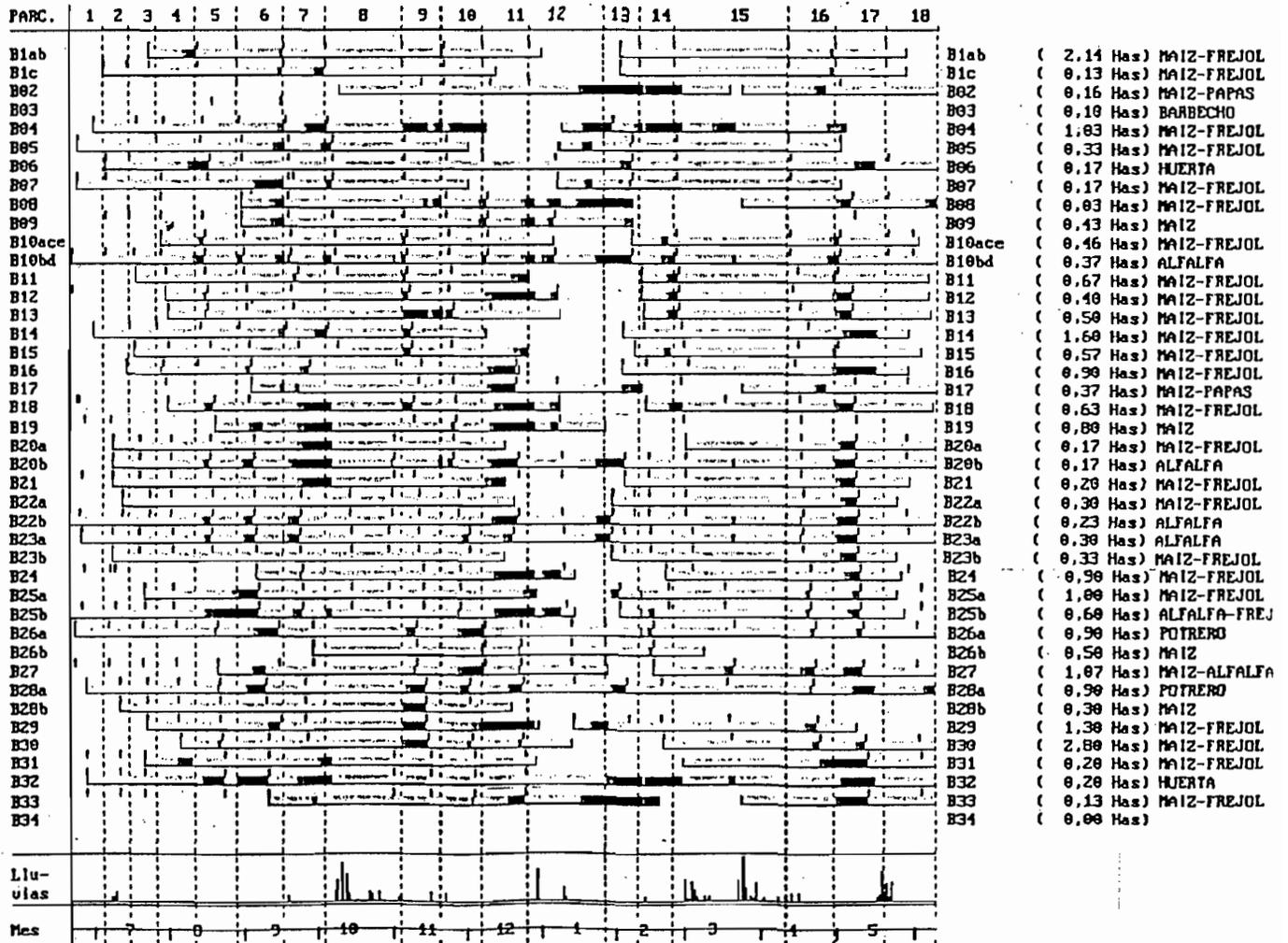
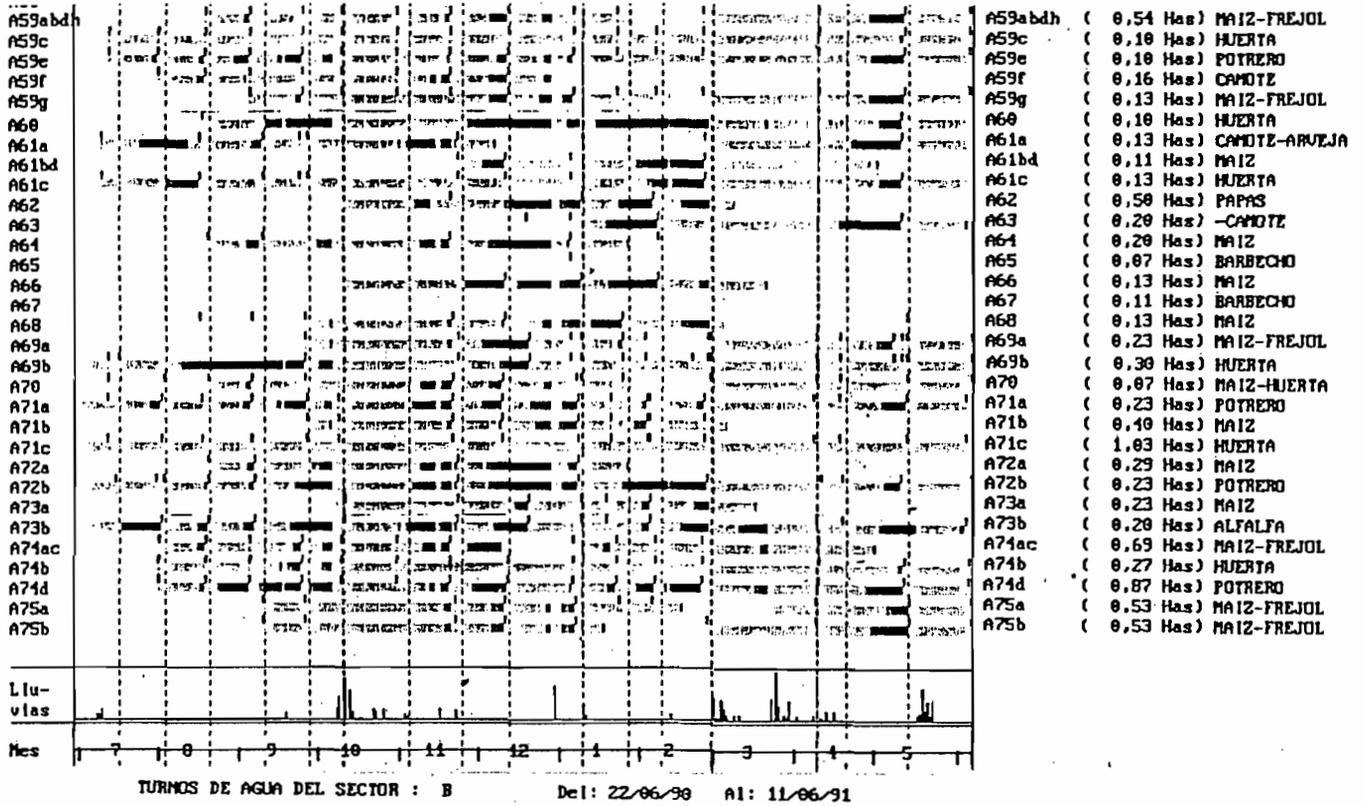
TURNO DE AGUA DEL SECTOR : C

Del: 23/06/90 Al: 16/04/91



PARC.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
D01																D01 (0,10 Has) MAIZ-FREJOL
D02																D02 (0,60 Has) MAIZ-PAPAS
D03																D03 (0,30 Has) MAIZ
D04																D04 (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
D05																D05 (0,03 Has) HUERTA
D06																D06 (0,03 Has) HUERTA
D07																D07 (0,06 Has) HUERTA
D08																D08 (0,90 Has) ARVEJA-ALFALFA
D09																D09 (0,60 Has) MAIZ-FREJOL
D10ad																D10ad (0,95 Has) MAIZ-FREJOL
D10b																D10b (0,03 Has) MAIZ-FREJOL
D10c																D10c (0,35 Has) ALFALFA
D10e																D10e (0,65 Has) PASTOS
D10f																D10f (0,02 Has) MAIZ
D11																D11 (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
E01																E01 (0,60 Has) MAIZ-FREJOL
E02																E02 (0,15 Has) BARBECHO
E03																E03 (0,32 Has) PASTOS
E04																E04 (0,00 Has) MAIZ-FREJOL
E05																E05 (0,00 Has) MAIZ
E06																E06 (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
E07																E07 (0,20 Has) PASTOS
E08a																E08a (1,00 Has) MAIZ
E08b																E08b (1,00 Has) ALFALFA
E08c																E08c (6,00 Has) PASTOS
E9ac																E9ac (0,25 Has) MAIZ-FREJOL
E9bd																E9bd (0,29 Has) ALFALFA
E9c																E9c (0,06 Has) MAIZ
E10																E10 (1,20 Has) MAIZ-FREJOL
E11																E11 (0,24 Has) MAIZ
E12																E12 (0,10 Has) SIM USO AG
E13																E13 (1,10 Has) MAIZ-FREJOL
E14																E14 (0,70 Has) MAIZ-FREJOL
E15																E15 (0,70 Has) MAIZ-FREJOL
E16																E16 (0,10 Has) MAIZ
E17																E17 (0,50 Has) MAIZ-FREJOL
E18																E18 (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
E19																E19 (0,60 Has) MAIZ-FREJOL
E20ab																E20ab (2,50 Has) MAIZ-FREJOL
E20c																E20c (1,00 Has) PASTOS
E20d																E20d (1,00 Has) MAIZ
E21																E21 (0,05 Has) HUERTA
E22																E22 (0,10 Has) HUERTA
E23																E23 (0,10 Has) ALFALFA
E24																E24 (0,10 Has) MAIZ-FREJOL
E25a																E25a (0,15 Has) HUERTA
E25b																E25b (0,20 Has) MAIZ-BARBECHO
E26a																E26a (0,40 Has) MAIZ-FREJOL
E26b																E26b (0,10 Has) ALFALFA
E27a																E27a (0,40 Has) MAIZ-FREJOL
E27b																E27b (0,30 Has) ALFALFA
E28a																E28a (0,35 Has) PASTOS
E28b																E28b (0,25 Has) MAIZ-FREJOL
E29																E29 (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
E30																E30 (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
E31																E31 (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
E32																E32 (0,20 Has) MAIZ
E33																E33 (1,00 Has) PASTOS
E34																E34 (0,03 Has) HUERTA
E35																E35 (0,03 Has) HUERTA
E36																E36 (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
E37ab																E37ab (0,20 Has) MAIZ FREJO
E38ab																E38ab (1,00 Has) MAIZ
E39																E39 (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
E40a																E40a (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
E40b																E40b (0,30 Has) HUERTA
E41																E41 (0,25 Has) MAIZ-FREJOL
E42																E42 (0,10 Has) MAIZ FRE-FREJO
E43																E43 (0,02 Has) PASTOS
E44a																E44a (0,27 Has) MAIZ-FREJOL
E44b																E44b (0,08 Has) MAIZ-ARVEJA
E45																E45 (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
E46a																E46a (0,95 Has) MAIZ-FREJOL
E46b																E46b (0,35 Has) TOMATE-FREJOL
E47																E47 (0,40 Has) MAIZ-FREJOL
E48																E48 (0,25 Has) MAIZ-FREJOL
E49																E49 (0,10 Has) HUERTA
E50a																E50a (0,15 Has) TOMATE-FREJOL
E50b																E50b (0,05 Has) MAIZ-FREJOL
E50c																E50c (0,05 Has) MAIZ-HUERTA
ES1																ES1 (0,15 Has) MAIZ
ES2																ES2 (0,10 Has) MAIZ
ES3																ES3 (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
Llu- vlas																

PARC.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
A1abd																		A1abd	(2,12 Has)	MAIZ-FREJOL
A1cef																		A1cef	(1,99 Has)	POTRERO
A02																		A02	(0,67 Has)	MAIZ PAPAS-FREJOL
A3ab																		A3ab	(1,47 Has)	MAIZ-FREJOL
A04																		A04	(0,23 Has)	BARBECHO-ARVEJA
A05																		A05	(0,63 Has)	MAIZ PAPAS-FREJOL
A6a																		A6a	(0,27 Has)	PASTOS
A6b																		A6b	(0,93 Has)	MAIZ-FREJOL
A6c																		A6c	(0,51 Has)	BOSQUE
A07																		A07	(0,47 Has)	MAIZ-BARBECHO
A08																		A08	(0,50 Has)	MAIZ PAPAS-FREJOL
A9a																		A9a	(0,33 Has)	MAIZ-FREJOL
A9b																		A9b	(0,13 Has)	ALFALFA
A10																		A10	(0,47 Has)	MAIZ-FREJOL
A11a																		A11a	(0,13 Has)	HUERTA
A11b																		A11b	(0,16 Has)	PAPAS-ARVEJA
A11c																		A11c	(0,20 Has)	ALFALFA
A11d																		A11d	(0,23 Has)	MAIZ-PAPAS
A11ef																		A11ef	(0,58 Has)	MAIZ-FREJOL
A12																		A12	(0,40 Has)	MAIZ-BARBECHO
A13a																		A13a	(0,43 Has)	MAIZ-PAPAS
A13b																		A13b	(0,29 Has)	PASTOS
A14a																		A14a	(0,29 Has)	ALFALFA
A14bc																		A14bc	(0,49 Has)	MAIZ-FREJOL
A15																		A15	(0,23 Has)	MAIZ-ARVEJA
A16																		A16	(0,30 Has)	MAIZ-BARBECHO
A17a																		A17a	(0,07 Has)	MAIZ
A17b																		A17b	(0,07 Has)	HUERTA
A17c																		A17c	(0,04 Has)	ALFALFA
A18ab																		A18ab	(0,43 Has)	MAIZ-ARVEJA
A18c																		A18c	(0,16 Has)	POTRERO
A19a																		A19a	(0,29 Has)	MAIZ-FREJOL
A19b																		A19b	(0,30 Has)	HUERTA
A20																		A20	(0,30 Has)	ALFALFA
A21																		A21	(0,60 Has)	MAIZ-FREJOL
A22a																		A22a	(0,27 Has)	ALFALFA
A22b																		A22b	(0,11 Has)	MAIZ-FREJOL
A23																		A23	(0,13 Has)	MAIZ-FREJOL
A24																		A24	(0,07 Has)	HUERTA
A25																		A25	(0,11 Has)	MAIZ-PASTOS
A26																		A26	(0,03 Has)	MAIZ-FREJOL
A27																		A27	(0,33 Has)	MAIZ-FREJOL
A28a																		A28a	(0,20 Has)	HUERTA
A28bc																		A28bc	(1,29 Has)	MAIZ-FREJOL
A29																		A29	(0,43 Has)	MAIZ-PAPAS
A30ab																		A30ab	(0,18 Has)	HUERTA
A31a																		A31a	(0,20 Has)	MAIZ-FREJOL
A31b																		A31b	(0,13 Has)	MAIZ-ALFALFA
A32																		A32	(0,10 Has)	MAIZ
A33a																		A33a	(0,13 Has)	MAIZ-FREJOL
A33b																		A33b	(0,13 Has)	ALFALFA
A34ace																		A34ace	(0,53 Has)	MAIZ-FREJOL
A34b																		A34b	(0,27 Has)	ALFALFA
A34d																		A34d	(0,40 Has)	MAIZ-PAPAS
A35a																		A35a	(0,20 Has)	MAIZ-FREJOL
A35b																		A35b	(0,23 Has)	MAIZ-PAPAS
A36ab																		A36ab	(0,57 Has)	MAIZ-FREJOL
A37a																		A37a	(0,69 Has)	MAIZ
A37b																		A37b	(0,23 Has)	ALFALFA
A38																		A38	(0,11 Has)	MAIZ-FREJOL
A39a																		A39a	(1,17 Has)	MAIZ-FREJOL
A39b																		A39b	(0,17 Has)	ALFALFA
A40ad																		A40ad	(0,33 Has)	MAIZ-FREJOL
A40bfg																		A40bfg	(0,66 Has)	MAIZ-FREJOL
A40ce																		A40ce	(0,34 Has)	ALFALFA
A41a																		A41a	(0,33 Has)	MAIZ-FREJOL
A41b																		A41b	(0,73 Has)	POTRERO
A42a																		A42a	(0,17 Has)	ALFALFA
A42b																		A42b	(0,20 Has)	MAIZ-FREJOL
A42c																		A42c	(0,37 Has)	PAPAS
A42defg																		A42defg	(1,06 Has)	MAIZ-FREJOL
A43																		A43	(0,20 Has)	MAIZ-PPFR
A44																		A44	(0,37 Has)	MAIZ-BARBECHO
A45a																		A45a	(0,07 Has)	ALFALFA
A45b																		A45b	(0,07 Has)	CANOTE 2AM
A46																		A46	(0,27 Has)	MAIZ-FREJOL
A47																		A47	(0,29 Has)	MAIZ-BARBECHO
A48acd																		A48acd	(0,69 Has)	MAIZ-BARBECHO
A48b																		A48b	(0,13 Has)	PAPAS-ARVEJA
A49																		A49	(0,57 Has)	MAIZ-BARBECHO
A50ab																		A50ab	(0,22 Has)	MAIZ-BARBECHO
A51																		A51	(0,33 Has)	MAIZ-BARBECHO
A52a																		A52a	(1,00 Has)	MAIZ-FREJOL
A52b																		A52b	(0,70 Has)	HUERTA
A52cd																		A52cd	(0,74 Has)	PAPAS-FREJOL
A52efh																		A52efh	(0,93 Has)	MAIZ-FREJOL
A52g																		A52g	(0,27 Has)	MAIZ-FREJOL
A53																		A53	(0,11 Has)	PAPAS-BARBECHO



