

# 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**

**Hugo RIBADENEIRA**

**Miguel ALEMAN**

**Thierry RUF**

**Patrick LE GOULVEN**

**Jean-Luc SABATIER**

**Pablo NUNEZ**

**Jean-François NOUVELOT**

**ORSTOM**

**ARTICULOS PUBLICADOS  
SOBRE EL RIEGO TRADICIONAL  
EN LOS ANDES DEL ECUADOR**

**Periodo 1987 - 1992**

**Quito, junio 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 (INAMI-II)*

### **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, Alloc. 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 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

*Ing. Santiago Sarasti*

#### 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 Alloc 18 meses)

Sr. Geovanny Teran

Srta. Miriam Cisneros

Sra. Amparo de Egüez

Los nombres en letra *italica* 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. Concierno 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 favorecer 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.

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 :

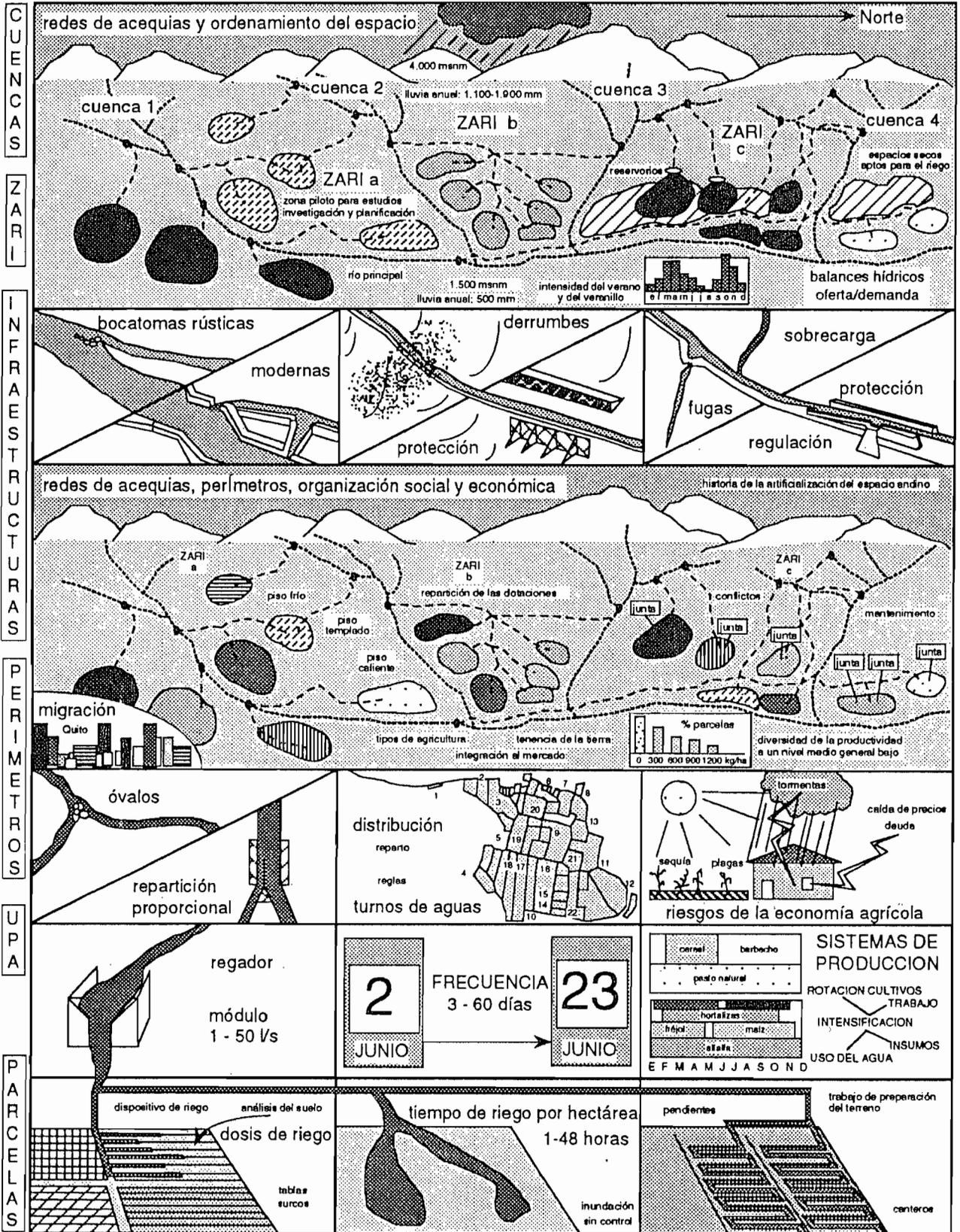
- un número de serie que corresponde a la actividad,
- un nombre de volumen que precisa el tema tratado (metodología, presentación de programa), o el espacio estudiado en función de las diferentes escalas de trabajo (ver la página al lado).
- un número de tomo cuando el volumen corresponde a un informe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

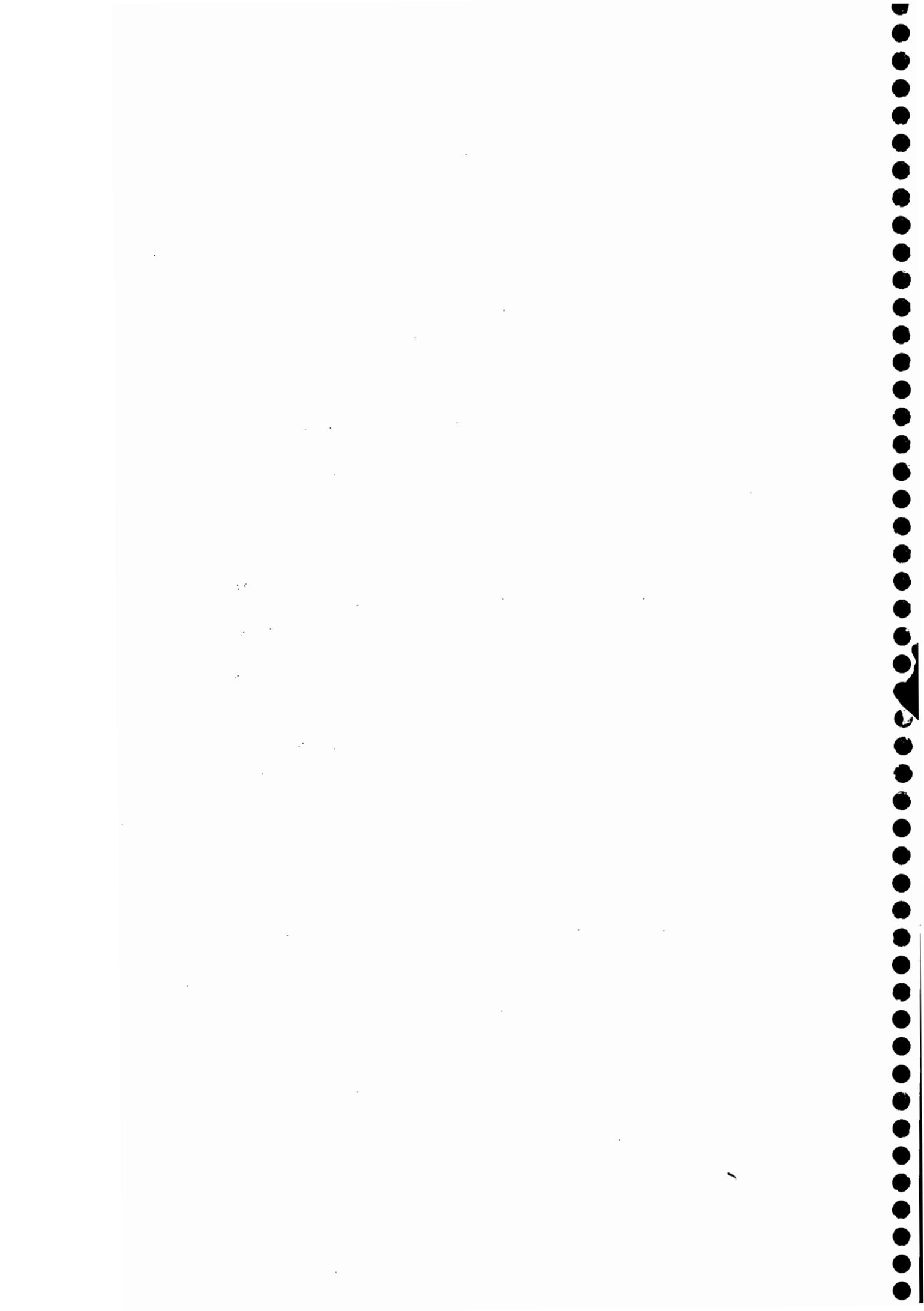
## **PRESENTACION DEL VOLUMEN**

En el caso presente, el informe no corresponde a una publicación ordinaria del proyecto. Reagrupa los principales artículos publicados en revistas ( ecuatorianas, francesas o extranjeras ) durante el periodo de validez de los 2 convenios firmados entre INERHI y ORSTOM (diciembre de 1986 - febrero de 1993).

Se trata entonces de un esfuerzo de restitución de las apreciaciones y conclusiones que van afinándose a medida que llegan nuevos datos.

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





## INDICE

### Presentación del proyecto INERHI-ORSTOM

Patrick LE GOULVEN, Thierry RUF, Hugo RIBADENEIRA, 1987..... p 1  $\alpha$

### La utilización de los inventarios realizados en el Ecuador para la investigación sobre el funcionamiento del riego.

H2 000 594

*Bulletin de liaison n° 12 "Equateur", Dpt. H, 06/87, ORSTOM, Paris, pp 30-47.*

Thierry RUF, Patrick LE GOULVEN, 1987..... p 25  $\alpha$

### Dinámicas de los antiguos sistemas agrarios bajo riego : representaciones sincrónicas y diacrónicas - El ejemplo de Urcuquí en Ecuador

H2 000 70

*Cahiers de la Recherche-Développement n° 29, 03/91, DSA/CIRAD, Montpellier, pp 30-44.*

Jean-Luc SABATIER, Thierry RUF, Patrick LE GOULVEN, 1991..... p 43

### Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes del Ecuador.

H2 000 71 936

*MEMORIA, año 2, n° 2, 11/91, Instituto de Historia y Antropología Andina MARKA, Quito, pp 185-282.*

Thierry RUF, Pablo NUNEZ, 1991..... p 91

### Riego tradicional andino en Ecuador.

*Revista de Desarrollo Rural Alternativo RURALTER n° 9, 2nd semestre 1991, CICDA, Lima, pp 177-198.*

H2 000

Thierry RUF, Patrick LE GOULVEN, Hugo RIBADENEIRA, 1991..... p 153

### Análisis estadístico y regionalización de las precipitaciones en Ecuador.

H2 000 85 822

*L'Eau en Equateur - Résultats et textes choisis (1974-1988), chap. V, Série Travaux et Documents, ORSTOM, Paris, pp 40-76.*

J.-F. NOUVELOT, P. LE GOULVEN, M. ALEMAN, P. POURRUT, 1992..... p 167

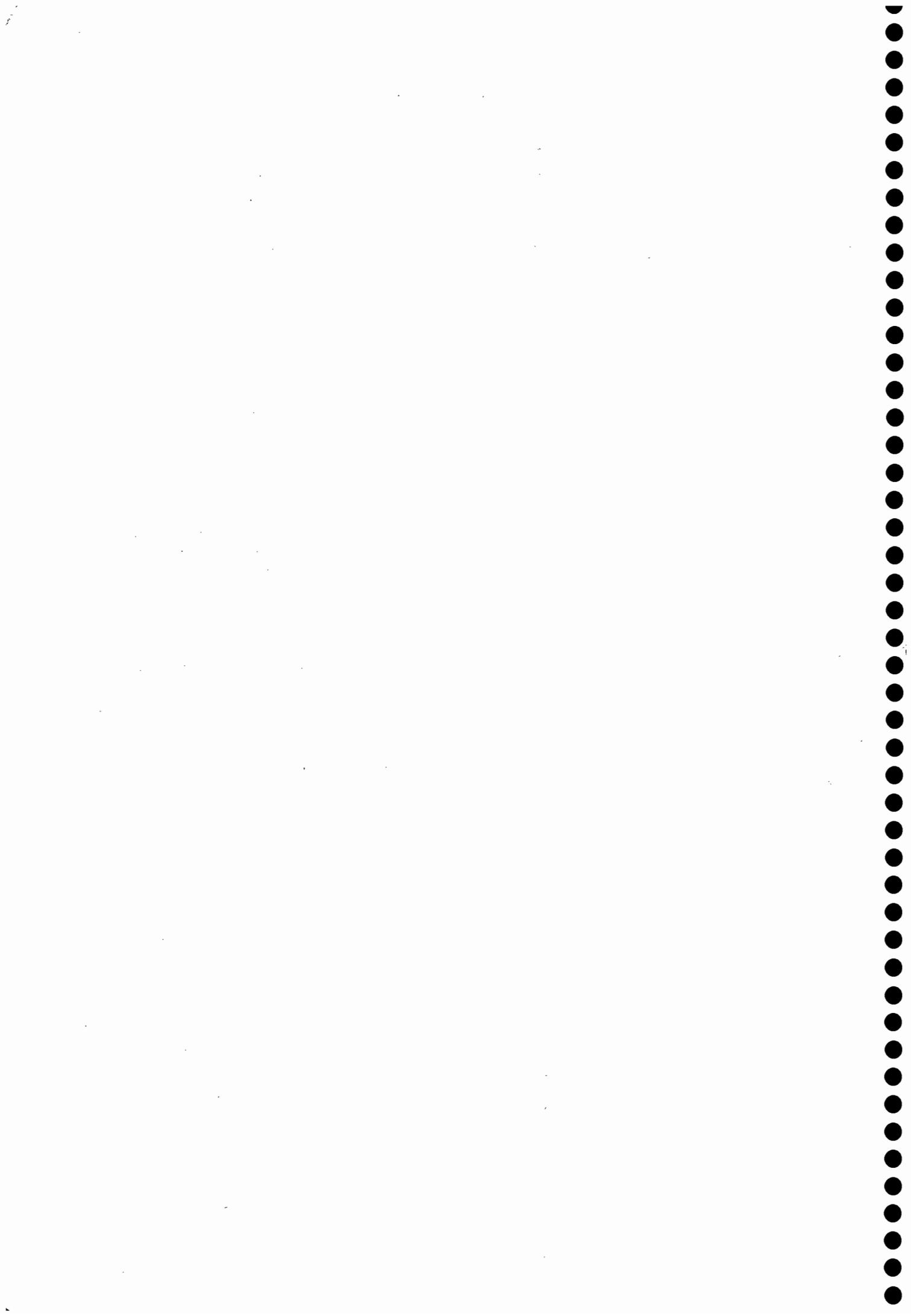


# PRESENTACION DEL PROYECTO INERHI-ORSTOM

por P. Le Goulven \*, T. Ruf \*\*, H. Ribadeneira\*\*\*

Quito, mayo de 1987

- \* hidrólogo ORSTOM, Misión ORSTOM, CP 17-11-06596, Quito, Ecuador.
- \*\* agro-economista ORSTOM, Misión ORSTOM, CP 17-11-06596, Quito, Ecuador.
- \*\*\* Ingeniero civil EPN, INERHI, 532 Juan Larrea y Río Frío, Quito, Ecuador.



## INTRODUCCION

En París, el 17 de octubre de 1985, el ORSTOM (Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación) y el INERHI (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos) firmaron un acuerdo provisional de trabajo, concretando así varios años de conversaciones sobre una eventual cooperación científica con miras a contribuir a la formulación del Plan Nacional de Riego.

Este acuerdo entró en vigencia en febrero de 1986, con el arribo de un hidrólogo (P. LE GOULVEN) y de un agro-economista (T. RUF) del ORSTOM, en julio del mismo año.

En mayo de 1986, se publicaron dos documentos:

- Análisis de la situación actual y concepción general del Plan Nacional de Riego
- Términos de referencia para un proyecto específico de cooperación

Elaborados con el Jefe del Departamento Plan Nacional de Riego del INERHI (H. RIBADENEIRA) y aprobados por el Representante del ORSTOM en el Ecuador (P. POURRUT), esos textos tomaron en cuenta las necesidades formuladas por el INERHI, la información existente y los trabajos realizados o en curso sobre este tema.

Posteriormente, se envió el proyecto específico de cooperación a las diversas instancias de los dos institutos y se lo modificó en función de los criterios y comentarios obtenidos. El texto definitivo pasó luego por una serie de trámites administrativos, hasta el 18 de diciembre de 1986 en que se suscribió el convenio específico de cooperación técnica y científica entre el INERHI y el ORSTOM, con la firma del Ministro ecuatoriano de Relaciones Exteriores, del Director Ejecutivo del INERHI y del Representante de ORSTOM en este país, en presencia de un representante de la Embajada de Francia en el Ecuador.

El trabajo comenzó realmente en febrero de 1987, es decir al cabo de más de un año de la firma del acuerdo provisional.

Este lapso, lejos de ser inútil, sirvió para:

- analizar más exhaustivamente la documentación existente sobre el riego actual;
- visitar varios sistemas de riego, tanto públicos como privados;
- definir los objetivos del proyecto en función de los dos puntos anteriores y delimitar las áreas de trabajo;
- tomar contacto con diversos institutos ecuatorianos y proponerles su colaboración;
- perfeccionar los métodos de trabajo y adaptar los programas informáticos para análisis y procesamiento de datos;
- formular las tareas a efectuarse y constituir los equipos de trabajo.

Finalmente, un ingeniero del CEMAGREF (Centro Nacional de Mecanización Agrícola, Desarrollo Rural de Aguas y Bosques) realizó en Quito una misión de apoyo del 1º de diciembre de 1986 al 15 de enero de 1987, para observar el funcionamiento de los grandes tipos de riego existentes y definir las modalidades de observación. Esa misión concluyó con un informe titulado « Caracterización preliminar del riego y observaciones a realizarse sobre las infraestructuras ».

Como se puede ver, los trabajos anteriores fueron objeto de informes, de notas manuscritas o simplemente de comentarios breves durante las diversas reuniones. Sin embargo, el conjunto se revelaba desarticulado y no permitía a los participantes tener una visión de conjunto de sus tareas.

Esto hizo sentir la necesidad de publicar un texto general que reúna todas las conclusiones de las etapas preparatorias, que especifique los diferentes temas abordados, esclarezca las relaciones entre ellos y responda a las inquietudes planteadas.

El presente documento es el resumen del informe " Metodología general y detalle de las operaciones del proyecto INERHI-ORSTOM " publicado en 1987 .

Después de un análisis de la situación actual, la primera parte expone los objetivos planteados, define las unidades espaciales de análisis y sus diferentes niveles, relaciona los trabajos de campo y los estudios temáticos propuestos y especifica ciertos términos que serán utilizados posteriormente.

Son presentadas finalmente las diferentes operaciones consideradas y sus interrelaciones.

Este documento no fue sino una base de partida, modificada a medida que avanzabamos en este campo aún poco conocido.

Permitió sin embargo presentar mejor este proyecto al interior mismo de los dos institutos, así como a los equipos locales o extranjeros que trabajen sobre el mismo tema.

# I - OBJETIVOS GENERALES

## 1. ASPECTO LEGAL E INSTITUCIONAL

La creación del INERHI en 1966 responde a la necesidad de tener un organismo público que se ocupe de las obligaciones del Estado en materia de riego y conservación del suelo, según una política única y coherente.

Las principales atribuciones del Instituto están definidas en el artículo 3 de su Ley de creación y concierne los siguientes aspectos:

- elaborar y ejecutar el Plan Nacional de Riego como parte integrante del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social del país, y colaborar con el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) para actualizar ese plan;
- proyectar, estudiar, construir y explotar los sistemas de riego, por sí solo o en colaboración con otras instituciones;
- evaluar los recursos de agua del país con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), efectuar un inventario y mantenerlo actualizado;
- estudiar y fijar las necesidades de agua para riego;
- conocer y autorizar las concesiones de uso del agua.

La Ley de Aguas de 1972 viene a reforzar la posición del Instituto al declarar el agua superficial y subterránea como bien nacional de utilidad pública y confiar al INERHI la administración de este recurso.

## 2. CONCEPCION GENERAL

El contexto legal anterior define entonces al Plan Nacional de Riego como una respuesta a un análisis socio-económico global.

La identificación, la caracterización y la jerarquización de acciones deberán orientar a quienes toman decisiones, y el calendario de ejecución de los proyectos, les permitirá respetar los objetivos nacionales fijados.

Durante la época del boom petrolero, la principal preocupación fue la de satisfacer la autosuficiencia alimentaria del país. Actualmente, la fuerte caída de los precios del petróleo y el endeudamiento externo han incitado al gobierno a buscar otras fuentes de divisas, una de las cuales constituye el incremento de la producción agrícola.

La jerarquización de acciones y la planificación de inversiones destinadas a su ejecución son en consecuencia elementos extremadamente variables que dependen de factores estratégicos y políticos estrictamente internos del Ecuador y por lo tanto difícilmente pueden ser objeto de una colaboración con un organismo extranjero.

Finalmente, al ser el INERHI ante todo una entidad técnica, no tiene la capacidad profesional ni institucional para llevar a buen término esta tarea.

Puede en cambio, para responder a sus atribuciones legales, elaborar instrumentos técnicos capaces de adaptarse a diferentes estrategias considerando el Plan como una serie de operaciones distintas y sucesivas:

#### - **Caracterización de las acciones posibles**

Se puede considerar esta operación como la elaboración de una matriz en la que cada línea representa un proyecto y cada columna un parámetro. Esta matriz constituye un instrumento de apoyo a la decisión, independiente del Plan. Son la jerarquización y la toma de decisiones posteriores las que permitirán pasar de la matriz al Plan.

La matriz de caracterización es entonces un instrumento permanente cuyos parámetros pueden ser especificados y reactualizados, con una flexibilidad que permite reducirlo o aumentarlo. Es sobre todo a través de la informática que se sacará provecho de esta versatilidad de utilización.

#### - **Preselección**

Esta etapa marca el ingreso de los niveles de decisión (por lo tanto del CONADE) quienes deberán efectuar una primera selección, interviniendo principalmente a nivel de los parámetros indicativos (localización administrativa, tipos de producción posible, etc.) y según las orientaciones gubernamentales vigentes.

Los datos restantes conformarán lo que se denomina la *Matriz de decisión*.

#### - **Análisis y jerarquización**

La utilización de un modelo de análisis multidimensional facilitará la toma de decisiones en base a variados criterios, cuya importancia podrá ser modificada interviniendo a nivel del peso de cada uno de los parámetros. Esto debería facilitar la selección de los proyectos en los cuales la inversión pública favorecerá de la mejor manera el incremento de la producción de bienes comercializados y, consecuentemente, el aumento de los ingresos de los agricultores.

Los parámetros de caracterización serán establecidos a partir de diagnósticos científicos fundamentados en los datos reales del medio físico y socio-económico, datos que será conveniente recolectar en el terreno en la mayoría de los casos, y que vendrán a reemplazar los datos internacionales normativos, muy difíciles de trasladar a un país como el Ecuador.

## II - GENERALIDADES SOBRE EL RIEGO EN EL ECUADOR

### 1. PRESENTACION DEL PAIS

La República del Ecuador está situada al Noroeste de Sudamérica, entre los paralelos 1° 20' de latitud Norte y 5° de latitud Sur. Se extiende desde el Océano Pacífico hasta la cuenca amazónica entre los meridianos 75° y 81° de longitud Oeste.

Aproximadamente 1.000 km al Oeste, las Islas Galápagos están distribuidas de un lado y otro de la Línea Equinoccial.

La superficie de su territorio es de algo más de 281.000 km<sup>2</sup> repartidos, de Oeste a Este, en tres grandes regiones naturales:

- La **Costa**, que comprende una franja litoral de 100 km de ancho en promedio. En sus partes occidental y noroccidental se eleva una pequeña cordillera que no supera los 800 m de altitud.
- La **Sierra**, que se caracteriza por la imponente barrera montañosa de la cordillera de los Andes, cuyo ancho varía entre 100 y 140 km.

En la parte norte, se distinguen dos macizos (cordilleras Occidental y Real) bien separados por un callejón interandino de alrededor de 40 km de ancho y coronados por volcanes que superan los 6.000 m de altitud.

En el Sur, las cordilleras pierden su individualidad y altitud (2.000 a 3.500 m).

- El **Oriente**, que está en gran parte constituido por la cuenca amazónica en donde se extienden grandes valles aluviales a veces pantanosos.

Sólo el 22 % del territorio es apto para la agricultura propiamente dicha; el resto está ocupado por las selvas vírgenes o los páramos (formación herbácea de alta montaña).

	miles de hectáreas	% superficie	% agrícola
Superficie cultivada	1.730	6,2	28,0
Pastos artificiales	25	0,1	0,4
Pastos naturales	4.433	15,7	71,6
<b>Total superficie agrícola</b>	<b>6.188</b>	<b>22,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Selvas y páramos</b>	<b>21.994</b>	<b>78,0</b>	<b>100,0</b>

Uso actual del suelo en el Ecuador (fuente: MAG)

## **2. EL CLIMA Y LOS RECURSOS HIDRICOS: UNA DISTRIBUCIÓN DESIGUAL EN EL ESPACIO Y EL TIEMPO**

En un plano general, el Ecuador es un país dotado de un gran potencial hídrico. Las dos vertientes, tanto la oriental amazónica como la occidental pacífica, ofrecen suficiente agua para satisfacer los diferentes tipos de demanda. Sin embargo, la gran variabilidad del recurso en el tiempo y en el espacio provoca graves problemas caracterizados por una sucesión de sequías (callejón interandino) y de inundaciones (Costa).

La pluviosidad anual varía entre 100 y 5.000 mm.

La región amazónica y la parte norte de la Costa son las zonas más lluviosas y reciben más de 3.000 mm. Las precipitaciones están bien repartidas durante todo el año con una ligera disminución entre diciembre y febrero.

Desde el litoral hasta el piedemonte de la cordillera Occidental, las precipitaciones aumentan regularmente (menos de 200 mm a 3.000 mm). El régimen pluviométrico comprende una estación lluviosa de diciembre a mayo y una estación seca bastante marcada el resto del año.

En la parte sur, se observa una tendencia a la sequía que habrá de tenerse en cuenta en un proceso de planificación a mediano y largo plazo.

Finalmente, la región andina recibe alternadamente las masas de aire oceánico y amazónico que definen un régimen de dos estaciones lluviosas (de febrero a mayo y de octubre a noviembre). Los totales pluviométricos no son muy elevados (entre 800 y 1.500 mm) y pueden descender a 300 mm en los valles bien abrigados.

Por otro lado, el relieve muy marcado implica una amplia variación de la temperatura y ciertas partes cultivadas de la Sierra son afectadas por las heladas.

## **3. EL DESARROLLO DEL RIEGO EN EL PAÍS: UNA HISTORIA ANTIGUA PERO UNA INTERVENCIÓN RECIENTE DEL ESTADO**

En razón de la distribución irregular de las lluvias, el riego ha sido practicado en el Ecuador desde hace muchos años, aunque en el marco de sistemas de reducida amplitud.

Parece incluso que los Quitus, antiguos habitantes de los alrededores de la actual capital, Quito, organizaron, a principios de la era cristiana, un sistema de administración del agua.

Luego, los Incas que dominaron la zona interandina del actual Ecuador entre los años 1460 y 1534, debieron establecer una considerable red de canales de riego de los que aún existen, aquí y allá, algunos vestigios.

Sin embargo, los colonizadores españoles destruyeron una buena parte de esas obras o las utilizaron en su beneficio, y aunque algunos sectores (en particular la Sierra) hayan conocido el riego desde comienzos de la época colonial, en realidad casi todas las obras que funcionan actualmente en el país fueron construidas en la época de la República, es decir durante los siglos XIX y XX.

La importancia de las obras de riego dependía entonces de la situación económica del propietario que las hacía construir, quien era igualmente propietario del agua y del sistema de distribución.

Es así como un número considerable de propietarios vendían el agua o la arrendaban a precios y en condiciones fijados por ellos mismos, explotando así a los agricultores.

Se han registrado casos de propietarios que no poseían tierras sino toda el agua y que con ello hicieron fortuna!

Esta situación cambió — al menos en el plano legal — a partir de 1972: la Ley de Aguas decretó que este recurso, bajo cualquier forma, era un patrimonio del Estado, y que su administración correspondía al INERHI.

En realidad, la intervención gubernamental en el riego se remonta a inicios del siglo XX: la primera Ley de Aguas (de 1936) trataba de sentar las bases jurídicas para una mejor distribución de los recursos hídricos; en 1944, una ley complementaria, la Ley de Riego y Saneamiento, atribuía al Estado la obligación de realizar obras de interés público, a través de la creación de una primera institución: **la Caja Nacional de Riego**.

A esta Institución no se le asignó sin embargo una atribución nacional en materia de planificación y control del uso de las aguas. En realidad, se comportó como una simple empresa pública de construcción sin preocuparse jamás de la agricultura, ni del desarrollo en general.

Fue apenas en 1966 que se creó el INERHI con la intención de confiarle la administración de las aguas en sus aspectos técnicos y jurídicos, y la tarea de definir una política del agua y planificar el acceso a los recursos hídricos.

Antes de la creación del Instituto, fueron constituidas entidades regionales de desarrollo a fin de promover la construcción de sistemas hidro-agrícolas propios.

Algunas de ellas funcionan aún y administran algunos de los principales sistemas de riego del país.

Por otro lado, algunos particulares han construido, por su propia iniciativa, gran cantidad de obras, desde simples canales con una toma rudimentaria en un río, hasta sistemas muy complejos como en el caso de las grandes explotaciones agro-exportadoras.

Es así como al menos los dos tercios de la superficie regada en el país corresponden a sistemas realizados sin ninguna intervención pública. Se observará igualmente un fuerte incremento de la superficie regada en el transcurso del siglo XX, sobre todo durante los últimos 30 años, período en el cual dicha superficie se ha visto prácticamente cuadruplicada.

año	superficie agrícola (miles de hectáreas)	superficie regada (miles de hectáreas)
1900	500	40
1954	2.080	112
1971	3.800	117
1981	5.820	426
1986	6.190	550

**Evolución de las superficies agrícolas regadas en el Ecuador  
(Incluye bosques y pastos artificiales)**

#### 4. LOS GRANDES PROBLEMAS DEL RIEGO EN EL ECUADOR

Los sistemas existentes han sido realizados sin tener en cuenta un control de planificación regional o nacional. Es normal entonces que las soluciones adoptadas no sean siempre las mejores y que los rendimientos agrícolas, así como los excedentes para comercialización, no respondan a las expectativas.

El INERHI trata de resolver este problema a través de su Departamento del Plan Nacional de Riego y Drenaje.

Antes de él, ninguna institución pública tenía tal tarea, de manera que ciertas decisiones eran tomadas bajo la influencia de presiones políticas, sin tener en cuenta las prioridades establecidas o el simple sentido común (disponibilidad de agua).

Además, el Estado no daba la atención necesaria al sector regado, en materia de inversiones.

A pesar de todo, los recientes esfuerzos desplegados sobre todo por los organismos regionales de desarrollo, han dotado al país de varios sistemas de riego de gran envergadura.

Hasta principios de los años setentas, se observaban los siguientes problemas principales:

- la ausencia total de planificación daba lugar a decisiones subjetivas e incluso a veces irracionales;
- la inexistencia de leyes en este campo (hasta 1972), acarreaba una situación jurídica intricable;
- escasos recursos económicos y una dispersión de los programas en el seno de estructuras inadecuadas y que actuaban sin coordinación;
- falta de asistencia técnica y financiera para crear condiciones favorables al desarrollo de perímetros regados;
- estructuras de comercialización inadecuadas, etc.