Anexos

TORNOS DE AGUA DEL SECTOR : 7

Del: 05/07/90 Al: 11/06/91

PARC.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
F01																	F01 (0,20 Has) MAIZ-FREJOL
F2abde																	F2abdeg (6,63 Has) MAIZ-FREJOL
F2c																	F2c (0,83 Has) ALFALFA
F2f																	F2f (0,87 Has) PAPAS
F3ab																	F3ab (0,40 Has) MAIZ-FREJOL
F3c																	F3c (0,20 Has) MAIZ-ALFALFA
F3d																	F3d (0,23 Has) ALFALFA
F4a																	F4a (0,51 Has) MAIZ-ALFALFA
F4bc																	F4bc (1,17 Has) PASTOS
F5a																	F5a (1,00 Has) ALFALFA
F5b																	F5b (0,29 Has) CAMA
F5c																	F5c (0,29 Has) MAIZ
F06																	F06 (0,75 Has) MAIZ-FREJOL
F07																	F07 (0,15 Has) MAIZ-FREJOL
F08																	F08 (0,04 Has) MAIZ-PAPAS
F09																	F09 (0,06 Has) MAIZ
F10ab																	F10ab (0,14 Has) MAIZ-FREJOL
F11																	F11 (0,06 Has) MAIZ-PAPAS
F12																	F12 (0,07 Has) MAIZ-BARBECHO
F13ab																	F13ab (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
F14																	F14 (0,06 Has) HUERTA
F15																	F15 (0,06 Has) HUERTA
F16																	F16 (0,17 Has) PASTOS
F17a																	F17a (0,12 Has) MAIZ-FREJOL
F17b																	F17b (0,12 Has) ALFALFA
F18a																	F18a (0,44 Has) PASTOS
F18b																	F18b (0,16 Has) MAIZ
F19																	F19 (0,07 Has) HUERTA
F20																	F20 (1,00 Has) MAIZ-FREJOL
F21a																	F21a (0,53 Has) MAIZ-FREJOL
F21b																	F21b (0,57 Has) ALFALFA
F22																	F22 (0,10 Has) MAIZ
F23																	F23 (0,10 Has) PAPAS-BARBECHO
F24																	F24 (0,10 Has) MAIZ
F25																	F25 (0,15 Has) MAIZ-FREJOL
F26																	F26 (0,15 Has) HUERTA
F27																	F27 (0,20 Has) MAIZ FREJO
F28																	F28 (1,00 Has) MAIZ
F29a																	F29a (0,07 Has) PAPAS-FREJOL
F29b																	F29b (0,07 Has) ZANAHORIA-PAPAS
F30																	F30 (0,13 Has) MAIZ
F31a																	F31a (0,16 Has) PAPAS-FREJOL
F31b																	F31b (0,11 Has) MAIZ-FREJOL
F32a																	F32a (0,17 Has) MAIZ FRE-FREJOL
F32b																	F32b (0,53 Has) HUERTA
F33ab																	F33ab (0,06 Has) MAIZ
F33c																	F33c (0,05 Has) ALFALFA
F34																	F34 (0,25 Has) MAIZ
F35																	F35 (0,16 Has) POTRERO
F36																	F36 (0,20 Has) HUERTA
F37																	F37 (0,07 Has) HUERTA
F38																	F38 (0,10 Has) HUERTA
F39a																	F39a (0,11 Has) BARBECHO
F39b																	F39b (0,03 Has) HUERTA
F40																	F40 (0,13 Has) BARBECHO
F41a																	F41a (0,04 Has) MAIZ-FREJOL
F41b																	F41b (0,04 Has) ALFALFA
F42																	F42 (0,11 Has) MAIZ-FREJOL
F43																	F43 (0,07 Has) HUERTA
F44																	F44 (0,16 Has) PAPAS-BARBECHO
F45																	F45 (0,20 Has) MAIZ
F46a																	F46a (0,12 Has) MAIZ
F46b																	F46b (0,12 Has) ALFALFA
F47a																	F47a (0,11 Has) MAIZ
F47b																	F47b (0,07 Has) ALFALFA
F48																	F48 (0,11 Has) MAIZ
F49																	F49 (0,33 Has) MAIZ-FREJOL
F50a																	F50a (0,40 Has) MAIZ-PAPAS
F50b																	F50b (0,37 Has) PAPAS-FREJOL
F51																	F51 (0,33 Has) MAIZ-PAPAS
F52																	F52 (0,29 Has) MAIZ-FREJOL
F53																	F53 (0,29 Has) MAIZ-FREJOL
F54																	F54 (0,11 Has) HUERTA
F55																	F55 (0,40 Has) MAIZ-FREJOL
F56ab																	F56ab (0,30 Has) MAIZ-FREJOL
F57																	F57 (0,13 Has) MAIZ-FREJOL
F58																	F58 (0,13 Has) HUERTA
F59																	F59 (0,13 Has) HUERTA
F60																	F60 (0,69 Has) MAIZ-FREJOL
F61a																	F61a (0,15 Has) ALFALFA
F61b																	F61b (0,85 Has) MAIZ-FREJOL
F62																	F62 (0,50 Has) TOMATE-FREJOL

Anexos

Tous secteurs

96,74 has
181 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	20,13	12,96	6,98	10,72	20,92	13,20	27,25	30,79
Str_Moy	45,02	21,69	10,32	17,22	45,07	22,20	33,32	32,59
Str_S	37,41	43,58	18,22	89,53	31,66	41,96	46,76	79,29
Str_F	17,99	16,19	17,64	52,81	21,63	18,39	5,82	21,73
Str_FI	15,17	16,90	0,00	0,00	14,64	18,64	19,93	41,54
Str_FC	9,24	8,46	11,14	33,62	10,27	9,61	11,58	37,64
Str_A	0,40	2,53	0,00	0,00	0,49	2,91	0,00	0,00
Str_R	7,91	14,22	12,69	42,73	8,61	15,93	3,90	16,36
Str_D	11,99	26,43	40,21	139,44	12,56	27,40	12,00	31,33

Secteur A

25,60 has
53 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	15,92	15,16	4,96	8,91	18,16	16,88	17,42	28,62
Str_Moy	36,20	25,07	9,14	17,64	35,18	26,12	25,44	33,20
Str_S	32,04	47,40	41,58	173,09	27,49	46,48	25,79	76,81
Str_F	13,20	14,06	16,41	61,05	14,98	15,69	6,56	15,45
Str_FI	17,27	18,40	0,00	0,00	17,17	21,26	24,57	51,93
Str_FC	5,36	6,60	22,54	47,05	4,95	6,71	13,88	55,66
Str_A	0,03	0,33	0,00	0,00	0,06	0,34	0,00	0,00
Str_R	9,61	15,99	4,49	20,46	10,29	17,34	6,76	16,23
Str_D	22,62	41,22	14,99	68,71	24,93	44,57	22,60	50,98

Secteur C

18,49 has
27 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	21,41	6,84	3,62	6,61	20,80	4,77	33,95	29,38
Str_Moy	50,73	14,76	4,49	8,47	49,63	13,92	40,38	26,40
Str_S	53,12	35,17	51,00	133,85	42,64	41,14	63,97	75,01
Str_F	12,40	10,19	0,89	24,28	16,68	14,06	4,06	8,17
Str_FI	10,74	9,38	0,00	0,00	9,99	10,52	16,44	21,79
Str_FC	15,06	6,09	3,34	40,98	17,77	8,40	13,87	19,32
Str_A	1,81	4,85	0,00	0,00	2,24	5,68	0,00	0,00
Str_R	4,71	8,85	44,54	144,32	7,52	16,08	0,30	2,77
Str_D	2,07	3,63	0,00	0,00	3,14	7,29	1,39	3,81

Secteur C

18,25 has
32 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	14,43	12,09	3,48	7,72	14,53	12,02	21,98	31,10
Str_Moy	35,86	26,12	4,12	8,77	35,76	25,99	21,60	27,20
Str_S	50,03	55,83	38,59	156,07	44,63	52,96	72,92	114,03
Str_F	15,37	17,57	16,50	57,77	18,68	20,08	2,55	12,59
Str_FI	11,49	20,64	0,00	0,00	12,84	25,81	8,06	26,76
Str_FC	5,61	7,03	15,05	59,95	6,80	8,53	3,66	13,01
Str_A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Str_R	12,91	20,38	29,85	97,09	12,78	21,20	7,04	32,08
Str_D	4,68	13,72	0,00	0,00	4,28	13,73	5,69	30,37

Secteur DE

18,78 has
40 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	24,35	14,57	5,34	7,02	26,39	14,45	35,88	36,88
Str_Moy	53,52	16,11	11,96	22,59	52,93	16,09	50,19	38,89
Str_S	38,60	41,61	5,94	30,10	31,63	38,79	53,80	61,53
Str_F	21,02	13,96	26,17	60,62	25,07	14,89	5,80	27,38
Str_FI	23,58	17,66	0,00	0,00	24,64	18,72	24,21	44,21
Str_FC	10,11	7,47	10,79	28,34	10,73	7,73	14,01	41,26
Str_A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Str_R	5,04	10,01	14,80	32,78	5,54	11,15	1,91	13,13
Str_D	1,94	4,22	42,31	183,28	2,17	5,29	0,16	1,35

Secteur F

15,62 has
29 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	27,09	6,65	20,36	13,61	26,49	6,17	31,20	19,83
Str_Moy	53,21	9,89	24,42	15,72	57,32	9,74	31,31	24,45
Str_S	14,23	25,88	0,00	0,00	15,14	26,22	13,77	46,73
Str_F	28,10	13,66	17,16	28,46	31,72	12,42	10,09	21,53
Str_FI	10,54	11,05	0,00	0,00	7,08	9,60	20,41	33,98
Str_FC	8,83	6,67	5,32	16,63	9,94	6,23	6,77	13,96
Str_A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Str_R	9,13	15,96	6,31	20,80	8,44	14,72	6,96	20,98
Str_D	29,26	32,36	71,25	82,96	27,34	30,62	42,06	46,76

Anexos

Déficits simulados del maíz con cultivo posterior. Comparación con el tamaño de las parcelas

Toutes parcelles non cacliques

75,78 has
160 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	25,48	9,05	8,85	11,42	26,42	9,05	34,7	30,79
Str_Moy	54,48	11,8	12,24	17,13	55,02	11,76	42,46	31,15
Str_S	35,18	30,34	6,04	23,74	30,27	31,67	33,56	43,46
Str_F	19,31	13,56	10,72	26,41	22,99	15,29	5,6	16,99
Str_FI	13,42	13,28	0	0	12,88	15,21	15,07	23,44
Str_FC	10,97	9,77	12,33	30,28	12,18	11,05	8,73	18,6
Str_A	0,48	2,77	0	0	0,53	2,92	0	0
Str_R	7,82	12,44	11,07	29,22	8,6	14,01	4,33	15,61
Str_D	12,92	24,55	11,53	31,94	12,4	23,08	13,38	30,79

Sup_parcel<0.2

1,75 has
18 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	26,42	9,41	6,94	7,63	27,34	10,33	35,64	23,83
Str_Moy	56,67	10,61	10,22	10,68	56,48	12,32	47,15	27,89
Str_S	46,75	28,62	0	0	35,58	30,61	66,1	42,92
Str_F	19,99	17,69	32,85	43,46	24,73	22,09	3,51	7,07
Str_FI	17,61	11,67	0	0	21,21	18,51	12,87	22,24
Str_FC	10,35	6	16,4	33,5	13,05	8,08	3,76	5,42
Str_A	0	0	0	0	0	0	0	0
Str_R	5,47	9,46	5,61	19,03	5,57	9,19	3,39	9,94
Str_D	0	0	0	0	0	0	0	0

**Sup_parcel>=0.2
et Sup_parcel<0.5**

12,53 has
54 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	24,63	8,93	8,1	8,48	26,11	8,63	32,07	31,13
Str_Moy	56,22	12,41	10,9	11,63	56,73	12,52	37,88	31,84
Str_S	37,23	29,22	4,07	19,1	32,09	28,98	37,5	43,19
Str_F	23,79	16,75	27,13	39,06	25,34	17,59	7,75	20,71
Str_FI	15,02	10,99	0	0	16,12	13,6	13,38	21,98
Str_FC	8,66	7,83	10,38	26,51	9,71	9,63	7,94	12,56
Str_A	0	0	0	0	0	0	0	0
Str_R	14,29	17,37	13,02	29,97	15,29	19,38	7,58	20,87
Str_D	1,06	3,35	0	0	1,44	4,3	0	0

**Sup_parcel>=0.5
et Sup_parcel<1**

23,35 has
48 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	25,33	9,81	7,85	9,84	25,68	9,18	42,05	34,18
Str_Moy	54,22	11,38	10,43	12,62	53,4	12,49	46,82	30,74
Str_S	40,01	25,62	8,27	27,54	32,22	29,48	44,71	43,78
Str_F	17,56	11,82	12,28	24,41	21,76	13,43	4,24	16,57
Str_FI	20,14	15,8	0	0	20,73	18,5	16,9	25,34
Str_FC	12,13	8,11	12,05	27,63	13,15	8,72	8,43	17,78
Str_A	0,02	0,22	0	0	0,02	0,22	0	0
Str_R	7,82	12,27	15,85	32,36	9,64	14,62	3,19	12,95
Str_D	2,5	6,92	0,99	9,88	2,38	6,62	2,77	13,06

Sup_parcel>=1

38,15 has
40 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	25,81	8,55	9,8	13,1	26,94	9,02	31,03	27,85
Str_Moy	53,97	11,83	13,88	20,75	55,37	10,86	41,08	30,96
Str_S	31,02	32,7	5,61	23,01	28,23	33,65	23,96	40,73
Str_F	18,88	12,82	3,37	16,33	22,88	15,06	5,81	16,1
Str_FI	8,59	9,95	0	0	6,63	9,5	14,61	22,66
Str_FC	11,05	11,18	12,96	32,71	12,35	12,64	9,4	20,95
Str_A	0,94	3,84	0	0	1,04	4,05	0	0
Str_R	5,8	9,68	7,76	26,75	5,89	10,43	4,01	15,15
Str_D	23,79	30,42	22,31	41,63	22,71	28,47	24,89	38,86

Anexos

Déficits simulados del maíz como solo cultivo. Comparación según el tamaño de las parcelas.

Toutes parcelles non caçiques

14,37 has
49 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	27,96	12,36	13,3	12,13	30,59	14,86	36,52	32,47
Str_Moy	58,96	12	18,63	16,42	60,83	12,97	48,93	28,05
Str_S	37,9	30,2	16,68	36,86	31,43	32,27	52,99	43,86
Str_F	22,15	16,1	30,36	38,77	23,83	15,71	13,08	30,48
Str_FI	17,26	11,57	0	0	20,58	16,64	8,72	18,14
Str_FC	10,42	7,46	9,95	24,18	12,04	7,82	5,67	15,89
Str_A	0,74	3,67	0	0	0,32	1,49	1,15	6,05
Str_R	4,74	6,8	11,64	26,59	5,1	8,63	2,34	10,44
Str_D	6,79	10,65	0,16	1,05	6,66	12,12	6,38	18,89

Sup_parcel<0.2

1,26 has
13 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	36,3	12,92	12,06	13,92	40,92	16,5	35,29	32,52
Str_Moy	68,96	11,27	18,93	20,27	69,09	10,32	48,42	37,3
Str_S	52,71	32,23	4,72	19,47	48,47	33,59	65,39	39,12
Str_F	18,47	14,4	28,58	40,96	19,97	14,38	1,33	2,1
Str_FI	12,54	11	0	0	14,79	13,28	2,79	6,79
Str_FC	6,9	4,87	9,78	27,72	7,47	4,62	4,76	8,88
Str_A	0	0	0	0	0	0	0	0
Str_R	5,8	11,5	14,06	29,95	5,69	10,61	0,52	1,52
Str_D	3,61	7,86	0	0	3,61	7,86	4,33	9,86

Sup_parcel>=0.2
et Sup_parcel<0.5

4,59 has
20 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	29,49	16,43	12,93	13,11	32,36	17,17	30,01	28,21
Str_Moy	59,19	13,01	16,02	13,84	61,66	12,87	46,75	28,12
Str_S	47,17	30,72	27,19	43,6	38,81	34,16	73,47	37,5
Str_F	17,36	9,96	21,46	36,97	20,42	11,83	0,79	1,97
Str_FI	19,72	16,22	0	0	22,89	18,27	7,92	22,25
Str_FC	9,53	6,62	9,66	25,92	11,17	7,76	8,8	24,76
Str_A	0	0	0	0	0	0	0	0
Str_R	4,76	6,86	4,49	15,27	6,05	10,59	2,61	15,96
Str_D	1,29	4,12	0	0	0,74	3,47	1,95	7,09

Sup_parcel>=0.5
et Sup_parcel<1

3,15 has
7 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	33,95	8	8,22	7,93	37,12	13,92	39,11	23,93
Str_Moy	66,77	9,3	9,91	9,61	68,93	12,75	53,62	16,01
Str_S	55,96	17,07	25,4	43,53	43,16	31,82	67,25	26,42
Str_F	11,98	6,74	6,76	22,13	14,77	10,44	3,39	5,03
Str_FI	16,83	6,03	0	0	20,11	21,16	20,78	21,33
Str_FC	7,89	4,36	9,43	26,71	9,9	6,19	2,87	5,35
Str_A	0	0	0	0	0	0	0	0
Str_R	1,45	3,08	25,4	43,53	2,71	5,77	0	0
Str_D	6,07	9,13	0	0	9,15	15,58	0,54	1,15

Sup_parcel>=1

5,37 has
9 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	21,18	3,94	16,88	11,66	22,82	6,97	40,86	38,69
Str_Moy	51,85	7,1	25,92	17,44	53,43	8,86	48,17	30,57
Str_S	15,91	20,49	5,4	22,6	14,23	20,94	24,21	42,83
Str_F	33,08	18,17	52,23	36,07	32,97	16,82	32,03	43,48
Str_FI	16,52	8,52	0	0	20,23	11,8	3,72	7,79
Str_FC	13,5	8,83	10,54	19,77	15,12	8,17	4,84	10,12
Str_A	1,97	5,79	0	0	0,85	2,33	3,07	9,59
Str_R	6,4	6,12	9,12	14,44	5,54	7,29	3,91	8,17
Str_D	12,66	12,75	0,43	1,68	10,97	13,11	14,06	28,14

Anexos

Tous secteurs

89,40 has
156 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	13,29	10,12	11,55	13,50	14,12	10,82	13,17	27,18
Str_Moy	44,74	19,68	16,76	17,52	44,29	22,75	16,73	29,94
Str_S	22,24	40,99	5,91	30,07	20,95	42,49	45,73	132,88
Str_F	27,02	24,68	60,98	90,69	24,93	26,28	14,88	75,25
Str_FI	20,70	19,94	4,83	15,93	23,68	22,51	17,51	58,46
Str_FC	10,77	12,14	6,32	23,03	11,88	14,11	8,97	34,67
Str_A	0,22	2,48	0,00	0,00	0,29	3,30	0,18	4,12
Str_R	7,93	13,25	4,59	19,57	7,90	14,97	6,58	40,05
Str_D	11,09	29,68	17,30	46,60	10,54	30,77	6,16	45,13

Secteur A

23,25 has
41 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	10,34	9,46	9,98	15,13	10,98	10,04	13,13	29,80
Str_Moy	35,94	23,20	13,32	16,69	36,55	23,88	11,86	25,72
Str_S	21,98	45,05	0,00	0,00	24,62	48,18	20,91	122,43
Str_F	38,43	40,73	56,23	84,38	37,26	42,13	36,34	148,40
Str_FI	10,60	18,36	0,15	1,95	12,09	19,15	0,34	4,38
Str_FC	7,82	11,66	10,96	33,71	7,17	11,46	9,78	47,39
Str_A	0,25	1,11	0,00	0,00	0,25	1,09	0,00	0,00
Str_R	7,35	14,11	0,90	4,43	9,71	17,18	0,42	2,02
Str_D	13,61	29,77	31,61	82,43	8,97	25,55	32,12	121,59

Secteur B

17,49 has
25 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	14,67	8,95	11,19	14,31	15,40	8,26	14,39	20,04
Str_Moy	52,69	9,70	16,26	20,00	50,17	13,14	31,34	37,15
Str_S	15,77	27,77	11,19	38,56	8,51	26,49	47,10	98,56
Str_F	22,96	15,28	65,31	98,15	23,82	19,55	5,42	30,50
Str_FI	32,81	14,96	0,00	0,00	37,39	15,69	25,97	54,85
Str_FC	17,75	9,72	8,36	26,69	19,31	11,76	13,40	29,77
Str_A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Str_R	9,15	12,20	3,63	19,37	9,55	15,39	8,17	20,80
Str_D	1,44	5,20	11,44	42,37	1,59	6,10	0,06	0,80

Secteur C

14,93 has
24 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	8,30	7,68	11,25	11,68	8,42	8,45	8,55	24,93
Str_Moy	34,30	18,24	18,22	15,83	29,06	23,45	10,79	23,65
Str_S	22,36	46,79	12,13	40,34	23,57	51,34	29,29	139,76
Str_F	25,19	28,48	51,98	92,32	18,93	28,80	33,18	159,59
Str_FI	26,09	25,42	7,19	23,22	35,82	36,68	34,01	79,33
Str_FC	9,59	15,25	4,61	20,47	12,97	19,92	0,37	3,43
Str_A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Str_R	16,21	20,73	20,47	35,40	8,60	20,03	1,20	4,63
Str_D	0,76	2,42	3,62	12,62	0,00	0,00	2,04	11,31

Secteur DÈ

18,55 has
39 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	14,79	12,01	12,69	14,32	13,98	10,06	19,49	34,17
Str_Moy	50,93	17,68	17,31	19,35	52,90	22,15	18,14	29,27
Str_S	28,86	42,20	7,51	35,59	28,03	42,53	57,17	121,28
Str_F	32,18	18,18	88,56	102,60	27,84	19,21	11,36	35,06
Str_FI	22,89	13,98	0,23	2,95	25,07	14,82	17,48	49,12
Str_FC	10,94	10,31	2,25	12,42	13,16	13,14	8,60	29,88
Str_A	0,43	4,08	0,00	0,00	0,51	4,95	0,88	8,32
Str_R	4,61	9,03	0,00	0,00	5,48	11,27	4,52	15,38
Str_D	0,18	1,10	1,33	8,20	0,00	0,00	0,00	0,00

Secteur F

15,18 has
27 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	19,30	7,80	13,27	9,68	23,23	11,40	8,63	19,94
Str_Moy	51,75	15,67	20,52	13,43	53,82	17,17	11,51	27,08
Str_S	22,05	41,91	0,00	0,00	20,61	41,32	73,85	202,95
Str_F	14,67	14,55	41,13	62,18	12,95	13,66	0,61	4,87
Str_FI	11,09	14,20	16,47	18,71	12,91	18,15	2,95	13,38
Str_FC	6,30	8,75	5,65	19,01	6,65	9,98	2,43	9,12
Str_A	0,39	2,43	0,00	0,00	0,58	3,64	0,00	0,00
Str_R	5,72	11,46	0,00	0,00	6,74	13,12	20,16	122,50
Str_D	39,59	44,97	36,70	41,72	40,00	45,43	0,00	0,00

Anexos

Déficits hídricos simulados sobre el fréjol. Comparación según el tamaño de las parcelas

Toutes parcelles non caciques

68,24 has
137 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	16,66	9,2	14,02	14,4	17,73	9,77	16,17	28,99
Str_Moy	51,87	15,26	19,86	18,41	52,05	18,53	20,34	32,24
Str_S	20,92	30,18	4,25	18,97	18,99	30,6	15,25	35,04
Str_F	24,25	17,79	36,47	44,44	19,06	17,34	4,61	19,44
Str_FI	20,73	17,52	5,02	16,21	25,07	21,64	4,67	14,57
Str_FC	14,09	16,35	3,61	11,93	15,61	18,52	6,14	20,13
Str_A	0,26	2,46	0	0	0,35	3,66	0,05	0,92
Str_R	7,18	11,9	0,85	7,3	9,24	16,17	4,15	16,72
Str_D	12,57	29,76	10,12	23,93	11,85	29,74	3,56	18,4

Sup_parcel<0.2

1,41 has
14 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	20,74	11,81	6,52	9,61	23,43	12,56	37,93	48,19
Str_Moy	60,57	19,35	7,82	10,74	63,24	18,89	29,52	39,99
Str_S	40,97	31,32	0	0	39,81	30,35	10,23	28,82
Str_F	23,89	15,12	20,57	40,42	22,95	15,04	17,86	36,77
Str_FI	13,51	14,65	5,02	13,25	14,92	15,8	9,22	28,93
Str_FC	5,78	6,43	0	0	6,07	6,28	7,09	25,67
Str_A	0	0	0	0	0	0	0	0
Str_R	14,62	28,6	0	0	15,22	29,3	0	0
Str_D	1,09	2,86	11,29	26,46	0,92	2,89	0,28	0,87

Sup_parcel>=0.2 et Sup_parcel<0.5

10,4 has
45 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	16,8	9,33	12,96	12,59	16,07	8,02	22,9	35,33
Str_Moy	55,75	13,45	17,5	16,72	58,73	16,87	21,3	31,42
Str_S	28,68	36,02	3,05	13,86	25,46	34,63	21,7	38,88
Str_F	28,17	16,37	52,73	47,39	23,77	18,47	5,04	16,2
Str_FI	23,05	16,29	0	0	28,52	22,01	6,13	12,74
Str_FC	9,66	9,74	2,62	9,43	9,95	11,12	5,34	15,9
Str_A	0,69	4,94	0	0	1,13	8,1	0,33	2,33
Str_R	9,5	15,73	0,87	7,15	11,12	18,91	4,67	13,93
Str_D	0,23	1,05	1,02	4,74	0	0	0	0

Sup_parcel>=0.5 et Sup_parcel<1

20,92 has
43 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	15,68	9,17	12,8	13,78	16,09	7,75	16,53	30,89
Str_Moy	53,56	16,83	17,52	18,25	55,11	19,56	20,49	32,38
Str_S	23,38	30,37	7,13	23,67	20,26	30,73	15,34	35,53
Str_F	28,34	15,9	39,05	45,6	27,79	18,64	8,52	26,4
Str_FI	22,66	15,57	0	0	25,37	18,35	3,78	12,85
Str_FC	18,76	23,43	5,6	16,26	19,52	24,08	4	16,04
Str_A	0,35	2,64	0	0	0,42	3,16	0	0
Str_R	5,85	11,11	0	0	6,23	12,57	3,93	17,41
Str_D	0,62	4,11	0,31	2,19	0,53	4,44	0	0

Sup_parcel>=1

23,51 has
35 parcelles

	Tous stades		Premier stade		Stade 2		Dernier stade	
Jo_Str	17,02	8,98	15,35	15,2	18,95	10,85	13,12	23,52
Str_Moy	49,39	14,05	22,41	18,76	47,84	17,19	19,6	31,98
Str_S	16,39	27,02	3,07	17,25	15,52	28,52	13,51	33,52
Str_F	20,7	18,56	30,81	41,53	12,39	12,94	1,66	12,67
Str_FI	19,2	18,78	9,45	21,36	24,29	23,27	4,59	15,11
Str_FC	12,97	11,77	2,87	9,37	15,35	16,06	7,59	22,85
Str_A	0,1	0,55	0	0	0,1	0,55	0	0
Str_R	6,99	9,46	1,37	9,31	10,22	16,18	4,29	17,34
Str_D	23,68	37,87	18,52	30,19	22,43	38,14	6,84	25,07

Anexos

Déficits simulados de la alfalfa y de los pastos. Comparación según el tamaño de las parcelas

Luzerne			Prairies																																																						
<p>Toutes parcelles non caciq</p> <p>13,9 has 47 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>14,56</td><td>13,82</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>33,78</td><td>16,91</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>58,93</td><td>38,82</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>6,98</td><td>19,7</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,31</td><td>0,76</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>1,51</td><td>4,11</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>1,31</td><td>6,13</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>27,94</td><td>36,34</td></tr> </table>	Jo_Str	14,56	13,82	Str_Moy	33,78	16,91	Str_S	58,93	38,82	Str_F	6,98	19,7	Str_FI	0,31	0,76	Str_FC	1,51	4,11	Str_A	0	0	Str_R	1,31	6,13	Str_D	27,94	36,34	<p>11,08 has 26 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>14,8</td><td>16,44</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>32,19</td><td>16,68</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>44,88</td><td>40,11</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>13,66</td><td>22,39</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,46</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>2,78</td><td>5,41</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0,11</td><td>0,31</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>29,93</td><td>31,11</td></tr> </table>	Jo_Str	14,8	16,44	Str_Moy	32,19	16,68	Str_S	44,88	40,11	Str_F	13,66	22,39	Str_FI	0,46	1,2	Str_FC	2,78	5,41	Str_A	0	0	Str_R	0,11	0,31	Str_D	29,93	31,11
Jo_Str	14,56	13,82																																																							
Str_Moy	33,78	16,91																																																							
Str_S	58,93	38,82																																																							
Str_F	6,98	19,7																																																							
Str_FI	0,31	0,76																																																							
Str_FC	1,51	4,11																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	1,31	6,13																																																							
Str_D	27,94	36,34																																																							
Jo_Str	14,8	16,44																																																							
Str_Moy	32,19	16,68																																																							
Str_S	44,88	40,11																																																							
Str_F	13,66	22,39																																																							
Str_FI	0,46	1,2																																																							
Str_FC	2,78	5,41																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0,11	0,31																																																							
Str_D	29,93	31,11																																																							
<p>Sup_parcel<0.2</p> <p>0,37 has 5 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>20,48</td><td>23,8</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>47,16</td><td>17,94</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>96,27</td><td>1,85</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>3,14</td><td>1,91</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,27</td><td>0,44</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	Jo_Str	20,48	23,8	Str_Moy	47,16	17,94	Str_S	96,27	1,85	Str_F	3,14	1,91	Str_FI	0,27	0,44	Str_FC	0	0	Str_A	0	0	Str_R	0	0	Str_D	0	0	<p>0,13 has 2 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>23,92</td><td>2,15</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>46,23</td><td>1,8</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>99,08</td><td>2,16</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>0,77</td><td>1,8</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>0,31</td><td>0,72</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	Jo_Str	23,92	2,15	Str_Moy	46,23	1,8	Str_S	99,08	2,16	Str_F	0,77	1,8	Str_FI	0	0	Str_FC	0,31	0,72	Str_A	0	0	Str_R	0	0	Str_D	0	0
Jo_Str	20,48	23,8																																																							
Str_Moy	47,16	17,94																																																							
Str_S	96,27	1,85																																																							
Str_F	3,14	1,91																																																							
Str_FI	0,27	0,44																																																							
Str_FC	0	0																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0	0																																																							
Str_D	0	0																																																							
Jo_Str	23,92	2,15																																																							
Str_Moy	46,23	1,8																																																							
Str_S	99,08	2,16																																																							
Str_F	0,77	1,8																																																							
Str_FI	0	0																																																							
Str_FC	0,31	0,72																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0	0																																																							
Str_D	0	0																																																							
<p>Sup_parcel>=0.2 et Sup_parcel<0.5</p> <p>2,09 has 12 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>7,61</td><td>5,28</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>32,85</td><td>13,23</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>71,19</td><td>37,16</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>11,79</td><td>22,24</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,29</td><td>1,16</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>3,17</td><td>5,68</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0,33</td><td>0,88</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>2,4</td><td>4,51</td></tr> </table>	Jo_Str	7,61	5,28	Str_Moy	32,85	13,23	Str_S	71,19	37,16	Str_F	11,79	22,24	Str_FI	0,29	1,16	Str_FC	3,17	5,68	Str_A	0	0	Str_R	0,33	0,88	Str_D	2,4	4,51	<p>1,72 has 8 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>5,83</td><td>10,18</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>14,77</td><td>16,3</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>45,91</td><td>44,39</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>5,81</td><td>13,46</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>0,1</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>1,67</td><td>5,23</td></tr> </table>	Jo_Str	5,83	10,18	Str_Moy	14,77	16,3	Str_S	45,91	44,39	Str_F	5,81	13,46	Str_FI	0	0	Str_FC	0,1	0,3	Str_A	0	0	Str_R	0	0	Str_D	1,67	5,23
Jo_Str	7,61	5,28																																																							
Str_Moy	32,85	13,23																																																							
Str_S	71,19	37,16																																																							
Str_F	11,79	22,24																																																							
Str_FI	0,29	1,16																																																							
Str_FC	3,17	5,68																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0,33	0,88																																																							
Str_D	2,4	4,51																																																							
Jo_Str	5,83	10,18																																																							
Str_Moy	14,77	16,3																																																							
Str_S	45,91	44,39																																																							
Str_F	5,81	13,46																																																							
Str_FI	0	0																																																							
Str_FC	0,1	0,3																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0	0																																																							
Str_D	1,67	5,23																																																							
<p>Sup_parcel>=0.5 et Sup_parcel<1</p> <p>4,53 has 15 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>9,06</td><td>10,9</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>29,87</td><td>19,06</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>83,77</td><td>23,27</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>3,57</td><td>8,94</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,5</td><td>0,87</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>1,88</td><td>5,25</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>3,21</td><td>10,39</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>2,76</td><td>9,04</td></tr> </table>	Jo_Str	9,06	10,9	Str_Moy	29,87	19,06	Str_S	83,77	23,27	Str_F	3,57	8,94	Str_FI	0,5	0,87	Str_FC	1,88	5,25	Str_A	0	0	Str_R	3,21	10,39	Str_D	2,76	9,04	<p>1,18 has 4 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>26,2</td><td>20,21</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>49,86</td><td>14,73</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>82,27</td><td>32,71</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>13,22</td><td>24,54</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,75</td><td>0,97</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>3,39</td><td>8,56</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>0,37</td><td>0,48</td></tr> </table>	Jo_Str	26,2	20,21	Str_Moy	49,86	14,73	Str_S	82,27	32,71	Str_F	13,22	24,54	Str_FI	0,75	0,97	Str_FC	3,39	8,56	Str_A	0	0	Str_R	0	0	Str_D	0,37	0,48
Jo_Str	9,06	10,9																																																							
Str_Moy	29,87	19,06																																																							
Str_S	83,77	23,27																																																							
Str_F	3,57	8,94																																																							
Str_FI	0,5	0,87																																																							
Str_FC	1,88	5,25																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	3,21	10,39																																																							
Str_D	2,76	9,04																																																							
Jo_Str	26,2	20,21																																																							
Str_Moy	49,86	14,73																																																							
Str_S	82,27	32,71																																																							
Str_F	13,22	24,54																																																							
Str_FI	0,75	0,97																																																							
Str_FC	3,39	8,56																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0	0																																																							
Str_D	0,37	0,48																																																							
<p>Sup_parcel>=1</p> <p>6,91 has 15 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>19,95</td><td>14,22</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>35,9</td><td>15,58</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>36,94</td><td>35,35</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>7,97</td><td>23,71</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,2</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>0,84</td><td>2,18</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0,44</td><td>1,03</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>53,67</td><td>35,77</td></tr> </table>	Jo_Str	19,95	14,22	Str_Moy	35,9	15,58	Str_S	36,94	35,35	Str_F	7,97	23,71	Str_FI	0,2	0,47	Str_FC	0,84	2,18	Str_A	0	0	Str_R	0,44	1,03	Str_D	53,67	35,77	<p>8,05 has 12 parcelles</p>	<p>Tous stades</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Jo_Str</td><td>14,9</td><td>15,88</td></tr> <tr><td>Str_Moy</td><td>33,09</td><td>13,4</td></tr> <tr><td>Str_S</td><td>38,31</td><td>36,61</td></tr> <tr><td>Str_F</td><td>15,61</td><td>23,3</td></tr> <tr><td>Str_FI</td><td>0,52</td><td>1,33</td></tr> <tr><td>Str_FC</td><td>3,3</td><td>5,25</td></tr> <tr><td>Str_A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Str_R</td><td>0,15</td><td>0,35</td></tr> <tr><td>Str_D</td><td>40,79</td><td>29,92</td></tr> </table>	Jo_Str	14,9	15,88	Str_Moy	33,09	13,4	Str_S	38,31	36,61	Str_F	15,61	23,3	Str_FI	0,52	1,33	Str_FC	3,3	5,25	Str_A	0	0	Str_R	0,15	0,35	Str_D	40,79	29,92
Jo_Str	19,95	14,22																																																							
Str_Moy	35,9	15,58																																																							
Str_S	36,94	35,35																																																							
Str_F	7,97	23,71																																																							
Str_FI	0,2	0,47																																																							
Str_FC	0,84	2,18																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0,44	1,03																																																							
Str_D	53,67	35,77																																																							
Jo_Str	14,9	15,88																																																							
Str_Moy	33,09	13,4																																																							
Str_S	38,31	36,61																																																							
Str_F	15,61	23,3																																																							
Str_FI	0,52	1,33																																																							
Str_FC	3,3	5,25																																																							
Str_A	0	0																																																							
Str_R	0,15	0,35																																																							
Str_D	40,79	29,92																																																							

Algunos ejemplos de comportamiento de las parcelas

En este anexo se presentan los gráficos del balance hídrico de algunas parcelas, los mismos que ilustran bien los resultados del sistema de distribución de Urququí. Se presentan también dos casos de déficits bajos, que son en realidad sumamente raros.

En el caso de cada parcela, se presentan tres gráficos a más de los cuadros recapitulativos de los déficits hídricos y de las operaciones de riego.

El superior traza la evolución de la reserva útil (RU/RUMx100), las lluvias, las operaciones de riego, los turnos de agua y los cultivos. Estos parámetros están representados respectivamente por:

- el área gris clara superior;
- las barras superiores de color gris;
- las barras inferiores de color negro (de longitud media cuando se trata de un riego de cacique);
- las áreas inferiores de color gris claro;
- las áreas inferiores de color gris oscuro.

El del medio indica los déficits hídricos simulados (es decir el valor ETR/ETMx100), los déficits explicados se acumulan y la curva de entorno representa el déficit hídrico total.

Las ganancias simuladas están representadas en el gráfico inferior: una curva por tipo de ganancia.

Déficit hídrico debido al rechazo del riego

Parcela A39a (página A66)

Cultivo de maíz (160 días)

La negativa de riego durante el período lluvioso (segunda flecha) acarrea un déficit hídrico importante. Los turnos de agua son demasiado largos como para permitir superar las consecuencias de una decisión de no regar, basada probablemente en la esperanza de una prosecución del período lluvioso que no se produjo ese año.

Se observa también un riego supernumerario (primera flecha). Permitió evitar un gran déficit.

La dosis de riego correcta permite una eficiencia del agua del 75%.

Consecuencias de una negativa de riego acrecentadas por dosis bajas

Parcela C13 (página A67)

Primer cultivo de maíz (160 días)

Se produjo el rechazo de un riego (flecha) mientras las lluvias eran abundantes. Las consecuencias son importantes:

- * antes del derecho de agua siguiente,
- * aún luego, pues las bajas dosis (dotación reducida) no pudieron recargar la reserva útil, disminuida por el rechazo anterior,
- * el déficit hídrico se agrava al final por interrupciones de funcionamiento de la red entre el séptimo y el octavo riego.

Segundo cultivo de maíz (130 días)

La larga duración de los turnos asociada a importantes interrupciones de funcionamiento de la red provoca importantes déficits en la fase de llenado del grano.

Hay que señalar en los dos cultivos una gran importancia de las ganancias debidas a las lluvias.

Anexos

Parcela A39b (alfalfa) (página A68)

La alfalfa tiene un enraizamiento más profundo que el maíz, y por lo tanto una reserva útil mayor. En este caso, las dosis aportadas son demasiado reducidas como para llenar el almacenamiento máximo del suelo y aparecen regularmente déficits hídricos antes del riego. Señalemos que un riego rechazado (flecha) provoca déficits incluso mucho tiempo después.

Déficits hídricos ligados a un tiempo demasiado largo de espera

Parcela D10b (página A69)

Cultivo de maíz (160 días)

Todos los riegos son aceptados; su dosis basta para llenar la RU (salvo en el último, lo que ocasiona un déficit al final del ciclo). A pesar de ello, aparecen déficits antes de cada riego, debidos a una duración demasiado larga de los turnos de agua. Un importante déficit debido a interrupciones del funcionamiento de la red se hace sentir después de cada período lluvioso, durante el cual ha sido necesario suspender el abastecimiento del perímetro por varios días. Estos déficits importantes aparecen durante la fase de llenado del grano, particularmente sensible. Señalemos la importancia de las ganancias debidas a la lluvia.