A partir de 1970, algunas de estas deficiencias son corregidas principalmente con el nuevo criterio de « proyecto de desarrollo integrado », en donde el riego es considerado simplemente como un medio y no como una finalidad.

A más del incremento de las inversiones públicas y la creación de una planificación nacional, se constata una cierta redistribución de la propiedad de la tierra (efecto de la Reforma Agraria); al mismo tiempo, las cooperativas amplían su acción y la construcción de reservorios permite mejorar el funcionamiento de los perímetros regados.

Esto denota que el país ha tomado conciencia de la importancia del riego y de la necesidad de promoverlo.

Actualmente, la « demanda social » (artículos de prensa, delegaciones campesinas que se dirigen a la sede de INERHI) para obtener tanto derechos de agua como infraestructuras, se hace más fuerte; el incremento demográfico contribuye seguramente a ello.

Por otra parte, al parecer, lo existente funciona por debajo de su potencial y no faltan los problemas. Un rápido sobrevuelo del país y la compilación de la documentación existente permiten destacar los siguientes aspectos:

- El **riego público** parece sufrir de falta de agua debido, por una parte, a una sobre-estimación de los caudales disponibles (carencia de datos), y, por otra, al acondicionamiento de extensiones más grandes que las previstas inicialmente.

Esto determina una gran variación de los caudales disponibles (600 a 20.000 m<sup>3</sup> por hectárea por año), para proyectos de características agro-climáticas similares.

Por otro lado, el funcionamiento real de ciertos perímetros difiere del previsto en el diseño de los proyectos; por ejemplo, el riego nocturno, necesario en caso de alimentación insuficiente, es poco apreciado, y el uso de grandes caudales durante tiempos muy cortos con una baja frecuencia de turno de agua, no corresponde al dimensionamiento clásico de los terciarios (módulo = área x caudal ficticio continuo).

Finalmente, los diferentes sectores de un mismo sistema pueden tener un ordenamiento bastante desigual según los cultivos practicados, las posibilidades de comercialización, la antigüedad de las explotaciones y la competencia de fuentes de trabajo (proximidad a las grandes ciudades).

- Las **redes privadas** se caracterizan por una mayor complejidad debida a su número y a su trazado; en consecuencia, los inventarios realizados son a menudo incompletos e inexactos, tanto más cuanto que el acceso a ellas es difícil y su control casi imposible.

El examen, a nivel de un valle (río Mira), de los ratios caudales concedidos / áreas regadas pone en evidencia una gran variación (0,12 a 1,6 l/seg/ha) que las solas diferencias de cultivos no pueden explicar, revelando un desconocimiento de las áreas y caudales reales y/o una repartición desigual de los recursos.

Por este hecho, las explotaciones parecen esperar ante todo un abastecimiento seguro (mejora de las tomas, atribución justa de dotaciones) y una mejor infraestructura (rectificación de los trazados, revestimiento de canales, etc.).

Salvo estudios particulares (tesis, etc.), los datos agro-socio-económicos son inexistentes.

## 5. CONCLUSION: PUNTUALIZACIONES SOBRE LOS OBJETIVOS

Actualmente, es verdad que la mayor parte de los sitios ideales han sido acondicionados, especialmente en la Sierra. Todo nuevo sistema será cada vez más caro, en momentos en que, en un contexto de crisis económica y petrolera, el Estado debe cuidar sus recursos. Lo que es más, el terremoto del 5 de marzo de 1987 agravó la situación macro-económica del país y reforzó la necesidad de « enmarcar mejor » las acciones públicas de desarrollo.

Hasta ahora, el INERHI ha orientado sus esfuerzos principalmente a la extensión de las superficies regadas, mediante la construcción de nuevos sistemas cuyos resultados, positivos o negativos, poco conoce (no hay evaluación). Es tiempo de examinar si el mejoramiento de los sistemas ya existentes no permitiría obtener los mismos resultados con inversiones menores.

Extensión o intensificación, la opción no es nueva y es de actualidad en varios países y en otros continentes. Para efectuarla de manera realista, el INERHI debe poseer un instrumento que le permita juzgar objetivamente la situación de los proyectos existentes tanto públicos como privados.

La construcción de tal instrumento constituye el objetivo de la investigación en cooperación para el desarrollo que deberá proporcionar las bases científicas a los debates políticos sobre el riego.

En estas condiciones, los esfuerzos deberán dirigirse hacia el riego privado, por las siguientes razones:

- es un riego muy mal conocido;
- constituye y seguirá constituyendo la parte predominante de las superficies regadas (**más del 75 %**) y presenta, como tal, los mayores potenciales de desarrollo de la producción y de la población;
- está presente en todo el país y coexiste con las realizaciones públicas que, de algún modo, forman el último eslabón de una cadena histórica de sistemas superpuestos;
- en razón de la existencia de una fuerte tradición de riego, los productores saben regar, conocen las mejoras a ser aportadas a sus sistemas y probablemente están dispuestos a colaborar: es entonces justificado pensar que toda intervención, incluso de un monto limitado y que supere el marco de la irrigación en su sentido estricto, tendrá una rentabilidad marginal y un impacto muy importantes.

### III - LAS UNIDADES ESPACIALES DE INVESTIGACION Y PLANIFICACION

Una política de desarrollo agrícola se apoya en el acondicionamiento de espacios caracterizados, que están igualmente adaptados a las decisiones.

Actualmente, se ejerce en unidades administrativas regionales o en proyectos locales.

Se intentará entonces concebir una unidad espacial adecuada que concuerde a la vez con los niveles de estudio y con los de decisión.

Se impulsará el estudio de niveles graduales para alimentar los diagnósticos realizados en base a estudios puntuales de terreno y pasar después a la planificación regional y luego nacional.

Son esos niveles que intentaremos examinar ahora.

#### 1. EL NIVEL NACIONAL

El país está organizado en un gran número de cuencas hidrográficas en general bien diferenciadas, salvo en el litoral, donde fue preciso proceder a ciertos agrupamientos.

No todas tienen la misma importancia, los mismos recursos en agua ni las mismas necesidades; por ello, se deberá primeramente razonar por comparación de proyectos de una cuenca a otra.

Las transferencias hídricas entre cuencas hidrográficas serán consideradas posteriormente, si es necesario, después de un primer diagnóstico.

Esta problemática difiere totalmente de los sistemas de tipo « Tennessee Valley » o « Valle del Nilo », en donde toda intervención repercute en el conjunto de sistemas.

#### 2. LA GRAN CUENCA HIDROGRAFICA

A este nivel, se encuentran sistemas dependientes (relación aguas arriba - aguas abajo) aunque también proyectos más o menos autónomos en los afluentes ramificados.

La cuenca hidrográfica es fundamental para el balance hidrológico global, pero es aún demasiado amplia para la aplicación de un proyecto único de acondicionamiento. Por otra parte, cada cuenca es muy heterogénea y contiene sectores de importante producción de agua y otros muy deficitarios, sin que estos últimos estén situados necesariamente aguas abajo de los primeros.

En el plano agro-socio-económico, la cuenca hidrográfica no es tampoco una unidad homogénea. Se encuentra en ella una gran diversidad de sistemas agrarios. Puede en cambio constituir un conjunto económico (fuente de empleo, polo de comercialización, etc.) que proporciona el marco general de la economía agrícola de unidades espaciales más pequeñas.

#### 3. LA CUENCA VERTIENTE UNITARIA

Esta unidad hidrográfica de menor importancia ha sido definida en el marco de los trabajos realizados por el ORSTOM y el PRONAREG; se trata de cuencas vertientes de 50 a 120 km<sup>2</sup> en las cuales los factores condicionantes del régimen hidrológico varían poco.

En la Sierra, estas cuencas contienen una zona de alta montaña (a menudo superior a 3.000 m de altitud) productora de agua y una parte baja ampliamente acondicionada y que demanda gran cantidad de agua debido a un déficit pluviométrico muy marcado; se distinguirá a veces una parte intermedia de pequeños perímetros regados alimentados a partir de los afluentes laterales más cercanos.

A primera vista, la cuenca unitaria corresponde al acondicionamiento tradicional.

Podría entonces constituir la unidad de investigación y de reflexión sobre el acondicionamiento y el mejoramiento de los sistemas regados tradicionales, pues es a este nivel que se puede apreciar el balance entre la oferta y la demanda de agua, interesarse en la eficiencia de las infraestructuras y comprender la repartición de recursos entre grupos de usuarios, y, en resumen, emitir un juicio sobre el manejo colectivo del agua.

Desgraciadamente, las visitas de campo han demostrado que la cuenca unitaria no siempre corresponde a la unidad espacial básica de los sistemas hidro-agrícolas; existen transferencias importantes de agua sobre todo en las partes inferiores, en donde las separaciones entre cuencas no son muy marcadas.

#### **4. EL PERIMETRO UNITARIO**

Es una unidad explotada dependiente de una sola acequia y en donde el uso del suelo parece suficientemente homogéneo según la cartografía elaborada por ORSTOM-PRONAREG.

Cada cuenca unitaria cuenta con varios tipos de utilización que corresponden a diferentes perímetros unitarios.

Por ejemplo, la cuenca de Palacara (cuenca hidrográfica del MIRA) tiene su parte baja ocupada por un perímetro azucarero (hacienda) mientras que su parte intermedia es usada para el perímetro destinado a alimentos básicos de Cahuasquí.

El perímetro unitario corresponde bien a la noción de sistema agrario. Se trata de un cierto tipo de asentamiento humano cuya acequia lleva a menudo el nombre de *acequia del pueblo* en el caso del perímetro estrictamente campesino y *acequia* seguido de un nombre propio o de un lugar en el caso de las haciendas.

Esta unidad corresponde igualmente al tipo de administración del agua efectuado por el INERHI; teóricamente, cada acequia debe ser registrada oficialmente en el INERHI el que atribuye una dotación: existe entonces un embrión de banco de datos a este nivel.

#### **5. LA ZARI (ZONA DE ANALISIS Y RECOMENDACIONES PARA LA IRRIGACION)**

**Una unidad operacional de investigación y de planificación concebida después de la observación de varios sistemas hidro-agrícolas.**

##### **5.1. La etapa de concepción**

La cuenca unitaria es la unidad fundamental de los hidrólogos; ella les permite estudiar las transformaciones lluvias-caudales y determinar el recurso agua.

En caso de modelización de una gran cuenca hidrográfica, constituye la unidad espacial elemental, la red en base a la cual se calcularán los balances de oferta y de demanda de agua .

El primer inconveniente surge en su definición: en calidad de cuenca vertiente, sus límites están definidos por la líneas de separación de flujo bien visibles en las partes montañosas, pero son bastante imprecisos cuando se llega al callejón interandino o se trabaja en la Costa.

Adicionalmente las cuencas de enlace han sido dibujadas para unir las cuencas unitarias entre sí, y constituir un entramado hidrológico completo de las grandes cuencas. Evidentemente, estas unidades adicionales respetan el sentido del drenaje, guardan las mismas dimensiones que las trazadas por ORSTOM-PRONAREG y tienen en cuenta las estaciones hidrométricas existentes.

Desgraciadamente, la mayoría están situadas en el fondo de los valles y reúnen entidades físicas y humanas a menudo diferentes.

Ahora bien, es en estas zonas en donde el riego es más necesario y está más desarrollado, captando una parte de los recursos hídricos de cuencas unitarias vecinas.

La primera idea ha sido admitir una prolongación de las cuencas unitarias para eliminar así las cuencas de enlace.

Sin embargo, los límites de riego seguían siendo difíciles de establecer a causa de la gran complejidad de las redes, caracterizadas por:

- **una muy fuerte densidad de canales** y de múltiples cruces (imbricación de redes de riego);
- **una falta de información confiable** sobre la localización de las tomas, los caudales que captan, los trayectos de los canales, las subdivisiones, etc.;
- **numerosas transferencias** entre cuencas, que hacen difícil la comprensión de su funcionamiento.

Frente a estos problemas, ha sido indispensable probar una unidad espacial con una definición clara y que tenga sentido, y con límites relativamente simples de identificar en el terreno.

La noción de ZARI intenta responder a este problema de entidad espacial y de límites claros. Su definición es la siguiente:

**ZARI: unidad espacial de organización de la toma, del transporte y de la utilización del agua de riego.**

Se trata entonces de una zona elemental en la cual se encontrarán las tomas, los canales y los perímetros regados. En el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas, el límite corresponderá casi siempre a los ríos mismos, y en consecuencia, la ZARI estará formada de dos mitades de cuencas unitarias, aumentadas con una parte de la cuenca de enlace.

En otros casos, la ZARI estará limitada por una gran línea de cresta y por un río (media cuenca unitaria simple); a veces, habrá la misma correspondencia entre la cuenca unitaria y la ZARI.

El hecho de tomar como límites los obstáculos naturales adaptados a cada caso real, hace pensar que la definición de ZARI será válida tanto en la Sierra como en la Costa.

A pesar de todo, subsistirán algunas transferencias entre cuencas muy alejadas, pero el número de esos casos debería ser reducido.

## **5.2. Implicaciones para el análisis hidrológico**

La discordancia entre cuencas unitarias y ZARI exigirá dos tramas diferentes para cada cuenca hidrográfica.

Sin embargo, como cada tipo de demanda (agrícola, hidroeléctrica, humana) está unida a la red hidrográfica mediante la toma de agua correspondiente, será relativamente fácil pasar del uno al otro.

Las demandas potenciales en cambio deberán ser asignadas a una cuenca unitaria para verificar la disponibilidad de agua y medir su impacto aguas abajo.

Al realizarse los estudios detallados de campo en las ZARI representativas, nos interesaremos también en las cuencas vertientes circundantes a fin de analizar las dependencias propias de cada toma de agua.

## **6. LA EXPLOTACION Y LA PARCELA**

Estos dos últimos niveles no conciernen la planificación, pero son indispensables en los estudios de campo.

Es a través de encuestas sobre las explotaciones y de observaciones en las parcelas que se espera obtener las referencias técnicas necesarias para el análisis de las ZARI.

En cada ZARI representativa, se escogerá un perímetro específico en el que se estudiarán una o dos parcelas características. Estas parcelas corresponderán, en la medida de lo posible, a un campo (o porción de campo) ocupado por un sistema de cultivo bien definido, cuyos consumo de agua y productividad principalmente podrán ser evaluados en cifras.

El análisis de estos espacios graduales favorecerá la transferencia de resultados de la parcela a la ZARI, particularmente en lo concerniente a la evaluación de las necesidades y los consumos de agua, y a la estimación de productividades actuales y potenciales de los perímetros regados.

## IV - LOS ESTUDIOS DE CAMPO

### 1. EL PORQUE Y EL COMO

Los perímetros unitarios y las ZARI constituyen los espacios privilegiados puesto que se adaptan a la vez a los estudios técnicos (espacios de acondicionamiento) y al concepto de planificación (espacios de decisión).

Sin embargo, no se pueden estudiar 500 ZARI sobre las cuales hay una falta alarmante de datos básicos, tanto descriptivos (localización, infraestructura, etc.) como analíticos (eficiencia de las redes, rendimientos agrícolas, seguimientos agro-socio-económicos, etc.).

Si los estudios de campo son entonces indispensables, se deberán realizar solamente sobre una selección de ZARI representativas, elección por demás delicada que se deberá efectuar a partir de datos e informaciones heterogéneos.

Restará finalmente transponer los resultados obtenidos en el terreno al conjunto de ZARI.

La idea básica es por lo tanto la siguiente:

- proceder a un reagrupamiento de las ZARI en función de todos los parámetros descriptivos encontrados (principalmente los resultados de ORSTOM-PRONAREG);
- determinar en el terreno los indicadores característicos de funcionamiento y tratar de unirlos a los parámetros descriptivos;
- transferir estos indicadores, por análisis de los elementos descriptivos o adoptando los resultados de campo de las ZARI similares; esta transferencia será ponderada en función de las características favorables o desfavorables;
- en caso de financiamiento exterior, se efectuará un inventario sistemático de los indicadores en cada ZARI.

### 2. LOS ELEMENTOS DE FUNCIONAMIENTO QUE PUEDEN SER TRANSFERIDOS

- **Primeramente, la circulación del agua**, que se apoya en tres enfoques: la disponibilidad de agua en la toma, el funcionamiento de la infraestructura y la sociología de la repartición del agua.

Se estimará la primera a nivel de las cuencas unitarias.

La segunda será evaluada mediante mediciones de la eficiencia en las acequias principales.

La tercera en cambio constituirá un tema común a varias disciplinas; se recurrirá a las medidas de caudales en puntos estratégicos y a las encuestas agro-sociológicas.

- **En segundo lugar, el funcionamiento general de la agricultura** y sus cualidades técnicas tanto físicas (producción, rendimientos) como socio-económicas (producción, ingresos).

Al estudiar los perímetros unitarios de las ZARI representativas, se espera inventariar el conjunto de los principales sistemas de producción actuales, revelar sus dinanismos y

sus principales limitaciones (enfoque agronómico a nivel de una muestra de parcelas, y enfoque socio-económico e histórico a nivel de una muestra de explotaciones).

Las encuestas explicarán las estrategias de uso del agua en función de la estructura de las explotaciones, de su evolución pasada, y de los objetivos que se plantean las familias involucradas: se elaborarán entonces cuentas de explotación que nos llevarán a las de las ZARI y, por transferencia, a las cuentas macro-económicas indispensables para la planificación.

Los seguimientos de las parcelas, realizados concretamente por los encuestadores contratados localmente, servirán para establecer las condiciones en que se cultivan los principales productos básicos que gozan de riego (maíz, papas, fréjol, arroz, etc.).

Se tomarán en cuenta los datos sobre el clima, el riego, el estado de la vegetación, el estado del medio (en el plano hídrico) y las intervenciones del agricultor.

Esta investigación permitirá instaurar en el terreno un ambiente de confianza, que permita después el establecimiento de cuentas « más reales » que las provenientes de simples encuestas agro-económicas.

- **Finalmente, el riego como factor de erosión**, será estudiado en colaboración con el equipo ORSTOM-MAG que trabaja desde hace algún tiempo en este tema. Las soluciones serán ensayadas en las parcelas experimentales que este equipo ya ha instalado.

La importancia de este aspecto reside en el hecho de que, en el Ecuador, se riega en pendientes superiores al 50 %, mientras que la mayor parte de manuales de referencia excluyen todo terreno en donde la pendiente sea superior al 6 %.

La transposición de resultados no será una tarea fácil. Se propondrá siempre tolerancias que tengan en cuenta la realidad. Se abordará luego el objetivo operacional de trabajo: definición de los diferentes potenciales, evaluación de los mismos en términos de producción, de costos y de beneficios para los diferentes agentes involucrados en el desarrollo.

## V - LOS POTENCIALES Y SU DEFINICION

Cada cuenca unitaria comprende generalmente varios perímetros unitarios, en los cuales se distinguirán cuatro tipos de potenciales.

### 1. DEFINICIONES

- **La extensión « externa »**

El primer potencial que viene a la mente de los responsables del acondicionamiento, es el de extender la superficie regada a toda área potencialmente regable.

Definir este potencial teórico significa interpretar los mapas de suelos ya publicados por ORSTOM-PRONAREG. Ello requiere, ante todo, la intervención de un pedólogo conocedor del país y de sus mapas.

- **La extensión « Interna »**

El segundo potencial, que corresponde a la observación de un geógrafo, consiste en regar las partes no atendidas en un perímetro ya acondicionado.

- **La Intensificación « agrícola »**

El tercer potencial, que corresponde a las observaciones de un agrónomo, es el mejoramiento de los rendimientos de cada cultivo.

No se trata, sin embargo, de querer alcanzar las referencias establecidas en estaciones agronómicas en donde todas las condiciones son favorables y en donde los costos de producción y las limitaciones de mano de obra no son considerados.

Con el tercero y cuarto potenciales, se intentará establecer, para cada sistema de cultivo, en función del tipo de agricultura (manual, tracción animal, mecanizada y grado de integración a los intercambios mercantiles), una productividad agrícola potencial (PAP), realista (tolerancias), en peso o en volumen de producción.

### 2. LOS POTENCIALES Y SU UTILIZACION

En realidad, cada ZARI (o conjunto de perímetros unitarios) dispone de una compleja capacidad de producción en la cual interfieren los cuatro potenciales anteriores.

No bastará con estimarlos para establecer una jerarquía necesaria para el Plan Nacional de Riego. Se deberá además pasar a las condiciones de exteriorización de esos potenciales, sin olvidar que todos los proyectos no pueden ser independientes.

La condición de su independencia será la de la disponibilidad de agua y su costo.

Las condiciones de exteriorización dependerán principalmente de las cuentas económicas de los perímetros y de las explotaciones, que nos llevarán a definir las condiciones imperativas (umbrales de rechazo de proyectos).

## **VI - CONCLUSION UNA DIVISION EN VARIAS OPERACIONES**

El proyecto de investigación multidisciplinario INERHI-ORSTOM se esforzará en presentar los elementos indispensables para la formulación de planes nacionales de riego realistas, evolutivos y modificables en función de las coyunturas nacionales e internacionales.

Los esfuerzos estarán principalmente orientados a la caracterización de los disfuncionamientos en el riego privado que es el más importante y el menos conocido.

La variedad de situaciones nos ha obligado a elaborar una unidad espacial que establezca el enlace entre la planificación y los diagnósticos de la situación.

Finalmente, la falta alarmante de datos básicos hace necesario realizar varios estudios de campo muy completos que servirán de referenciales técnicos para los diferentes temas abordados.

Para mayor claridad, se ha dividido el programa de estudio, muy complejo, en una serie de operaciones que son presentadas con sus diferentes componentes.

### **OPERACION A**

#### **Selección Razonada de Areas Significativas para el estudio de los Disfuncionamientos en el Riego Ecuatoriano — CRASEDIE —**

- A<sub>1</sub>** Delimitación de las zonas climáticamente secas y su estructuración en red de unidades hidráulicas (cuencas vertientes unitarias)
- A<sub>2</sub>** Selección de las ZARI representativas sobre las cuales se realizarán los estudios de campo

### **OPERACION B**

#### **Trabajos y Acciones Multidisciplinarias sobre la Agricultura de Terrenos Representativos del Riego Ecuatoriano — TAPATRIE —**

- B<sub>1</sub>** Delimitación exacta de las ZARI representativas, trazado de la infraestructura, esquema de funcionamiento, selección de perímetros y parcelas a estudiarse
- B<sub>2</sub>** Trabajos multidisciplinarios a nivel de la ZARI (conjunto de acequias y perímetros)
- B<sub>3</sub>** Trabajos multidisciplinarios sobre las unidades de uso del suelo y las explotaciones
- B<sub>4</sub>** Trabajos multidisciplinarios sobre las parcelas

## OPERACION C

### Localización, Organización y Caracterización del Riego Ecuatoriano — LOCIE —

- C<sub>1</sub> Localización y organización estructural, en base a la documentación existente y a datos obtenidos por foto-interpretación
- C<sub>2</sub> Caracterización funcional en base a los datos de campo

## OPERACION D

### El Agua y su Manejo Racional: una Ayuda al Desarrollo del Riego Ecuatoriano — EGRADIE —

- D<sub>1</sub> Caracterización hidroclimática preliminar, análisis de los datos básicos, constitución de archivos operacionales
- D<sub>2</sub> Cálculo de las demandas teóricas y confrontación con la realidad
- D<sub>3</sub> Evaluación de los recursos de agua por modelización hidropiuviométrica
- D<sub>4</sub> Balance entre la oferta y la demanda de agua por gran cuenca hidrográfica

## OPERACION E

### Observación de los Cambios Agrícolas y Socio-económicos en las Zonas Regadas Ecuatorianas — OCASEZIE —

- E<sub>1</sub> Metodología del diagnóstico sobre la repartición del agua en las ZARI e investigación sobre el mejoramiento de los turnos de agua
- E<sub>2</sub> Dinámicas agrarias en torno a los acondicionamientos hidro-agrícolas (perspectivas históricas)
- E<sub>3</sub> Determinación de las producciones agrícolas actuales y potenciales en cada ZARI
- E<sub>4</sub> Evaluación *ex-post* de un proyecto público de riego; comparación con una situación vecina « fuera de proyecto »
- E<sub>5</sub> Establecimiento de cuentas macro-económicas por ZARI

## **OPERACION F**

### **Estudio Pedológico Orientado a los Problemas de Riego en Ecuador — EPOPIE —**

- F<sub>1</sub>** Caracterización hidrodinámica de los diferentes tipos de suelo por tratamiento de muestras en laboratorio.
- F<sub>2</sub>** Delimitación de las zonas potencialmente regables y elaboración de un banco de datos por ZARI y cuenca con sus características precisas.

## **OPERACION G**

### **Estudios de los Fenómenos de Erosión Ligados al Riego en Ecuador — EPELIE —**

Estudio de los parámetros que intervienen en la degradación de los suelos por efecto del riego mal manejado.

Esa operación debía llevarse a cabo en colaboración con el equipo MAG-ORSTOM que trabajaba sobre la erosión desde algunos años. No ha podido realizarse pero el aspecto erosión-riego queda un tema de actualidad que deberá analizarse en el futuro.

## **OPERACION H**

### **Tratamiento de los Archivos Históricos Relativos al Riego en Ecuador — TAHRIE —**

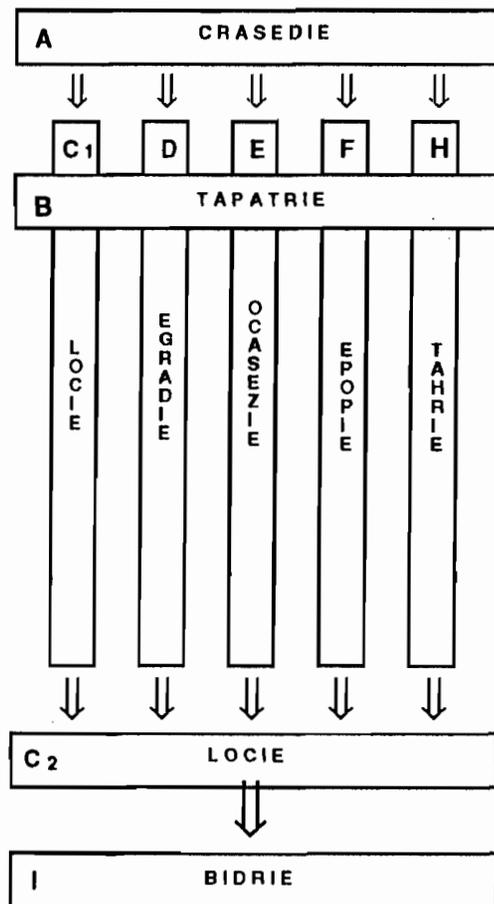
- H<sub>1</sub>** Elaboración de un catálogo sobre juicios de agua y de un banco de datos por cuenca con el resumen de cada juicio.
- H<sub>2</sub>** Evaluación del desarrollo espacial del riego desde la colonización hasta hoy en día, de las etapas de construcción de las acequias y de los cambios en la propiedad de las aguas.

## **OPERACION I**

### **Banco Informatizado de los Datos Relativos al Riego en Ecuador. — BIDRIE —**

Organización, en archivo informático, de los datos descriptivos y analíticos provenientes de las operaciones anteriores y análisis integral para la formulación de recomendaciones.

Estas diferentes operaciones se articularán según el siguiente esquema:



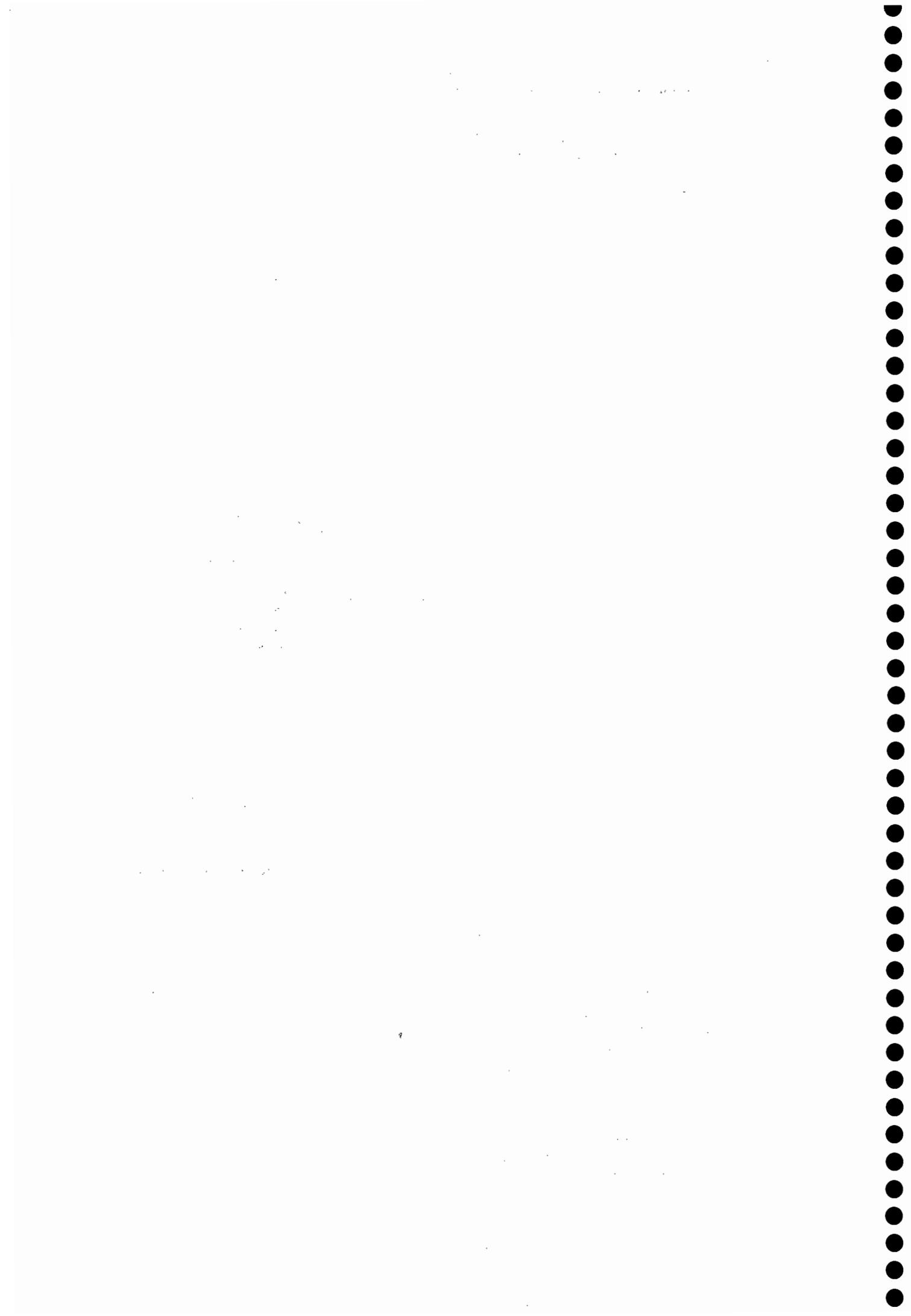
Después de un primer análisis (A) que apunta a circunscribir las zonas de estudio y de campo, las diferentes operaciones temáticas (D, E, F y G) tratarán de encontrar los indicadores de funcionamiento relativos a su área de aplicación, apoyándose en los estudios de terreno (B), previstos en las ZARI representativas.

Esas operaciones intentarán entonces en la medida de lo posible, relacionar las ZARI con parámetros descriptivos, fácilmente accesibles.

La primera parte de la operación C (C<sub>1</sub>) reunirá todos los elementos descriptivos obtenidos por compilación de la información existente o por foto-interpretación. Requerirá también de los trabajos de campo para verificar la tarea de los foto-intérpretes y para perfeccionar el análisis de imágenes del satélite SPOT.

El cálculo de los diferentes indicadores se realizará en la componente C<sub>2</sub> de la operación C; los faltantes serán completados ya sea mediante un inventario sistemático o por analogía con zonas afines.

Finalmente, todos los datos anteriores serán ordenados en un banco computarizado (BIDRIE). Este deberá ser concebido para facilitar las correcciones necesarias y el intercambio de información con las agencias del INERHI.



*In :*  
*Bulletin de liaison n°12 "Equateur", Dpt. H*  
*ORSTOM, Paris, 06/87, pp 30-47.*

## LA UTILIZACION DE LOS INVENTARIOS REALIZADOS EN EL ECUADOR PARA LA INVESTIGACION SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO

por Thierry Ruf<sup>\*</sup>, Patrick Le Goulven<sup>\*\*</sup>

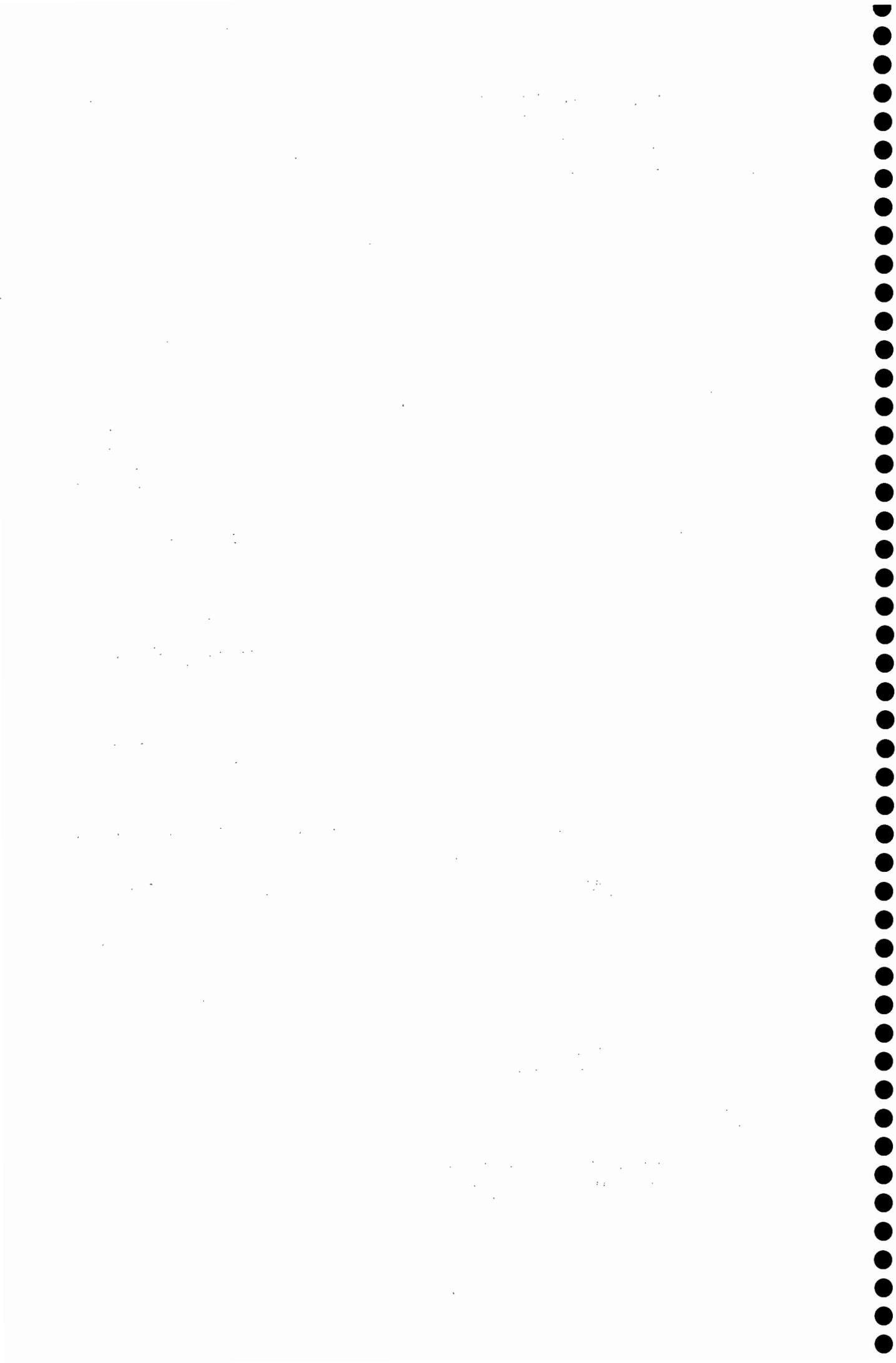
Quito, junio de 1987

INERHI : Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos  
INIAP : Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  
ORSTOM : *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*  
(Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación)

---

\* agro-economista ORSTOM, Mission ORSTOM, Apartado 17-11-6596, Quito, ECUADOR

\*\* hidrólogo ORSTOM, Mission ORSTOM, Apartado 17-11-6596, Quito, ECUADOR



Desde enero de 1987, un equipo del ORSTOM, compuesto por los dos autores de este artículo, asociados al Departamento « Plan Nacional de Riego » del INERHI, trabaja en un proyecto de estudio sobre el funcionamiento del riego particular en el Ecuador. Instalados en la Institución que administra el agua, se fijaron el objetivo de establecer un diagnóstico pluridisciplinario sobre las zonas regadas del país y proponer recomendaciones adaptadas a cada situación. Este trabajo es considerado como preliminar a la elaboración de un Plan Nacional de Riego para los años noventas.

## 1. IMPORTANCIA DEL RIEGO EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO

Incluso antes de la firma del acuerdo entre el INERHI y el ORSTOM, el equipo constató la considerable amplitud de las redes de riego llamadas privadas o tradicionales más o menos antiguas (en oposición a las redes modernas realizadas por el Estado aquí o allá). Aunque no existen estadísticas precisas, se estima que más de las dos terceras partes de la superficie regada del país dependen de estas redes privadas.

La diversidad de situaciones bioclimáticas, de cultivos y de situaciones socio-económicas, parecen constituir una primera dificultad. Tanto en el callejón interandino como en la llanura costera, los climas son muy diversos: a las estaciones lluviosas con precipitaciones más o menos abundantes y regulares, siguen estaciones más o menos secas largas e intensas. El riego interviene tanto para completar las lluvias en la estación húmeda, como para permitir proseguir los cultivos en las estaciones secas. Los que cultivan cacao y banano en las plantaciones industriales o campesinas del sur de la llanura costera reciben fuertes lluvias durante seis meses (enero a junio) y luego sobreviven los seis meses de estación seca gracias al agua de los ríos que descienden de los Andes. En la Sierra, los campesinos de Ambato logran realizar al menos dos cultivos anuales en sus parcelas de tierra, gracias al agua que proviene de la vertiente norte del volcán Chimborazo.

## 2. ANTECEDENTES, RIQUEZA Y POBREZA DE LA INFORMACION EXISTENTE

Antes de estudiar un fenómeno, es necesario localizarlo, determinar la importancia de los espacios en los que incide y buscar las informaciones que otros han recogido tanto sobre el fenómeno como sobre los espacios. En el Ecuador, el riego no ha sido objeto hasta ahora de una investigación específica por parte del ORSTOM, ni por parte de las instituciones ecuatorianas.

Así, el INERHI no dispone de servicios de investigación, ni de evaluación de los proyectos que ejecuta. El INIAP, específicamente encargado de la investigación agronómica, no trabaja en los problemas de riego como tales.

*A priori* se dispone de muy poca información sobre los fenómenos que queremos caracterizar: disfuncionamientos técnicos, repartición desigual, escasez de agua, valorización agrícola limitada, condiciones socio-económicas desfavorables, etc.

Se cuenta en cambio con una serie impresionante de inventarios y descripciones bajo diversas formas: mapas a escala 1:50.000 de uso de los suelos, en donde se aprecia la extensión de las zonas regadas en la Sierra (nada existe sobre la llanura costera), tramas hidrológicas, inventarios de tomas de agua, estadísticas demográficas, inventarios socio-económicos de parroquias y cantones, etc.

Desafortunadamente, las unidades espaciales son cada vez diferentes y es casi imposible relacionar las informaciones entre sí.

En resumen, la información existe, es incluso abundante, pero no se refiere directamente al funcionamiento de las zonas regadas ni al espacio que estas constituyen.

## 3. DOS USOS DIFERENTES DE LOS INVENTARIOS NACIONALES

Vamos a utilizar los inventarios de dos maneras: la explotación de los datos existentes y la creación de un inventario específico para los problemas de riego.

### 3.1. Explotación de los datos existentes

#### 3.1.1 *El estudio de la oferta y la demanda de agua se basa en la explotación sistemática de los datos cronológicos, climáticos e hidrológicos.*

Como los datos existentes son numerosos y pueden ser alterados por cualquier error humano, es necesario proceder a su homogeneización según el método de las simples y dobles masas y, en el caso de datos faltantes, deberán ser completados mediante correlaciones entre estaciones climáticas.

Se crea así un nuevo inventario a fin de:

1. establecer una pluviometría mensual por cuenca unitaria que origina los caudales disponibles;
2. establecer la evapotranspiración potencial (ETP) mensual por cuenca unitaria, indicador de la demanda de agua.

Posteriormente, se evalúa el recurso de agua, según un modelo de transformación de las lluvias en caudales, que depende de las características del flujo en cada cuenca. Paralelamente, se evalúan las necesidades teniendo en cuenta las superficies regadas, la ETP y la eficiencia del transporte de agua (variable según el tipo de infraestructura). Finalmente, se pueden confrontar los recursos con las necesidades y juzgar si existe adecuación o desequilibrio.

En esta operación, la unidad espacial para estudiar el recurso está bien definida y es la cuenca unitaria, pero la unidad espacial para estudiar las necesidades no se define fácilmente. Veremos más adelante que fue necesario crearla en función de los sistemas existentes.

#### 3.1.2 *En lo concerniente a la valorización agrícola del agua, contrariamente a los hidrólogos, los agro-economistas no disponen inventario nacional alguno en su campo*

En efecto, los censos agrícolas y las encuestas socio-económicas no separan la agricultura con riego del resto de agricultura.

Por otro lado, el funcionamiento de las redes de riego complejas no puede juzgarse solamente por los rendimientos agrícolas de los cultivos regados, sino que debe basarse en la productividad global de los sistemas de producción representados. Además, la igualdad en la repartición del recurso agua entre diferentes grupos de usuarios es, desde nuestro punto de vista, uno de los criterios esenciales para juzgar la valorización agrícola del agua.

El agro-economista debe entonces, en primer lugar, trabajar en el campo para elaborar las referencias que necesita. Es en este punto en donde se une al hidrólogo quien también necesita referencias, por ejemplo sobre la eficiencia del transporte de agua, y tiene que confrontar la realidad con los modelos matemáticos de explotación de los inventarios climáticos e hidrológicos.

#### 3.1.3 *La elección de los terrenos de estudio se basa en los inventarios existentes.*

En efecto, se necesita disponer de referencias que cubran el conjunto de los sistemas agrarios con riego.

La representación de su diversidad se basa en criterios físicos definidos por el hidrólogo y en criterios socio-económicos definidos por el agro-economista. Se cuenta con los trabajos de « regionalización agraria » realizados por los hidrólogos y socio-economistas de PRONAREG-ORSTOM. Más adelante veremos la concepción de este trabajo de selección.

### 3.2. Creación de un nuevo inventario

A fin de conocer la importancia de los problemas de riego en todo el país, es necesario realizar un inventario específico de las zonas regadas del Ecuador, el mismo que debe proporcionarnos la localización precisa de los canales y perímetros, su disposición y sus dependencias, al igual que la existencia de diversos disfuncionamientos identificados en las zonas de estudio representativas.

Este trabajo se apoya en varias fuentes de información. El ORSTOM y PRONAREG conocen las zonas bajo influencia del riego a través de la interpretación de fotografías aéreas. Desgraciadamente, la imprecisión en cuanto a la extensión de las tierras realmente sometidas al riego se revela muy importante (más o menos del 50 % de parcelas regadas)

Por otra parte, el INERHI como administrador del agua, conoce las concesiones de riego, es decir las tomas de agua y los caudales que en principio se toman de los ríos. Desafortunadamente, existen tomas que no cuentan con una concesión oficial.

Finalmente, es prácticamente imposible confrontar el inventario de las tomas con el de las zonas regadas, debido a la gran complejidad del tercer conjunto: las redes de canales.

Para citar algunos ejemplos que conocemos bien, se observa frecuentemente que un canal riega varios perímetros distintos o que un perímetro recibe agua de varios canales. A menudo la disposición espacial de los perímetros y canales presenta toda una serie de dificultades: cruces de canales, distancia considerable entre dos perímetros, uso de quebradas naturales que constituyen en realidad segmentos de canal, etc.

A esto hay que añadir la existencia, en ciertas regiones, de redes públicas modernas de canales revestidos, que, en general, se superponen a las antiguas redes de tierra sin eliminarlas.

Sólo se pueden explotar los trabajos de investigación detallados sobre los disfuncionamientos del riego si se dispone de un inventario sistemático, confiable y adaptable, aspecto que fue destacado en el documento metodológico del proyecto (Le Goulven, Ruf y Ribadeneira, 1987); la operación titulada « Localización, Organización y Caracterización del Riego en el Ecuador » es el eje central, la base de la futura planificación.

Sin embargo, antes de dar mayores detalles sobre la manera de explotar los inventarios o de realizar nuevos inventarios, examinaremos nuestro razonamiento orientado a encontrar una unidad espacial adaptada a nuestros objetivos.

## 4. CREACION DE UNA UNIDAD ESPACIAL DE INVENTARIO Y DE ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO: LA ZARI (ZONA DE ANÁLISIS Y DE RECOMENDACIONES PARA EL RIEGO)

La ZARI es una unidad operacional de investigación y de planificación concebida a partir de la observación de varias obras hidro-agrícolas.

### 4.1. Las etapas de concepción

La cuenca unitaria es la unidad fundamental de los hidrólogos: les permite estudiar las transformaciones lluvias-caudales y estimar los recursos hídricos.

En caso de modelización de una gran cuenca hidrográfica, constituye la unidad espacial elemental, la malla en la cual se calcularán los resultados de oferta y demanda (ver esquema nº 1 de una cuenca unitaria tipo con emplazamiento de los canales, caso del río Guambi, 30 km al Este de Quito).

El primer inconveniente surge en su definición: como cuenca vertiente, sus límites están definidos por líneas de separación de flujo bien visibles en las partes montañosas, pero bastante confusas cuando se llega al callejón interandino o cuando se trabaja en la llanura costera.

Adicionalmente, se han dibujado cuencas de enlace para unir las cuencas unitarias entre sí, y constituir una red hidrológica completa de las grandes cuencas. Evidentemente, esas unidades adicionales respetan el sentido del drenaje, guardan las mismas dimensiones que las cuencas trazadas por PRONAREG-ORSTOM y tienen en cuenta las estaciones hidrométricas existentes (ver esquema nº 2 de una cuenca de enlace, caso del río Guambi).

Desgraciadamente, la mayoría de esas unidades incluyen fondos de valles, obstáculos naturales que dividen entidades físicas y humanas a menudo diferentes.

Ahora bien, es en esas zonas en donde el riego es más necesario y está más desarrollado, captando parte de los recursos hídricos de las cuencas unitarias vecinas.

La primera idea sería admitir una prolongación de las cuencas unitarias que eliminaría así, las cuencas de enlace. Sin embargo, los límites seguan siendo difíciles de definir a causa de la gran complejidad de las redes caracterizadas por:

- una fuerte densidad de canales y múltiples cruces (superposición de redes de riego);
- una falta de información confiable sobre la localización de las tomas, el caudal que captan, los trayectos de los canales, las subdivisiones, etc.;
- numerosas transferencias entre cuencas, que hacen más difícil la comprensión de su funcionamiento.

Frente a estos problemas, era indispensable encontrar una unidad espacial con una definición clara y sensata, y con límites relativamente simples de identificar en el terreno.

La noción de Zona de Análisis y Recomendaciones para el Riego (ZARI), trata de resolver el problema de entidad espacial y de límites claros. Su definición es la siguiente:

**ZARI: Unidad espacial de organización de la toma, el transporte y la utilización del agua de riego**

Se trata entonces de una zona elemental en la que se encontrarán las tomas, los canales y los perímetros regados. En el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas, el límite corresponderá frecuentemente a los ríos mismos y en consecuentemente la ZARI estará formada por dos mitades de cuencas unitarias, aumentadas con una parte de la cuenca de enlace (ver esquema nº 3 de una ZARI tipo en el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas: ZARI de Puenbo-Pifo).

En otros casos, la ZARI estará limitada por una gran línea de cresta y por un río (simple media cuenca unitaria); a veces, habrá una correspondencia entre la cuenca unitaria y la ZARI.

El hecho de tomar como límites los obstáculos naturales adaptados a cada caso real, nos hace pensar que la ZARI será válida tanto en la Sierra como en la Costa.

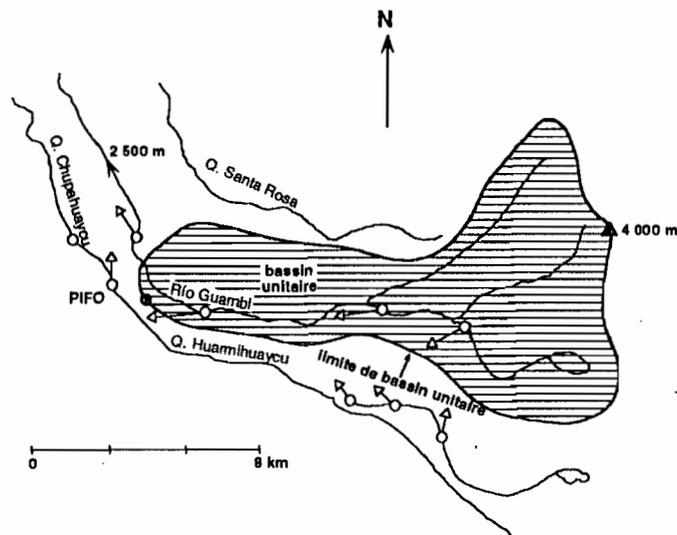
Subsistirán a pesar de todo algunas transferencias entre ZARI, pero tales casos serán pocos.

#### **4.2. Implicaciones para el análisis hidrológico**

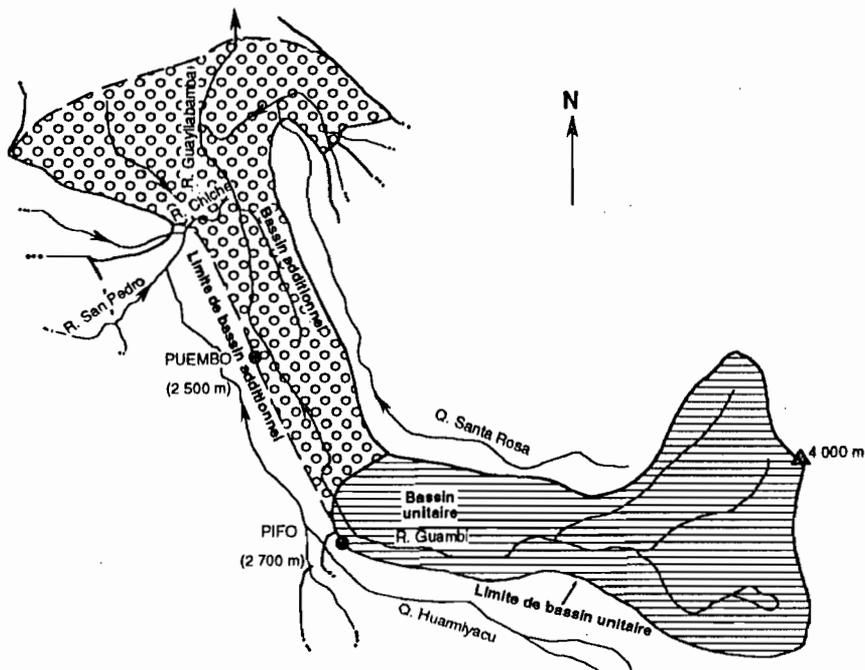
La discordancia entre cuencas vertientes y ZARI exigirá dos tramas diferentes para cada cuenca hidrográfica, pero como cada tipo de demanda (agrícola, hidroeléctrica, humana) está ligada a la red hidrográfica a través de la toma de agua correspondiente, será fácil pasar de la una a la otra.

Las demandas potenciales deberán en cambio ser asignadas a una cuenca unitaria para verificar la disponibilidad de agua y el impacto que puede ocasionar aguas abajo.

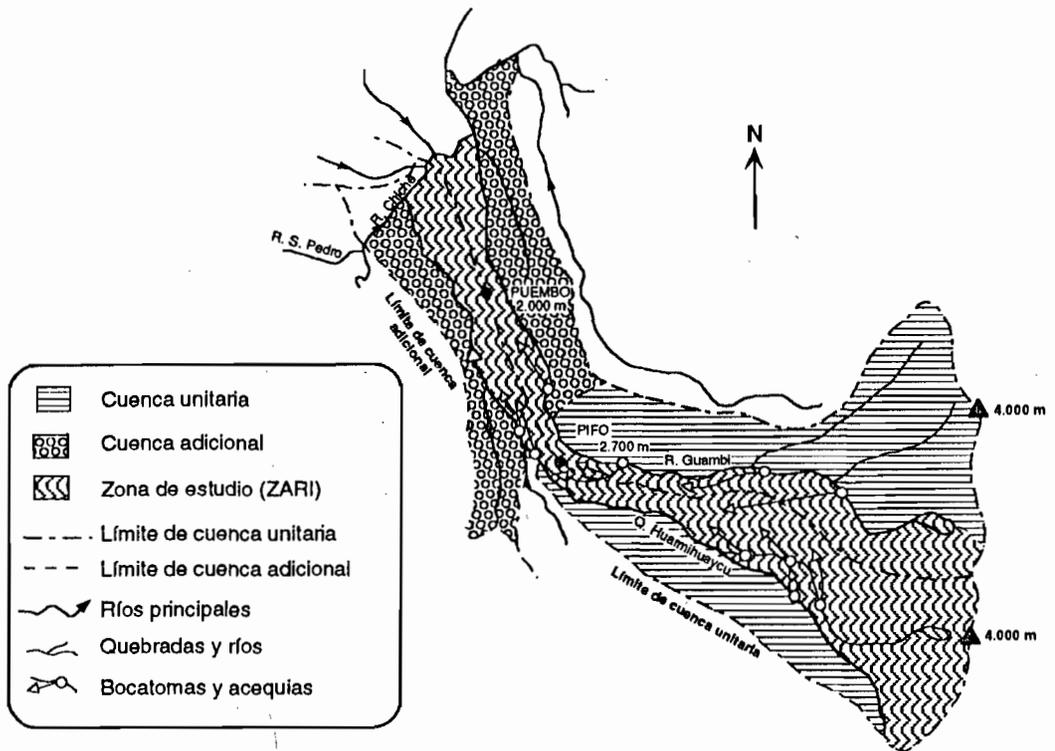
En los estudios de campo detallados sobre las ZARI representativas, se abordarán también las cuencas vertientes circundantes para analizar las dependencias propias de cada toma de agua (ver esquema nº 4, Teoría de las relaciones entre cuencas unitarias y ZARI).



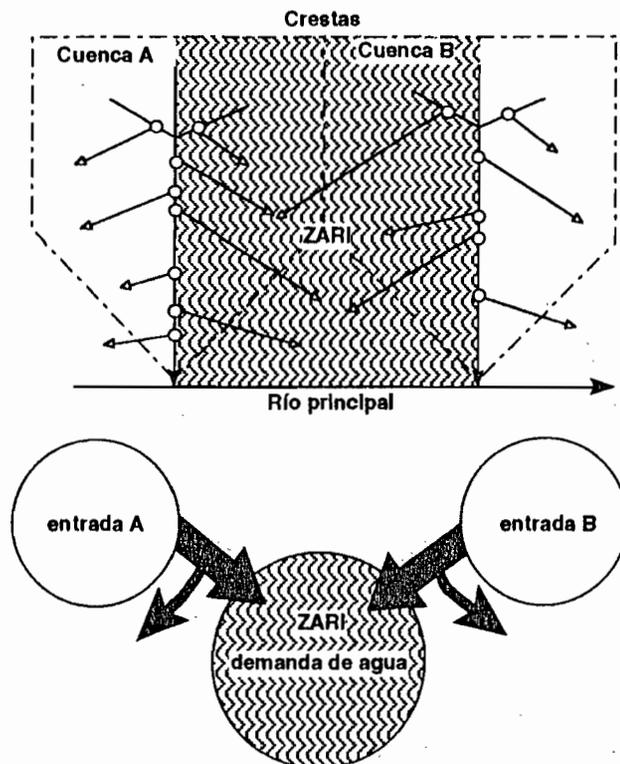
**Schéma 1**  
**Exemple de bassin unitaire : celui du rio Guambi (30 km à l'est de Quito)**



**Schéma 2**  
**Exemple de bassin de liaison à l'aval du bassin unitaire du rio Guambi**



Esquema 3 - Ejemplo de ZARI: la ZARI de Puenbo-Pifo, que depende en parte de la cuenca unitaria del río Guambi



Esquema 4 - Teoría de las relaciones entre cuencas unitarias y ZARI

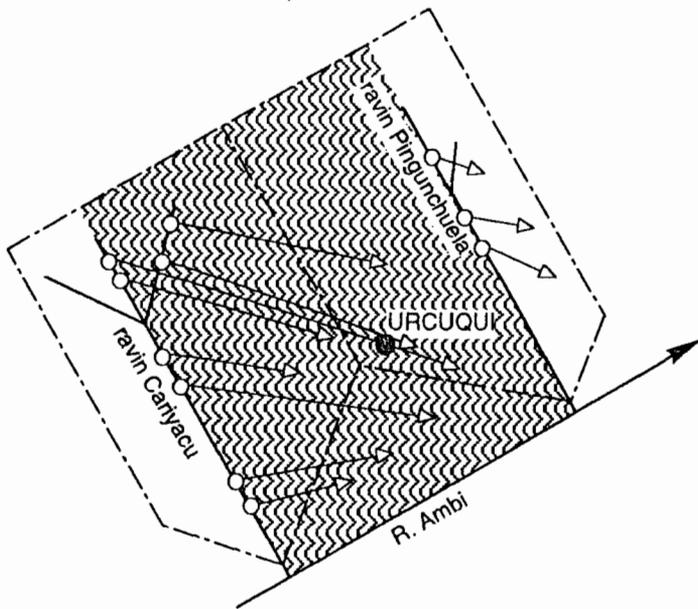
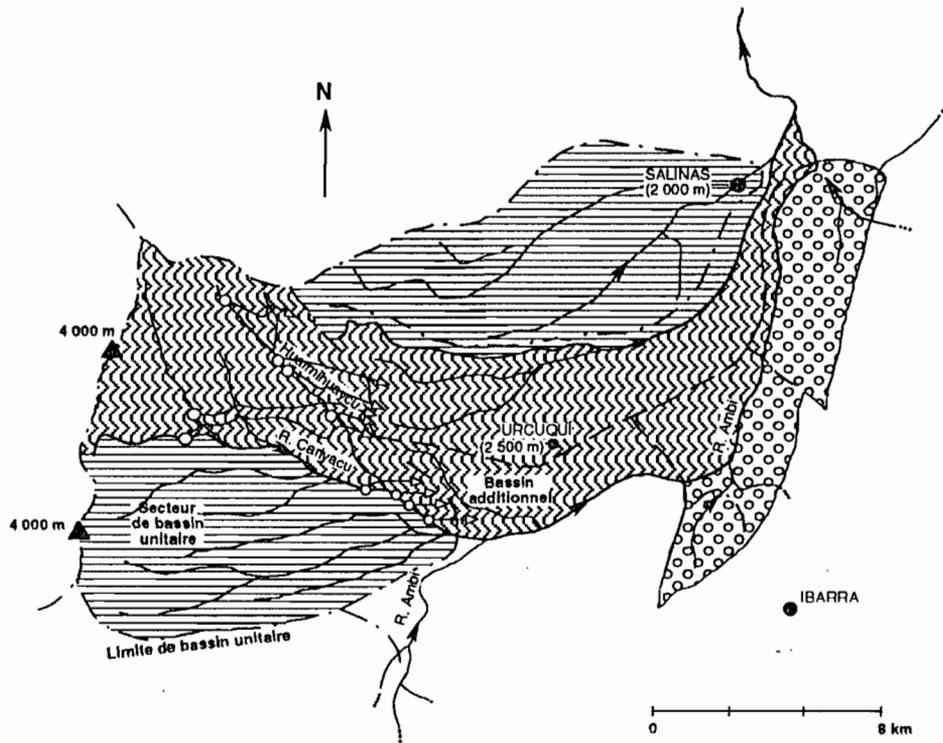


Schéma 5 - La ZARI d'Urququí (province d'Imbabura, 130 km au nord de Quito)

#### 4.3. Un ejemplo de aplicación: la ZARI de Urcuquí

Situada en la provincia de Imbabura y formando parte de la cuenca hidrográfica del río Mira, la ZARI de Urcuquí fue escogida como terreno representativo.

Inicialmente se había escogido la cuenca unitaria del río Pingunchuela, pero en ese caso los perímetros más grandes se alimentaban de la cuenca vecina!

Desplazando la zona de estudio y tomando como nuevos límites los ríos encañonados del fondo de valle, se obtiene un conjunto homogéneo con respecto al sistema de riego como se indica en esquema nº 5 de la ZARI de Urcuquí, entre el río Cariyacu y la quebrada Pingunchuela.

#### 5. UTILIZACION DE LOS INVENTARIOS ANTERIORES EFECTUADOS EN TODO EL PAIS, CON MIRAS A LA SELECCION DE LAS ZARI REPRESENTATIVAS

El procedimiento escogido para seleccionar los terrenos representativos dependía en realidad de los datos disponibles y explotables en el menor tiempo posible. Se procedió en dos etapas:

- una primera selección de pequeñas regiones denominadas ZAPI (Zona Agrícola para la Programación Integral) por los autores de ese inventario (PORTAIS y ALARCÓN, 1979);
- una segunda selección de una pequeña cuenca vertiente por cada ZAPI escogida anteriormente.

En los dos casos, la elección se realiza a la luz de criterios físicos y agro-socio-económicos. Por supuesto, no se consideran los espacios que, manifiestamente, no están involucrados por el riego.

La primera selección se efectúa en base a tres grandes series de criterios existentes en el inventario de las ZAPI:

- la situación climática (identificación de las estaciones secas) y la importancia probable del riego;
- la presión demográfica, en relación con el tipo de estructuras actuales de la propiedad dominadas ya sea por las haciendas o por los minifundios (fuerte densidad demográfica);
- los grandes sistemas de producción.

Con ayuda del programa DATAVISION de M. ROUX (INRA, Montpellier), se procede a un análisis factorial de las correspondencias, del que se obtiene un agrupamiento de las ZAPI de características similares. Para la segunda etapa, se escoge una ZAPI representativa de cada grupo. Sin embargo, para confirmar la validez de esta primera elección, es decir una buena representatividad de la diversidad regional, se buscan otros elementos analíticos que confirmen que la muestra abarca efectivamente las diversas situaciones agrícolas.

Este trabajo se basa esencialmente en el estudio de las dinámicas de la propiedad desde 1950. Se encuentra efectivamente una representación de las diversas evoluciones de la propiedad.