La dotación elevada acarrea una baja eficiencia (35%), pero no garantiza un correcto abastecimiento.

Cultivo de fréjol (116 días)

La excesiva duración del primer turno provoca un déficit importante en la fase de implantación del cultivo. Las interrupciones de funcionamiento de la red debidas a la primera ola de lluvias provocan también un ligero déficit. En su conjunto, el resultado es aceptable, pero se observa un riego super-numerario que evita un déficit importante durante la segunda ola de lluvias.

Déficits hídricos ligados a un tiempo demasiado largo de espera, agravados por dosis reducidas

Parcela A19a (página A70)

Cultivo de maíz (160 días)

La importante anticipación del riego (flecha) acarrea un tiempo de espera demasiado largo hasta el siguiente riego y un déficit importante: interrupciones de funcionamiento de la red agravan el problema. Luego, dosis demasiado reducidas impiden reestablecer un estatus hídrico correcto. Las ganancias debidas a las lluvias son moderadas.

Cultivo de fréjol (95 días)

Durante la fase de llenado del grano, tiempos de espera demasiado largos, asociados a dosis que no llenan la reserva útil máxima, provocan déficits cortos pero intensos. Las importantes lluvias de marzo-abril permiten evitar déficits intensos debidos a las interrupciones de funcionamiento de la red.

Déficits hídricos ligados a dosis demasiado bajas

Parcelle A74ac (página A71)

Cultivo de maíz (130 días)

La reducida dotación no permite el llenado de la reserva útil cuando se riega. Esta es permanentemente baja y se observa un predominio de los déficits debidos a dosis de riego demasiado reducidas.

El resultado es malo a pesar de no haber habido ningún rechazo de riego.

La eficiencia del riego es del 100 % pero no es el objetivo que se busca: la prioridad de un sistema de riego sigue siendo la satisfacción de las necesidades de los cultivos.

Anexos

Cultivo del fréjol (116 días)

Únicamente la lluvia logra garantizar un correcto abastecimiento de los cultivos: de otro modo, dosis demasiado bajas sumadas a tiempos de espera demasiado largos provocarían enormes déficits.

Parcelas F2abdeg, F2c y F2F (páginas A72 à A74)

Frecuentes riegos supernumerarios nunca logran reestablecer un correcto estatus hídrico.

Riegos de caciques: una ayuda sustancial

Parcelas A1abd, A9a, A9b (páginas A75 à A77)

Los riegos adicionales de caiques permiten alcanzar un abastecimiento hídrico perfecto. Señalemos simplemente muy ligeros déficits y muy pequeñas ganancias debidas a la lluvia, que muestran que una frecuencia de 14 días es el límite superior para una completa independencia frente a las lluvias.

Se observan sin embargo buenos resultados sin la intervención de los riegos de caciques

Parcela B22a (página A78)

Cultivo de maíz (160 días)

Una siembra precoz, asociada a un trabajo intensivo y a una dotación suficiente, permite obtener muy buenos resultados. Los turnos cortos al inicio del ciclo posibilitan un buen abastecimiento de las plántulas; la utilización del derecho durante el período lluvioso y un riego supernumerario (flecha) permiten evitar un déficit debido al retraso del riego provocado por las interrupciones del servicio debidas a las lluvias. Se evita la saturación de agua durante la fase de maduración y aparece un ligero déficit que permite un buen secado. Este resultado es sumamente raro.

Señalemos sin embargo una muy baja eficiencia del agua ligada a la dotación elevada: 27 %.

Estrategia adecuada, el buen resultado de esta parcela necesitó suerte y riegos supernumerarios.

Cultivo de fréjol (116 días)

Un riego supernumerario al inicio del ciclo permite pasar correctamente la fase crítica en la que el enraizamiento es poco profundo como para utilizar todo el stock de agua del suelo. El turno de agua excesivamente largo al momento de las fuertes lluvias de marzo-abril no provoca déficits hídricos graves: el siguiente riego llega justo a tiempo al final del período lluvioso. Sin embargo, el siguiente riego se produce demasiado tarde y aparecen déficits importantes debidos al tiempo de espera.

Parcela A17c (alfalfa) (página A79)

En este caso, las dosis aportadas son demasiado reducidas como para llenar el stock máximo del suelo, aunque suficientes como para satisfacer las necesidades mientras se espera el siguiente riego. Los déficits hídricos son despreciables (el que aparece al inicio de la simulación es artificial y está ligado a la elección del valor inicial del stock). Observemos que un riego rechazado (flecha) no provoca déficit, pues el siguiente riego se produce justo a tiempo.

Annexes

Parcela A39a

Superficie : 1,2 has, derecho de riego : 5,2 horas, sea 4,5 h/ha.

MAIZ sembrado el 26/07/90, cosechado el 02/01/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surm.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	31,0 (19%)	50	70	16	5	2	0	7	0	11	1	0	2	0
1	20	1,0 (5%)	6	0	0	0	100	0	0	0	0	0	1	0	0
Intern.	110	25,0 (23%)	55	79	15	0	1	0	4	0	15	1	0	1	0
Ultimo	31	5,0 (16%)	36	0	26	47	0	0	27	0	4	0	1	6	0

Lluvia total : 163,4 mm Eficaz : 44,1 (27%) Aporte total eficaz : 438,4 mm
 Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	9 (20 días)	372	275,6 (74%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	1 (11%)	30,0 (8%)	2,7 (9%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	56,8 (15%)
Supernum.	34,7 (9%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	5,2 (1%)
Avance	0,0 (0%)

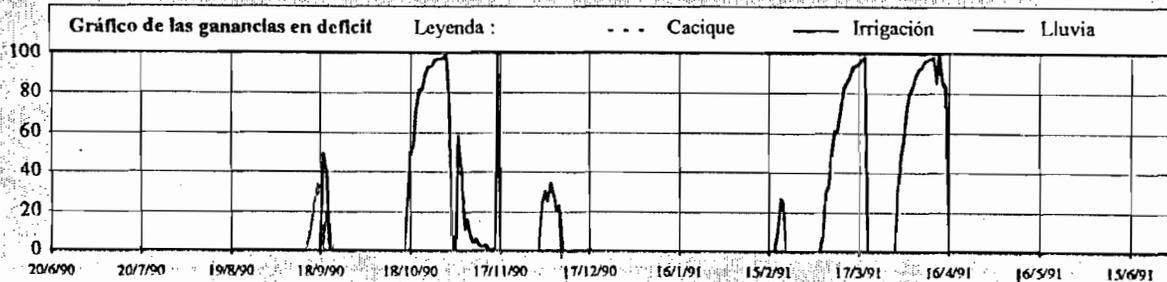
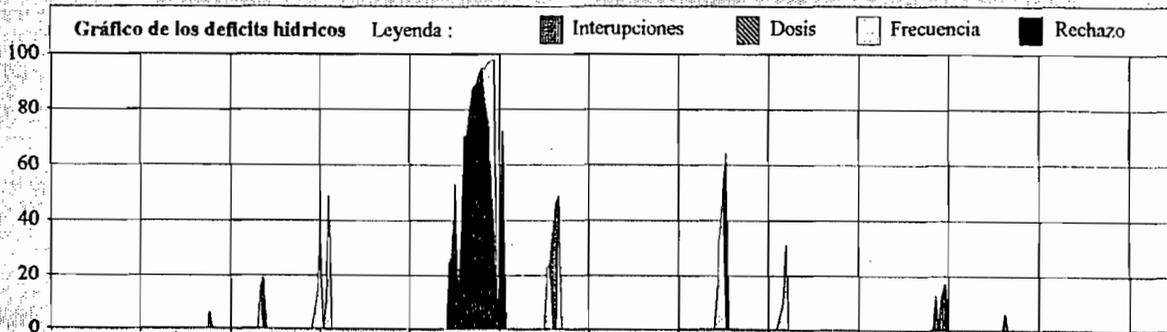
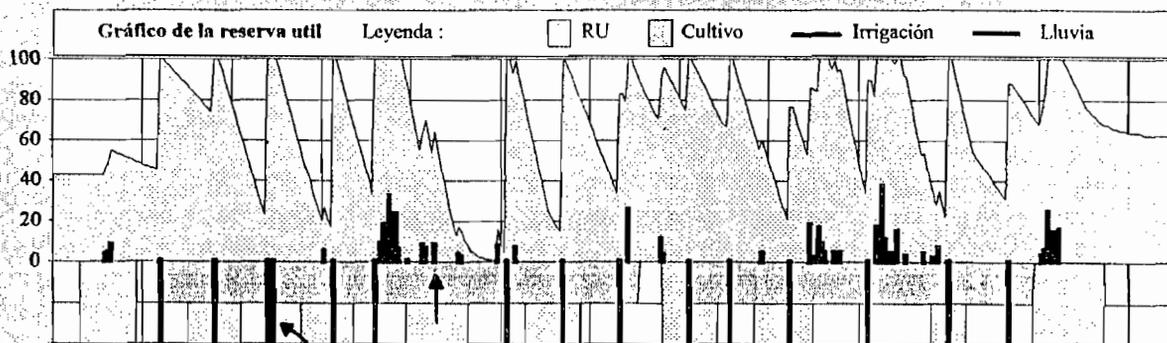
FREJOL sembrado el 19/01/91, cosechado el 14/05/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surm.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	116	11,0 (9%)	24	0	41	5	38	0	16	0	21	0	1	0	0
1	15	4,0 (27%)	42	0	62	0	38	0	0	0	0	0	5	0	0
Intern.	80	6,0 (8%)	15	0	6	15	34	0	46	0	31	0	0	0	0
Ultimo	21	1,0 (5%)	6	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 167,6 mm Eficaz : 52,2 (31%) Aporte total eficaz : 324,6 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	6 (23 días)	209	157,4 (75%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	29,6 (14%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	20,2 (10%)
Avance	2,2 (1%)



Annexes

Parcela C13

Superficie : 1,5 has, derecho de riego : 6,0 horas, sea 3,9 h/ha.

MAIZ sembrado el 12/07/90, cosechado el 22/12/90

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	23,0 (18%)	56	0	60	20	8	0	13	0	17	0	0	0	0
I	20	5,0 (25%)	43	0	68	0	0	0	32	0	4	0	0	0	0
Intern.	110	17,0 (15%)	58	0	55	26	10	0	10	0	19	0	0	0	0
Ultimo	1	1,0 (100%)	82	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 172,4 mm Eficaz : 87,7 (51%)

Aporte total eficaz : 384,4 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	9 (18 días)	312	212,2 (68%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm

Lluvia	5,4 (2%)
Dosis	33,2 (13%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	45,2 (18%)
Avance	4,7 (2%)

MAIZ sembrado el 12/02/91, cosechado el 22/06/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	131	23,0 (18%)	56	0	60	20	8	0	13	0	17	0	0	0	0
I	20	5,0 (25%)	43	0	68	0	0	0	32	0	4	0	0	0	0
Intern.	110	17,0 (15%)	58	0	55	26	10	0	10	0	19	0	0	0	0
Ultimo	1	1,0 (100%)	82	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 252,3 mm Eficaz : 27,7 (11%)

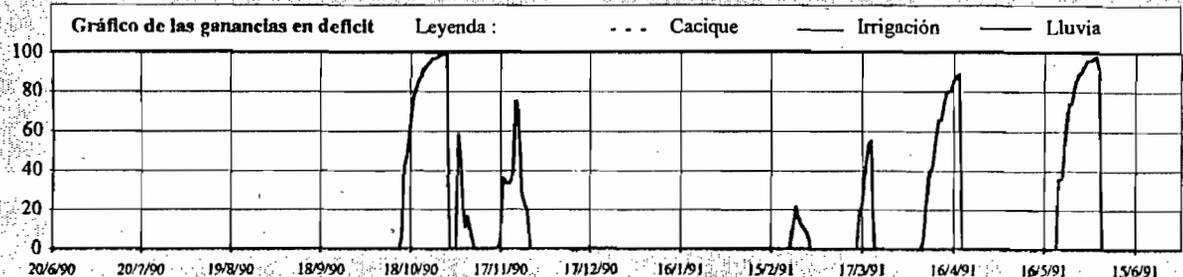
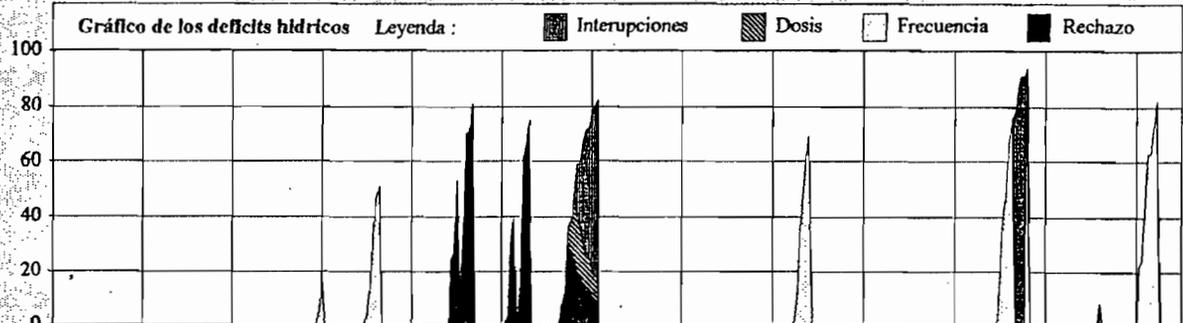
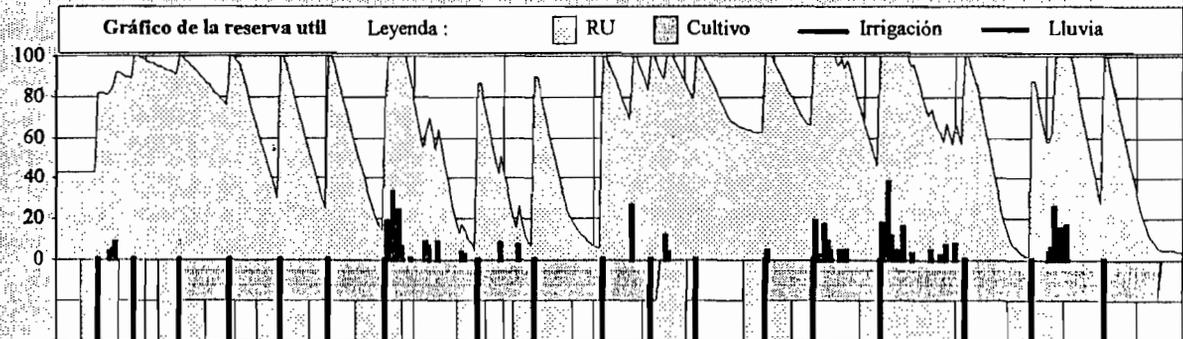
Aporte total eficaz : 417,3 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	6 (26 días)	254	165,4 (65%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm

Lluvia	5,4 (2%)
Dosis	33,2 (13%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	45,2 (18%)
Avance	4,7 (2%)



Annexes

Parcela A39b

Superficie : 0,2 has, derecho de riego : 0,8 horas, sea 4,5 h/ha.

ALFALFA sembrado el 01/06/90, cosechado el 01/07/91

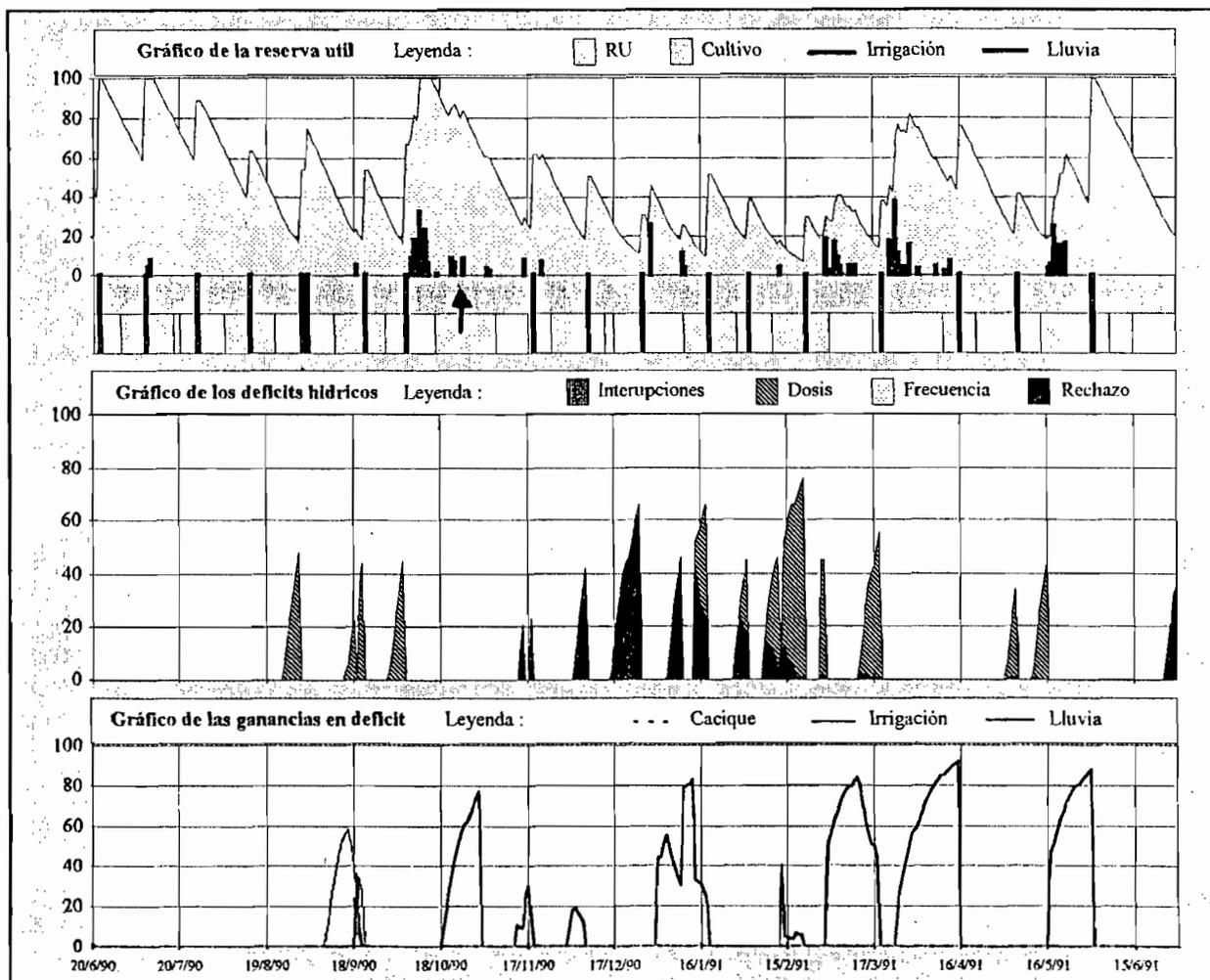
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	376	93,0 (25%)	33	41	0	0	0	0	0	59	15	1	2	0	0

Lluvia total : 435,3 mm Eficaz : 90,6 (21%) Aporte total eficaz : 1224 mm

Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	18 (22 días)	1585	789,3 (50%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	1 (6%)	30,0 (2%)	30,0 (100%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	586,3 (37%)
Supernum.	175,5 (11%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	33,5 (2%)
Avance	0,0 (0%)



Parcela D10b

Superficie : 0,0 has, derecho de riego : 0,3 horas, sea 9,0 h/ha.