Aunque esto sea satisfactorio, se puede ir más lejos ya que disponemos también de otros documentos de PRONAREG-ORSTOM que proporcionan en especial los calendarios agrícolas a nivel cantonal y provincial (SUÁREZ y otros, 1978). Se puede comprobar que la selección de ZAPI (cuyos límites coinciden más o menos con los límites cantonales) refleja adecuadamente todos los tipos de calendarios agrícolas de los principales cultivos. Por ejemplo, los diferentes calendarios del maíz en la Sierra están bien representados en la muestra.

Además, podemos explotar esos inventarios, mostrando que las ZAPI escogidas disponen de sistemas agrícolas diferentes según la existencia o predominio de estaciones de cultivo. Así, existen en la Sierra ecuatoriana regiones con un solo cultivo al año, otras con dos cultivos (con predominio de uno de ellos) e incluso regiones con tres cultivos por año.

Se explotó entonces al máximo la información preexistente sobre los espacios regionales (ZAPI y cantones), pudiendo pasar a la siguiente fase: la elección de una cuenca vertiente representativa.

¿Por qué no se pasa directamente a la ZARI representativa? La respuesta es simple: a este nivel del estudio, la infraestructura del riego sigue siendo desconocida. Es aún imposible definir una ZARI que contenga con certeza las tomas de agua, los canales y los perímetros correspondientes. Los únicos límites espaciales conocidos están dados ya sea por los inventarios de los hidrólogos — límites de cuencas — o por aquellos de los socio-economistas — límites de parroquias.

La elección de la cuenca vertiente representativa de la ZAPI se efectúa en base al análisis de indicadores descriptivos determinados por el hidrólogo y el agro-economista, y disponibles ya sea en mapas a escala 1:200.000 realizados por PRONAREG-ORSTOM, o en inventarios demográficos y socio-económicos reunidos en una ficha de síntesis (ver cuadro nº 1 ). Hay que destacar una vez más el problema de la unidad espacial que difiere en el caso de los datos socio-económicos: nos vemos forzados a ponderar de manera bastante aproximativa esos indicadores según la parte ocupada por cada territorio parroquial en una cuenca vertiente.

Una comisión de trabajo formada por el equipo franco-ecuatoriano examina las fichas descriptivas de las cuencas vertientes seleccionado aquellas que parecen representar mejor a la ZAPI.

Comienza entonces la operación pluridisciplinaria en el campo para diagnosticar cómo funciona el riego. Se comenzará por definir los límites de la ZARI, denominada desde entonces ZARI representativa o ZARI piloto.

### Datos de inventario reunidos en una ficha de síntesis

1. Extracto del mapa de usos del suelo a escala 1:200.000 con el detalle de las unidades de uso del suelo representadas como regadas en más de un 50 %.
2. Características físicas (altitud máxima, promedio, mínima, tipo de relieve, superficie total, pluviometría anual, número de meses secos, déficit anual, emplazamiento de las estaciones climatológicas e hidrométricas).

Datos provenientes de los inventarios hidrológicos del programa PRONAREG-ORSTOM (trabajos de P. Pourrut).

3. Características agrícolas (porcentajes superficie agrícola / total, superficie regada / agrícola) y socio-económicos (densidad de población, tipos de estructuras de propiedad dominantes)

Datos provenientes:

- del censo de población de 1982 (Delaunay, 1986);
- de los mapas de uso del suelo (trabajos de P. Gondard);
- los inventarios de las ZAPI (Portais, 1979)

### Utilización

Se busca una zona que disponga de la mayoría de sistemas de producción existentes en la ZAPI.

Se busca una zona que corresponda al modelo general de la región pues servirá de referencia para la calibración de los modelos matemáticos de transformación de las lluvias en caudales.

Se busca obtener en la muestra situaciones variadas para cada uno de los criterios: por ejemplo, zonas muy densas o poco densas, zonas muy « artificializadas » por el riego o no, zonas en que predominan las haciendas tradicionales, etc.

**Cuadro nº 1**  
**Utilización de los inventarios con el fin de seleccionar terrenos representativos para los estudios de funcionamiento**

## 6. UTILIZACION DE INVENTARIOS LOCALES PARA LA INVESTIGACION SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO

La base misma de los trabajos de campo es la explotación de los inventarios. Se trata de establecer un mapa preciso de las infraestructuras de riego llamado particular o tradicional

El cuadro nº 2 muestra los tipos de documentos utilizados y el avance de los conocimientos en el ejemplo de la ZARI de Puembo-Plifo, localizada 30 km al Este de Quito.

Una vez terminado este trabajo que reúne la explotación de documentos de inventarios y las salidas al campo, confrontando los documentos con las observaciones, se establecen objetivos complementarios e indispensables para la investigación futura:

1. un mapa del riego a escala 1:25.000 en el que se representen las tomas, las acequias, los perímetros y las características de todos esos elementos (por ejemplo: toma rústica, canal de tierra, perímetro de minifundios con dominio del cultivo de maíz-fréjol);
2. un esquema hidráulico de la zona;
3. un archivo de descripción de todos los canales principales (y secundarios si se trata de un perímetro aislado);
4. un archivo de descripción de los perímetros;
5. un plan de encuestas sobre la repartición del agua, (selección del número de encuestados según la importancia del perímetro y muestra de parcelas).
6. una campaña de aforos en la estación seca a fin de diagnosticar la equidad de la repartición del agua.

Tipo de documentos	Utilización
1. Mapa topográfico a escala 1:50.000	Identificación de los límites de la ZARI.
2. Mapa de Estado Mayor a escala 1:25.000	Escala de trabajo considerada indispensable para dar cuenta de los detalles de las infraestructuras.
3. Inventario de los canales de riego realizado en 1978 por personal contratado por el INERHI	Trabajo incompleto, poco confiable, pero que proporciona los nombres de las acequias y da una idea general sobre importancia de las infraestructuras.
4. Memorias técnicas de la agencia provincial del INERHI	Trabajo de buena calidad al ser producto de inspecciones de campo, pero sólo existe para los canales que cuentan con una concesión oficial; proporciona generalmente los caudales derivados y las superficies « bajo influencia » de un canal.
5. Plan quinquenal del proyecto público de riego El Pisque, 1982	Identificación de los sectores regados por el canal moderno revestido.
6. Fotografías aéreas a escala 1:20.000 de 1973 y de 1983	Identificación de las acequias con precisión; identificación de los puntos particulares a verificarse en el campo; identificación de los contornos de los perímetros; determinación de una muestra de parcelas para las encuestas sobre la repartición y la utilización del agua.
7. Catastro a escala 1:25.000 de 1964 para la zona baja situada bajo influencia del canal público El Pisque	Verificación de los trayectos de las acequias; identificación de los canales que han desaparecido.
8. Verificaciones de campo (aproximadamente 10 días de trabajo para una ZARI de 50 km <sup>2</sup> con 5.000 hectáreas regadas en 25 perímetros que reciben agua .	Justificación de los límites de ZARI; confirmación de nombres de canales (un canal lleva a menudo varios nombres); visitas sistemáticas a las tomas de agua; análisis de puntos.

**Cuadro nº 2**  
**Utilización de los inventarios como base de un estudio**  
**sobre el funcionamiento del riego en una ZARI**  
**Ejemplo del trabajo realizado en la ZARI de Puenbo-Pifo en abril-junio de 1987**

## 7. ELABORACION DE UN NUEVO INVENTARIO ADAPTADO, EVOLUTIVO DE LAS ZARI

Afinamos esta operación comenzando por aplicarla a una gran cuenca hidrográfica del Norte de la Sierra, la cuenca del Mira, cuya extensión es de aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>. En ella se encuentran alrededor de cincuenta cuencas unitarias casi todas utilizadas para el riego de las zonas bajas sometidas a un clima a menudo seco o muy seco en el verano.

Obviamente, este trabajo se inspira directamente en la experiencia adquirida en las ZARI representativas, pero la operación deberá desarrollarse más rápidamente y probablemente con pocas verificaciones de campo, al menos en la primera fase del inventario.

En efecto, entra en juego el financiamiento de tal operación, que es forzosamente limitado.

Luego de haber recogido toda la documentación existente en los servicios centrales del INERHI o en las agencias regionales, se procede a la delimitación del conjunto de las ZARI de la gran cuenca hidrográfica.

La validez de los límites depende de la calidad de la información recogida sobre las tomas y las acequias. En ciertos casos, se modificarán tales límites si se observa que canales conocidos inicialmente no son considerados.

Veinte y un ZARI fueron así definidas (julio 1987). Cuatro grupos de trabajo de dos personas cada uno realizan el inventario.

Como en el caso de la ZARI representativa, se trata de elaborar un mapa de localización a escala 1:50.000 que contenga las tomas, los canales y los perímetros. Consideramos que esta escala es la adecuada para el trabajo de inventario sistemático y para el nivel de precisión deseado en la mayoría de las ZARI. Sin embargo, en ciertos casos muy complejos, trabajaremos a una escala mayor, esto es 1:25.000.

Para admitir la existencia de una red, se adoptó el siguiente principio: si tres fuentes diferentes se muestran coherentes, consideramos confiable la existencia de la red. Por ejemplo, un inventario de 1967 indica un canal con su toma y su zona de influencia; luego se encuentra esa red en los documentos de la agencia regional del INERHI que asigna en 1980 la concesión administrativa de la toma con un informe técnico que la justifica; finalmente, el mapa del uso del suelo a escala 1:50.000 confirma la presencia del perímetro regado.

Si no se dispone de esos tres elementos, únicamente se supone la existencia de la red. Hay que buscar una confirmación recurriendo a:

1. La foto-interpretación en base a fotografías aéreas interpretadas en parte por PRONAREG-ORSTOM o a fotografías más recientes en ciertos casos en que se estime que las redes han evolucionado considerablemente (la cobertura utilizada por PRONAREG-ORSTOM data de inicios de los años sesentas): con ayuda del trazado supuesto de la acequia, se busca confirmar su existencia y precisar los contornos del perímetro.
2. Si subsiste una duda sobre la red, se efectuará una visita al campo.

El mapa no es el único resultado de la síntesis de los inventarios. Como en el caso de la ZARI representativa, se obtiene igualmente un esquema hidráulico, fichas descriptivas y de caracterización de las acequias y los perímetros y una ficha de síntesis sobre cada ZARI del nuevo inventario.

En una segunda fase, se ha previsto, si se obtiene el financiamiento correspondiente, proceder a un inventario exhaustivo complementario relativo a:

- por una parte, los datos descriptivos faltantes;
- por otra, los indicadores del funcionamiento definidos durante los estudios de las ZARI representativas.

Este trabajo se efectuará con encuestadores contratados y capacitados especialmente para ello.

Si no hay financiamiento, se trabajará de manera menos confiable, tratando de relacionar, en las ZARI representativas, los indicadores de funcionamiento con los datos estructurales, para efectuar luego la transferencia de los resultados de la investigación a los grupos de ZARI de estructuras equivalentes.

Por supuesto, el primer procedimiento nos parece más aconsejable.

La totalidad de datos estructurales y funcionales será luego computarizada, lo que permitirá un diálogo instantáneo entre las agencias locales y el computador central del INERHI.

## 8. CONCLUSION

Hemos tratado de demostrar que los inventarios son fundamentales cuando se quiere conocer cómo funcionan los sistemas regados en el Ecuador.

Permiten razonar una muestra. Ofrecen el marco de estudio del funcionamiento preciso de las ZARI. Finalmente, la lógica prosecución de tales estudios consiste en buscar la representatividad de los disfuncionamientos descubiertos a través de un nuevo inventario adecuado, en la definición tanto de las unidades espaciales de referencia como del contenido estructural y funcional.

Sobre esta base, el INERHI podrá razonar la elección de proyectos de mejoramiento del riego existente en el Ecuador.

Por otro lado, más allá de la planificación a mediano plazo, el Instituto poseerá un panel de control de la situación del riego en el país con la posibilidad de actualizar la información. También será posible hacer evaluaciones periódicas.

Además, para la investigación, la base de datos podrá ser explotada de diversas maneras. Así, si se desean seleccionar las ZARI o las acequias según dos criterios preestablecidos — zona de minifundios, anomalías del funcionamiento del turno de agua, por ejemplo —, se obtendrá una representación bastante completa del conjunto del país pudiéndose proseguir investigaciones sobre el tema considerado.

## ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

- DELAUNAY, D., 1986. *Demografía en el Ecuador: una bibliografía; poblaciones de las parroquias, Ecuador 1950-1982*, Documentos de Investigación, serie Demografía y geografía de la población, nº 1 y 2, CEDIG, Quito, 67 p.
- FAUROUX, E.; RAMOS, M. et al., 1979. *Diagnóstico socio-económico del medio rural ecuatoriano. Formación de las estructuras agrarias en el Ecuador. Metodología*, MAG-ORSTOM, Quito, 95 p. polig.
- FAUROUX, E.; RAMOS, M. et al., 1979. *Diagnóstico socio-económico del medio rural ecuatoriano. B. ZSEH de la Costa, C. ZSEH de la Sierra*, MAG-ORSTOM, Quito, 2 vol., B 194 p., C 178 p., polig.
- GONDARD, P. 1984. *Inventario y cartografía del uso actual del suelo en los Andes ecuatorianos*, MAG-ORSTOM-CEPEIGE, Quito, 92 p., fig., cart., fot., biblio.
- GONDARD, P. 1985. L'utilisation des terres dans les Andes équatoriennes. De l'inventaire à la dynamique des transformations, in *Car. Rech. Dévt.*, nº 6, abril 1985, Montpellier, p. 45-54.
- INAMHI, 1960-1987, Datos de las estaciones meteorológicas e hidrológicas.
- INERHI, 1966 à 1987, Inventarios de las tomas y acequias (cobertura incompleta y de calidad variable), INERHI, Quito.
- INERHI, 1966 à 1967, Memorias técnicas para la concesión de caudales realizadas por las agencias regionales.
- INERHI-CEDEX, 1987. Resultados obtenidos por el Plan Nacional de Recursos Hídricos en el marco de su colaboración con el CEDEX, INERHI, Quito.
- INERHI-ORSTOM, 1987. *Choix des micro-bassins d'étude dans la Sierra. 1<sup>ère</sup> partie : choix des zones agricoles et vérification de leur représentativité*, documento provisional, INERHI-ORSTOM, Quito.
- POURRUT, P.; CADIER, E., 1976 à 1986. *Études hydrométriques et hydrogéologiques préliminaires (ríos Pastaza, Chimbo, Chanchán, etc)*; otros estudios : *L'eau en vue de l'irrigation*. MAG-ORSTOM, Quito.
- SUÁREZ, E.; VERA, D.; ENDARA, J.; ARIAS, E.; BERNARD, A.; PRONAREG, 1978. *Diagnóstico socio-económico del medio rural ecuatoriano, A. Producción agrícola; B. Productividad agrícola; C. Insumos agrícolas; D. Calendario agrícola*, doc. nº 4, MAG-ORSTOM, Quito, 4 vol., A 294 p., B 397 p., C 517 p., D 528 p. polig.
- VERA ALARCÓN, D.; PORTAIS, M., 1979, *Delimitación de las zonas agrícolas para la programación integral (ZAPI) 1. Costa 2. Sierra*. PRONAREG-ORSTOM, MAG, Quito, 391 p.
- LE GOULVEN, P.; RUF, T ; RIBADENEIRA, H., 1987. *Méthodologie générale et détails des opérations du projet INERHI-ORSTOM*, INERHI-ORSTOM, Quito, 91 p. + an.

## **CARTOGRAFIA**

### **Trabajos de PRONAREG-ORSTOM a escala 1:200.000**

Mapas de síntesis de los estudios hidro-meteorológicos  
Mapas del uso del suelo y de las formaciones vegetales (síntesis) para la Sierra  
Mapas de las formaciones vegetales y del uso del suelo para la Costa

### **Trabajos de PRONAREG-ORSTOM a escala 1:50.000**

Mapas del uso del suelo para la Sierra

### **Otros**

Mapas de los proyectos públicos de riego del INERHI  
Mapas de los límites parroquiales y cantonales  
Mapas que acompañan a ciertos inventarios de infraestructuras de riego

**In :**  
**Les Cahiers de la Recherche Développement**  
**n° 29, marzo de 1991, pp 30-44.**  
**Centro Internacional de Investigación Agronómica**  
**para el Desarrollo,**  
**DSA/CIRAD, Montpellier, 1991.**

## **DINAMICAS DE LOS ANTIGUOS SISTEMAS AGRARIOS REGADOS : REPRESENTACIONES SINCRONICAS Y DIACRONICAS.**

### ***El ejemplo de Urcuquí en el Ecuador***

por Jean-Luc SABATIER\*, Thierry RUF\*\* y Patrick LE GOULVEN\*\*

#### **Resumen**

*Las redes antiguas de riego representan en el mundo cerca de la mitad de las superficies regadas y la mayoría de los campesinos que utilizan el riego producen utilizando esos canales a veces milenarios. Abandonadas por el desarrollo moderno, desconocidas por los investigadores, tales redes presentan gran cantidad de dificultades de funcionamiento. La rehabilitación de esos sistemas parece constituir un tema mayor para el desarrollo agrícola de los próximos decenios.*

*Investigadores comprometidos en una reflexión sobre la rehabilitación de redes de montaña en el Ecuador dan cuenta de la complejidad de sus disfuncionamientos y proponen medios de acción para comprender su evolución combinando un análisis diacrónico de las redes con una representación sincrónica de los sistemas agrarios.*

*Previamente, se realizó la modelización de un sistema agrario regado local con el objetivo de promover una negociación relativa al cambio técnico y social entre los participantes en la rehabilitación, los organismos que manejan el agua y las asociaciones de campesinos.*

**Palabras claves :** Modelización - Hidráulica agrícola - Manejo del agua - Economía - Rehabilitación - Andes - Ecuador.

---

\* CIRAD-CNEARC  
\*\* ORSTOM

## Résumé

*Les réseaux d'irrigation anciens représentent dans le monde près de la moitié des superficies irriguées et la majorité des paysans utilisant l'irrigation produisent sous ces canaux au passé parfois millénaire. Délaissés par le développement moderne, méconnus des chercheurs, ces réseaux connaissent pour une grande part des difficultés de fonctionnement. La réhabilitation de ces systèmes semble constituer un thème majeur pour le développement agricole des prochaines décennies.*

*Des chercheurs engagés dans une réflexion sur les réhabilitations de réseaux de montagne en Équateur témoignent de la complexité des dysfonctionnements, proposent des outils pour comprendre les évolutions en combinant une approche diachronique des réseaux et une représentation synchronique des systèmes agraires.*

*Une modélisation d'un système agraire irrigué local a été réalisée ex-ante dans le but de promouvoir une négociation sur le changement technique et social entre les partenaires des réhabilitations, administrations de l'eau et associations de paysans.*

**Mots clefs :** Modélisation - Hydraulique agricole - Gestion de l'eau - Economie - Réhabilitación - Andes - Equateur.

## Abstract

*Nearly half of irrigated areas in the world are supplied by old irrigation networks, and the majority of farmers using irrigation use canal which are sometimes up to a thousand yearsold. These systems are not concerned by modern development and little-known by researchers and experience considerable operating difficulties. The rehabilitation of these systems would appear to be a major topic for agricultural development in the coming decades.*

*Researchers investigating the rehabilitation of mountain networks in Ecuador report the complexity of the malfunctioning, propose methods for understanding evolution by combining a diachronic approach to the networks and synchronic representation of the agrarian systems.*

*A local irrigated agrarian system was performed to promote negotiation concerning technical and social change between those concerned in rehabilitation, water agencies and farmer's associations.*

**Key words :** Modelling - Agricultural hydraulics - Water management - Economics - Rehabilitation - Andes - Ecuador.

## INTRODUCCION

### **De la rehabilitación de sistemas antiguos de riego...**

La rehabilitación de los sistemas antiguos de riego constituye el ejercicio más difícil en materia de innovación agrícola. Exige un esfuerzo de comprensión y de representación de lo existente sin precedentes. Ahora bien, las políticas correspondientes apuntan a menudo a hacer tabla rasa del pasado. Actualmente, rehabilitar es ante todo borrar lo antiguo.

Sin embargo, rehabilitar en el sentido etimológico, no sólo es renovar sino también reestablecer los derechos de un grupo de personas, lo que impone interesarse por lo menos en su historia.

Rehabilitar es ante todo reconocer que hay crisis de reproducción de un sistema y no simple crisis de adaptación, ya que tal sistema no puede evolucionar solo, por sus propias fuerzas, sin avanzar rápidamente a la destrucción. Un sistema regado es, en efecto, una construcción social, históricamente constituida. La red que lo sostiene, incluso compleja, adquiere, evidentemente, su inteligibilidad a través de su historia. Esta lectura esencial permite un análisis no reductor y confiere al espacio regado su significación real: espacio en el que intervienen múltiples factores, antiguos y complejos, cuyo aspecto actual es sólo una etapa de transición de una crisis antigua a una nueva crisis esperada y temida.

Pero si bien la investigación histórica diacrónica permite una aproximación a la evolución de esa complejidad, no tiene la función de desarrollar una teoría de la rehabilitación.

A pesar de los discursos, hay que reconocer que se avanza a tientas y que es necesario aplicar otras formas de representación en donde no faltan las contradicciones teóricas, pero que tienen la virtud de ser simples y a veces eficaces.

En particular, un sistema regado es un sistema agrario local o regional cuya representación sincrónica siempre es posible. El investigador puede intentar entonces una modelización cuya finalidad es, en base a la simulación de la sensibilidad de los parámetros de funcionamiento del sistema agrario inicialmente muy simplificado, captar sus márgenes de evolución: movilización del trabajo, creación de condiciones artificiales en el medio, rotación de cultivos, relaciones agricultura-ganadería, niveles de producción, de consumo, de intercambios. La validez de los resultados depende evidentemente de la calidad del modelo.

A partir de la síntesis de estos dos análisis, diacrónico y sincrónico, se puede esperar mostrar soluciones particulares a un problema de rehabilitación, o, en otros términos, buscar las innovaciones posibles y necesarias que permitirán al sistema en cuestión superar la crisis actual, e incluso prevenir una nueva crisis, con todas las reservas teóricas que pueden emitirse en cuanto a este tipo de análisis.

En este trabajo, basado en el conocimiento de la historia de una red de la cual sólo proporcionaremos una visión sumamente fragmentaria y en un modelo lineal, buscamos simular la influencia en el manejo del agua ya sea de cambios e innovaciones o de crisis: impacto posible de nuevas dotaciones en los sistemas de producción. Estos resultados técnicos son relacionados luego con las dinámicas sociales identificadas.

## DEFINICION DE LOS CONCEPTOS Y PROBLEMAS DE REPRESENTACION DE ANTIGUOS SISTEMAS AGRARIOS REGADOS

### **Teoría de los sistemas de riego restringido en tanto que sistemas sociales de manejo del agua**

**Sistema agrario:** sistema de explotación de la Naturaleza, históricamente constituido para satisfacer las necesidades de una población en una época dada (Mazoyer, 1985)

**Sistema regado:** situación particular en donde la creación de condiciones artificiales en el medio permite disminuir considerablemente los riesgos climáticos

**Sistema antiguo de riego:** sistema en el que la fase principal de creación de condiciones artificiales está terminada, impulsada en el marco de relaciones socio-económicas precapitalistas, por una autoridad social de ordenamiento

**Red de riego:** resultado de la cadena operacional que transforma el agua de lluvia en agua de riego y que comprende siempre recolección, transporte, distribución y aplicación del agua; al interior de la red, la división social del trabajo es generalmente marcada entre producción de agua y utilización

**Sistema de riego restringido:** situación en la que, por múltiples razones, la red no ocupa todo el espacio utilizable para la producción agrícola.

Un sistema regado es considerado desde hace tiempo como la respuesta común a una explosión del factor demográfico (Boserup, E.), tomando como modelo las sociedades de Asia del Sur (India y Pakistán): la innovación forzada. Dicho modelo no estaba sustentado por visión histórica alguna, pero tenía el mérito, luego del fracaso de las revoluciones ecológicas, de remitir a la reflexión de autores que habían estudiado el tema. En particular, Wittfogel hacía, en 1930, un aporte fundamental al estudio de las sociedades hidráulicas. Retomando los trabajos de Marx sobre el modelo de producción asiático, describía a las sociedades hidráulicas como formaciones sociales despóticas. Tales sociedades (China, Egipto, Sumer) reposan en un poder central fuerte, importantes masas trabajadoras y castas de especialistas dependientes del poder central, elegibles y revocables.

Históricamente, los poderes centrales han tratado de extender su influencia mediante el derecho, las obras hidráulicas cada vez más complejas o incluso a través de la conquista de sistemas hidráulicos periféricos (imperio Inca, Reino de Açoka en Sri Lanka). Esas sociedades han resistido por largo tiempo al modo de producción capitalista dominante.

No se puede trasponer el análisis de Wittfogel a los sistemas de riego restringido por la inexistencia de un despotismo institucional. Sin embargo, planteamos la hipótesis de que todas las sociedades que disponen de un patrimonio hidráulico antiguo experimentaron en su pasado una transición asiática que constituyó la primera etapa de edificación hidráulica: señorío feudal en Francia mediterránea y Cataluña en los siglos XI y XII; encomienda española a comienzos de la colonización en el Ecuador.

La originalidad de la tesis de Wittfogel no es la visión despótica sino la posibilidad de refutar el modelo agrícola de desarrollo de la hidráulica. Tal vez el origen de esta última no se situaría en las estrictas contingencias de la producción agrícola sino en el encuentro de dos mundos desconfiados, hostiles a veces: ciudad-campo, señor-campesino, etc. que todo opone pero que van a cooperar estrechamente por la alquimia de los procedimientos y los reglamentos. Por ello, también es importante comprender la fase inicial de creación de las redes, la misma que establece, en general, un derecho escrito al que se referirán todas las partes involucradas en los futuros conflictos de utilización de las aguas.

Las etapas de evolución son otras tantas claves de comprensión que es difícil eludir. El problema central no es el de la evolución de las prácticas de riego, tan interesante en el plano etnográfico, sino la evolución de las dotaciones y de la distribución, reflejo de las relaciones sociales de producción. Se trata, por ejemplo, de saber cuándo y cómo se pasó de una distribución del agua de tipo « clásico » a un turno de agua racional que marca la individualización de los procesos de producción. ¿Qué es lo que hace, como lo dice G. Bédoucha, que el agua sea « la amiga del poderoso »?

Se puede esquematizar un sistema regado como un sistema social de manejo del agua que se apoya en:

un conocimiento hidráulico y económico (evaluación del recurso, captación, transferencia, red, repartición, aplicación, necesidades de agua de los cultivos, frecuencia, trabajo);

una división del trabajo entre los encargados de producir regando y los actores encargados de llevar el agua en las mejores condiciones;

una autoridad hidráulica cuyas funciones son : registro de derechos de agua, transmisión de derechos, policía del agua, mantenimiento hidráulico, reparto de las responsabilidades (en trabajo y financieras).

Esta autoridad, al representar los principios de la democracia hidráulica, aplica a todos el reglamento contractual :

las reglas son equitativas, limitantes, garantizando al mismo tiempo márgenes de libertad y de adaptación

se rechaza la concentración de los derechos

la demanda social de agua puede evolucionar (nuevas orientaciones agrícolas, nuevos actores) y determinar una renegociación de los modos de acceso al agua

la oferta de agua puede disminuir y suscitar una repartición equitativa del déficit

la autoridad hidráulica puede ser revocada si no cumple con sus funciones.

Si bien el sistema trata de minimizar el riesgo hidráulico en un momento dado, como se precisaba en la primera definición, no sucede necesariamente lo mismo al inicio. En la Edad Media, se construyeron canales para los molinos y la fuerza hidráulica (derecho de agua: molino en catalán); la utilización de los mismos para el riego es posterior.

El riego, incluso restringido, es ante todo esa « construcción social » citada anteriormente, que obedece a reglas antiguas, nunca totalmente fijas sino que evolucionan en el seno de relaciones sociales de producción estables. En las sociedades precapitalistas, tal construcción social revestía la forma de una institución comunitaria, con una división de las tareas entre los productores que practicaban el riego y los responsables de la reproducción hidráulica, contratados frecuentemente entre la élite campesina, al servicio de un grupo de poderosos, como en las formas despóticas de las sociedades asiáticas.

Esa institución garantizaba al usuario su derecho y la realización práctica de dicho derecho. Por ello, era reconocida como autoridad social y como tal, podía exigir un trabajo o una parte de la producción, la misma que estaba prevista para servir a la reproducción e incluso a la ampliación del sistema.

#### **Una clasificación de los antiguos sistemas agrarios regados**

Se basa en una primera aproximación a una tipología geográfica según los siguientes criterios :

la geomorfología (montañas, llanuras aluviales, deltas, etc.) y la hidrografía (regímenes torrenciales, fluviales con crecida, cursos de agua y utilización de los recursos subterráneos)

los climas (zonas áridas, semi-áridas, estación seca particular en una zona de fuerte pluviometría)

la amplitud de las redes de riego constituidas (manejo del agua más o menos complejo para la movilización, el transporte, la repartición, la distribución)

la antigüedad de los sistemas (tecnologías de riego, organizaciones sociales, reglas de funcionamiento)

la situación demográfica actual

los tipos de agricultura (campesina, grandes unidades de producción, integrados en mayor o menor medida a los mercados regionales, nacionales, mundiales).

#### **Una hipótesis de disfuncionamiento**

La vida de un sistema de riego evoluciona frecuentemente hacia una saturación relativa del recurso, debida a :

demandas sociales de nuevos actores, que complejizan la aplicación de las antiguas reglas y aumentan los riesgos de disfuncionamientos

la individualización de los procesos agrícolas de producción y de decisión, que entra en contradicción con la estructura comunitaria de manejo de la red.

El proceso de saturación es complejo. La demanda de nuevas reglas corresponde a menudo a cambios fundamentales de polos de especialización entre cultivos de ciclo corto con necesidad de riego frecuente y cultivos con necesidades radicalmente diferentes. Se acompaña en general de fuertes crisis y numerosos juicios.

La hipótesis en que se basan nuestras investigaciones puede formularse de la siguiente manera :

el manejo de los antiguos sistemas de riego se ha establecido bajo relaciones sociales precapitalistas, en condiciones demográficas diferentes a las actuales

ha estado sometido a los cambios agro-económicos ligados a la integración de las economías campesinas a los mercados mundiales, y a los procesos de individualización de las explotaciones familiares campesinas

reposa actualmente en parte en autoridades burocráticas que establecen nuevas reglas de derecho sobre las aguas.

Esto se traduce en la aparición de disfuncionamientos (conflictos, crisis...):

en la movilización del agua (competencia por los recursos)

en el mantenimiento de las obras para garantizar las transferencias de agua previstas (participación de las partes involucradas con esfuerzos de trabajo y capital)

en la repartición de las dotaciones entre grupos, perímetros (justicia en las reglas de dotación y formas de incumplimiento)

en la distribución al interior de un perímetro (reglas de turno de agua y cumplimiento de las mismas).

El conjunto de riesgos de disfuncionamientos en el manejo de las redes conduce a los agricultores, según su situación (trayectoria), a tomar decisiones estratégicas: elección de sistemas de cultivo (dada la obligación eventual de rotación de cultivos, en lo que el medio externo al entorno campesino puede jugar un papel fundamental, como por ejemplo: campesino en aparcería, imposición de una parcela colectiva de cultivo, imposición de un cultivo de renta, etc.).

# I - REPRESENTACION DE LOS SISTEMAS AGRARIAS

## 1.2. Los problemas de representación

La representación de sistemas agrarios se basa generalmente en métodos descriptivos a veces sumamente densos en cuanto a la obtención de los datos y al procesamiento de la información. El diagnóstico desemboca en una representación ilegible (grandes cuadros y esquemas de funcionamiento), no cuantitativa ni operacional: es difícil tomar decisiones en base a la lectura de esos documentos. A veces, la representación es simplificada a fin de hacerla legible, pero la caricatura resultante apenas refleja la importancia del dispositivo de investigación y obtención de la información, o bien, si ese fuera el objetivo, no justifica probablemente un dispositivo tan denso.

El enfoque diacrónico completa, e incluso precede, al análisis sincrónico. Las fuentes de información se encuentran en diferentes archivos históricos regionales y locales. El método de investigación se basa en un muy buen conocimiento del sistema agrario actual adquirido mediante encuestas y observaciones de campo (asociadas a consultas bibliográficas y a las técnicas disponibles, como los elementos descriptivos del medio físico, del clima, etc.). Se busca luego en la documentación antigua una situación de referencia, de la cual se dispone de suficiente información. En la medida de lo posible, la situación ideal es la reconstrucción del sistema agrario anterior a las obras hidro-agrícolas. Se busca entonces reconstruir las etapas de los sistemas, cuyo desarrollo no es « lineal » sino el reflejo de la sucesión de crisis, de reestructuraciones y de fases de cruce.

La finalidad de este ejercicio es por supuesto la representación más clara y más exacta posible del sistema agrario regado (tecnologías, relaciones sociales, productividad, repartición del excedente).

Una modelización de carácter económico tiene la ventaja de la simplicidad incluso si no es capaz de reflejar todos los comportamientos sociales.

Más específicamente, la modelización de la economía en un sistema agrario tiene como meta, conociendo las bases técnicas y económicas de la agricultura practicada, dar una imagen dinámica de tal sistema en el marco de intercambios en parte monetarizados. El modelo apunta a cuantificar las actividades básicas (producción, consumo, ventas, intercambios de trabajo, de productos) encontrando el equilibrio económico local actual.

Su utilidad consiste en establecer los efectos inducidos por cambios progresivos de las condiciones de producción, en el presente caso la intervención en la satisfacción de las necesidades de agua. Sin embargo, la escritura del modelo permite modificar y actualizar los parámetros (agregar una actividad nueva, redefinir los costos y precios unitarios, crear nuevas limitaciones o reglas, etc.). Por la cuantificación y su aspecto dinámico, la modelización es una representación del sistema agrario que posibilita el diálogo y sustenta la toma de decisiones.

Pero no es simplemente un artefacto.

El estudio de los sistemas agrarios de economía campesina se basa en general en la caracterización de los grupos sociales homogéneos y antagonistas, y corresponde al campo de la antropología social. A las sociedades campesinas estaban asociados otrora particularismos ideológicos — *Part society part cultures* (Kroeber) — lo que hacía percibir al análisis económico como inoperante tratándose de las sociedades campesinas.

Actualmente, economistas y antropólogos concuerdan en la definición de sociedades campesinas de transición — « Peasants are seen as representing a fraction from relatively dispersive, isolated and self sufficiency communities toward fully integrated market economies » (Frank Ellis). Así, el modelo económico forma parte de las representaciones antropológicas posibles.

Esta idea es importante en la economía neoclásica aunque también ya en Chayanov quien, a través de las múltiples trayectorias de la vida de una unidad de producción, examina no sólo los ajustes internos al entorno económico — acceso al trabajo, a la tierra, al capital, tesorería, etc. — sino también la trayectoria social y la opción de los individuos.

La economía clásica y neoclásica ha desarrollado ampliamente la idea a través de los conceptos de costo, oportunidad y ventajas comparadas.

En Marx, la oposición antropología-economía es superada por la noción de relaciones sociales de producción. Todo cambio social y/o cambio técnico nace de la contradicción entre el desarrollo de las fuerzas productivas y la evolución de las relaciones sociales de producción. El cambio no se produce sino al agotarse las combinaciones de todas las fuerzas productivas al interior de las antiguas relaciones de producción (límite posible para la actividad de producción de uno o varios grupos sociales).

Este enfoque es bien conocido por los economistas como un problema de asignación de los recursos con « severas limitaciones ». La programación lineal es entonces un método operacional para estudiar la asignación de recursos entre unidades de producción-consumo cuando los insumos son limitados en cantidades físicas (P. Ellis, p. 37).

La construcción matemática de la programación lineal implica que las funciones de producción sean lineales. Fija el nivel de producción en función del factor más limitante: tierra, agua, capital, trabajo. Estos dos puntos presentan varios inconvenientes: por una parte, las respuestas a los estímulos biológicos son rara vez lineales; por otra, no se sabe realmente cuándo el trabajo se transforma en factor limitante en la economía campesina. La modelización es inevitablemente somera.

Siempre se puede rechazar implícitamente la función de maximización del programa lineal argumentando que el beneficio no es el motor de la economía campesina: se pueden entonces fabricar otras funciones de utilidad (maximizar stocks alimentarios o consumos sociales, introducir objetivos de los aparatos estatales, etc.).

Nos podemos igualmente preguntar en qué radica el interés de no representar en el modelo los diferentes actores del sistema agrario (el modelo de Urcuquí toma en cuenta trabajadores jornaleros y unidades de producción informales). A nuestro criterio, sería ilusorio pretender sistematizar todas las relaciones sociales de producción a través de un programa lineal, y si bien existen evidentemente conflictos en el acceso a los recursos, los límites de producción en una sociedad de relaciones de producción establecidas siguen siendo rigurosamente los mismos.

En otros términos, el procedimiento nos permite conocer, en universo cierto (precios, mercado), el efecto del cambio técnico en el excedente, pero no la distribución social de tal excedente analizada por otros métodos. Este modelo se revela como un instrumento evolutivo en su concepción (se puede mejorar su construcción a medida que se adquieran más conocimientos sobre la región) y en su utilización (es posible actualizar las simulaciones en función de las nuevas circunstancias). Sin embargo, en caso de cambio del sistema agrario, de ruptura de las relaciones de producción, de cambio demográfico brutal, etc., se debe construir un nuevo modelo.

## 2. El modelo propuesto para Urcuquí (figura 1)

Los tipos de actividad son:

- actividades de producción vegetal (ejemplo: cultivo extensivo de maíz);
- actividades de producción animal (ejemplo: crianza de cerdos);
- creación de condiciones artificiales del medio (ejemplo: riego);
- actividades de intercambios económicos: autoconsumo, ventas y compras (ejemplo: de cereales alimentarios);
- actividades de la población: trabajo agrícola o exterior, migración, etc.

Cada actividad tiene un costo unitario si representa un gasto que incide en los gastos de producción, o un precio unitario si contribuye al ingreso agrícola.

Cada una « consume », « produce », está « limitada » por condiciones de funcionamiento e interviene en balances de funcionamiento del sistema agrario.

Estas nociones son traducidas por los « insumos », definidos para construir la matriz del modelo (ver anexos): agua, tierra, capital.

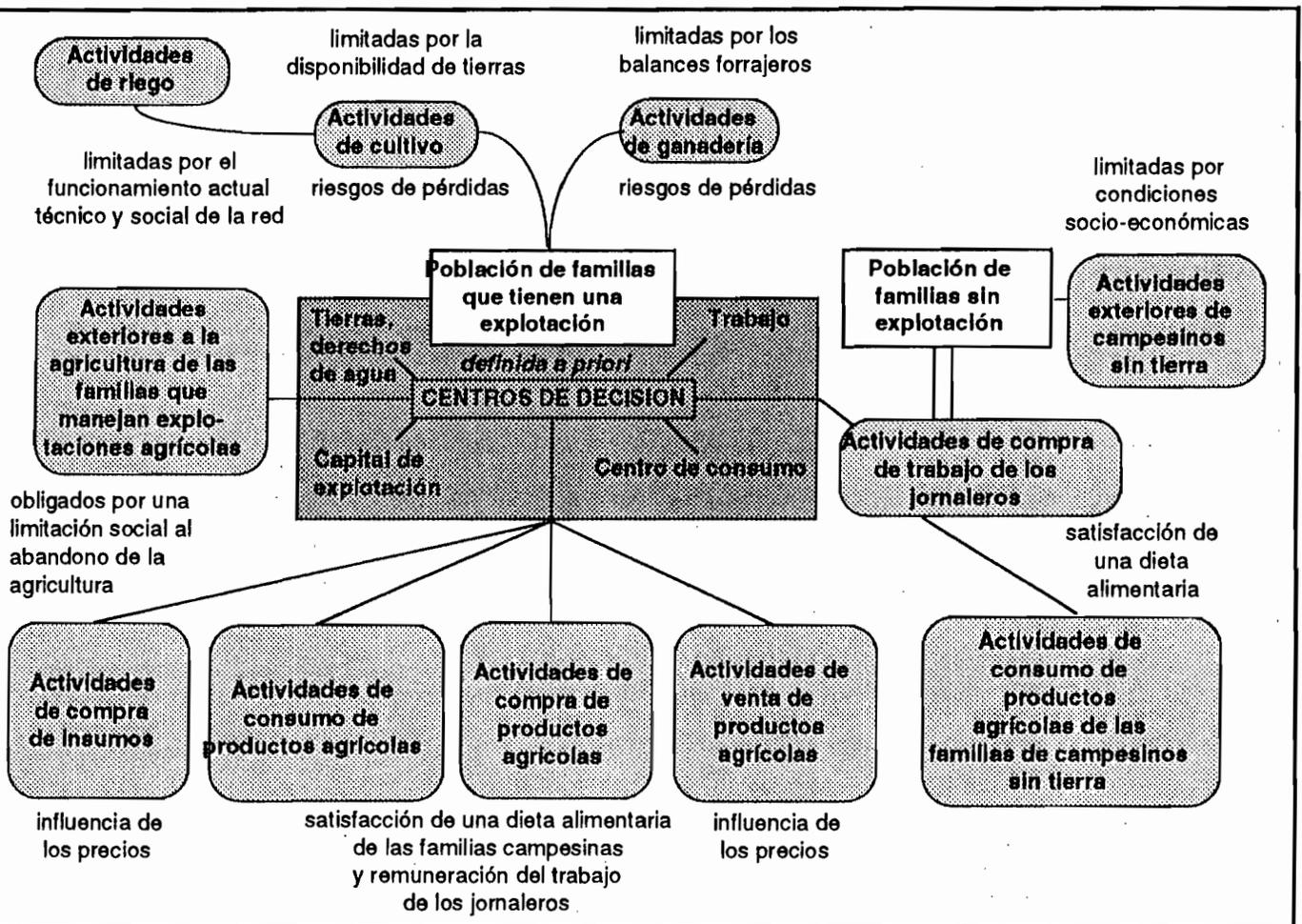


Fig. 1 - Esquema general de la modelización de un piso agro-ecológico

Además, se asocia a las diferentes actividades de producción vegetal del modelo un riesgo empírico ligado a los problemas de riego en verano (riesgo de interrupción de servicios, riesgos ligados a la duración de los turnos de agua, etc.), a la incertidumbre de los mercados, a las calamidades agrícolas. Tal riesgo es expresado en proporción de las superficies afectadas y en pérdidas financieras (pérdidas globales de cosecha). Asimismo, se estableció un riesgo para la producción animal (proporción de unidades animales afectadas y pérdidas por esos incidentes de producción).

Se busca optimizar el modelo, es decir encontrar la mejor combinación de actividades en base a una opción económica previa, la de maximizar el ingreso agrícola de la población garantizando al mismo tiempo su alimentación.

Sin embargo, hay que respetar ciertas condiciones como los límites de las superficies disponibles, las dotaciones de agua de riego existentes, las disponibilidades de trabajo. Para dar cuenta de los equilibrios que rigen el « modelo agrario », se calculan balances de las rotaciones de cultivos, de las necesidades hídricas, del trabajo, de las compras de insumos, de la satisfacción de la dieta alimentaria, de la utilización de los productos.

## II - EL EJEMPLO DEL SISTEMA DE URCUQUÍ EN LOS ANDES ECUATORIANOS

### 1. Presentación del sistema agrario de Urcuquí

Los sistemas agrarios regados andinos del Norte del Ecuador se caracterizan por:

- un clima tropical de altitud de dos estaciones secas, cuya pluviometría varía de 300 a 1.000 mm del piso subtropical (1.500-2.200 m) al piso templado (2.200 - 2.800 m) y al piso frío (2.800 - 3.200 m); a 2.000 m de altitud, un análisis frecuencial de la lluvia revela un déficit hídrico mensual comprendido entre 70 y 100 mm durante todo el año (ver anexo 1); sin embargo, los períodos de febrero-marzo y octubre-noviembre se pueden considerar como subhúmedos ( $P > ETP/2$ ) y ayudan a la realización de siembra pluvial; el riego, en el piso templado, es un riego de complemento; está asegurado por la reserva en agua que constituyen los páramos de las cuencas de altitud regadas regularmente (Ambi, Huarmihuaycu y Cariyacu) ;
- un relieve de altiplano volcánico estructurado por dos cordilleras y entallado por una red hidrográfica torrencial agresiva con creación de gargantas que aislan a los territorios agrícolas, constituidos sobre andosols (textura ligera) ;
- la presencia de numerosas y densas redes de riego que derivan caudales de algunos litros a unos cuantos cientos de litros por segundo, a partir de torrentes con regímenes inciertos ;
- un inicio antiguo de las obras; la fase inicial de construcción se sitúa en la segunda mitad del siglo XVI; en el caso de los primeros canales, las obras se prosiguieron hasta el siglo XX ;
- una fuerte densidad demográfica en el piso templado (del orden de 300 habitantes por km<sup>2</sup>), mediana en el piso subtropical (100 hab/km<sup>2</sup>) y baja en el piso frío (60 hab/km<sup>2</sup>); indios, descendientes de españoles, negros y mestizos forman una población heterogénea que trabaja en diversas estructuras de explotación: minifundios, pequeñas explotaciones y haciendas .

El sistema agrario es captado a nivel de un espacio acondicionado coherente, la zona de análisis y recomendaciones para el riego (ZARI), que es la unidad espacial de movilización, de transporte y de utilización del agua de riego; el espacio de la demanda de agua (Ruf, Le Goulven, 1987). La ZARI está constituida históricamente, como espacio social de producción del riego.

### 2. Situación actual del sistema agrario

La ZARI de Urcuquí comprende los tres pisos bioclimáticos. El pueblo, habitado por campesinos mestizos, se encuentra en la zona templada, a 2.300 m de altitud.

Aproximadamente 225 familias campesinas utilizan una superficie de alrededor de 320 ha en donde practican un policultivo asociado en mayor o menor medida a la ganadería. Por otra parte, en este piso, haciendas y pequeños propietarios de fincas explotan aún cerca de 400 ha regadas por diversos canales, a menudo en forma de pastizal, y 200 ha en seco en donde se intenta un cultivo de maíz muy riesgoso.

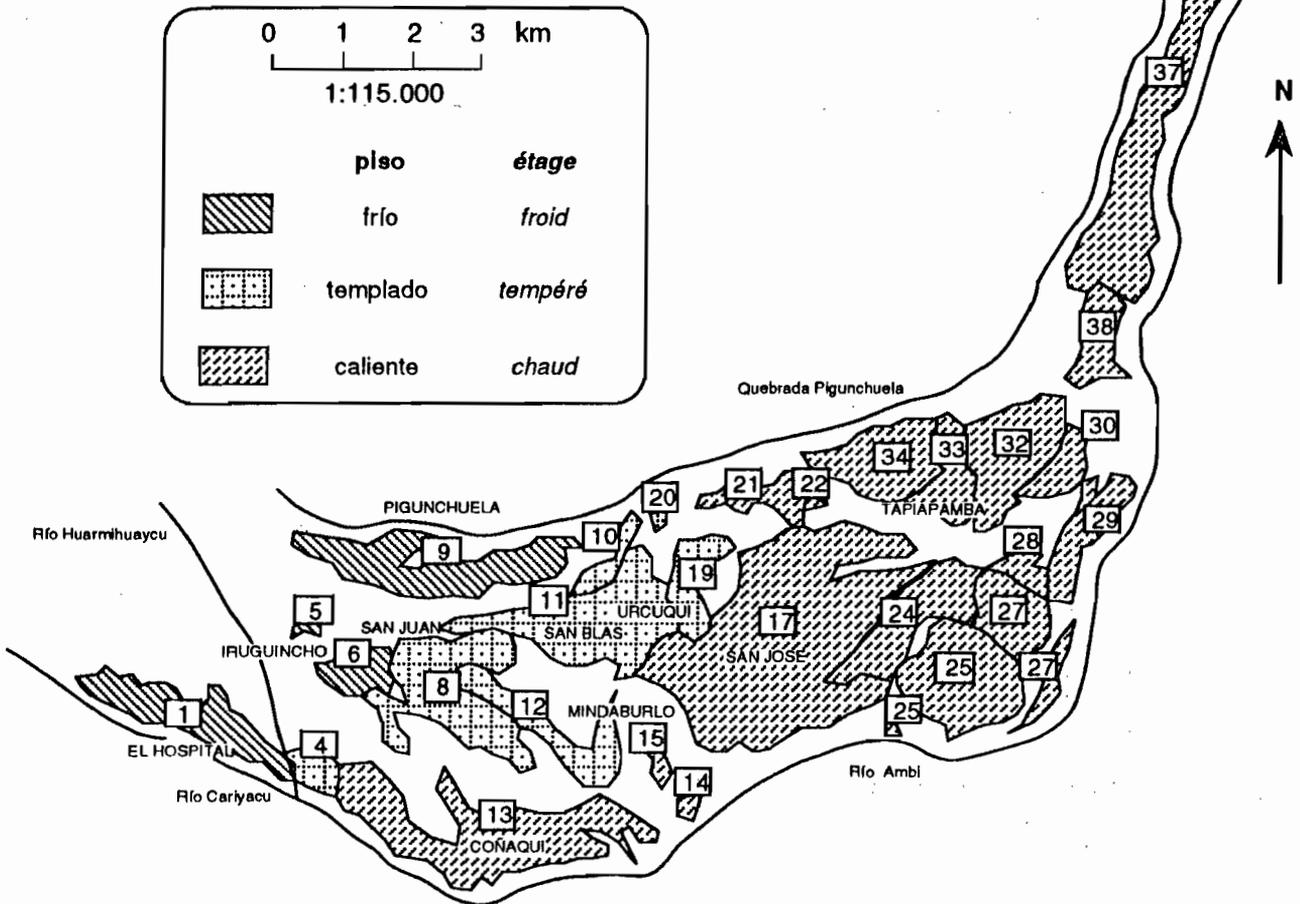
Por encima del perímetro del pueblo, una población mestiza e india vive en el piso frío (1.000 ha en seco y 500 ha que pueden regarse gracias a pequeños canales).

Una reserva forrajera de 1.000 ha de pastos de altitud elevada existe por encima del espacio cultivado (páramo). El sistema de explotación dominante es la hacienda de ganadería bovina extensiva.

Por debajo del pueblo de Urcuquí, se extiende una vasta zona subtropical de 3.300 ha regadas y explotadas por grandes haciendas de caña de azúcar y ganadería.

Ellas disponen de canales de riego propios : algunos atraviesan la zona templada, otros provienen directamente del río Ambi (canales que siguen las curvas de nivel y cuyas tomas se sitúan lejos aguas arriba, e infraestructuras de una cierta amplitud, túneles, acueductos, etc.).

**Mapa de repartición de los perímetros dentro de los pisos agro-ecológicos**  
**Carte de répartition des périmètres selon les étages agro-écologiques**



**Mapa 1**  
**Plano de situación de la ZARI de Urququí, espacio social del sistema hidro-agrícola desde 1582 hasta nuestros días**

**3. Representación diacronica del sistema agrario de Urququí**

Desde el inicio de las obras hasta nuestros días han pasado cuatro siglos. Fue en la segunda mitad del siglo XVI cuando en el Norte de los Andes ecuatorianos, colonos españoles (frecuentemente jesuitas), jefes indios (caciques) y ciertas comunidades establecieron los primeros sistemas hidráulicos consecuentes (canales que transportan el agua a grandes distancias) concentrando sus esfuerzos en la alta cuenca del río Huarmihuaycu llamado luego Carihuaycu. Entre las haciendas mismas, y con los lugareños, se desarrolló una especie de carrera a la apropiación de los recursos de estas fuentes, hasta el agotamiento de las disponibilidades de estiaje. Los conflictos se referían tanto a la movilización del agua y al derecho de abrir una toma aguas arriba de un sistema existente, como a los trazados de canales y al reconocimiento de los derechos de cada uno sobre tal o cual aporte.

El canal del pueblo de Urququí fue establecido en 1582 por 115 familias indias, de las cuales algunas eran nobles (caciques), apoyadas por el cura español. Desde 1586, estalló un primer conflicto entre el pueblo y colonos españoles, que se resolvió repartiendo derechos en beneficio de estos últimos, a cambio de la responsabilidad del mantenimiento del canal de 15 km de largo.

En el siglo XVII, un nuevo conflicto surgió entre el pueblo y un capitán español que trató de apropiarse de la aguas del canal llamado de Caciques.

No es sino a fines del siglo XVIII que la casi totalidad del caudal pasa a ser propiedad de dos grandes haciendas, mientras que el pueblo sólo conserva el agua pasando un domingo, para uso doméstico. A inicios del siglo XX, los lugareños hacen valer sus antiguos derechos (minutas judiciales de los juicios pasados) pero los pierden en 1927. Finalmente, con el apoyo de intelectuales originarios del pueblo y establecidos en Quito, obtienen la restitución de los mismos en 1945.

En base a una regla de repartición proporcional de la superficie (3 horas por hectárea para un regador de 33 litros por segundo), los jefes de familia suscribieron, en función de su riqueza y de la confianza en la perennidad de los derechos sobre el canal de Caciques, un derecho o un semi-derecho por parcela. Las familias de caciques conservaron su antiguo derecho (pasando un domingo). La Junta de Aguas, de muy reciente creación y encargada de garantizar el contrato social relativo al agua, se apoyó en un ingeniero de la administración (Caja Nacional de Riego) para establecer un turno de agua (1948), delegando a los aguateros el cuidado de hacer respetar los derechos de cada uno. Con el paso de los años, la situación evolucionó hacia un alargamiento del turno de agua (de 21 a 25 días en lugar de los 14 previstos inicialmente). Entre las causas invocadas figuran la atomización del territorio y la relativa indivisibilidad de los derechos de agua asignados a cada parcela, así como el crecimiento desigual de los diferentes sectores de riego.

En cuanto a las haciendas de altitud o al piso subtropical, el riego se practica a partir de canales independientes del canal de Caciques (con una excepción), creados en los siglos XVIII, XIX y XX. Sus propietarios sostienen conflictos para mantener en estado las obras y a veces para repartirse el agua.

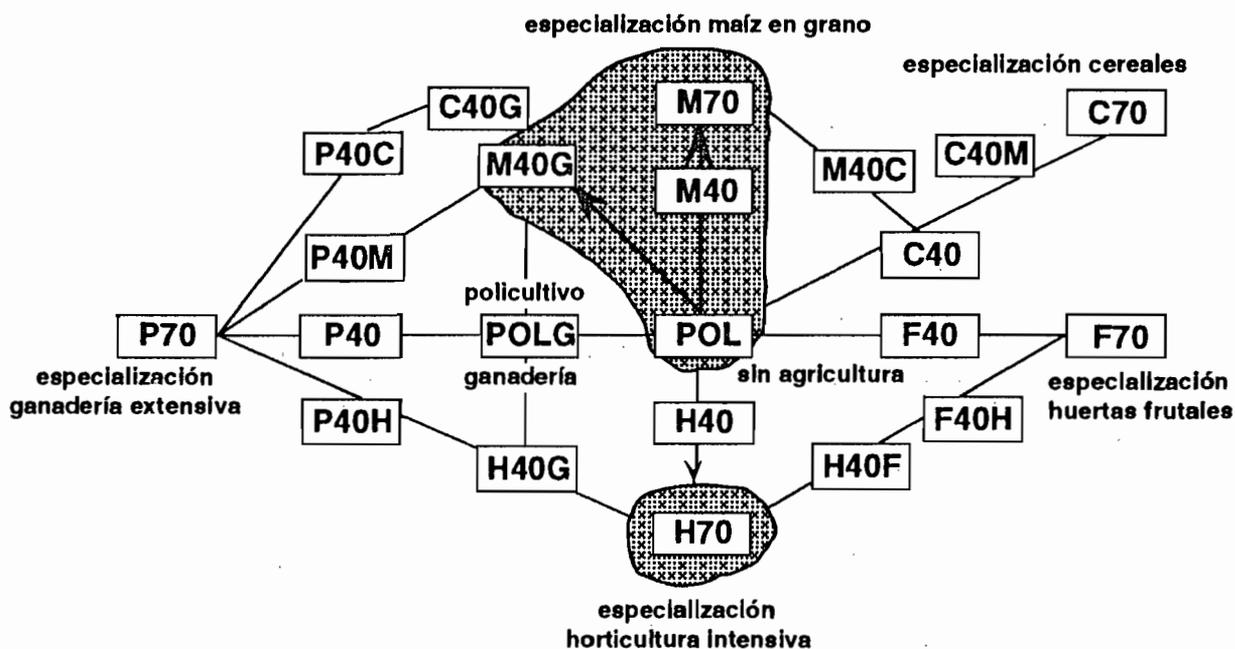
#### **4. Representación sincrónica del sistema agrario regado de urcuqui**

De manera general, los hacendados así como los campesinos se quejan de falta de agua y desearían obtener del organismo encargado del manejo del agua (INERHI) mayores caudales concedidos a las tomas, e incluso un nuevo proyecto de riego (transporte por un túnel de 12 km de largo de recursos exteriores a la ZARI).

Por otra parte, la historia de las redes muestra una cierta fragilidad en caso de desacuerdo sobre el manejo de los canales, que conduce a una crisis hidráulica y a una reducción importante de la eficiencia de transporte y de distribución de las aguas de riego por disminución de las actividades de mantenimiento.

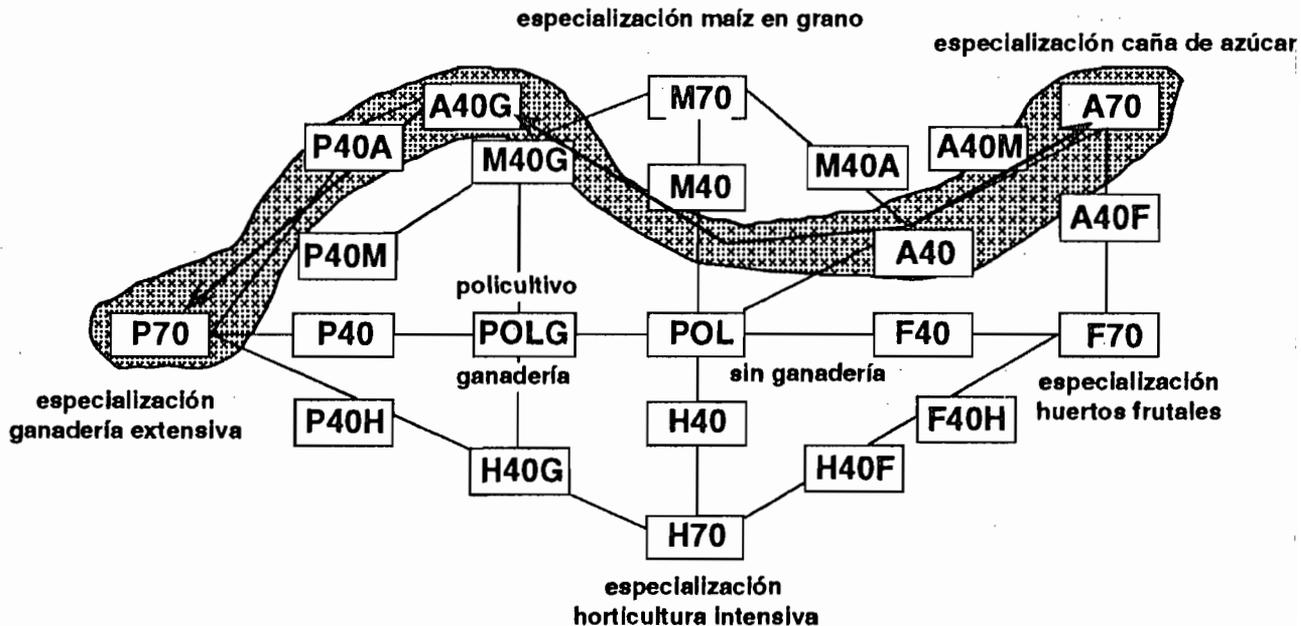
Los sistemas de producción de los campesinos del piso templado han evolucionado desde los años cincuentas hacia tres polos de especialización: el monocultivo extensivo de maíz en grano, base alimenticia tradicional en este piso, el maíz en grano asociado a la crianza de bovinos o porcinos, y un polo más intensivo en trabajo que asocia cultivos especulativos (horticultura, sucesión de maíz cosechado en mazorcas tiernas — choclo — y de fréjol) — ver esquema nº 1. La productividad es baja en términos de rendimiento, de ingreso por trabajo y de capital de explotación. Las compras recurrentes de víveres necesitan apelar al trabajo exterior a la agricultura (artesanía, migraciones temporales). A pesar del riego, existen riesgos, en particular en el plano agronómico (variedades, problemas fitosanitarios, control de la fertilización) y en el plano económico (tesorería, mercados). La situación coyuntural de las tasas de cambio entre la vecina Colombia y el Ecuador ha incrementado la especulación específicamente con el fréjol seco.

Las haciendas del piso subtropical se han especializado desde tiempos remotos en la producción azucarera artesanal (bloques de panela). El riego les era indispensable tanto para el cultivo como para la fuerza hidráulica que alimenta a los molinos de azúcar (trapiche). Parte de las haciendas mantuvieron esa actividad y actualmente enfrentan la competencia de las empresas agro-industriales de la Costa. La otra parte se dedicó progresivamente a la cría de bovinos lecheros en pastos regados. En este piso, el lugar de los campesinos es siempre reducido. Sin embargo, recientemente, algunas haciendas se han desmantelado en pequeños lotes debido a herencias, fenómeno que parece extenderse (ver esquema 2).



**Esquema 1**  
Modelos de producción de las pequeñas explotaciones campesinas en el piso templado de la cuenca del Mira

El eje horizontal representa al trabajo - El eje vertical representa al capital.  
C = cereales - H = horticultura - M = maíz - P = pastos - POL = policultivo - G = asociación con ganadería  
70 = más del 70 % de la SAU - 40 = entre el 40 y el 70 % de la SAU



**Esquema 2**  
Modelos de producción de las haciendas del piso subtropical en la cuenca del Mira

A = caña de azúcar - F = huertas frutales - H = horticultura - M = maíz - P = pastos - POL = policultivo  
G = asociación con ganadería - 70 = más del 70 % de la SAU - 40 = entre el 40 y el 70 % de la SAU

Finalmente, las haciendas del piso frío practican la ganadería extensiva de altitud, utilizando dobles recursos forrajeros: pastos de altitud y pastizales regados en donde se ha podido crear una infraestructura. Una economía campesina de agricultura pluvial basada en la cebada y los tubérculos, es testimonio del antiguo sistema agrícola andino. Privados de los recursos de agua de la ZARI los campesinos solicitan concesiones de los canales existentes, en especial del de Cacicues.

## 5. Simulación de la crisis de agua en un modelo de urcuquí

El modelo utiliza la programación lineal de GAMS, *software* desarrollado por el Banco Interamericano de Reconstrucción y de Fomento (BIRD). Describe la economía de los tres pisos en base a 133 actividades básicas (producción, consumo, compras, ventas, intercambios de trabajo y riego) — ver anexo 2.

La matriz de los coeficientes técnicos fue constituida a partir de los datos estadísticos, de encuestas y de seguimientos realizados en Urcuquí y en la región norte del Ecuador (proyecto INERHI-ORSTOM). En el caso de algunas actividades, a falta de datos conocidos, se evaluaron valores a lo largo de la fase de calibración del modelo, la misma que consiste en obtener la situación actual en términos de rotación de cultivos, de intercambios, de ingresos, etc.