MAIZ sembrado el 26/07/90, cosechado el 02/01/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	Dº	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sur.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	42,0 (26%)	46	0	22	41	14	0	12	10	13	0	0	0	0
I	20	2,0 (10%)	12	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Intern.	110	28,0 (25%)	46	0	28	49	20	0	3	0	16	0	0	0	0
Ultimo	31	12,0 (39%)	51	0	11	25	0	0	32	32	11	0	0	0	0

Lluvia total : 145,4 mm Eficaz : 62,3 (43%) Aporte total eficaz : 391,4 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	7 (27 días)	694	246,3 (35%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	5,1 (1%)
Dosis	377,7 (54%)
Supernum.	40,0 (6%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	24,3 (3%)
Avance	0,0 (0%)

FREJOL sembrado el 19/01/91, cosechado el 14/05/91

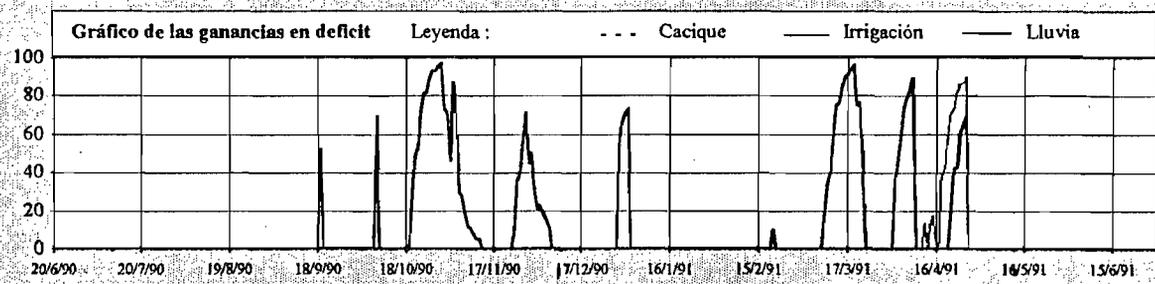
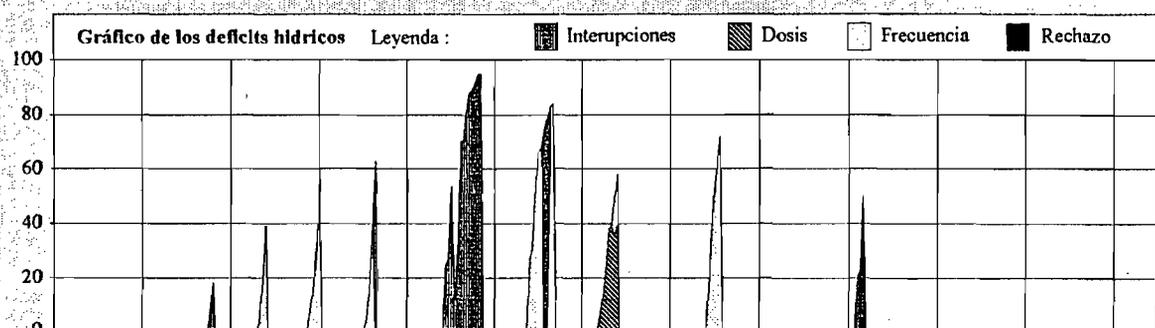
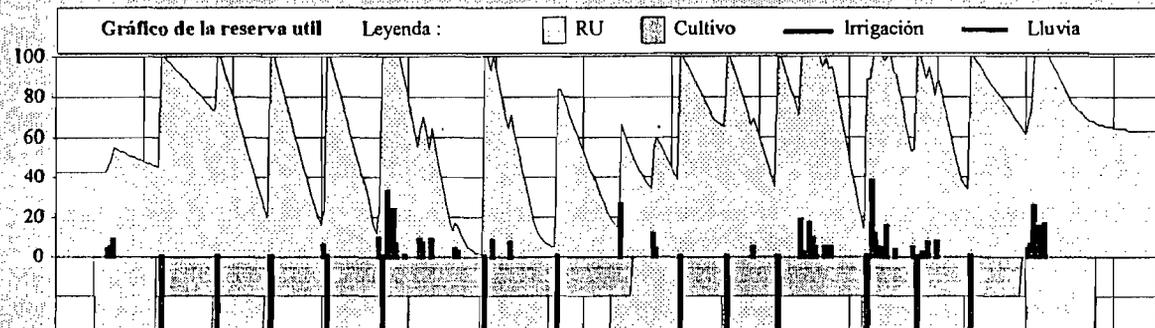
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	Dº	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sur.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	116	8,0 (7%)	42	0	72	6	22	0	0	0	15	6	0	0	0
I	15	5,0 (33%)	48	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intern.	80	3,0 (4%)	31	0	0	23	77	0	0	0	19	5	0	0	0
Ultimo	21	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12	0	0	0

Lluvia total : 157,9 mm Eficaz : 47,3 (30%) Aporte total eficaz : 336,9 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	6 (23 días)	466	179,2 (38%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	1 (17%)	60,7 (13%)	25,5 (42%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	1,5 (0%)
Dosis	223,1 (48%)
Supernum.	37,0 (8%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	21,8 (5%)
Avance	2,3 (0%)



Parcela A19a

Superficie : 0,3 has, derecho de riego : 1,0 horas, sea 3,4 h/ha.

MAIZ sembrado el 08/08/90, cosechado el 16/01/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	162	43,0 (27%)	55	0	6	26	4	2	21	42	16	0	1	3	0
I	20	2,0 (10%)	10	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Intern.	110	34,0 (31%)	53	0	6	22	1	2	27	41	13	0	1	4	0
Ultimo	32	7,0 (22%)	76	0	4	39	12	0	0	45	39	0	0	2	0

Lluvia total : 178,1 mm Eficaz : 65,4 (37%) Aporte total eficaz : 374,1 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	8 (23 días)	247	196,3 (79%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de pérdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	36,9 (15%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	12,3 (5%)
Avance	1,6 (1%)

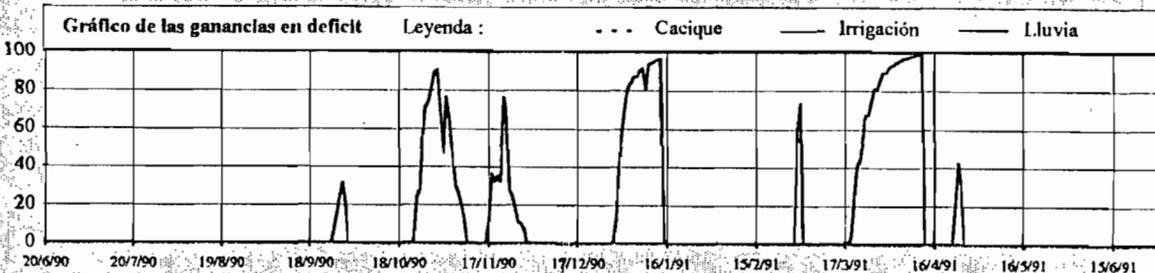
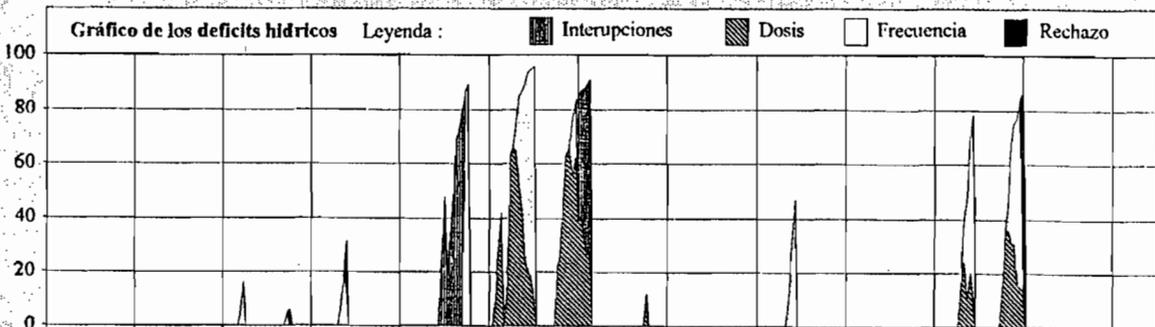
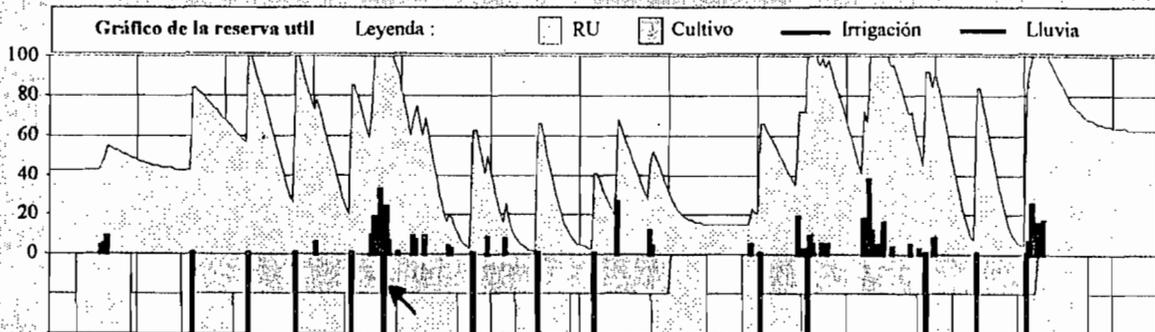
FREJOL sembrado el 16/02/91, cosechado el 20/05/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	94	16,0 (17%)	52	0	37	0	9	0	20	34	23	0	0	16	0
I	15	3,0 (20%)	29	0	100	0	0	0	0	0	9	0	0	71	0
Intern.	79	13,0 (16%)	58	0	30	0	10	0	23	38	26	0	0	5	0
Ultimo	0	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 186,8 mm Eficaz : 53,0 (28%) Aporte total eficaz : 326,8 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	5 (24 días)	159	140,1 (88%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de pérdidas, mm	
Lluvia	2,8 (2%)
Dosis	16,1 (10%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	0,0 (0%)
Avance	0,0 (0%)



Parcela A74ac

Superficie : 0,7 has, derecho de riego : 1,7 horas, sea 2,5 h/ha.

MAIZ sembrado el 02/08/90, cosechado el 10/12/90

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sur.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	131	50,0 (38%)	59	0	11	5	11	0	1	72	14	0	1	0	0
1	20	1,0 (5%)	4	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Interm.	110	48,0 (44%)	60	0	11	5	8	0	1	74	17	0	2	0	0
Ultimo	1	1,0 (100%)	98	0	0	0	88	0	0	12	1	0	0	0	0

Lluvia total : 105,4 mm Eficaz : 81,5 (77%) Aporte total eficaz : 246,4 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	7 (22 días)	141	141,3 (100%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	0,0 (0%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	0,0 (0%)
Avance	0,0 (0%)

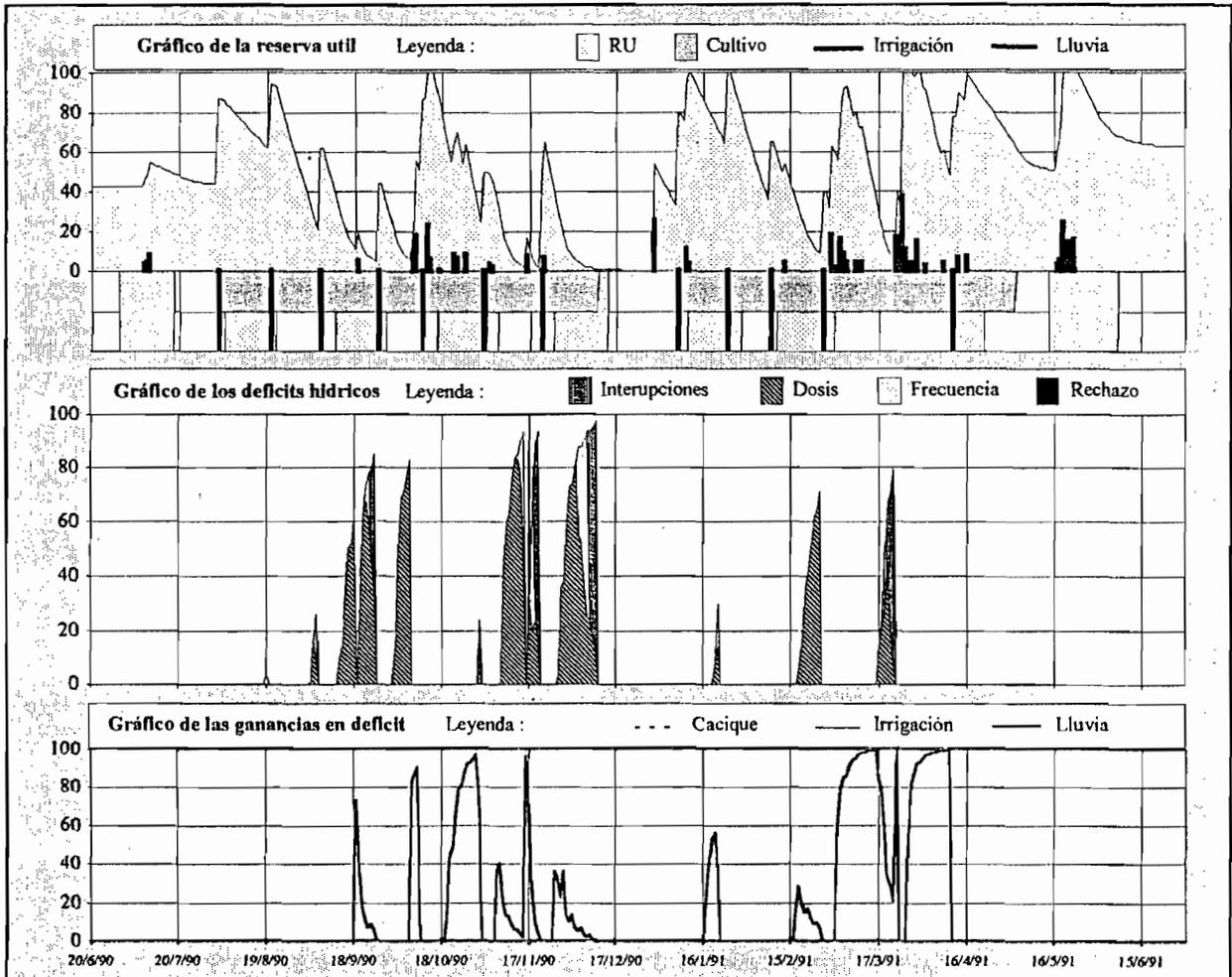
FREJOL sembrado el 07/01/91, cosechado el 02/05/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sur.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	116	16,0 (14%)	43	0	2	14	11	0	0	73	29	0	1	0	0
1	15	2,0 (13%)	19	0	42	0	0	0	0	58	13	0	0	0	0
Interm.	80	14,0 (18%)	46	0	0	14	11	0	0	74	40	0	1	0	0
Ultimo	21	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 187,8 mm Eficaz : 88,5 (47%) Aporte total eficaz : 280,8 mm
 Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	5 (29 días)	98	93,0 (95%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	4,6 (5%)
Dosis	0,0 (0%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	0,0 (0%)
Avance	0,0 (0%)



Parcela F2abdeg

Superficie : 6,6 has. derecho de riego : 11,9 horas, sea 1,8 h/ha.

MAIZ sembrado el 27/06/90, cosechado el 04/12/90

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D ^o	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	51,0 (32%)	50	0	23	0	6	0	0	71	11	3	2	0	0
1	20	7,0 (35%)	41	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
Interm.	110	31,0 (28%)	60	0	31	0	8	0	0	60	9	4	2	0	0
Ultimo	31	13,0 (42%)	30	0	0	0	0	0	0	100	22	0	4	0	0

Lluvia total : 130,2 mm Eficaz : 83,7 (64%) Aporte total eficaz : 325,2 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	10 (18 días)	220	195,5 (89%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	1 (10%)	20,3 (9%)	20,3 (100%)

Razones de pérdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	3,9 (2%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	21,0 (10%)
Avance	0,0 (0%)

FREJOL sembrado el 30/12/90, cosechado el 24/04/91

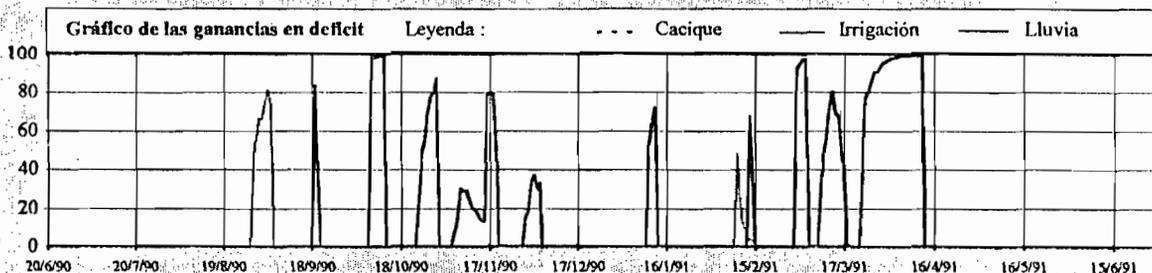
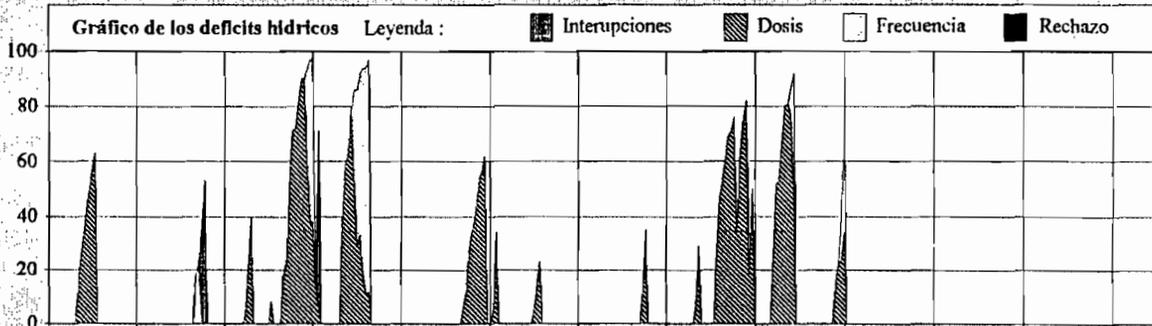
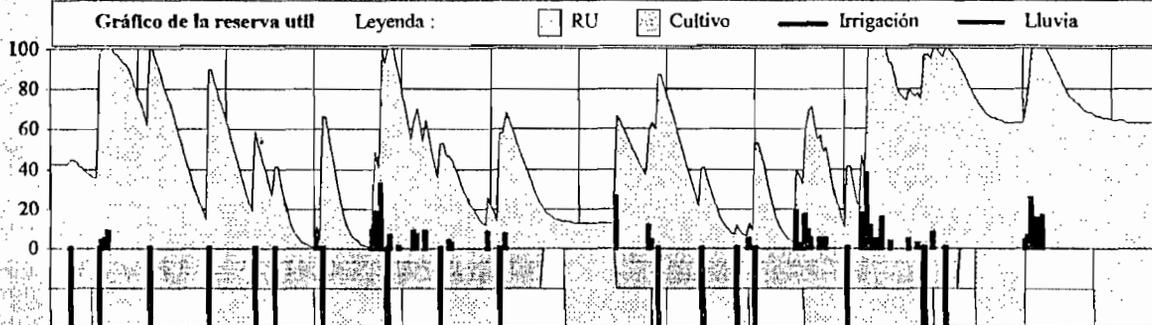
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D ^o	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	116	29,0 (25%)	51	0	3	1	0	0	4	92	27	1	1	2	0
1	15	2,0 (13%)	25	0	0	31	0	0	0	69	12	0	0	0	0
Interm.	80	27,0 (34%)	53	0	4	0	0	0	4	93	25	1	2	3	0
Ultimo	21	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0

Lluvia total : 208,6 mm Eficaz : 84,0 (40%) Aporte total eficaz : 289,6 mm

Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	7 (19 días)	93	81,3 (88%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	2 (29%)	17,4 (19%)	5,9 (34%)

Razones de pérdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	0,0 (0%)
Supernum.	11,5 (12%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	0,0 (0%)
Avance	0,0 (0%)



Annexes

Parcela F2c

Superficie : 0,8 has, derecho de riego : 1,5 horas, sea 1,8 h/ha.