En base a las dotaciones concedidas vigentes en los tres pisos de la ZARI, se simuló el impacto del aumento y de la disminución de los caudales por niveles de 10 %, en las actividades y el ingreso agrícola neto. Los resultados están sintetizados en los cuadros del anexo 3 (nº 1 a 4) y los esquemas 3 a 6.

Los resultados de las simulaciones son los siguientes :

Se constata la baja sensibilidad de los ingresos en los pisos frío y templado a los cambios de dotación.

En el piso frío, las actividades pluviales son predominantes en todos los casos (ver evolución de la rotación de cultivos, esquema 4).

En el piso templado, lo esencial del ingreso agrícola está constituido por el autoconsumo, imposible de comprimir en el modelo.

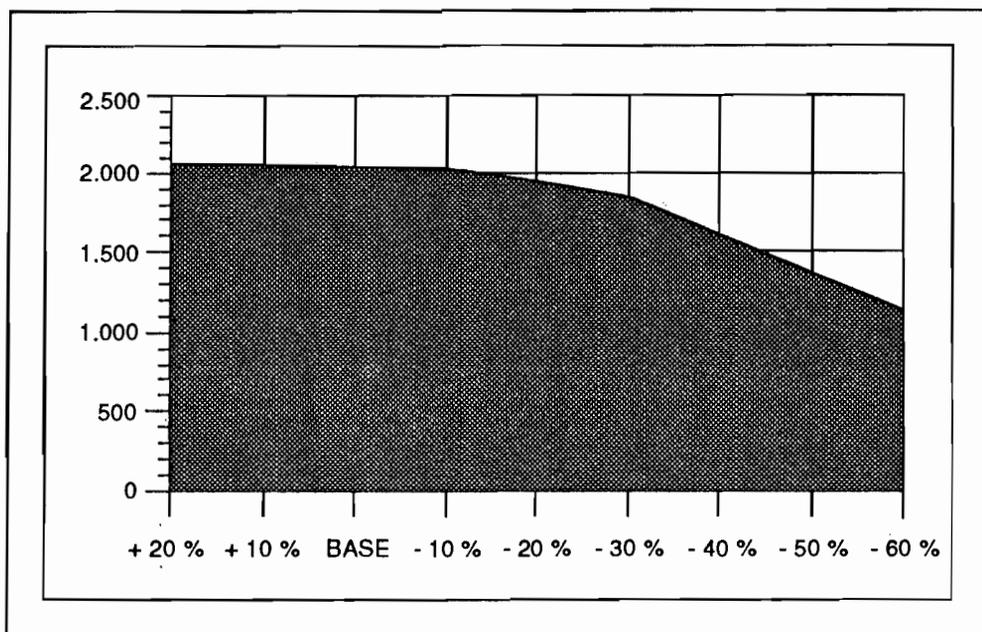
En el caso de crisis de las redes con pérdidas importantes de dotación (> 40 %), espacio pluvial y espacio regado coinciden en su orientación: maíz extensivo (más del 60 % de la SAU), con una ganadería familiar asociada, sobre todo porcina. Hay un retroceso en la economía de víveres, marcado en particular por un mayor número de jornadas de trabajo dedicado a la agricultura.

En el caso de una tensión menor en cuanto a las dotaciones, ligada por ejemplo a conflictos entre grupos de campesinos que determinan una incertidumbre en cuanto a los módulos de riego, se evita la especialización en el espacio regado combinando cultivos de víveres de autoconsumo, forrajes y cultivos especulativos. Esa orientación se realiza concentrando el trabajo en el espacio regado, relegando el espacio pluvial.

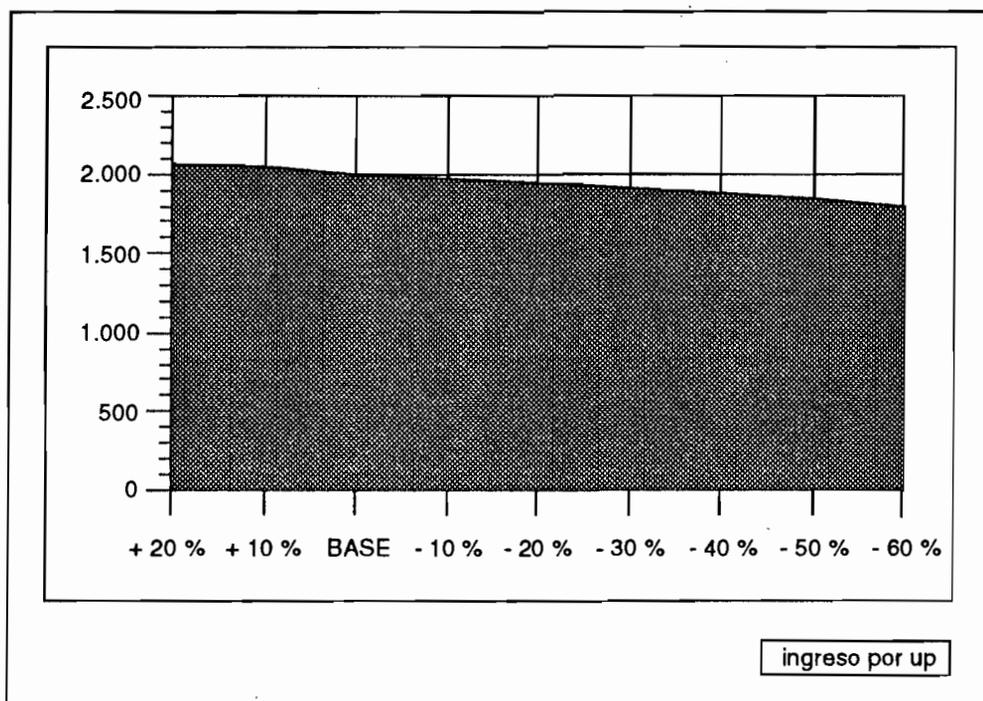
En caso de que la dotación se incremente por encima del nivel actual, se favorece el carácter extensivo del sistema: la reproducción alimentaria es nuevamente desplazada al espacio pluvial; las actividades especulativas son limitadas; la ganadería bovina y los pastos naturales en el espacio regado cobran gran importancia. El trabajo así liberado permite otras actividades fuera de la agricultura.

El aumento de la dotación no produce necesariamente una intensificación de la agricultura regada, sino su simplificación. Si bien el ingreso agrícola se mantiene estable, las actividades de intercambio económico disminuyen.

El manejo del agua a mediano plazo plantea problemas a nivel tanto de la aplicación del recurso en pastos naturales como de la distribución del recurso.

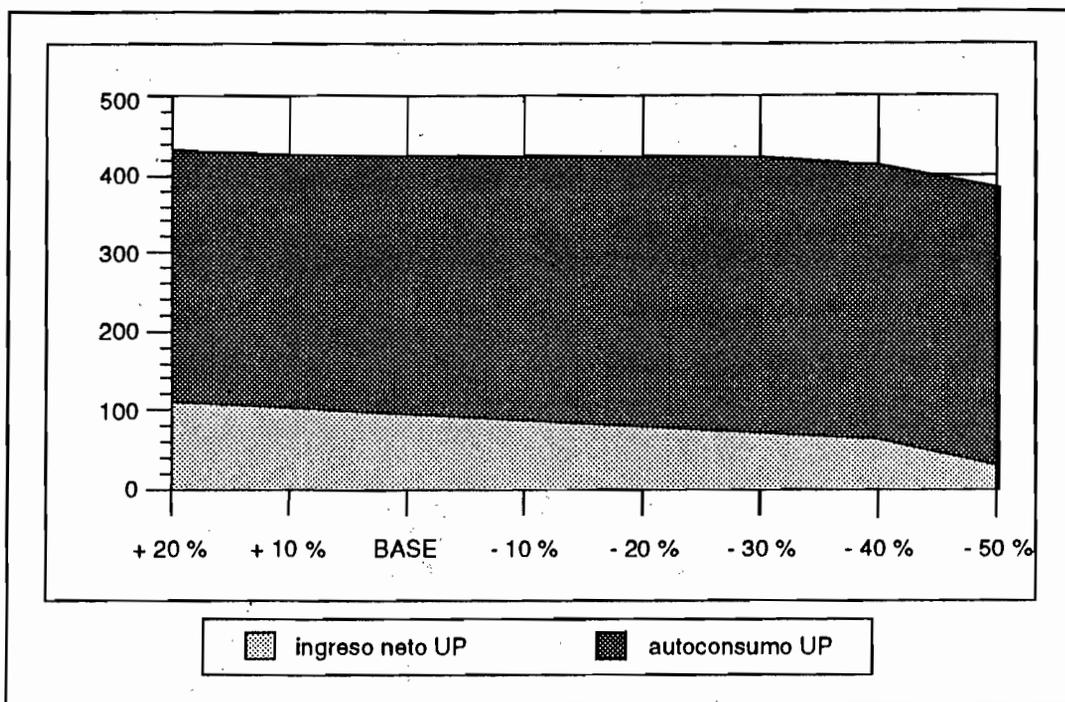


**Esquema 3**  
**Evolución del ingreso global agrícola (todos los pisos)**  
 unidad: miles de US dólares

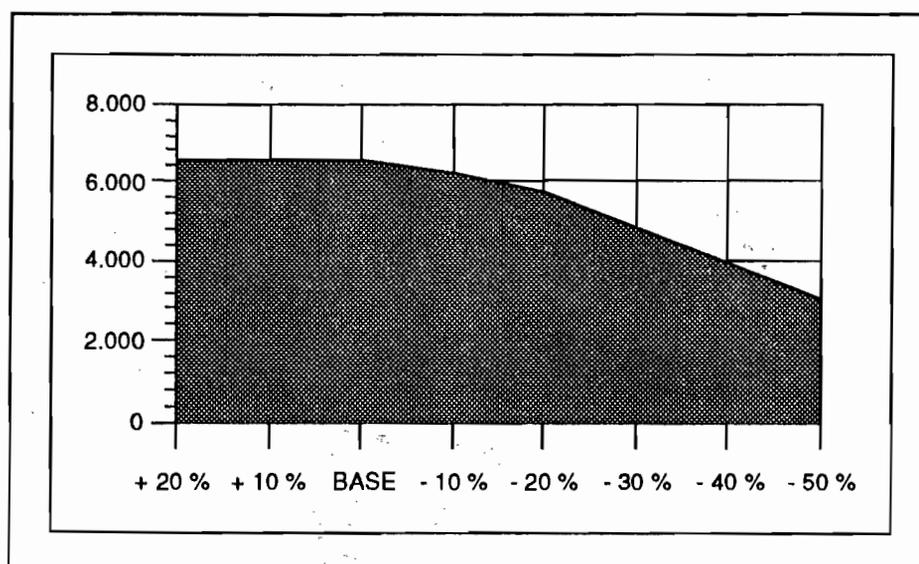


**Esquema 4**  
**Ingreso agrícola neto promedio por UPA en el piso frío (excluido el autoconsumo)**  
 unidad: US dólares

**Nota:** Este resultado promedio elevado está ligado a los altos ingresos de las haciendas ganaderas. Oculta la situación de las familias campesinas en condiciones de autosubsistencia, cuyos ingresos son comparables a los del piso templado.



**Esquema 5**  
**Ingreso agrícola neto promedio y autoconsumo por UPA en el piso templado**  
 unidad: US dólares

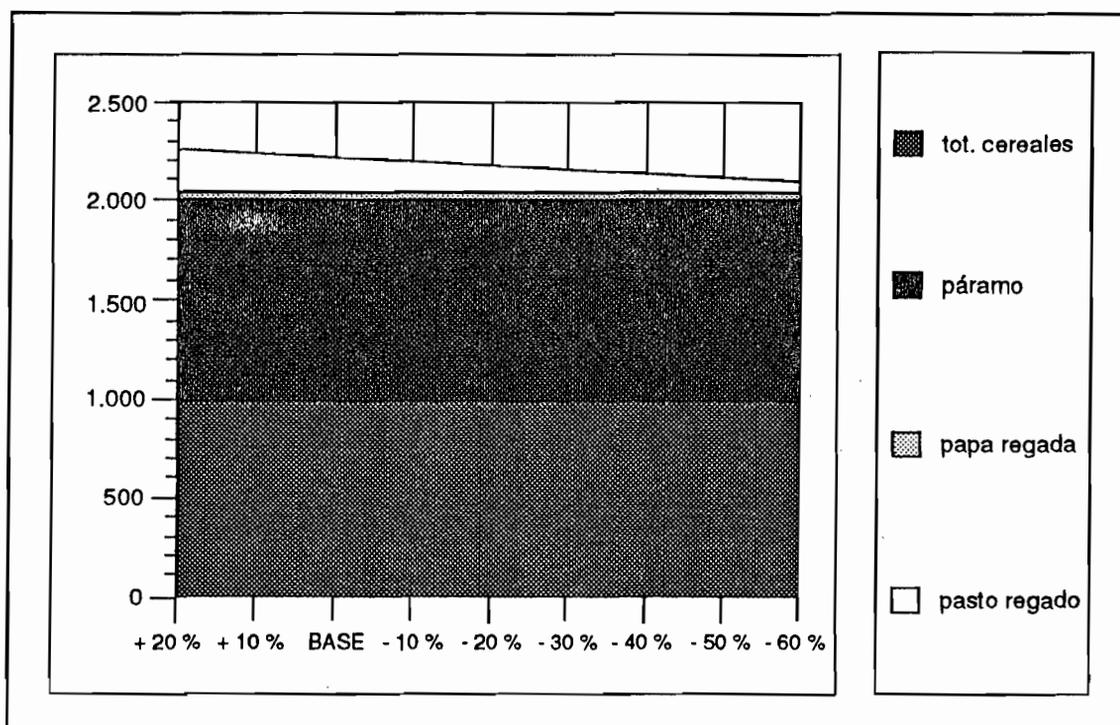


**Esquema 6**  
**Ingreso agrícola neto promedio por UPA en el piso subtropical**  
 unidad: US dólares

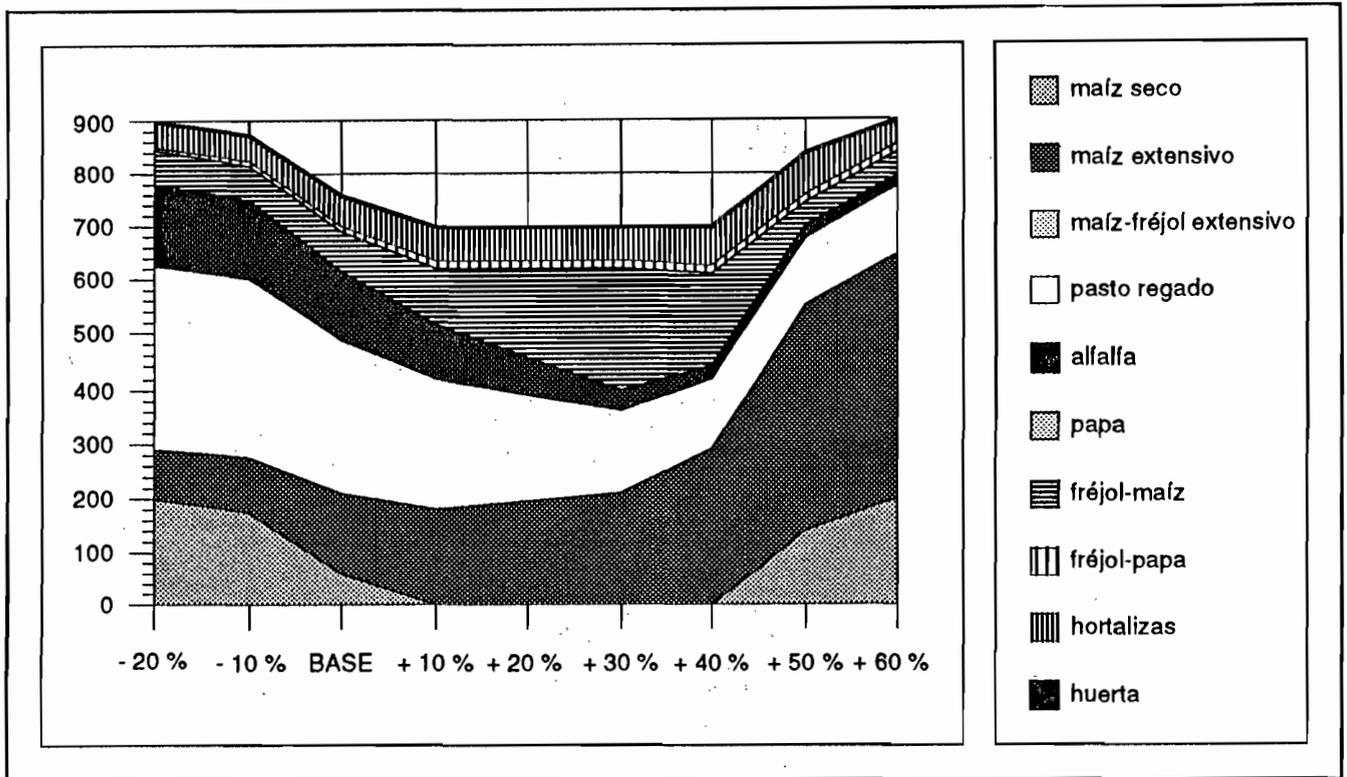
En todos los casos, existen riesgos importantes de pérdidas de cosecha en aproximadamente un tercio de la rotación de cultivos. Sin prejuzgar los riesgos económicos, riesgos hidráulicos y agronómicos pueden ser minimizados mediante una mayor eficiencia de la distribución: equidad de las dotaciones familiares, regulación de los módulos concedidos y disminución de las frecuencias.

Una simulación de la reducción de los riesgos en un 20 % mediante la disminución de las frecuencias de riego que requiere el establecimiento de un nuevo turno de agua, muestra una progresión de los cultivos especulativos, sobre todo la asociación maíz-fréjol, una reducción de las actividades de ganadería al límite del autoconsumo y de la reproducción, y un incremento del ingreso neto en un 50 %, es decir una notable ganancia en tesorería.

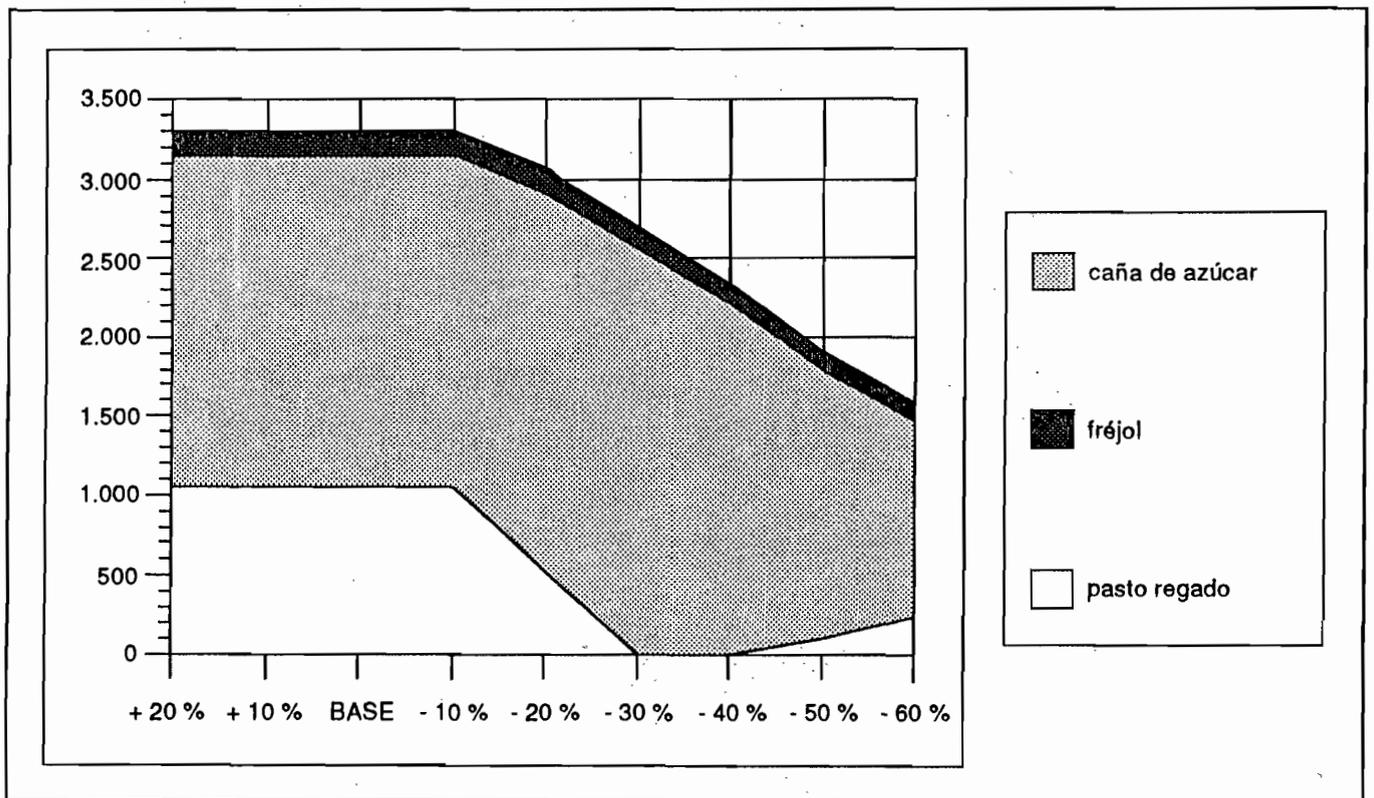
En el piso subtropical, la combinación de actividades en donde predominan la caña de azúcar (2/3) y el pastizal regado (1/3) no es sensible a variaciones de dotaciones entre + 20 % y - 20 %. Más allá de - 20 %, la baja del inicio de cultivos es proporcional al déficit y los pastos desaparecen rápidamente. El riesgo es bajo (aproximadamente el 10 % de la superficie es afectada). Esta situación permite considerar transferencias de dotación hacia sectores en dificultades.



**Esquema 7**  
Evolución de la rotación de cultivos en el piso frío en función de las dotaciones de agua



**Esquema 8**  
Evolución de la rotación de cultivos en el piso templado en función de las dotaciones de agua



**Esquema 9**  
Evolución de la rotación de cultivos en el piso subtropical cálido en función de las dotaciones de agua

## CONCLUSION

### 1. Un esfuerzo de investigacion y capacitacion

La modelización con GAMS representa grandes esperanzas para todos los agrónomos, economistas y personas interesadas en el análisis de sistemas agrarios y del impacto de los cambios en las condiciones de la agricultura de las zonas estudiadas.

Permite reflexionar mejor sobre los diferentes espacios y sistemas y posibilita una actualización y una revisión relativamente fáciles de las simulaciones.

En el Ecuador, el proyecto INERHI-ORSTOM piensa desarrollar otros modelos, en particular de las zonas densas de Tungurahua, partiendo siempre de los conocimientos adquiridos en la ZARI piloto de Santa Rosa-Pilahuín.

### 2. Los limites de la modelizacion

La construcción matemática de la programación lineal implica que las funciones de producción sean lineales. Fija el nivel de producción en función del factor más limitante: tierra, agua, capital, trabajo. La modelización es inevitablemente somera, pero permite, en el plano metodológico de la asignación de recursos, analizar de manera bastante clara las limitaciones impuestas a la producción por la disponibilidad de recursos. Sin embargo, como ya lo manifestamos, en caso de cambio del sistema agrario, de ruptura de las relaciones de producción, de cambio demográfico brutal, etc., se debe construir un nuevo modelo.

## BIBLIOGRAFIA

BÉDOUCHA, G. (1984), *L'eau, l'amie du puissant*, Ed. Lhomond, Paris.

BOSERUP, E. (1970), *Évolution agraire et pression démographique*, Flammarion, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Paris, 222 p.

BROOKE, A., KENDRICK, D., MEERAUS, A., (1988), *GAMS (General Algebraic Modeling System), a user's guide*, BIRD, The Scientific Press, Redwood City, USA, 289 p.

ELLIS, F., (1988), *Peasant economy*, Wye college, Wye studies in agricultural and rural development.

HUNT, D., (1979), Chayanov model of peasant household resource allocation, in *Journal of development studies*, vol. 15.

KROEBER, A.L., (1948), *Anthropologie*, Brace & Co., Harcourt, New York.

LE GOULVEN, P., RUF, T., RIBADENEIRA, H., (1987), *Méthodologie générale et détails des opérations du projet ORSTOM-INERHI*, INERHI/ORSTOM, Quito, 91 p. (esp., fr.).

MAZOYER, M., (1985), *Rapport de synthèse du comité « Systèmes Agraires »*, Min. Recherche et Technologie, Paris, 16 p.

LE GOULVEN, P., RUF, T., RIBADENEIRA, H., (1990), *Principaux problèmes du diagnostic sur les réseaux traditionnels andins en Équateur*, com. seminario « Manejo del agua y adecuación de las tecnologías en la región andina », Cajamarca, Perú, 21-26 de enero de 1990, 13 p. (esp., fr.).

RUF, T., (1990), *Agricultures dans le bassin du Mira, essai sur une classification et une caractérisation des modèles de production andins*, documento de trabajo, proyecto INERHI-ORSTOM, Quito.

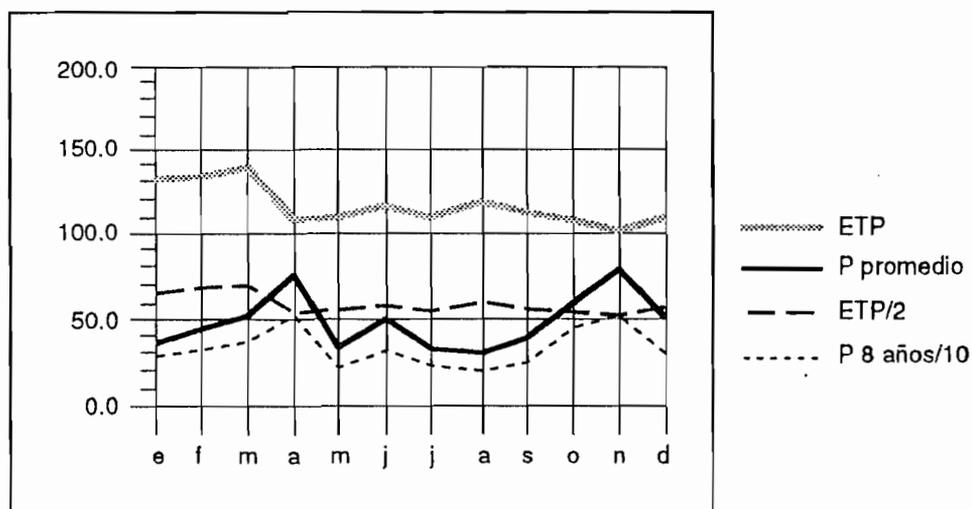
WITTFOGEL, (1933, 1956 2<sup>a</sup> edición), *Le despotisme asiatique*, Éditions de minuit, Paris.

## ANEXO 1

	P promedio	P (8 años/10)	ETP mm mes	ETP/2	ETP mm día
enero	39.0	28.0	132.0	66.0	4.4
febrero	46.0	32.0	135.0	67.5	4.5
marzo	52.0	36.0	141.0	70.5	4.7
abril	75.0	52.0	108.0	54.0	3.6
mayo	33.0	23.0	111.0	55.5	3.7
junio	50.0	32.0	117.0	58.5	3.9
julio	34.0	24.0	111.0	55.5	3.7
agosto	32.0	20.0	120.0	60.0	4.0
septiembre	40.0	25.0	114.0	57.0	3.8
octubre	60.0	45.0	108.0	54.0	3.6
noviembre	80.0	52.0	105.0	52.5	3.5
diciembre	50.0	33.0	111.0	55.5	3.7
total	591.0	402.2	1413.0		

ETP calculada por el método de Hargreaves  
(altitud de referencia : 2.000 m)

déficit hídrico anual: 822.00  
 déficit hídrico promedio: 68.50  
 déficit hídrico 8 años/10 : 1011.00  
 déficit hídrico mensual 8/10 : 84.25



PROGRAMA BASICO de la ZARI d'URCUQUI (Cuenca del MIRA)
PROGRAMME de BASE de la ZARI d'URCUQUI (bassin du MIRA)

\$TITLE modelo urcuqui  
 \$OFFUPPER  
 OPTION LIMROW =120, ITERLIM =1000, RESLIM =15;  
 \* SABATIER J.L., RUF T.& LE GOULVEN P., juin 1991

SETS I  
 \* *ensemble de toutes les activites*  
 \* conjunto de todas las actividades

\* *ensemble activites agri et elevage etage froid*  
 \* conjunto actividades agropecuarias piso frio

/ F-PARAMO, F-PNAT, F-PN-REG, F-TRIGO, F-CEBADA, F-PP-REG,  
 F-BOVINO, F-PUERCO,  
 F-PERDIDO, F-PERDIAN,  
 F-SCULSEC, F-SCULREG,

\* *ensemble population familles paysans journaliers etage froid*

\* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso frio

F-UP-FAM, F-POBLA, F-POB-FAM, F-POB-JOR,

\* *ensemble activites echanges alimentaires etage froid*

\* conjunto actividades intercambios alimenticios piso frio

F-CONS-CER, F-VENT-CER,  
 F-COMP-ARR,  
 F-CONS-PAP, F-VENT-PAP,  
 F-CONS-LEC, F-VENT-LEC,  
 F-CONS-CAR, F-VENT-CAR,

\* *ensemble activites consommations intermediaires etage froid*

\* conjunto actividades consumos intermediarios piso frio

F-DF-INT, F-DF-AFZ,  
 F-ABON-N, F-ABON-P, F-ABON-K, F-FITOS,  
 F-BUEYES, F-TRACTOR,

\* *ensemble activites agri et elevage etage tempere*

\* conjunto actividades agropecuarias piso templado

T-PN-REG, T-ALFALFA, T-MAIZ-SEC, T-MAIZ-OCT,  
 T-MAIZ-JUI, T-FREJ-MAR, T-MAFR-OCT, T-PAPA-FEB,  
 T-FRE-MAIZ, T-FRE-PAPA,  
 T-HORTALIZ, T-HUERTA,  
 T-BOVINO, T-PUERCO,  
 T-PERDIDO, T-PERDIAN,  
 T-SCULSEC, T-SCULREG,

\* *ensemble population familles paysans journaliers etage tempere*

\* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso templado

T-UP-FAM, T-POBLA, T-POB-FAM, T-POB-JOR,

\* *ensemble activites echanges alimentaires etage tempere*

\* conjunto actividades intercambios alimenticios piso templado

T-CONS-CER, T-VENT-CER, T-CE-JFRIO,  
T-CONS-CHO, T-VENT-CHO,  
T-COMP-ARR,  
T-CONS-PAP, T-VENT-PAP,  
T-CONS-FRE, T-VENT-FRE,  
T-CONS-LEG, T-VENT-LEG,  
T-CONS-FRU, T-VENT-FRU,  
T-CONS-LEC, T-VENT-LEC,  
T-CONS-CAR, T-VENT-CAR,

\* *ensemble activites consommations intermediaires etage tempere*

\* conjunto actividades consumos intermediarios piso templado

T-DF-INT, T-DF-AFZ,  
T-ABON-N, T-ABON-P, T-ABON-K, T-FITOS,  
T-BUEYES, T-TRACTOR,

\* *ensemble activites agri elevage etage chaud*

\* conjunto actividades agropecuarias piso caliente

C-PN-REG, C-ALFALFA, C-CANA, C-MAIZ,  
C-FREJOL, C-FRE-MAIZ,  
C-HUERTA, C-HORTALIZ,  
C-BOVINO,  
C-PERDIDO, C-PERDIAN,  
C-SCULREG,

\* *ensemble population familles paysans journaliers etage chaud*

\* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso caliente

C-UP-FAM, C-POBLA, C-POB-FAM, C-POB-JOR,

\* *ensemble activites echanges alimentaires etage chaud*

\* conjunto actividades intercambios alimenticios piso caliente

C-CONS-CHO, C-VENT-CHO,  
C-COMP-ARR, C-ARR-JEXT,  
C-CONS-FRE, C-VENT-FRE,  
C-VENT-CAN,  
C-CONS-LEG, C-VENT-LEG,  
C-CONS-FRU, C-VENT-FRU,  
C-CONS-LEC, C-VENT-LEC,  
C-CONS-CAR, C-VENT-CAR,

\* *ensemble des activites consommations intermediaires etage chaud*

\* conjunto de actividades consumos intermediarios piso caliente

C-DF-INT, C-DF-AFZ,  
C-ABON-N, C-ABON-P, C-ABON-K, C-FITOS,  
C-BUEYES, C-TRACTOR,

\* *ensemble activites irrigation tous etages*

\* conjunto actividades riego todos pisos

F-IRRI-INV, F-IRRI-VER,  
T-IRRI-INV, T-IRRI-VER,  
C-IRRI-INV, C-IRRI-VER,

\* *ensemble echanges generaux journaliers entre etages*

\* conjunto intercambios jornaleros entre pisos

F-VDJ-INT, F-VDJ-TEMP, F-VDJ-CALI,  
T-VDJ-INT, T-VDJ-CALI,  
C-VDJ-INT, C-CDJ-EXT/

J

\* *ensemble de tous les inputs de la matrice finale*

\* conjunto de todos los insumos de la matriz final

\* *etage froid* piso frio

\* *equations utilisation superficie agricole utile*

\* ecuaciones uso superficie agricola util

/ F-HAPARAMO, F-HA-SECOS, F-HACULSEC,  
F-HA-REGAD, F-HACULREG,

\* *equations estimation risques par pertes hectares et unites animales*

\* ecuaciones estimacion riesgos por perdidas hectareas y unidades animales

F-HAPERDID, F-UAPERDID,

\* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

\* ecuaciones demanda en aguas en invierno y en verano

F-M3-INV, F-M3-VER,

\* *equations calcul populations*

\* ecuaciones calculo poblaciones

F-NUM-UP, F-HOMBRES, F-EQ-JOR, F-HOM-FAM,

\* *equations calcul journees travail paysans et journaliers*

\* ecuaciones calculo dias de trabajo campesinos y jornaleros

F-DIAS-FAM, F-DIAS-PAG,

\* *equations besoins en intrants agricoles*

\* ecuaciones necesidades en insumos agricolas

F-HORA-MEC, F-HORA-YUN,  
F-KG-N, F-KG-P, F-KG-K, F-USD-FITO,

\* *equations calcul des productions agricoles et fourrageres*

\* ecuaciones calculo de producciones agricolas y forrajeras

F-UNID-FOR,  
F-PRO-CER, F-PRO-PAPA, F-PRO-LECH, F-PRO-CARN,

\* *etage tempere* piso templado

\* *equations utilisation superficie agricole utile*

\* ecuaciones uso superficie agricola util

T-HA-SECOS, T-HACULSEC, T-HA-REGAD, T-HACULREG,

\* *equations estimation risques avec pertes hectares et unites animales*

\* ecuaciones estimacion riesgos con perdidas hectareas y unidades animales

T-HAPERDID, T-UAPERDID,

\* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

\* ecuaciones demanda en agua en invierno y en verano

T-M3-INV, T-M3-VER,

\* *equations calcul populations*

\* ecuaciones calculo poblaciones

T-NUM-UP, T-HOMBRES, T-EQ-JOR, T-HOM-FAM,

\* *equations calcul journees travail paysans et journaliers*

\* ecuaciones calculo dias trabajo campesinos y jornaleros

T-DIAS-FAM, T-DIAS-PAG,

\* *equations calculs intrants agricoles divers*

\* ecuaciones calculo varios insumos agricolas

T-HORA-MEC, T-HORA-YUN,

T-KG-N, T-KG-P, T-KG-K, T-USD-FITO,

\* *equations production fourragere et contrainte minimum prairie*

\* ecuaciones produccion forrajera y limite minimo pasto

T-UNID-FOR, T-HAPARC,

\* *equations productions agricoles*

\* ecuaciones produccion agricola

T-PRO-CER, T-PRO-PAPA,

T-PRO-CHOC,

T-PRO-FRE, T-PRO-LEG, T-PRO-FRU,

T-PRO-LECH, T-PRO-CARN,

\* *etage chaud* piso caliente

\* *equations utilisation superficie agricole utile*

\* ecuaciones uso superficie agricola util

C-HA-REGAD, C-HACULREG,

\* *equations estimation risques par perte hectares et unites animales*

\* ecuaciones estimacion riesgos por perdidas hectareas y unidades animales

C-HAPERDID, C-UAPERDID,

\* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

\* ecuaciones demanda en aguas por invierno y verano

C-M3-INV, C-M3-VER,

\* *equations calcul populations*

\* ecuaciones calculo poblaciones

C-NUM-UP, C-HOMBRES, C-EQ-JOR, C-HOM-FAM,

- \* *equations calculs journees travail paysans et journaliers*
- \* ecuaciones calculo dias de trabajo campesinos y jornaleros  
C-DIAS-FAM, C-DIAS-PAG,
  
- \* *equations calcul intrants agricoles divers*
- \* ecuaciones calculo varios insumos agricolas  
C-HORA-MEC, C-HORA-YUN,  
C-KG-N, C-KG-P, C-KG-K, C-USD-FITO,
  
- \* *equations calcul production fourragere et contrainte prairie mini*
- \* ecuaciones calculo produccion forrajera y limite minimo pasto  
C-UNID-FOR, C-HAPARC,
  
- \* *equations calcul productions agricoles*
- \* ecuaciones calculo producciones agricolas  
C-PRO-CHOC, C-PRO-FRE, C-PRO-CANA,  
C-PRO-LEG, C-PRO-FRU,  
C-PRO-LECH, C-PRO-CARN,
  
- \* *ensemble bilans echanges equilibres*
- \* conjunto balances intercambios equilibrios
  
- \* *etage froid* piso frio
  
- \* *bilans de travail*
- \* balances de trabajo  
F-EQ-WFAM, F-LIM-WF, F-EQ-WJOR, F-LIM-VDJE,
  
- \* *bilans alimentaires*
- \* balances alimenticios  
F-KGARR-CO, F-BAL-CER,  
F-BAL-PAPA,  
F-BAL-LEC, F-BAL-CAR,
  
- \* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*
- \* balances hidricos demanda inferior a oferta en agua sistemas de riego  
F-RIEGO-IN, F-RIEGO-VE,
  
- \* *etage tempere* piso templado
  
- \* *bilans de travail*
- \* balances de trabajo  
T-EQ-WFAM, T-LIM-WF, T-EQ-WJOR, T-LIM-VDJE,
  
- \* *bilans alimentaires*
- \* balances alimenticios  
T-KGARR-CO, T-KGCE-JE,  
T-BAL-CER, T-BAL-CHO,  
T-BAL-PAPA,  
T-BAL-FRE,  
T-BAL-LEG, T-BAL-FRU,  
T-BAL-LEC, T-BAL-CAR,

\* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*

\* *balances hidricos demanda inferior oferta en agua sistemas de riego*

*T-RIEGO-IN, T-RIEGO-VE,*

\* *etage chaud piso caliente*

\* *bilans de travail*

\* *balances de trabajo*

*C-EQ-WFAM, C-LIM-WF, C-EQ-WJOR, C-LIM-CDJ,*

\* *bilans alimentaires*

\* *balances alimenticios*

*C-KGARR-CO, C-KGARR-JE, C-BAL-CER,*

*C-BAL-FRE,*

*C-BAL-LEG, C-BAL-FRU,*

*C-BAL-LEC, C-BAL-CAR,*

\* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*

\* *balances hidricos demanda inferior a oferta en agua sistemas de riego*

*C-RIEGO-IN, C-RIEGO-VE / ;*

\* *fin de la declaration des activites et des inputs de la matrice finale*

\* *fin de la declaracion de las actividades y insumos de la matriz final*

- \* debut entree des donnees techniques et des regles et bilans
- \* par sous matrices successives que le programme utilise pour
- \* construire la matrice generale du modele
- \* rappel les activites et inputs sont codes avec une lettre place en tete
- \* etage froid avec un F etage tempere avec un T etage chaud avec un C

- \* principio entrada de datos tecnicos y de las reglas y balances
- \* por submatrices sucesivas que el programa usa para contruir la
- \* matriz general del modelo
- \* recuerda las actividades y insumos son codificados con una letra
- \* a principio
- \* piso frio con un F etage templado con un T piso caliente con un C

- \* liste des tableaux
- \* lista de los marcos

TABLE FRI01 (\*, \*)

- \* activites agri elevage et inputs correspondants
- \* actividades agropecuarias e insumos correspondientes

	F-SCULSEC	F-SCULREG						
F-HA-SECOS	-1							
F-HA-REGAD			-1					
F-HACULSEC	1							
F-HACULREG			1					
F-DIAS-FAM			5					
F-DIAS-PAG			5					
		F-PNAT	F-PN-REG	F-TRIGO	F-CEBADA	F-PP-REG	F-BOVINO	F-PARAMO
F-HAPARAMO								1
F-HA-SECOS	1			1	1			
F-HA-REGAD			1			1		
F-HAPERDID	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.8		
F-UAPERDID							-0.3	
F-M3-INV		1260				350		
F-M3-VER		1240				410		
F-DIAS-FAM	1	1	35	30	100		3	0.1
F-DIAS-PAG	3	10	15	10	40		7	1
F-HORA-MEC			2	2	2			
F-HORA-YUN			1	1	4		-70	
F-KG-N			10	5	65			
F-KG-P			30	15	120			
F-KG-K			10	5	75			
F-USD-FITO						100		
F-UNID-FOR	-500	-1900	-380	-350			1900	-200
F-PRO-CER			-950	-850				
F-PRO-PAPA					-5000			
F-PRO-LECH							-500	
F-PRO-CARN							-150	
		F-PERDIDO	F-PERDIAN					
F-HAPERDID		1						

F-UAPERDID

1

+	F-PUERCO	F-UP-FAM	F-POBLA	F-POB-FAM	F-POB-JOR
F-NUM-UP		1			
F-HOMBRES			1		
F-EQ-JOR		5	-1		5
F-HOM-FAM		-5		1	
F-DIAS-FAM	38				
F-UNID-FOR	600				
F-PRO-PAPA	300				
F-PRO-CARN	-100				

TABLE TEMP1 (\*, \*)

\* *activites agri elevage et inputs correspondants*  
 \* *actividades agropecuarias e insumos correspondientes*

	T-SCULSEC	T-SCULREG
T-HA-SECOS	-1	
T-HA-REGAD		-1
T-HACULSEC	1	
T-HACULREG		1
T-DIAS-FAM		7
T-DIAS-PAG		7

+	T-PN-REG	T-ALFALFA	T-MAIZ-OCT	T-MAIZ-JUI	T-FREJ-MAR
T-HA-REGAD	1	1	1	1	1
T-HAPERDID	-0.1	-0.5	-0.1	-0.3	-0.4
T-M3-INV	360	2950	630	380	400
T-M3-VER	3830	7000	0	1330	1250
T-DIAS-FAM	10	65	40	45	55
T-DIAS-PAG	5	85	15	20	20
T-HORA-MEC	0.1	0.5	2	2	2
T-HORA-YUN	0	0	1	2	2
T-KG-N	10	0	0	15	20
T-KG-P	0	15	0	5	5
T-KG-K	0	10	0	5	10
T-USD-FITO					30
T-UNID-FOR	-1800	-4600	-300	-200	-300
T-HAPARC	-1				
T-PRO-CER			-1200	-200	0
T-PRO-CHOC				-1800	0
T-PRO-FRE					-800

+	T-MAFR-OCT	T-PAPA-FEB	T-MAIZ-SEC
T-HA-SECOS			1
T-HA-REGAD	1	1	
T-HAPERDID	-0.2	-0.8	-0.5
T-M3-INV	360	680	
T-M3-VER	730	910	
T-DIAS-FAM	45	60	35
T-DIAS-PAG	20	60	10
T-HORA-MEC	2	6	2
T-HORA-YUN	2	8	1
T-KG-N	95	20	
T-KG-P	20	60	
T-KG-K	5	20	
T-USD-FITO	20	60	
T-UNID-FOR	-300	0	-150
T-PRO-CER			-450
T-PRO-CHOC	-1400	0	
T-PRO-PAPA	0	-6000	
T-PRO-FRE	-200		

+	T-FRE-MAIZ	T-FRE-PAPA
T-HA-REGAD	1	1
T-HAPERDID	-0.6	-0.7
T-M3-INV	1080	940
T-M3-VER	2270	2470
T-DIAS-FAM	65	65
T-DIAS-PAG	50	105
T-HORA-MEC	6	8
T-HORA-YUN	4	10
T-KG-N	35	85
T-KG-P	10	125
T-KG-K	35	85
T-USD-FITO	50	90
T-UNID-FOR	-400	-200
T-PRO-CHOC	-2200	
T-PRO-PAPA		-6000
T-PRO-FRE	-800	-600

+	T-HUERTA	T-HORTALIZ	T-BOVINO	T-PUERCO
T-HA-REGAD	1	1		
T-HAPERDID	-0.5	-0.8		
T-UAPERDID			-0.2	-0.2
T-M3-INV	2000	3500		
T-M3-VER	5000	6000		
T-HOMBRES				
T-DIAS-FAM	120	200	5	38
T-DIAS-PAG	40	300	1	
T-HORA-MEC	2	12	0	
T-HORA-YUN	2	12	-50	
T-KG-N	80	200		
T-KG-P	50	150		
T-KG-K	30	100		
T-USD-FITO	50	250		
T-UNID-FOR	-600	-100	2100	500
T-HAPARC			0.5	0.125
T-PRO-CER	-100			50
T-PRO-CHOC	-100			250
T-PRO-PAPA				150
T-PRO-LEG	-1000	-10000		
T-PRO-FRU	-5000			
T-PRO-LECH			-1000	
T-PRO-CARN			-80	-120

+	T-PERDIDO	T-PERDIAN
T-HAPERDID	1	
T-UAPERDID		1

+	T-UP-FAM	T-POBLA	T-POB-FAM	T-POB-JOR
T-NUM-UP	1			
T-HOMBRES		1		
T-EQ-JOR	5	-1		5
T-HOM-FAM	-5		1	

TABLE CALI1 (\*, \*)

\* *activites agri elevage et inputs correspondants*  
 \* *actividades agropecuarias e insumos correspondientes*

C - SCULREG							
C-HA-REGAD	-1						
C-HACULREG	1						
C-DIAS-FAM	3						
C-DIAS-PAG	17						
	+						
	C-PN-REG	C-ALFALFA	C-CANA	C-MAIZ	C-FREJOL	C-FRE-MAIZ	
C-HA-REGAD	1	1	1	1	1	1	
C-HAPERDID	-0.1	-0.5	-0.1	-0.4	-0.4	-0.6	
C-M3-INV	3200	6800	2730	1000	1770	2770	
C-M3-VER	4650	8100	4440	1350	750	2100	
C-DIAS-FAM	5	30	20	25	30	60	
C-DIAS-PAG	10	100	60	35	50	90	
C-HORA-MEC	0	0.5	20	2	2	6	
C-HORA-YUN	0	0	0	2	2	4	
C-KG-N	20	0	90	45	95	140	
C-KG-P	0	30	0	15	20	35	
C-KG-K	0	20	0	15	5	20	
C-USD-FITO				15	40	55	
C-SEM-FRE					80	80	
C-UNID-FOR	-3500	-4800	-800	-400	-200	-500	
C-HAPARC	-1						
C-PRO-CHOC				-2000		-2000	
C-PRO-FRE					-1100	-1000	
C-PRO-CANA			-75000				
	+						
	C-HUERTA	C-HORTALIZ	C-BOVINO				
C-HA-REGAD	1	1					
C-HAPERDID	-0.6	-0.8					
C-UAPERDID			-0.1				
C-M3-INV	3190	4250					
C-M3-VER	6660	6820					
C-DIAS-FAM	30	150		6			
C-DIAS-PAG	80	400		5			
C-HORA-MEC	4	4					
C-HORA-YUN	0	8	-50				
C-KG-N	0	100					
C-KG-P	0	60					
C-KG-K	0	30					
C-USD-FITO	50	250					
C-UNID-FOR	-1000	-800	2500				
C-HAPARC			0.5				
C-PRO-FRU	-6000						
C-PRO-LEG		-15000					
C-PRO-LECH			-1800				
C-PRO-CARN			-90				
	+						
	C-PERDIDO	C-PERDIAN					
C-HAPERDID	1						
C-UAPERDID		1					

	+	C-UP-FAM	C-POBLA	C-POB-FAM	C-POB-JOR
C-NUM-UP		1			
C-HOMBRES			1		
C-EQ-JOR		5	-1		5
C-HOM-FAM		-5		1	

TABLE FRIO2 (\*, \*)

\* *activites echanges alimentaires et inputs*

\* actividades intercambios alimenticios e insumos

		F-CONS-CER	F-VENT-CER		
F-PRO-CER		1	1		
	+	F-CONS-PAP	F-VENT-PAP		
F-PRO-PAPA		1	1		
	+	F-CONS-LEC	F-VENT-LEC	F-CONS-CAR	F-VENT-CAR
F-PRO-LECH		1	1		
F-PRO-CARN				1	1

TABLE TEMP2 (\*, \*)

\* *activites echanges alimentaires et inputs*

\* actividades intercambios alimenticios e insumos

		T-CONS-CER	T-VENT-CER	T-CE-JFRIO	
T-PRO-CER		1	1	1	
	+	T-CONS-CHO	T-VENT-CHO		
T-PRO-CHOC		1	1		
	+	T-CONS-PAP	T-VENT-PAP		
T-PRO-PAPA		1	1		
	+	T-CONS-FRE	T-VENT-FRE		
T-PRO-FRE		1	1		
	+	T-CONS-LEG	T-VENT-LEG		
T-PRO-LEG		1	1		
	+	T-CONS-FRU	T-VENT-FRU		
T-PRO-FRU		1	1		
	+	T-CONS-LEC	T-VENT-LEC	T-CONS-CAR	T-VENT-CAR
T-PRO-LECH		1	1		
T-PRO-CARN				1	1

TABLE CALI2 (\*, \*)

\* *activites echanges alimentaires et inputs*  
 \* actividades intercambios alimenticios e insumos

	C-CONS-CHO	C-VENT-CHO		
C-PRO-CHOC	1	1		
+	C-CONS-FRE	C-VENT-FRE	C-VENT-CAN	
C-PRO-FRE	1	1		
C-PRO-CANA			1	
+	C-CONS-LEG	C-VENT-LEG	C-CONS-FRU	C-VENT-FRU
C-PRO-LEG	1	1		
C-PRO-FRU			1	1
+	C-CONS-LEC	C-VENT-LEC	C-CONS-CAR	C-VENT-CAR
C-PRO-LECH	1	1		
C-PRO-CARN			1	1 ;

TABLE FRI03 (\*, \*)

\* *activites consommations intermediaires et inputs*  
 \* actividades consumos intermediarios e insumos

	F-DF-INT	F-VDJ-INT		
F-DIAS-FAM	-1			
F-DIAS-PAG		-1		
+	F-ABON-N	F-ABON-P	F-ABON-K	F-FITOS
F-KG-N	-1			
F-KG-P		-1		
F-KG-K			-1	
F-USD-FITO				-1
+	F-BUEYES	F-TRACTOR		
F-DIAS-FAM	10			
F-DIAS-PAG	10			
F-HORA-MEC		-1		
F-HORA-YUN	-100			
F-UNID-FOR	2000			;

TABLE TEMP3 (\*, \*)

\* *activites consommations intermediaires et inputs*  
 \* actividades consumos intermediarios e insumos

	T-DF-INT	T-VDJ-INT	F-VDJ-TEMP	
T-DIAS-FAM	-1			
T-DIAS-PAG		-1	-1	
+	T-ABON-N	T-ABON-P	T-ABON-K	T-FITOS
T-KG-N	-1			
T-KG-P		-1		
T-KG-K			-1	
T-USD-FITO				-1

+	T-BUEYES	T-TRACTOR
T-DIAS-FAM	10	
T-DIAS-PAG	5	
T-HORA-MEC		-1
T-HORA-YUN	-100	
T-UNID-FOR	2000	

TABLE CALI3 (\*, \*)

\* *activites consommations intermediaires et inputs*  
 \* *actividades consumos intermediarios e insumos*

	C-DF-INT	C-VDJ-INT	F-VDJ-CALI	T-VDJ-CALI	C-CDJ-EXT
C-DIAS-FAM	-1				
C-DIAS-PAG		-1	-1	-1	-1

+	C-ABON-N	C-ABON-P	C-ABON-K	C-FITOS
C-KG-N	-1			
C-KG-P		-1		
C-KG-K			-1	
C-USD-FITO				-1

+	C-BUEYES	C-TRACTOR
C-DIAS-FAM	3	
C-DIAS-PAG	17	
C-HORA-MEC		-1
C-HORA-YUN	-100	
C-UNID-FOR	2000	

TABLE FRIO4 (\*, \*)

\* *equilibres etage froid*  
 \* *equilibrios piso frio*

	F-POB-FAM	F-DF-INT	F-DF-AFZ
F-EQ-WFAM	-90	1	1
F-BAL-CER			-4
F-LIM-WF		-1	1

+	F-POB-JOR	F-VDJ-INT	F-VDJ-TEMP	F-VDJ-CALI
F-EQ-WJOR	-300	1	1	1
F-LIM-VDJE		-2	1	1
F-BAL-CER			-3	-3

+	F-CONS-CER	F-COMP-ARR
F-KGARR-CO		-1
F-BAL-CER	-1	-1

+	F-CONS-PAP
F-BAL-PAPA	-1

+	F-CONS-LEC	F-CONS-CAR
F-BAL-LEC	-1	
F-BAL-CAR		-1

+	F-POBLA
F-KGARR-CO	40
F-BAL-CER	120
F-BAL-PAPA	180
F-BAL-LEC	100
F-BAL-CAR	10

TABLE TEMP4 (\*, \*)  
 \* *equilibres etage tempere*  
 \* *equilibrios piso templado*

	T-POB-FAM	T-DF-INT	T-DF-AFZ
T-EQ-WFAM	-80	1	1
T-BAL-CER			-4
T-LIM-WF		-1	1

+	T-POB-JOR	T-VDJ-INT	T-VDJ-CALI	F-VDJ-TEMP	T-CE-JFRIO
T-EQ-WJOR	-300	1	1		
T-LIM-VDJE		-2	1		
T-BAL-CER			-3		
T-KGCE-JE				3	-1

+	T-CONS-CER	T-COMP-ARR	T-CONS-PAP
T-KGARR-CO		-1	
T-BAL-CER	-1	-1	
T-BAL-PAPA			-1

+	T-CONS-FRE	T-CONS-LEG	T-CONS-FRU	T-CONS-LEC	T-CONS-CAR
T-BAL-FRE	-1				
T-BAL-LEG		-1			
T-BAL-FRU			-1		
T-BAL-LEC				-1	
T-BAL-CAR					-1

+	T-POBLA
T-KGARR-CO	50
T-BAL-CER	200
T-BAL-PAPA	10
T-BAL-FRE	10
T-BAL-LEG	10
T-BAL-FRU	10
T-BAL-LEC	50
T-BAL-CAR	20

TABLE CALIA (\*, \*)

\* *equilibres etage chaud*  
 \* *equilibrios piso caliente*

	C-POB-FAM	C-DF-INT	C-DF-AFZ		
C-EQ-WFAM	-50	1	1		
C-BAL-CER			-6		
C-LIM-WF		-1	1		
+	C-POB-JOR	C-VDJ-INT	C-CDJ-EXT	F-VDJ-CALI	T-VDJ-CALI
C-EQ-WJOR	-300	1			
C-LIM-CDJ			1		
C-KGARR-JE			3	3	3
+	C-COMP-ARR	C-ARR-JEXT			
C-KGARR-CO	-1				
C-KGARR-JE		-1			
C-BAL-CER	-1				
+	C-CONS-FRE	C-CONS-LEG	C-CONS-FRU		
C-BAL-FRE	-1				
C-BAL-LEG		-1			
C-BAL-FRU			-1		
+	C-CONS-LEC	C-CONS-CAR			
C-BAL-LEC	-1				
C-BAL-CAR		-1			
+	C-POBLA				
C-KGARR-CO	200				
C-BAL-CER	200				
C-BAL-FRE	60				
C-BAL-LEG	40				
C-BAL-FRU	35				
C-BAL-LEC	75				
C-BAL-CAR	30				

TABLE FIRRI (\*, \*)

\* *demande en eau etage froid*  
 \* *demanda en agua piso frio*

	F-IRRI-INV	F-IRRI-VER
F-M3-INV	-1	
F-M3-VER		-1

TABLE TIRRI (\*, \*)

\* *demande en eau etage tempere*  
 \* *demanda en agua piso templado*

	T-IRRI-INV	T-IRRI-VER
T-M3-INV	-1	
T-M3-VER		-1

TABLE CIRRI (\*, \*)  
 \* demande en eau etage chaud  
 \* demanda en agua piso caliente

	C-IRRI-INV	C-IRRI-VER
C-M3-INV	-1	
C-M3-VER		-1

TABLE FEIRRI (\*, \*)  
 \* limite demande offre etage froid  
 \* limite demanda oferta piso frio

	F-IRRI-INV	F-IRRI-VER
F-RIEGO-IN	1	
F-RIEGO-VE		1 ;

TABLE TEIRRI (\*, \*)  
 \* limite demande offre etage tempere  
 \* limite demanda oderta piso templado

	T-IRRI-INV	T-IRRI-VER
T-RIEGO-IN	1	
T-RIEGO-VE		1 ;

TABLE CEIRRI (\*, \*)  
 \* limite demande offre etage chaud  
 \* limite demanda oferta piso caliente

	C-IRRI-INV	C-IRRI-VER
C-RIEGO-IN	1	
C-RIEGO-VE		1 ;

\* fin de la declaration des donnees techniques sous forme matricielle intermediaire  
 \* fin de la declaracion de los datos tecnicos bajo forma matricial intermediaria

\* declaration et construction de la matrice finale appelee resul  
 \* declaracion y construccion de la matriz final llamada resul

PARAMETER RESUL (J, I) ;

RESUL (J, I) = FRIO1 (J, I) + FRIO2 (J, I) + FRIO3 (J, I) + FRIO4 (J, I)  
 + TEMP1 (J, I) + TEMP2 (J, I) + TEMP3 (J, I) + TEMP4 (J, I)  
 + CALI1 (J, I) + CALI2 (J, I) + CALI3 (J, I) + CALI4 (J, I)  
 + FIRRI (J, I) + FEIRRI (J, I)  
 + TIRRI (J, I) + TEIRRI (J, I)  
 + CIRRI (J, I) + CEIRRI (J, I) ;

- \* *declaration de parametres quantitatifs nommes scalars*
- \* *declaracion de parametros cantitativos llamados scalars*

```
SCALARS  FPOBLA, FUP, FBINF, FQTCONC, FSUPSEC, FPARAMO, FCPERD  
          TPOBLA, TUP, TBINF, TQTCONC, TSUPSEC, TUPERD  
          CPOBLA, CUP, CDJ, CBINF, CQTCONC, CCPERD
```

- \* *valeurs des parametres dont certains seront variables des simulations*
- \* *valores de los parametros cuyos algunos seran factores de simulaciones*

```
FUP=100;  
FPOBLA=1000;  
FBINF=500;  
FQTCONC=50;  
FSUPSEC=1000;  
FPARAMO=1000;  
FCPERD=0.3;
```

```
TUP=225;  
TPOBLA=3000;  
TBINF=700;  
TSUPSEC=200;  
TQTCONC=400;  
TUPERD=0.4;
```

```
CUP=300;  
CPOBLA=2000;  
CDJ=1;  
CBINF=3300;  
CQTCONC=2100;  
CCPERD=0.5;
```

- \* *ordre apparition matrice generale dans le listing de resultats*
- \* *orden aparicion matriz general en la lista de resultados*

```
DISPLAY  RESUL;
```

\* *definition des coefficients techniques ct pour les seconds termes des*  
\* *equations somme xi =<> ct cas general ct est nul*

\* *definicion de los coeficientes tecnicos ct para los segundos terminos*  
\* *de las ecuaciones suma xi =<> ct caso general ct es zero*

PARAMETER CT(J);

```
CT(J) = 0;
CT('F-HAPARAMO') = FPARAMO ;
CT('F-HACULSEC') = FSUPSEC ;
CT('F-HACULREG') = FBINF ;
CT('F-NUM-UP') = FUP ;
CT('F-HOMBRES') = FPOBLA ;
CT('F-RIEGO-IN') = (FCPERD*FQTCONC*86.4)*182.5;
CT('F-RIEGO-VE') = CT('F-RIEGO-IN');
CT('T-HACULSEC') = TSUPSEC ;
CT('T-HACULREG') = TBINF ;
CT('T-NUM-UP') = TUP ;
CT('T-HOMBRES') = TPOBLA ;
CT('T-RIEGO-IN') = (TCPERD*TQTCONC*86.4)*182.5;
CT('T-RIEGO-VE') = CT('T-RIEGO-IN');
CT('C-HACULREG') = CBINF ;
CT('C-NUM-UP') = CUP ;
CT('C-HOMBRES') = CPOBLA ;
CT('C-LIM-CDJ') = CDJ*CPOBLA*50;
CT('C-RIEGO-IN') = (CCPERD*CQTCONC*86.4)*182.5;
CT('C-RIEGO-VE') = CT('C-RIEGO-IN');
```

\* *definition du vecteur economique objet affectant a chaque activite*  
\* *un cout ou un prix (en negatif) exprime en dollars us*

\* *definicion del vector economico objet dando a cada actividad un*  
\* *costo o un precio (en negativo) en dolares usa*