ALFALFA sembrado el 01/06/90, cosechado el 01/07/91

Resumen de los deficits hidricos

Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	376	170,0 (45%)	57	7	0	0	0	0	0	93	11	2	3	1	0

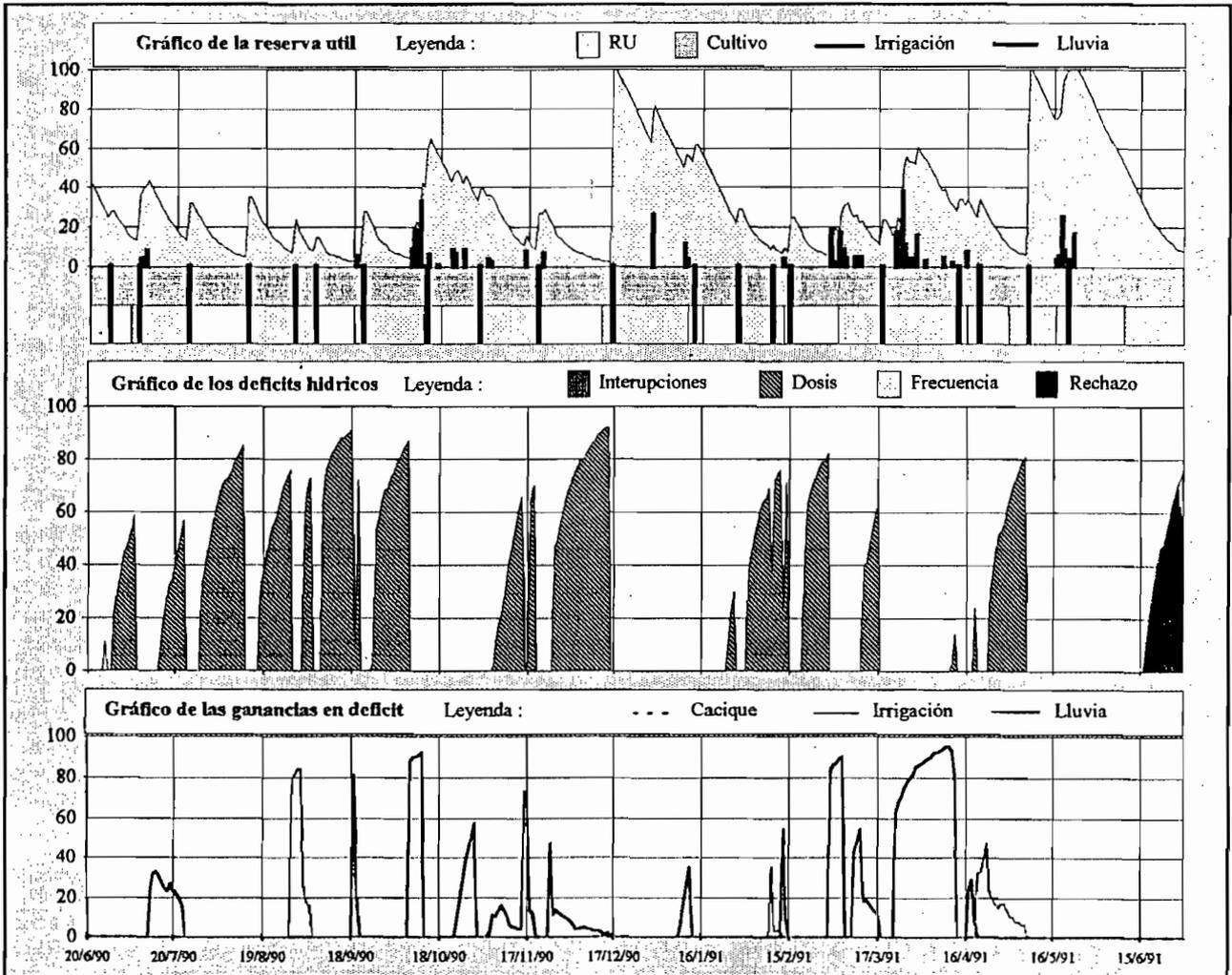
Lluvia total : 401,2 mm Eficaz : 95,1 (24%) Aporte total eficaz : 951,2 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones

Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	20 (20 días)	849	550,2 (65%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	3 (15%)	37,7 (4%)	37,7 (100%)

Razones de perdidas, mm

Lluvia	33,2 (4%)
Dosis	203,9 (24%)
Supernum.	19,2 (2%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	42,0 (5%)
Avance	0,0 (0%)



Parcela F2f

Superficie : 0,9 has, derecho de riego : 1,6 horas, sea 1,8 h/ha.

PAPAS sembrado el 11/10/90, cosechado el 10/03/91

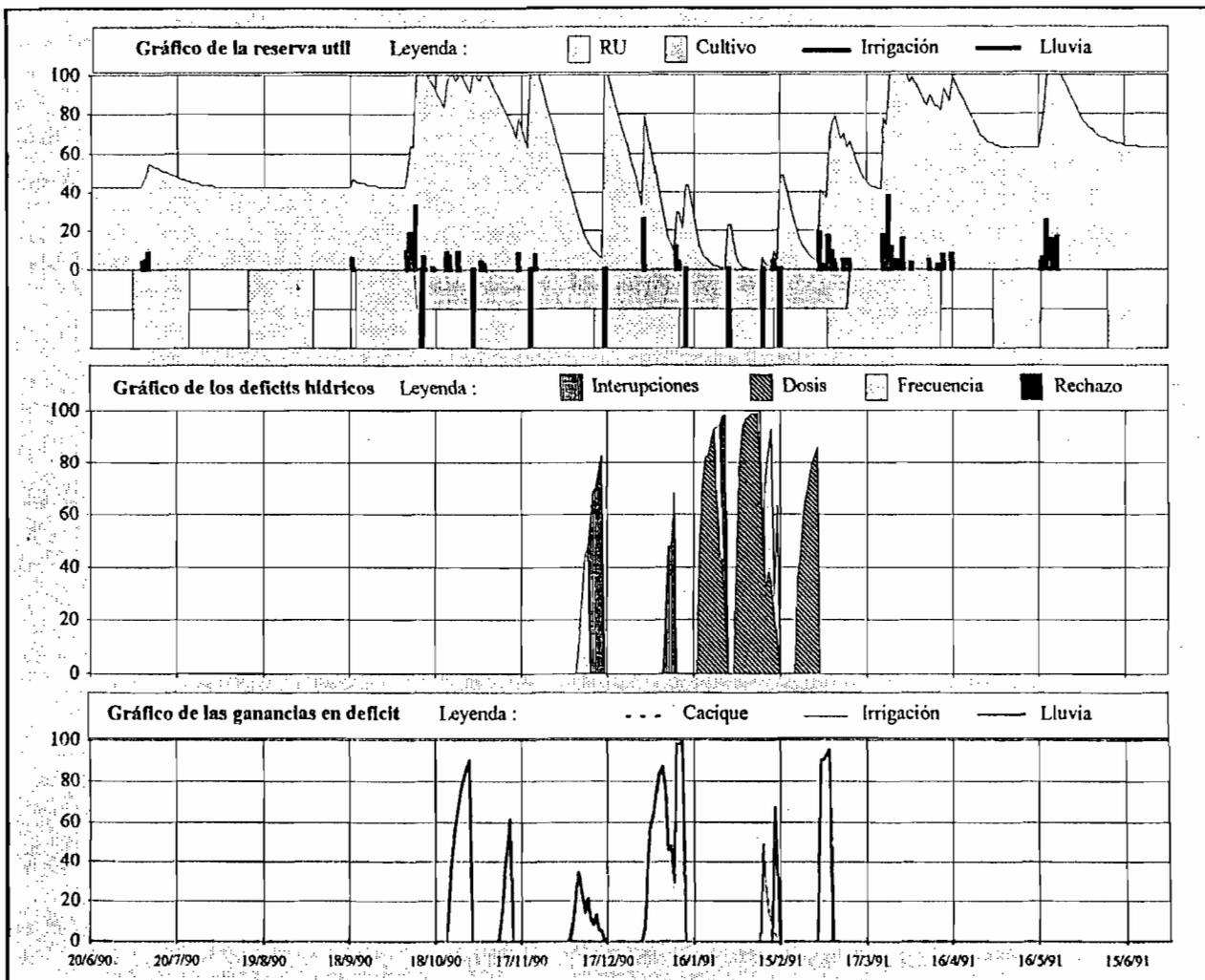
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	151	46,0 (30%)	71	0	10	14	6	0	4	66	15	1	4	0	0
I	34	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
Intern.	86	31,0 (36%)	72	0	7	20	8	0	3	61	12	0	6	0	0
Ultimo	31	15,0 (48%)	68	0	17	0	0	0	5	78	15	3	0	0	0

Lluvia total : 182,5 mm - Eficaz : 79,3 (43%) Aporte total eficaz : 305,5 mm

Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	8 (22 días)	249	123,4 (49%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	1 (13%)	2,9 (1%)	2,9 (100%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	5,6 (2%)
Supernum. *	90,6 (36%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	26,6 (11%)
Avance	3,2 (1%)



Anexos

Parcela A1abd

Superficie : 2,1 has, derecho de riego : 6,2 horas, sea 2,9 h/ha.

MAIZ sembrado el 18/07/90, cosechado el 25/12/90

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D ^p	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	13
I	20	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Interm.	110	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	14
Ultimo	31	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17

Lluvia total : 105,4 mm Eficaz : 34,4 (33%) Aporte total eficaz : 415,4 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	21 (8 días)	2278	310,0 (14%)
Caciques	11 (52%)	2030,7 (89%)	197,5 (10%)
Supernumerarias	1 (5%)	19,2 (1%)	3,7 (19%)

Razones de pérdidas, mm	
Lluvia	0,0 (0%)
Dosis	46,6 (2%)
Supernum.	44,3 (2%)
Cacique	1869,9 (82%)
Frecuencia	5,3 (0%)
Avance	1,9 (0%)

FREJOL sembrado el 11/02/91, cosechado el 06/06/91

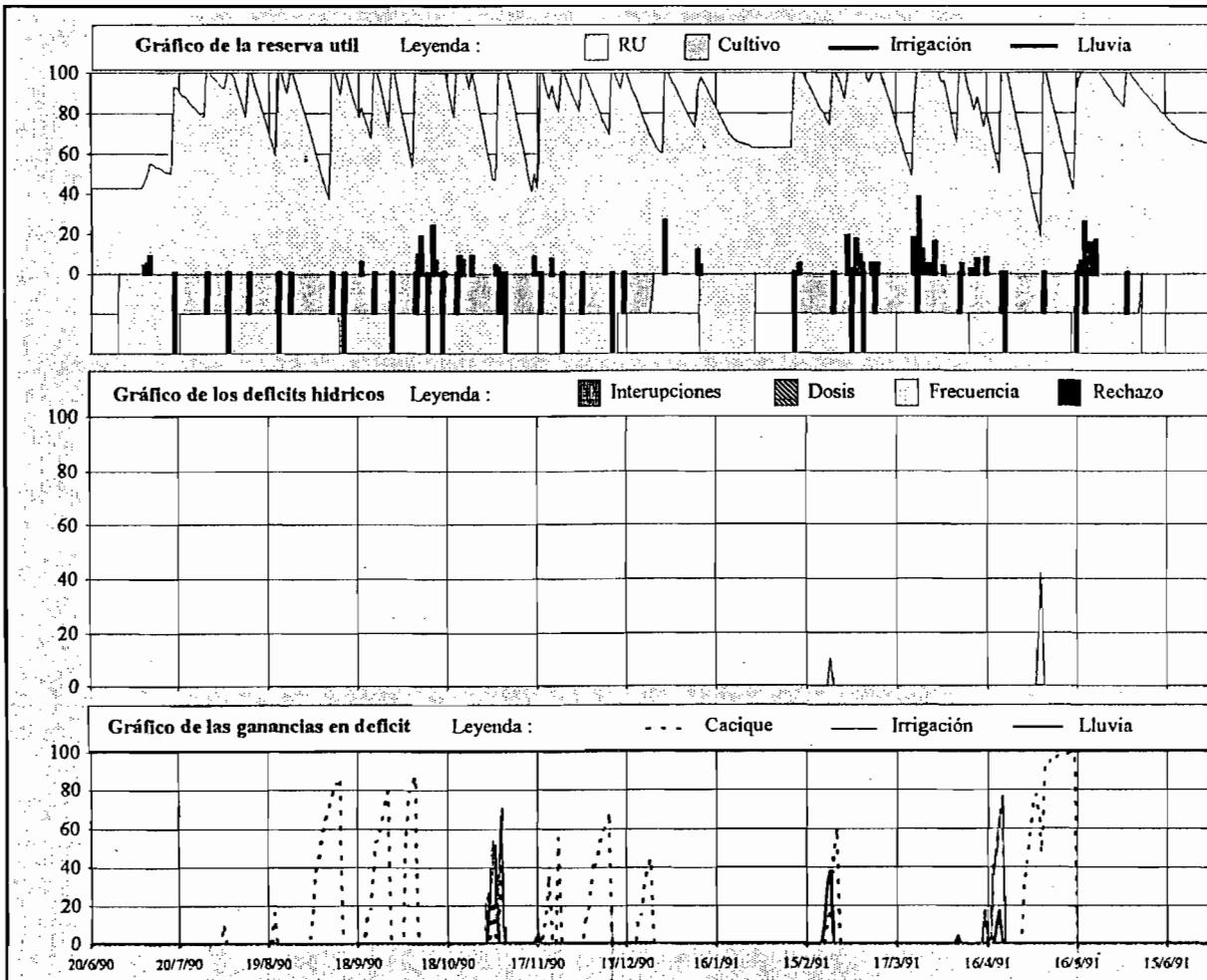
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D ^p	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	116	3,0 (3%)	22	0	100	0	0	0	0	0	1	2	0	0	16
I	15	1,0 (7%)	10	0	100	0	0	0	0	0	5	0	0	0	9
Interm.	80	2,0 (3%)	29	0	100	0	0	0	0	0	0	3	0	0	21
Ultimo	21	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 250,3 mm Eficaz : 24,5 (10%) Aporte total eficaz : 423,3 mm

Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	13 (10 días)	1617	173,2 (11%)
Caciques	8 (62%)	1476,8 (91%)	129,2 (9%)
Supernumerarias	1 (8%)	36,5 (2%)	0,0 (0%)

Razones de pérdidas, mm	
Lluvia	11,0 (1%)
Dosis	0,0 (0%)
Supernum.	62,5 (4%)
Cacique	1369,3 (85%)
Frecuencia	1,5 (0%)
Avance	0,0 (0%)



Parcela A9a

Superficie : 0,3 has, derecho de riego : 2,2 horas, sea 6,5 h/ha.

MAIZ sembrado el 03/10/90, cosechado el 12/03/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	Dº	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	3,0 (2%)	24	0	23	0	0	0	77	0	1	0	0	0	15
1	20	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interm.	110	3,0 (3%)	24	0	23	0	0	0	77	0	1	0	0	0	18
Ultimo	31	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12

Lluvia total : 228,7 mm Eficaz : 36,8 (16%) Aporte total eficaz : 513,7 mm

Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	20 (8 dias)	1969	285,5 (15%)
Caciques	12 (60%)	1596,5 (81%)	212,9 (13%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	4,1 (0%)
Dosis	129,1 (7%)
Supernum.	64,8 (3%)
Cacique	1437,0 (73%)
Frecuencia	36,9 (2%)
Avance	10,6 (1%)

FREJOL sembrado el 11/04/91, cosechado el 15/07/91

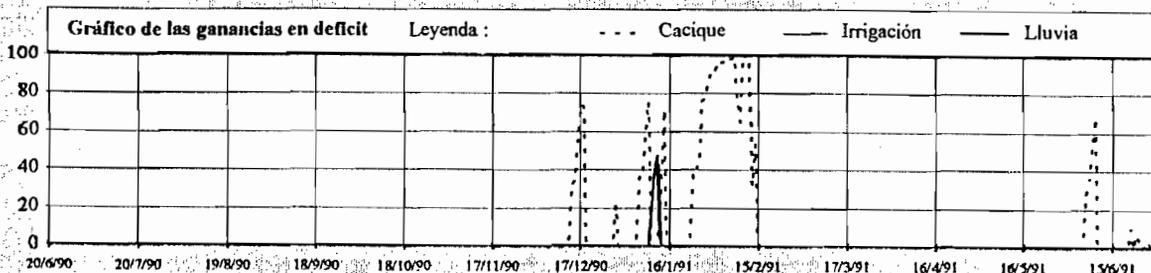
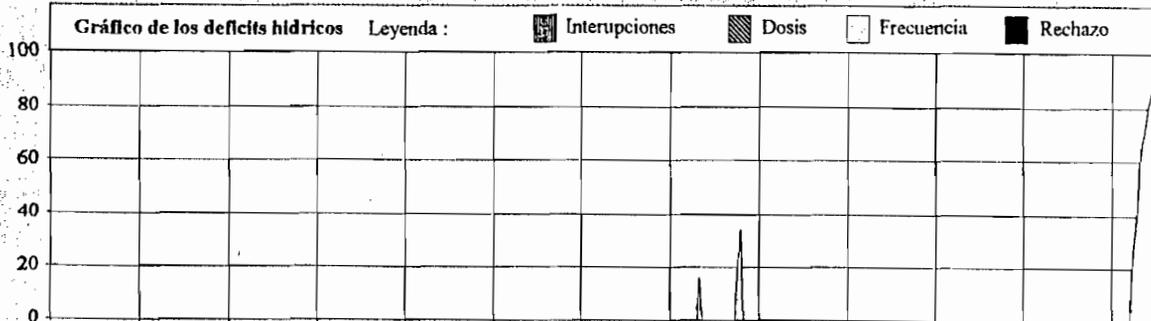
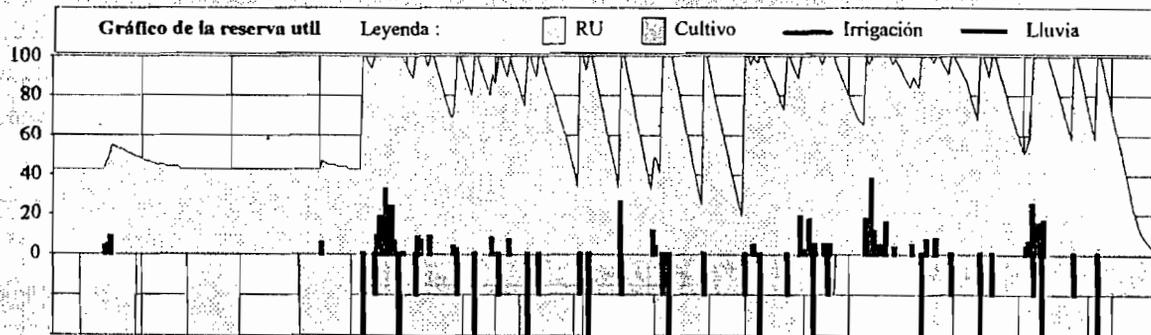
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	Dº	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	81	10,0 (12%)	60	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1	15	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interm.	66	10,0 (15%)	60	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ultimo	0	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 87,9 mm Eficaz : 39,8 (45%) Aporte total eficaz : 173,9 mm

Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	8 (12 dias)	710	86,6 (12%)
Caciques	4 (50%)	532,2 (75%)	35,9 (7%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	4,6 (1%)
Dosis	37,5 (5%)
Supernum.	9,5 (1%)
Cacique	503,3 (71%)
Frecuencia	58,3 (8%)
Avance	9,9 (1%)



Annexes

Parcela A9b

Superficie : 0,1 has, derecho de riego : 0,8 horas, sea 6,5 h/ha.

ALFALFA sembrado el 01/06/90, cosechado el 01/07/91

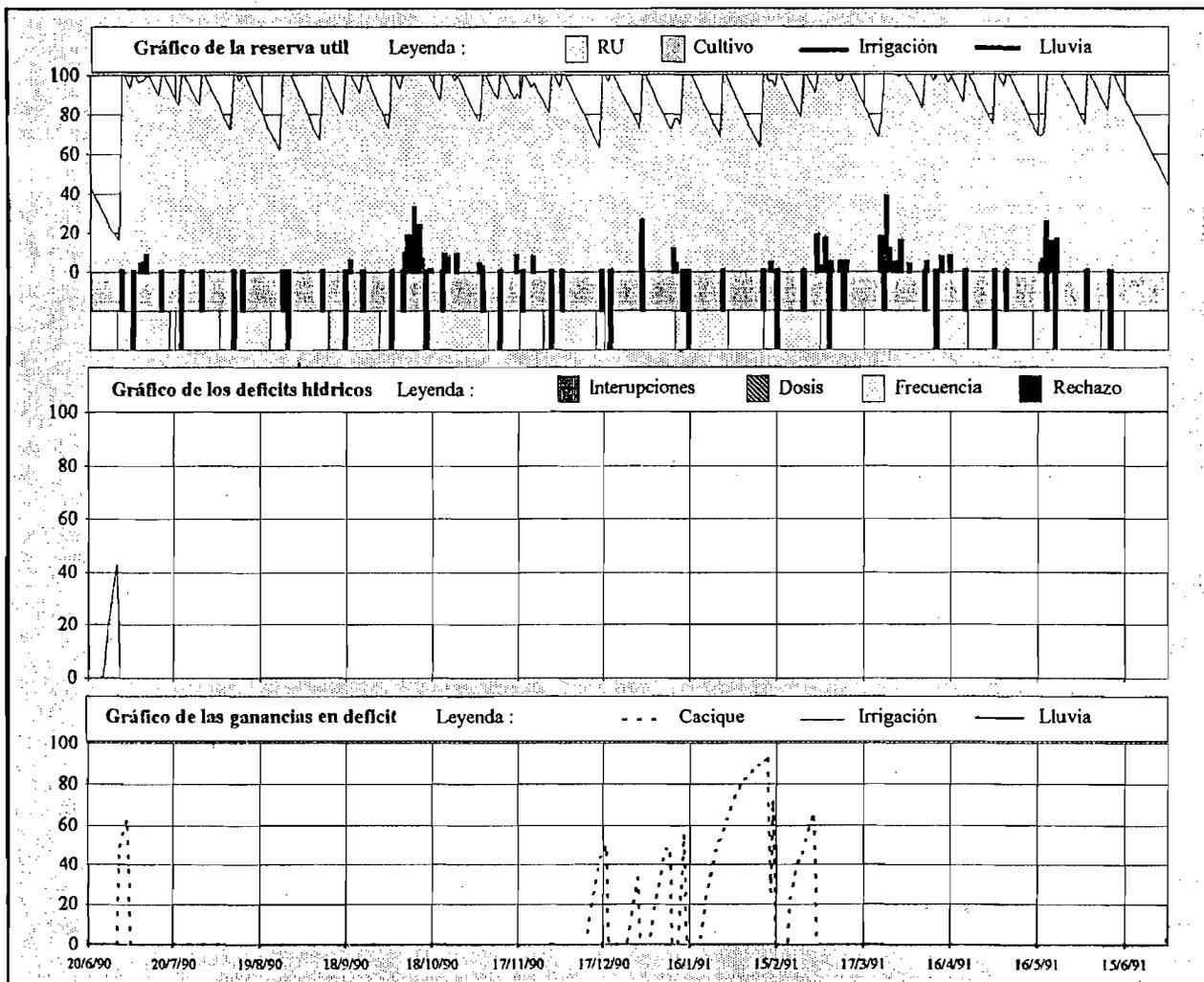
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Surn.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	376	6,0 (2%)	24	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Lluvia total : 432,2 mm Eficaz : 46,5 (11%) Aporte total eficaz : 1395 mm

Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	42 (9 días)	7699	963,5 (13%)
Caciques	25 (60%)	6374,7 (83%)	692,5 (11%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	41,9 (1%)
Dosis	446,1 (6%)
Supernum.	0,0 (0%)
Cacique	6076,3 (79%)
Frecuencia	155,8 (2%)
Avance	18,0 (0%)



Parcela B22a

Superficie : 0,3 has, derecho de riego : 2,3 horas, sea 7,5 h/ha.

MAIZ sembrado el 14/07/90, cosechado el 21/12/90

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	161	13,0 (8%)	23	13	29	5	24	0	28	0	7	5	0	0	0
1	20	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Interm.	110	9,0 (8%)	22	0	45	0	11	0	44	0	9	7	0	0	0
Ultimo	31	4,0 (13%)	27	37	0	13	50	0	0	0	1	0	0	0	0

Lluvia total : 137,7 mm Eficaz : 77,2 (56%) Aporte total eficaz : 382,7 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	10 (18 dias)	907	245,2 (27%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	2 (20%)	151,0 (17%)	42,2 (28%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	31,9 (4%)
Dosis	422,5 (47%)
Supernum.	186,1 (21%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	20,3 (2%)
Avance	0,0 (0%)

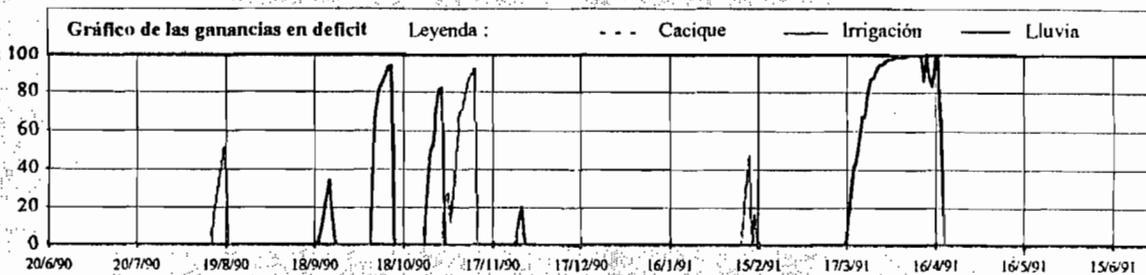
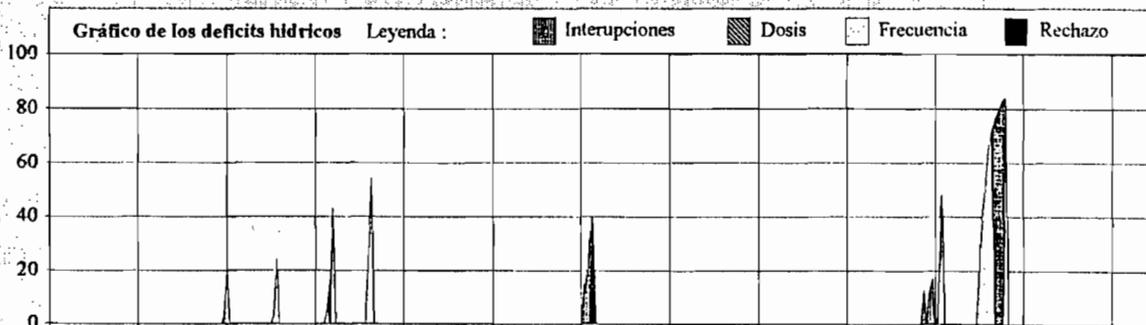
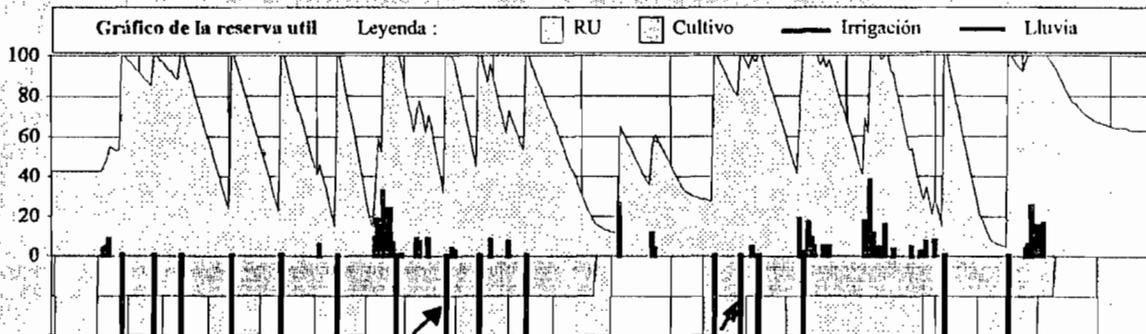
FREJOL sembrado el 31/01/91, cosechado el 26/05/91

Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	116	15,0 (13%)	50	0	34	37	11	0	18	0	24	1	0	0	0
1	15	0,0 (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Interm.	80	10,0 (13%)	35	0	73	12	1	0	14	0	34	0	0	0	0
Ultimo	21	5,0 (24%)	80	0	0	58	21	0	21	0	0	0	0	0	0

Lluvia total : 250,3 mm Eficaz : 44,3 (18%) Aporte total eficaz : 401,3 mm
 Número de rechazos : 0

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	6 (23 dias)	477	151,3 (32%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	1 (17%)	64,9 (14%)	11,0 (17%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	0,7 (0%)
Dosis	188,8 (40%)
Supernum.	93,8 (20%)
Cacique	39,4 (8%)
Frecuencia	3,4 (1%)
Avance	0,0 (0%)



Annexes

Parcela A17c

Superficie : 0,0 has, derecho de riego : 0,2 horas, sea 5,6 h/ha.

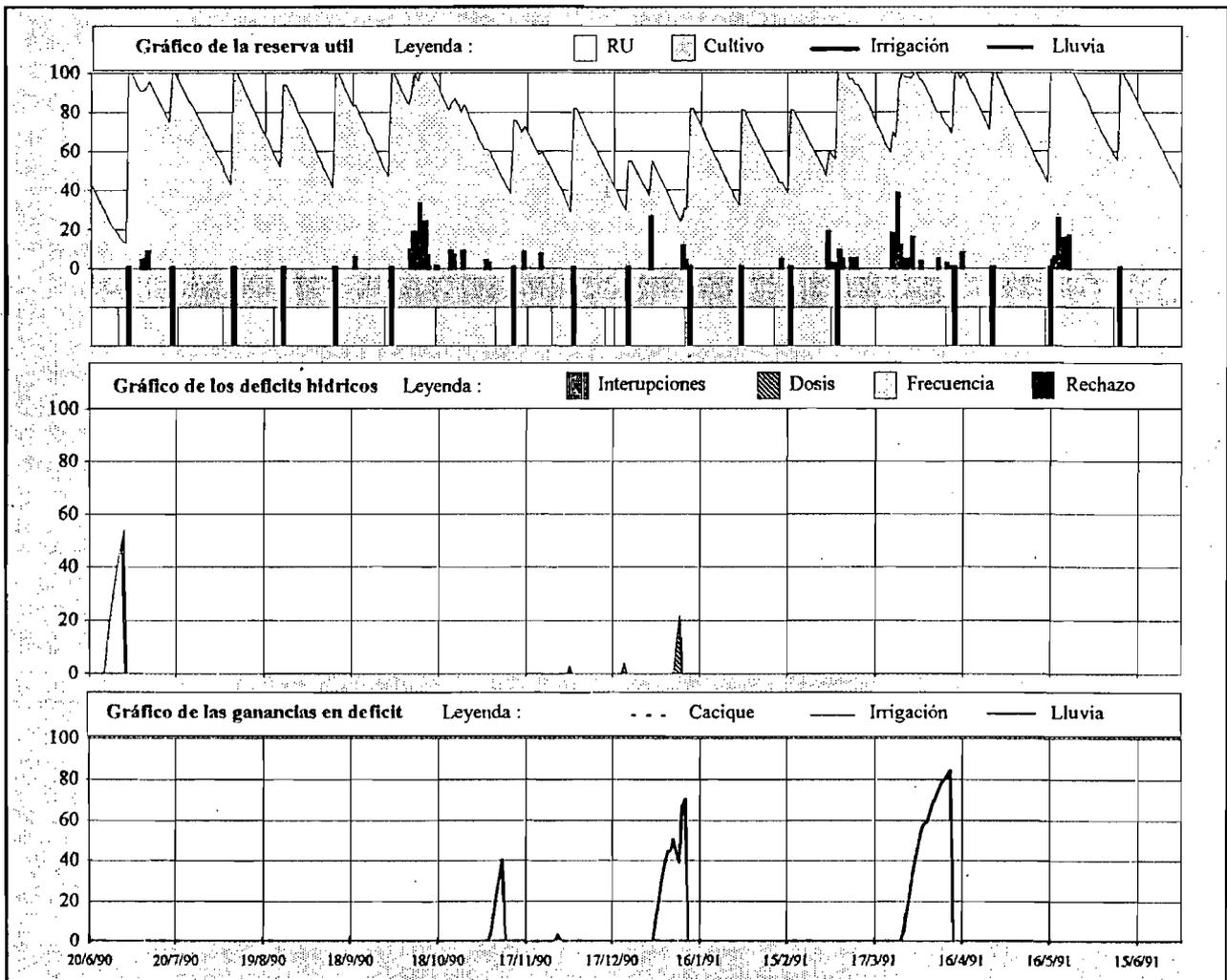
ALFALFA sembrado el 01/06/90, cosechado el 01/07/91

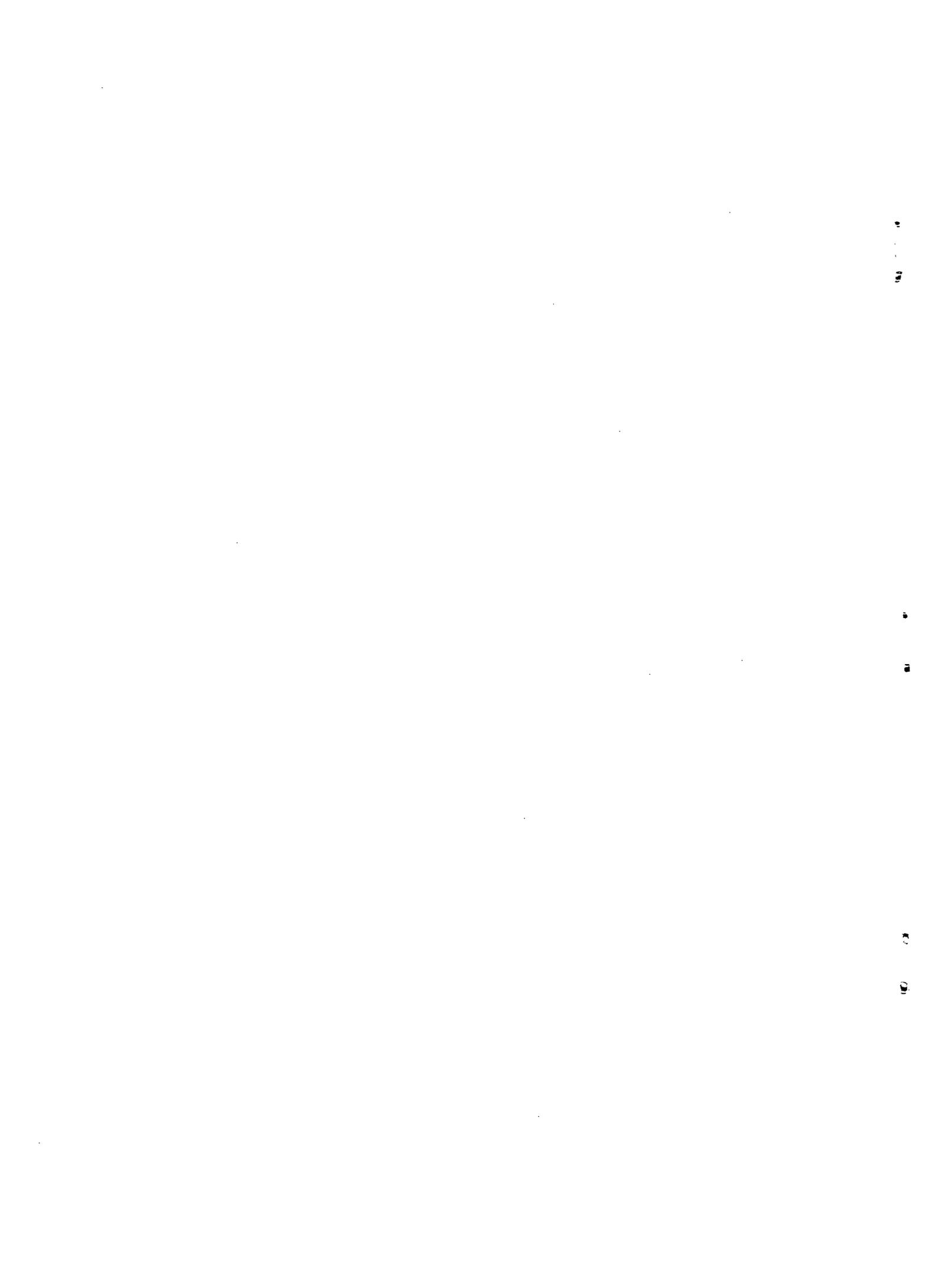
Resumen de los deficits hidricos															
Estadio	Dur.	Dur. def. hid.	D°	Rech.	Frec.	Int.	Int. C.	Av.	Retr.	Dosis	Lluv.	Sum.	Av.	Retr.	Cac.
Todos	376	13,0 (3%)	22	0	66	0	19	0	0	15	4	0	0	0	0

Lluvia total : 423,1 mm Eficaz : 65,0 (15%) Aporte total eficaz : 1428 mm
 Número de rechazos : 1

Resumen de las irrigaciones			
Irrigaciones	Número	Dosis, mm	Dosis eficaz, mm
Total	17 (24 días)	1314	1005,8 (77%)
Caciques	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)
Supernumerarias	0 (0%)	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Razones de perdidas, mm	
Lluvia	28,5 (2%)
Dosis	121,3 (9%)
Supernum.	62,5 (5%)
Cacique	0,0 (0%)
Frecuencia	80,1 (6%)
Avance	15,2 (1%)





**ANEXO N° 9: ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE
APLICACIÓN DEL AGUA EN LA PARCELA**

Anexos

El estudio presentado en este anexo tiene como objetivo determinar la eficiencia de utilización del agua durante las operaciones de riego. Para ello, deben estudiarse dos parámetros:

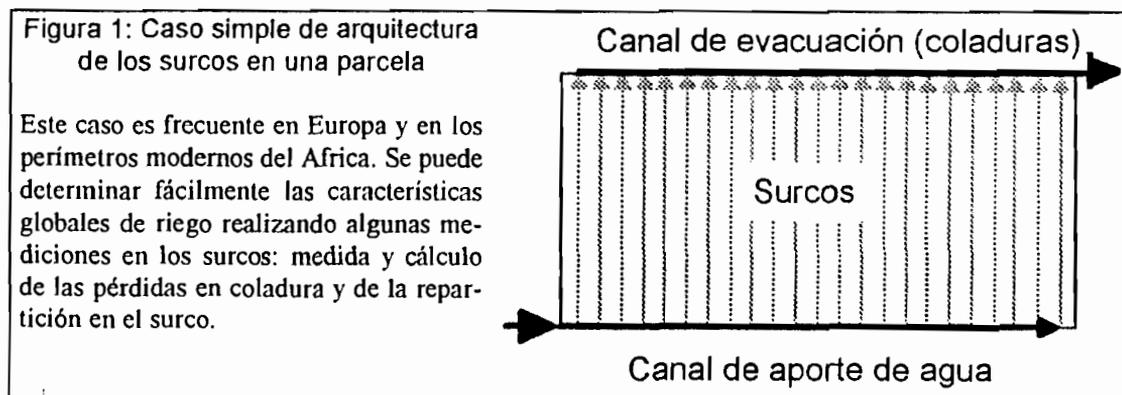
- proporción de la dosis realmente utilizada en la parcela: al realizarse riego por gravedad, parte del volumen del agua que recibe el usuario para su campo, sale de este último como coladuras;
- repartición del agua en la parcela: si no es correcta, ciertas partes del campo recibirán una dosis muy alta, mientras que otras serán deficitarias.

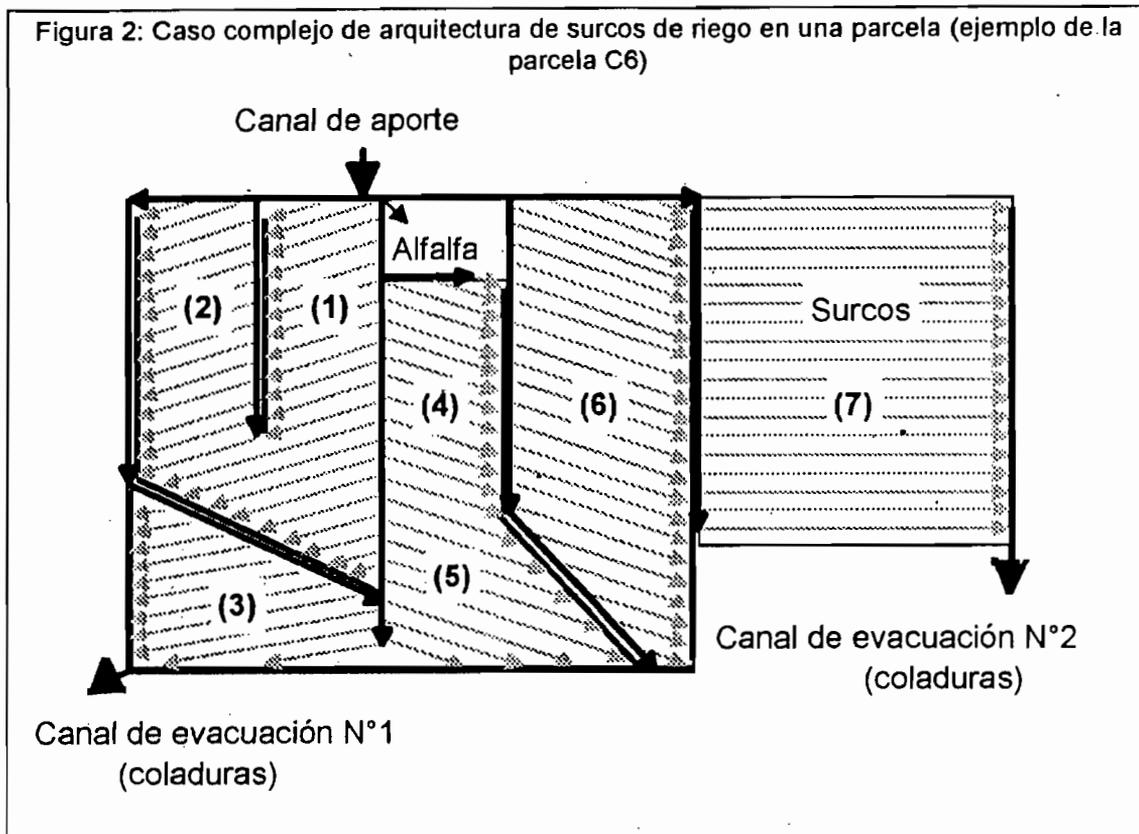
1. Planteamiento del problema

Dos técnicas de riego se practican en Urcuquí, al igual que en los minifundios de la cuenca del Mira.

Los pastos naturales y los cultivos forrajeros son regados por inundación: el agua de riego se reparte en toda la superficie de la parcela, por medio de una red de pequeños canales. El caso de este tipo de riego es complejo y no existen técnicas simples de medición de la homogeneidad de la repartición del agua en la parcela: la única posibilidad es efectuar series de medidas gravimétricas sumamente densas.

Los cultivos de consumo y de venta (maíz, fréjol, papa...) son casi siempre regados en surcos. Las plantas se siembran en línea en lomos rectos, entre los cuales circula una corriente de agua durante el riego. Este tipo de riego representa aproximadamente los tres cuartos de la superficie total regada en Urcuquí. En principio, es relativamente fácil de estudiar puesto que existen métodos rigurosos y relativamente simples. Un método de estudio del riego en surcos es el propuesto por J.-C. Girousse y elaborado por M. Mahiol (CEMAGREF) y J.-L. Sabatier (IRAT), basado en el *balance volumen*. Permite calcular las leyes de avance en el surco y de infiltración, así como los diversos parámetros de la eficiencia del riego para cada surco estudiado. Sin embargo, este método, elaborado para grandes parcelas de forma simple como las que existen en Europa o en África en los grandes sistemas de riego, es poco apropiada para los casos de riego tradicional en los Andes. En efecto, el principio del método es determinar el perfil de la repartición del agua en uno (o varios) surco(s) de riego, y deducir de él la repartición global en la parcela. Se entiende fácilmente que esa generalización no es posible sino en los casos de parcelas de forma simple (figura 1) y que se vuelve muy aleatoria tratándose de parcelas de forma más compleja como las que se ven generalmente en Urcuquí (figura 2: el agua que sale de un surco es utilizada en otro surco aguas abajo, permitiendo una reutilización y un gran ahorro del recurso). Aun en este caso, la determinación de la repartición del agua en la parcela requiere un protocolo muy denso, siendo el más confiable la medición gravimétrica.





Este caso es frecuente en Urcuquí. Las coladuras de los surcos de riego son retomadas regularmente aguas abajo: la cadena de reutilización del agua es compleja. En este caso, el agua de los surcos del bloque 1 es retomada en los de los bloques 2, 3 y 5. La del bloque 2 es retomada en el bloque 3, la del bloque 4 en el bloque 6, la del bloque 6 en el bloque 7. En estas condiciones, es más fácil obtener una buena relación entradas/salidas.

2. Metodología adoptada

Por falta de medios, no pudimos realizar el estudio de la repartición del agua en la parcela. Se debe por cierto señalar que tal repartición depende en gran medida de la topografía del campo, tanto como del nivel técnico, de los medios financieros o de las estrategias adoptadas por los usuarios (el agua se reparte mejor cuando son varios los que trabajan, pero el costo de la operación es entonces más elevado). Una gran cantidad de medidas habrían sido entonces necesarias para evaluar correctamente este parámetro en el perímetro entero.

Por ello, nos limitamos a efectuar medidas globales que permitieron sólo aprehender la proporción del agua que realmente beneficia a la parcela.

No se encontró referencia alguna en cuanto a un estudio de este tipo y probamos algunas posibilidades que surgieron. Presentamos a continuación aquella que mejor resultados arrojó.

2.1. Equipos y personal necesarios

* por lo menos 2 observadores, dotados de un cronómetro,

Anexos

- * un vertedero triangular simple de dimensiones adaptadas a la mano de agua que se aplica en el perímetro, o una regleta y un micromolinetec,
- * varios vertederos triangulares simples más pequeños, y un balde graduado.

2.2. Desarrollo de la medición

2.2.1. Acciones preliminares

Identificación por parte de los usuarios o más bien por parte del aguatero, de la parcela que va a recibir el riego.

Identificación de las entradas y salidas de la parcela.

Identificación de los surcos que serán regados primero (si hay surcos).

Elaborar el plano de organización de la parcela a fin de describir de la manera más exacta posible la *cadena de reutilización del agua* (ver figura 2).

2.2.2. Instalación de los aparatos de medición

De ser posible, instalar el vertedero triangular grande a la entrada de la parcela (o varios vertederos pequeños si hay varias entradas). Si no, colocar las regletas que serán aforadas durante el riego.

Si es posible, instalar pequeños vertederos en las salidas de la parcela. Si no, prepararlas de modo que se pueda recoger el agua en un balde.

Elaborar un plano de la arquitectura de los surcos y de los diferentes cultivos de la parcela si esta está subdividida. Si es el caso o si no se dispone de un catastro exacto, tomar las medidas del campo y de sus subdivisiones para determinar la o las superficie(s).

2.2.3. Medición

Se anota la hora de llegada del agua a la parcela y los cronómetros son activados en ese momento.

Un observador se encarga del seguimiento de las entradas: lectura de las regletas. Los eventuales aforos serán realizados por dos personas.

Un observador se encarga de las salidas: lectura de las regletas, eventualmente medidas regulares en el llenado del balde y estudio de lo que sucede con esos remanentes (¿van a la calle, a una parcela situada más abajo - hay alguien que los aprovecha -, a un canal de distribución o a otra acequia?). Para esto, es muy útil conversar con el usuario.

2.3. Interpretación de los resultados

La superficie regada y la integración de las entradas y salidas posibilitan en cálculo de la dosis y el porcentaje de las pérdidas como remanencia. El conocimiento de su utilización permitirá, si se dispone de un número suficiente de parcelas, tener una idea de las pérdidas en remanencias en el perímetro tomado globalmente.

2.4. Problemas encontrados

El problema principal es aquel del conocimiento de la parcela a estudiarse. En efecto, las informaciones entregadas son a menudo inexactas, no debido a una falta de deseo de colaboración, sino a causa de la gran flexibilidad de los sistemas existentes. Frecuentemente, una persona que debe regar a una cierta hora posterga o adelanta su turno por razones personales, o para dejar su lugar a otra. Estos cambios rara vez superan la escala del día, pero entorpecen seriamente el trabajo cuando se tiene co-

Anexos

nocimiento de ellos una vez que toda está ya instalado y que únicamente se espera la llegada del agua para efectuar las mediciones.

El problema de la molestia a los usuarios también se hace sentir y es indispensable insistir en el hecho de que deben proceder como de costumbre, como si nada sucediera. Este inconveniente pesa sobre todo a nivel de los tiempos de riego de los surcos estudiados y por lo tanto de las dosis aportadas.

3. Resultados

Solamente 5 parcelas pudieron ser estudiadas completamente (julio de 1990). Los resultados correspondientes se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1: Valores de eficiencia global en la parcela

Parcela	L33	L42	U8	S24	C6
Dotación	? (SB)	? (SB)	? (SB)	? (SB)	3,8 h/ha
Caudal medio de entrada (l/s)	15,6	15,2	45	20	12
Caudal medio de salida (l/s)	0,9	4,77	6,49	0,52	0,24
Duración coladura (% del tiempo de riego)	27	36	87	62	92
Eficiencia (% del volumen ingresado)	98	89	87	99	98

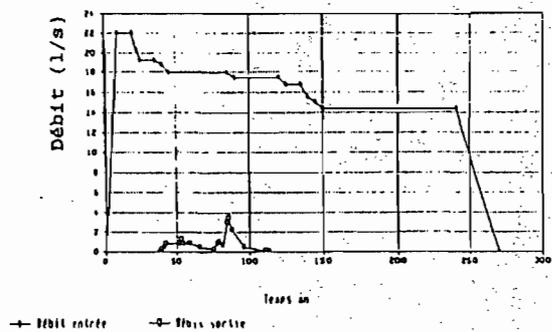
4. Discusión

Los valores de eficiencia encontrados son muy elevados. Sin embargo, se observa también que los caudales entregados son casi siempre reducidos. Además, todas las parcelas estudiadas poseen dotaciones bajas: San Blas se caracteriza por dotaciones menores a las de Urcuquí, y la única parcela de Urcuquí estudiada dispone de poca agua.

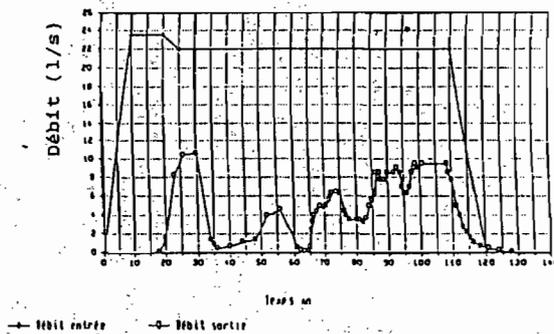
Destaquemos también el reducido valor de eficiencia (35 %) observado por los estudiantes del CNEARC durante su viaje de estudio a Urcuquí (abril de 1993) en la parcela B25 (5 horas por hectárea, parcela de forma simple - caso de la figura 1 - mientras que todas las demás parcelas tienen una forma del tipo de la presentada en la figura 2), aplicando una metodología diferente.

Por lo tanto, no es posible presentar conclusiones definitivas en cuanto a la eficiencia de utilización del agua.

Entrées et sorties, parcelle L33, le 26/7



Entrées et sorties, parcelle L42, le 27/7



Entrées et sorties, parcelle U8, le 27/7

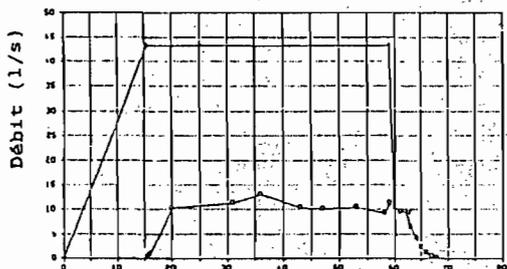
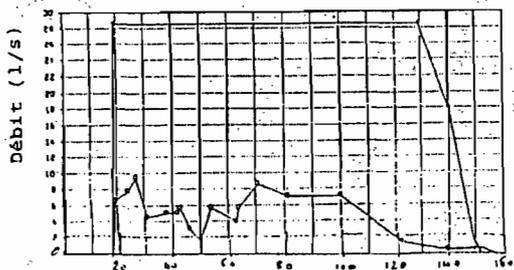
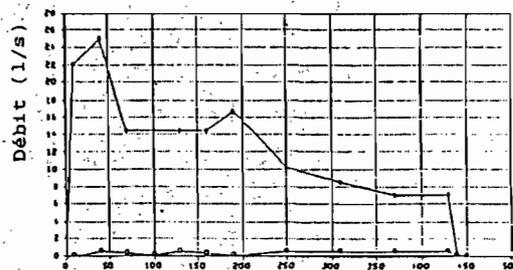


Figure N° 3 - Courbes d'entrée et de sortie de parcelles dans le cadre des études d'efficacité d'application.

Entrées et sorties, parcelle S24, le 26/7



Entrées et sorties, parcelle C6, le 13/7



ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

- Arrighi de Casanova J.** : "La distribution des eaux d'irrigation au tour d'arrosage" ; Document de travail C.N.E.A.R.C. ; 1985.
- Barsky O.** : "Acumulación campesina en el Ecuador" ; Facultad latinoamericana de ciencias sociales, coll. investigaciones ; Quito, 1984.
- Bulletin F.A.O. N°24** : "Besoins en eau des cultures" ; Rome, 1982.
- Bulletin F.A.O. N°33** : "Besoins en eau des cultures et rendements attendus." ; Rome, 1988.
- CEMAGREF**: "Evaluation d'un arrosage et automatisation de l'irrigation à la raie"; Avril 1985.
- Charoy J., Forest F., Legoupil J.C.** : "Evapotranspiration, besoins en eau des cultures, relations eau-sol, estimation fréquentielle des conditions d'alimentation hydrique en culture pluviale et irriguée, bilan hydrique." ; I.R.A.T. ; 1978.
- D.S.A** : "Aménagements ,hydroagricoles et systèmes de production." ; C.I.R.A.D. ; Actes du IIIe séminaire, Montpellier, Décembre 1986.
- Ecuador debate N°14** : "Campesinado y tecnologia" ; Quito, Août 1984.
- Feddes R.A., Kovalik P.J., Zaradny H.** : "Simulation of field water use and crop yield" ; Wageningen center for agricultural publishing and documentation ; 1978.
- Fontenelle J.P.** : "Analyse de la gestion de l'eau d'un périmètre irrigué, rizicole au Népal" ; E.N.S.A.M., I.R.A.T. ; 1989.
- Forest F.** : "Simulation des besoins en eau des cultures, présentation du modèle B.I.P." ; I.R.A.T.-C.I.R.A.D. ; 1984
- Girousse J.C.**: "Evaluation de la qualité des arrosages par la méthode du bilan volume"; mémoire de DEA, CIRAD-CEMAGREF, Montpellier 1984.
- Gosse G.** : "Estado y agro en el Ecuador" ; Biblioteca de los ciencias sociales ; Quito ; 1983.
- Haberstock F., Ruf T., Montenegro M., Carrion Y.**: "Détermination des productivités agricoles de base" ; rapport ORSTOM-INNERHI N°E3, Quito, 1992.
- Haberstock F., Ruf T., Proano M.**: "L'élaboration du rendement du haricot à Urququi, cycle de janvier-février à mai-juin 1990" ; rapport ORSTOM-INNERHI N°B8 volume Urququi, tome 1, Quito, 1992.
- Haberstock F., Ruf T., Proano M.**: "L'élaboration du rendement du maïs à Urququi, cycle de juin-juillet à novembre-décembre 1990" ; rapport ORSTOM-INNERHI N°B8 volume Urququi, tome 2, Quito, 1992.
- Hanks J.R., Will R.W.** : "Modeling crop response to irrigation in relation to soil, climate and salinity." ; International irrigation information center ; 1978.
- Jean M., Vacca G.** : "La distribution des eaux d'irrigation au tour d'arrosage" ; Bulletin de liaison du C.I.E.H. N°68 ; Avril 1987.

- Le Goulven P., Alleman M., Ribadencira F.** : "Caracterización climática del Ecuador por el metodo del vector regional." ; I.N.E.R.H.I. - O.R.S.T.O.M. ; 1988.
- Legoupil J.C., Eldin M.** : "Méthodes, acquis et perspectives de la recherche agronomique française dans le domaine de l'utilisation agricole de l'eau." ; Banque Mondiale ; C.I.R.A.D. - O.R.S.T.O.M. ; 1984
- Marlet S.** : "Les méthodes d'évaluation du bilan hydrique des sols cultivés." ; C.I.R.A.D. ; 1988.
- Passot F.X.** : "Efficience de l'irrigation et gestion de l'eau sur le périmètre de Lossa" ; I.R.A.T. - C.I.R.A.D. ; 1984.
- Ruf T.** : "Choix des microbassins d'étude dans la sierra équatorienne." ; I.N.E.R.H.I. - O.R.S.T.O.M. ; 1987.
- Taylor H.M., Joran W., Sainclair T.R.** : "Limitation to efficient water use in crop production." ; American Society of Agronomy inc. ; 1983.
- Walker, Skoegerbo** : "Theory and practice of irrigation." Logan University press, 1984.