PARAMETER	OBJET(I)	T-MAFR-OCT	55	C-PN-REG	45
/F-PARAMO	0	T-PAPA-FEB	75	C-ALFALFA	80
F-PNAT	3	T-FRE-MAIZ	85	C-CANA	45
F-PN-REG	20	T-FRE-PAPA	140	C-MAIZ	25
F-TRIGO	30	T-HORTALIZ	300	C-FREJOL	15
F-CEBADA	30	T-HUERTA	300	C-FRE-MAIZ	40
F-PP-REG	100	T-BOVINO	5	C-HUERTA	450
F-BOVINO	2	T-PUERCO	40	C-HORTALIZ	270
F-PUERCO	36	T-UP-FAM	0	C-BOVINO	20
F-UP-FAM	0	T-POBLA	0	C-UP-FAM	0
F-POBLA	0	T-POB-FAM	0	C-POBLA	0
F-POB-FAM	0	T-POB-JOR	0	C-POB-FAM	0
F-POB-JOR	0	T-CONS-CER	0	C-POB-JOR	0
F-CONS-CER	0	T-CE-JFRIO	0	C-CONS-CHO	0
F-VENT-CER	-0.25	T-VENT-CER	-0.25	C-VENT-CHO	-0.15
F-COMP-ARR	0.35	T-CONS-CHO	0	C-COMP-ARR	0.35
F-CONS-PAP	0	T-VENT-CHO	-0.15	C-ARR-JEXT	0.35
F-VENT-PAP	-0.10	T-COMP-ARR	0.35	C-CONS-FRE	0
F-CONS-LEC	0	T-CONS-PAP	0	C-VENT-FRE	-0.37
F-VENT-LEC	-0.20	T-VENT-PAP	-0.10	C-VENT-CAN	-0.015
F-CONS-CAR	0	T-CONS-FRE	0	C-CONS-LEG	0
F-VENT-CAR	-1.5	T-VENT-FRE	-0.37	C-VENT-LEG	-0.15
F-DF-INT	0	T-CONS-LEG	0	C-CONS-FRU	0
F-DF-AFZ	0	T-VENT-LEG	-0.15	C-VENT-FRU	-0.10
F-YDJ-INT	0	T-CONS-FRU	0	C-CONS-LEC	0
F-YDJ-TEMP	0	T-VENT-FRU	-0.10	C-VENT-LEC	-0.2
F-YDJ-CALI	0	T-CONS-LEC	0	C-CONS-CAR	0
F-ABON-N	0.4	T-VENT-LEC	-0.20	C-VENT-CAR	-1.5
F-ABON-P	0.4	T-CONS-CAR	0	C-DF-INT	0
F-ABON-K	0.4	T-VENT-CAR	-1.5	C-DF-AFZ	0
F-FITOS	1	T-DF-INT	0	C-YDJ-INT	0
F-BUEYES	100	T-DF-AFZ	0	C-CDJ-EXT	1
F-TRACTOR	10	T-YDJ-INT	0	C-ABON-N	0.4
F-IRRI-INV	0.0030	T-YDJ-CALI	0	C-ABON-P	0.4
F-IRRI-VER	0.0015	T-ABON-N	0.4	C-ABON-K	0.4
F-SCULREG	0	T-ABON-P	0.4	C-FITOS	1
F-SCULSEC	0	T-ABON-K	0.4	C-BUEYES	200
F-PERDIDO	150	T-FITOS	1	C-TRACTOR	15
F-PERDIAN	60	T-BUEYES	100	C-IRRI-INV	0.002
		T-TRACTOR	10	C-IRRI-VER	0.002
T-PN-REG	20	T-IRRI-INV	0.004	C-SCULREG	0
T-ALFALFA	130	T-IRRI-VER	0.002	C-PERDIDO	200
T-MAIZ-SEC	10	T-SCULREG	0	C-PERDIAN	60 /;
T-MAIZ-OCT	20	T-SCULSEC	0		
T-MAIZ-JUI	40	T-PERDIDO	150		
T-FREJ-MAR	45	T-PERDIAN	60		

\* *ordre apparition des coefficients techniques ct (seconds termes equations)*  
\* *et du vecteur economique objet dans le listing des resultats*

\* orden aparicion de los coeficientes tecnicos ct (segundos terminos de las  
\* ecuaciones) y del vector economico objet en la lista de resultados

DISPLAY CT;  
DISPLAY OBJET;

\* *definition parametre rho pour indiquer le sens des equations*  
\* definicion parametro rho para indicar el sentido de las ecuaciones

\* *par convention*      por convencion  
\* 0 indique <=      0 indica <=  
\* 1 indique >=      1 indica >=  
\* 2 indique =      2 indica =

PARAMETER RHO(J);

RHO('F-HA-REGAD')=2 ;	RHO('T-HAPERDID')=2 ;	RHO('T-USD-FITO')=2 ;
RHO('F-HA-SECOS')=2 ;	RHO('T-UAPERDID')=2 ;	RHO('C-HA-REGAD')=2 ;
RHO('F-HAPARAMO')=0 ;	RHO('T-M3-INV')=2 ;	RHO('C-HACULREG')=0 ;
RHO('F-HACULREG')=0 ;	RHO('T-M3-VER')=2 ;	RHO('C-HAPERDID')=2 ;
RHO('F-HACULSEC')=0 ;	RHO('T-NUM-UP')=2 ;	RHO('C-UAPERDID')=2 ;
RHO('F-HAPERDID')=2 ;	RHO('T-HOMBRES')=2 ;	RHO('C-M3-INV')=2 ;
RHO('F-UAPERDID')=2 ;	RHO('T-EQ-JOR')=2 ;	RHO('C-M3-VER')=2 ;
RHO('F-M3-INV')=2 ;	RHO('T-HOM-FAM')=2 ;	RHO('C-NUM-UP')=2 ;
RHO('F-M3-VER')=2 ;	RHO('T-LIM-WF')=0 ;	RHO('C-HOMBRES')=2 ;
RHO('F-NUM-UP')=2 ;	RHO('T-HORA-MEC')=2 ;	RHO('C-EQ-JOR')=2 ;
RHO('F-HOMBRES')=2 ;	RHO('T-KG-N')=2 ;	RHO('C-HOM-FAM')=2 ;
RHO('F-EQ-JOR')=2 ;	RHO('T-KG-P')=2 ;	RHO('C-LIM-WF')=0 ;
RHO('F-HOM-FAM')=2 ;	RHO('T-KG-K')=2 ;	RHO('C-LIM-CDJ')=0 ;
RHO('F-LIM-WF')=0 ;	RHO('T-HORA-YUN')=0 ;	RHO('C-HORA-MEC')=2 ;
RHO('F-HORA-MEC')=2 ;	RHO('T-DIAS-FAM')=2 ;	RHO('C-KG-N')=2 ;
RHO('F-KG-N')=2 ;	RHO('T-DIAS-PAG')=2 ;	RHO('C-KG-P')=2 ;
RHO('F-KG-P')=2 ;	RHO('T-UNID-FOR')=0 ;	RHO('C-KG-K')=2 ;
RHO('F-KG-K')=2 ;	RHO('T-HAPARC')=2 ;	RHO('C-HORA-YUN')=0 ;
RHO('F-HORA-YUN')=0 ;	RHO('T-PRO-CER')=2 ;	RHO('C-DIAS-FAM')=2 ;
RHO('F-DIAS-FAM')=2 ;	RHO('T-PRO-CHOC')=2 ;	RHO('C-DIAS-PAG')=2 ;
RHO('F-DIAS-PAG')=2 ;	RHO('T-PRO-PAPA')=2 ;	RHO('C-UNID-FOR')=0 ;
RHO('F-UNID-FOR')=0 ;	RHO('T-PRO-FRE')=2 ;	RHO('C-HAPARC')=2 ;
RHO('F-PRO-CER')=2 ;	RHO('T-PRO-LEG')=2 ;	RHO('C-PRO-CHOC')=2 ;
RHO('F-PRO-PAPA')=2 ;	RHO('T-PRO-FRU')=2 ;	RHO('C-PRO-FRE')=2 ;
RHO('F-PRO-LECH')=2 ;	RHO('T-PRO-LECH')=2 ;	RHO('C-PRO-CANA')=2 ;
RHO('F-PRO-CARN')=2 ;	RHO('T-PRO-CARN')=2 ;	RHO('C-PRO-LEG')=2 ;
RHO('F-EQ-WFAM')=0 ;	RHO('T-EQ-WFAM')=0 ;	RHO('C-PRO-FRU')=2 ;
RHO('F-EQ-WJOR')=0 ;	RHO('T-EQ-WJOR')=0 ;	RHO('C-PRO-LECH')=2 ;
RHO('F-LIM-VDJE')=0 ;	RHO('T-LIM-VDJE')=0 ;	RHO('C-PRO-CARN')=2 ;
RHO('F-BAL-CER')=2 ;	RHO('T-BAL-CER')=2 ;	RHO('C-EQ-WFAM')=0 ;
RHO('F-BAL-PAPA')=2 ;	RHO('T-BAL-CHO')=2 ;	RHO('C-EQ-WJOR')=0 ;
RHO('F-BAL-LEC')=2 ;	RHO('T-BAL-PAPA')=2 ;	RHO('C-BAL-CER')=2 ;
RHO('F-BAL-CAR')=2 ;	RHO('T-BAL-FRE')=2 ;	RHO('C-BAL-FRE')=2 ;
RHO('F-RIEGO-IN')=0 ;	RHO('T-BAL-LEG')=2 ;	RHO('C-BAL-LEG')=2 ;
RHO('F-RIEGO-VE')=0 ;	RHO('T-BAL-FRU')=2 ;	RHO('C-BAL-FRU')=2 ;
RHO('F-KGARR-CO')=1 ;	RHO('T-BAL-LEC')=2 ;	RHO('C-BAL-LEC')=2 ;
RHO('F-USD-FITO')=2 ;	RHO('T-BAL-CAR')=2 ;	RHO('C-BAL-CAR')=2 ;
RHO('T-HA-REGAD')=2 ;	RHO('T-RIEGO-IN')=0 ;	RHO('C-RIEGO-IN')=0 ;
RHO('T-HA-SECOS')=2 ;	RHO('T-RIEGO-VE')=0 ;	RHO('C-RIEGO-VE')=0 ;
RHO('T-HACULREG')=0 ;	RHO('T-KGARR-CO')=1 ;	RHO('C-KGARR-CO')=1 ;
RHO('T-HACULSEC')=0 ;	RHO('T-KGCE-JE')=2 ;	RHO('C-KGARR-JE')=2 ;
		RHO('C-USD-FITO')=2 ;

\* *definition des variables inconnues*  
\* definiciones de las variables desconocidas

VARIABLES

X(I) *niveaux activites* niveles actividades  
Z *fonction objectif* función objetivo ;

POSITIVE VARIABLE X;

\* *definition des familles equations a resoudre*  
\* definicion de las familias ecuaciones que resolver

EQUATIONS

COST  
SUPPLY1(J)  
SUPPLY2(J)  
SUPPLY3(J) ;

COST .. Z =E= -1\*(SUM(I,OBJET(I)\* X(I)));  
SUPPLY1(J)\$(RHO(J) EQ 0).. SUM(I,RESUL(J,I)\*X(I)) =L= CT(J);  
SUPPLY2(J)\$(RHO(J) EQ 1).. SUM(I,RESUL(J,I)\*X(I)) =G= CT(J);  
SUPPLY3(J)\$(RHO(J) EQ 2).. SUM(I,RESUL(J,I)\*X(I)) =E= CT(J);

\* *ordre de resolution du modele selon une certaine optimisation*  
\* orden de resolucion del modelo segun una optimizacion escogida

MODEL ZARI /ALL/;  
SOLVE ZARI USING LP MAXIMIZING Z;

\* *ordre d'apparition des resultats des activitees optimisees et des activites rejetees par le modele dans le listing des resultats*  
*fichier.lst*

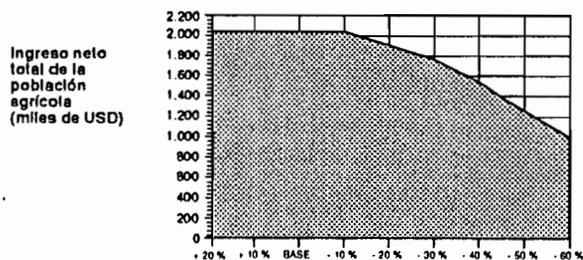
\* orden de aparicion de los resultados de las actividades optimizadas y de las actividades rechazadas por el modelo en la lista de resultados fichero.lst

DISPLAY X.L,X.M;

## ANEXO 3

### SIMULACION GAMS ZARI URCUQUÍ, Resultado general

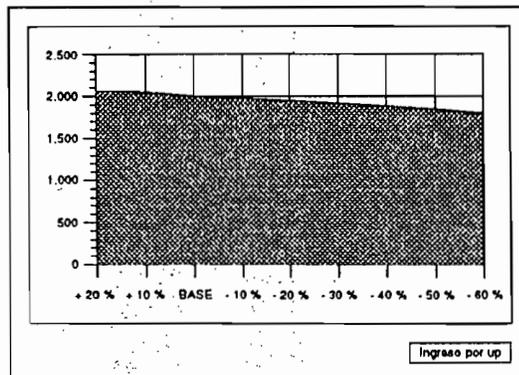
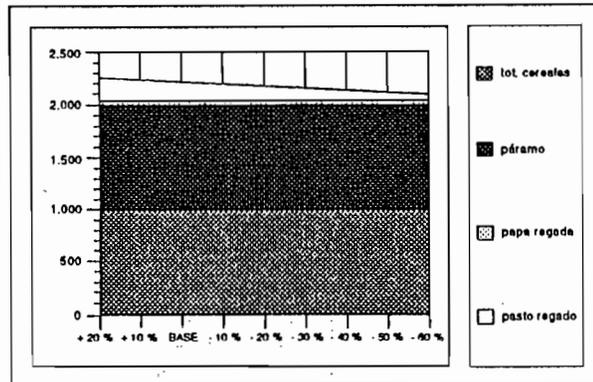
dotación agua	- 20 %	- 10 %	BASE	+ 10 %	+ 20%	+ 30 %	+ 40 %	+ 50 %	+ 60 %
población			6.000						
número UPA			825						
pob. fam. campesina			3.125						
pob. jornaleros			575						
Ingreso neto de la población agrícola									
total (1.000 US\$)	2.073	2.069	2.064	2.060	1.963	1.850	1.602	1.335	1.028
par UPA (US\$)	3.317	3.310	3.302	3.296	3.173	2.960	2.563	2.136	1.645



**Cuadro 1 - Resultado general**

Simulación GAMS, ZARI Urcuquí. Resultados del piso frío

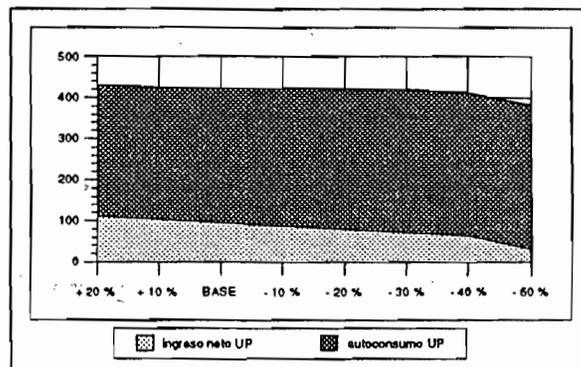
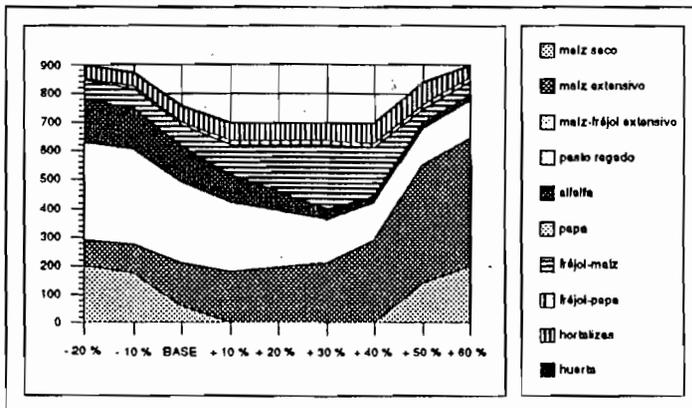
destacación agua	+ 20 %	+ 10 %	BASE	- 10 %	- 20 %	- 30 %	- 40 %	- 50 %	- 60 %
población	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
número UPA	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pop. fam. camp.	500	500	500	500	500	500	500	500	500
pop. jornaleros	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Actividades agrícolas (ha)</b>									
trigo	478	559	640	720	0	1.000	1.000	1.000	1.000
cebada	522	441	360	279	1.000	0	0	0	0
tot. cereales	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
páramo	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
papa regada	36	36	36	36	36	36	36	36	36
pasto regado	275	178	178	159	141	121	103	83	54
SAU seca	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SAU regada	257	232	214	195	176	157	139	119	100
<b>Evaluación riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)</b>									
ha con riesgo	252	248	247	245	243	241	239	237	235
UA con riesgo	154	148	143	138	129	128	122	117	111
ganado bovino (núm.)	572	495	477	460	430	427	408	389	370
ganado porcino (núm.)	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Actividades de riego (miles de metros cúbicos)</b>									
MMJ de invierno	239	260	237	213	189	166	142	118	94
MMJ de verano	292	258	235	212	189	165	142	118	95
<b>ACTIVIDADES ECONOMICAS</b>									
<b>Compra</b>									
ton. N	12	10	11	11	7	12	12	12	12
ton. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25	28	29	30	19	34	34	34	34
ton. K	10	10	11	11	8	13	13	13	13
US\$ Bioarbitaria	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
horas tractor	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072
horas yuntas sup.	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Intercambios W (días de trabajo)</b>									
<b>Campesinos</b>									
días W int.	39.000	39.339	39.578	39.817	34.009	40.888	40.718	40.547	40.375
días W externa	5.899	5.660	5.422	5.183	8.990	4.111	4.280	4.453	4.624
<b>Jornaleros</b>									
días W int.	21.827	21.827	21.827	21.827	17.730	22.427	22.012	21.593	21.173
días W para T									
días W para C	8.173	8.173	8.173	8.173	12.269	7.572	7.987	8.407	8.825
<b>Actividades de autoconsumo</b>									
ton. cereales	72	73	74	75	47	31	73	77	75
ton. papa	180	180	180	180	180	180	180	180	180
ton. carne	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ton. leche	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Actividades de compra de arroz</b>									
ton. arroz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Actividades de venta de productos agrícolas</b>									
ton. cereales	825	833	840	847	803	869	871	873	875
ton. papa									
ton. carne	57	64	62	59	54	54	51	48	45
ton. leche	156	47	39	130	115	113	104	94	85
Ingresos	337.979	334.076	330.172	326.251	305.326	320.955	315.308	309.594	303.882
costos	129.544	129.383	129.091	128.748	120.259	129.428	128.288	127.151	126.006
Ingreso neto	208.436	204.693	201.081	197.483	185.067	191.528	187.020	182.443	177.879
Ingreso por UP	2.084	2.047	2.011	1.975	1.950	1.915	1.870	1.824	1.779



Cuadro 2 - Piso frío

Simulación GAMS, ZAFI Uroquif. Resultados del piso templado

dotación agua	+20%	+10%	BASE	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%	-60%	dotación agua
población	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
máximo UPA	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
pop. fam. comp.	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
pop. jornaleros	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
<b>Actividades agrícolas (ha)</b>										
maíz seco	200	175	62	0	0	0	0	140	200	200
maíz extensivo	90	99	145	177	194	210	291	411	448	167
maíz fréjol extensivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pano regado	337	327	283	238	194	149	125	125	125	125
alfalfa	156	151	126	99	70	40	26	25	22	14
papas										
fréjol-maíz	51	64	76	109	166	224	171	45	45	336
fréjol-papas	7	7	9	10	12	14	15	15	15	15
hortalizas	44	48	56	40	58	57	66	73	39	37
huerta	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
SA U seca	200	175	62	0	0	0	0	140	200	200
SA U regada	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
<b>Evaluación riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)</b>										
ha con pérdidas	300	289	236	215	232	249	224	237	241	265
UA con pérdidas	144	142	135	128	121	114	110	110	110	110
ganado bovino	639	646	528	421	316	208	150	150	150	150
ganado porcino	61	74	148	219	290	361	400	400	400	400
<b>Actividades de riego (miles de metros cúbicos)</b>										
MML de invierno	875	873	862	840	805	770	747	708	598	709
MML de verano	2.830	2.775	2.523	2.271	2.018	1.766	1.514	1.261	1.009	1.628
<b>ACTIVIDADES ECONOMICAS</b>										
<b>Compras</b>										
ton. N	15	16	18	20	21	22	22	19	11	22
ton. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11	11	12	13	13	13	14	14	8	11
ton. K	9	9	10	12	14	15	14	11	6	17
US\$ Maquinaria	14.639	15.318	18.460	21.380	24.039	26.699	26.368	21.944	12.830	27.313
horas tractor	1.650	1.660	1.707	1.896	2.251	2.606	2.555	2.410	2.157	3.342
horas yuntas										
<b>Intercambios W</b>										
<b>Campesinos</b>										
días W int.	45.000	45.000	45.000	46.836	50.841	54.844	56.527	60.432	57.242	64.074
días W sintra	45.000	45.000	45.000	43.161	39.158	35.155	33.472	29.567	32.757	25.925
<b>Jornaleros</b>										
días W int.	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	27.752	37.500
días W para C	75.000	75.000	70.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	55.504	75.000
<b>Actividades de autoconsumo</b>										
int. cereales	195	195	195	202	218	234	241	257	342	271
ton. papas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. fréjol	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. legumbres	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. frutas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. carne	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ton. leche	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<b>Actividades de venta de productos agrícolas</b>										
ton. cereales	0	0	0	0	0	0	88	280	306	
ton. choclos	122	122	131	185	294	403	277	0	0	840
ton. papas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ton. fréjol	23	25	36	63	110	158	116	15	6	284
ton. legumbres	416	436	531	576	561	545	634	709	363	343
ton. frutas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ton. carne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ton. leche	509	485	378	271	165	58	0	0	0	
ingreso	190.882	190.162	188.226	191.845	202.007	212.166	201.696	182.003	133.257	239.004
costos	165.471	165.254	163.971	168.609	180.179	191.730	185.018	172.975	144.095	203.164
ingreso neto	25.411	24.908	24.255	23.236	21.828	20.436	16.678	9.028	-10.838	35.840
ingreso neto UP	113	111	108	103	97	91	74	40	-48	159
autoconsumo UP	317	317	317	320	327	334	336	343	379	349
total UP	430	428	428	424	424	424	411	383	331	508



Cuadro 3 - Piso templado

Simulación GAMB, ZARI Urougué. Resultados del piso caliente

	+ 20 %	+ 10 %	BASE	- 10 %	- 20 %	- 30 %	- 40 %	- 50 %	- 60 %
irrigación agua									
población	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
número UPA	300	300	300	300	300	300	300	300	300
pop. fam. comp.	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
pop. jornaleros	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Actividades agrícolas (ha)</b>									
paño regada	1.055	1.055	1.055	1.055	507	0	0	66	177
alfalfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
caña	2.119	2.119	2.119	2.119	2.408	2.566	2.193	1.752	1.262
maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fréjol	109	109	109	109	109	109	109	109	109
fréjol-maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
huertitas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
huerta	12	12	12	12	12	12	12	12	12
SAU regada	3.300	3.300	3.300	3.300	3.041	2.892	2.319	1.943	1.565
<b>Evaluación riesgos (equivalentes a hectáreas perdidas)</b>									
ha regadas perdidas	372	372	372	372	346	312	274	237	199
UA con pérdidas	217	217	217	217	149	84	72	67	87
ganacia bruta	2.170	2.170	2.170	2.170	1.495	836	717	547	687
<b>Actividades de riesgo (miles de metros cúbicos)</b>									
MD3 de invierno	9.413	9.413	9.413	9.413	8.449	7.258	6.240	5.244	4.265
MD3 de verano	14.510	14.510	14.510	14.510	13.245	11.589	9.933	8.278	6.823
<b>ACTIVIDADES ECONOMICAS</b>									
<b>Compras</b>									
ton. N	223	223	223	223	237	242	208	159	128
ton. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ton. K	1	1	1	1	1	1	1	1	1
US\$ financieros	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897
horas tractor	42.671	42.671	42.671	42.671	48.455	51.608	44.150	35.334	25.530
<b>Intercambios W</b>									
<b>Compras</b>									
días W tot.	75.000	75.000	75.000	75.000	73.218	68.839	59.548	49.625	30.246
días W afuera	0	0	0	0	1.780	4.160	15.353	25.374	35.754
<b>Jornaleros</b>									
días W tot.	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
<b>Compras (días de jornaleros desde afuera)</b>									
días plan F	8.173	8.173	8.173	8.173	12.269	7.532	7.987	8.407	8.828
días plan T	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	55.504
días est. Z	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	99.865	70.141	37.278	21.630
<b>Actividades de estocaje</b>									
ton. fréjol	120	120	120	120	120	120	120	120	120
ton. legumbres	80	80	80	80	80	80	80	80	80
ton. frutas	70	70	70	70	70	70	70	70	70
ton. carne	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ton. leche	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<b>Actividades de compra de arroz</b>									
ton. arroz	400	400	400	400	389	343	307	248	185
ton. arroz jven.	550	550	550	550	562	547	459	362	258
<b>Actividades de venta de productos agrícolas</b>									
1.000 ton. cañón	159	159	159	159	181	192	164	131	95
ton. choclos									
ton. fréjol									
ton. legumbres									
ton. frutas									
ton. carne	135	135	135	135	74	15	5	0	0
ton. leche	3.756	3.756	3.756	3.756	2.541	1.355	1.140	1.050	1.050
ingreso (1.000 \$/.)	3.338	3.338	3.338	3.338	3.329	3.181	2.702	2.181	1.630
costos (1.000 \$/.)	1.399	1.399	1.399	1.399	1.453	1.442	1.234	1.000	748
ingreso neto (1.000 \$/.)	1.940	1.940	1.940	1.940	1.876	1.739	1.468	1.181	881
ingreso UP	6.466	6.466	6.466	6.466	6.253	5.796	4.894	3.938	2.938

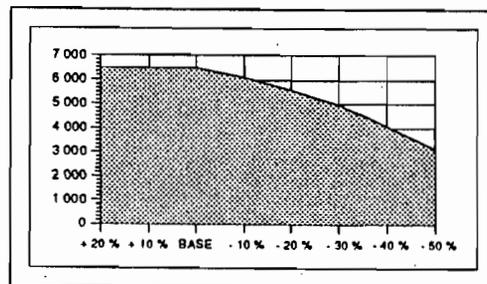
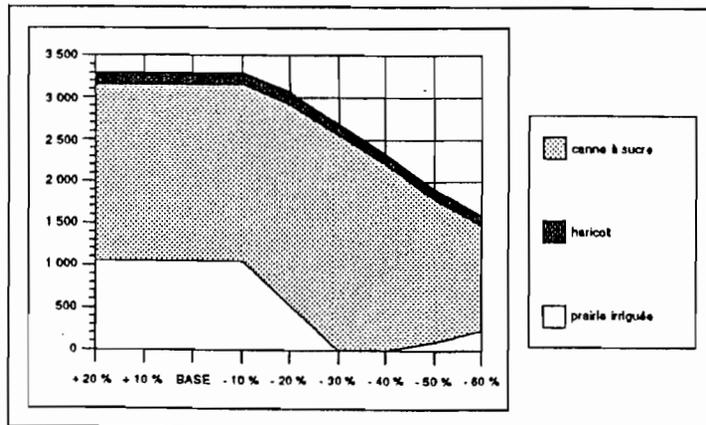


Tableau 4 - Étage chaud

*In :*  
*Revista " Memoria ", año 2, n° 2,*  
*Instituto de Historia y Antropología Andina*  
*MARKA,*  
*Quito, 1991, pp 185-282.*

## **ENFOQUE HISTORICO DEL RIEGO TRADICIONAL EN LOS ANDES ECUATORIANOS**

por Thierry Ruf\*, Pablo Nuñez\*\*

---

\* Agro-economista, Misión ORSTOM, Apartado 17.11.06596, Quito - Ecuador

\*\* Historiador, Misión ORSTOM, Apartado 17.11.06596, Quito - Ecuador

[Faint, illegible text covering the majority of the page, possibly bleed-through from the reverse side.]



## INTRODUCCIÓN

Desde 1987, el INERHI y el ORSTOM trabajan juntos en un programa científico pluridisciplinario sobre "funcionamiento del riego tradicional en los Andes Ecuatorianos". El objetivo de esta cooperación es de descubrir donde se encuentran los sistemas de riego particular y cuales son las fallas en la cadena de operaciones desde la captación de aguas, el transporte, la repartición de los caudales entre perimetros de riego, la distribución entre campesinos, la aplicación del agua en la parcela, el manejo del agua en los sistemas de producción y las productividades alcanzadas, la organización social que une a los usuarios y mantiene a los sistemas de riego. Dentro de las varias operaciones del proyecto, existen un inventario de sistemas de riego (con mapas al 1:50.000), que permite ubicar bocatomas, canales y perimetros en cada cuenca hidrográfica de los Andes. Existe también estudios particulares sobre sistemas de riego representativos como en Urcuquí para la cuenca del Mira, Pifo-Puembo en la del Guayllabamba, Santa Rosa-Pilahuín y Guamote en la del Pastaza, Gualaceo y Ludo en la del Santiago (Le Goulven, Ruf, Ribadebeira: 1987).

Estudiando los problemas actuales de estas zonas regadas, se descubrió estructuras complejas de riego, formas de compartir el agua y técnicas de aplicación del agua que permiten cuestionarse sobre orígenes y evoluciones de los sistemas de riego de los Andes. El primer trabajo histórico, lo inició Anne Chenuil (1988) sobre el sector de Santa Rosa-Pilahuín en Tungurahua.

Ya que en INERHI existen un sin número de juicios para tener una concesión de agua, se hizo la búsqueda de los juicios anteriores en las juntas de Santa Rosa. Encontramos en poder de una familia de Santa Rosa un texto escrito en 1945 por Gabriel Medina que constituye un resumen de todos los juicios y otros acontecimientos ocurridos sobre las acequias del pueblo. Entonces decidimos buscar en los archivos históricos de Tungurahua y Quito las fuentes de información. Al principio, esta operación no parecía larga, se trataba de encontrar juicios de aguas en relación con las zonas piloto del proyecto INERHI- ORSTOM. Pero varios puntos justificaron la ampliación de la investigación histórica:

- la riqueza de la información;
- el interés en estudiar el conjunto de juicios para entender la organización espacial, social y económica del riego tradicional en varias épocas;
- la apertura de los diferentes archivos del país con el apoyo de sus responsables: María Teresa Larrea en el Banco Central de Ambato y Ramiro Avila en el de Quito, Juan Freile en el Archivo Nacional de Quito y Jorge Isaac Cazorla en el Banco Central de Ibarra. El trabajo fue difícil, ya que no existía siempre referencias adecuadas sobre juicios de aguas, especialmente en Quito (1). El trabajo se organizó, después de catalogar a los archivos útiles para la investigación, en leer los textos antiguos, extraer la información a base de un marco dado, poniendo las ubicaciones, los actores y los sucesivos eventos del juicio desde la demanda hasta la conclusión del proceso.

Los participantes trabajaron en varias ciudades bajo la coordinación de Thierry Ruf:

**QUITO y AMBATO:** Archivo Nacional y Banco Central

Pablo Núñez

Pablo Suárez

(También colaboraron Patricio Estévez como fotógrafo y Juan Vega U. en la etapa de reclasificación).

**IBARRA:** Banco Central

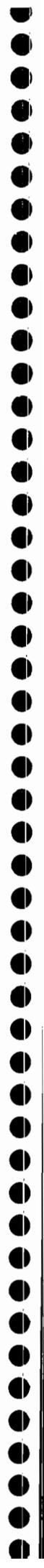
Miriam Cisneros

**CUENCA:** Casa de la Cultura

Catherine Perroud

A continuación, se presentan dos contribuciones al conocimiento de la historia del riego andino ecuatoriano:

- un ensayo de síntesis sobre la problemática del riego,
- el catálogo del Archivo Nacional de Quito.



## LA PROBLEMÁTICA HISTÓRICA DEL RIEGO ANDINO EN ECUADOR

Antes de profundizar los orígenes de los sistemas de uso artificial del agua en los Andes ecuatorianos y estudiar las etapas históricas, parece necesario dar aclaraciones sobre la importancia actual del riego tradicional.

### 1. IMPORTANCIA DEL RIEGO EN LOS ANDES ECUATORIANOS

#### El clima de los Andes.

Actualmente la agricultura se practica en todos los pisos climáticos entre los 1500 y 4000 m.s.n.m., pudiéndose distinguir tres pisos principales con infraestructura de riego:

- Piso subtropical entre 1500-2200 m.s.n.m., donde la temperatura media fluctúa alrededor de los 18° C, mientras que las precipitaciones son muy bajas (300-400 mm por año).
- Piso templado entre 2300-2700 m.s.n.m. donde la temperatura media fluctúa alrededor de los 15° C y las precipitaciones alcanzan los 600 a 700 mm.
- Piso frío entre 2800-3300 m.s.n.m. donde la temperatura media es de menos de 13° C y las lluvias pasan de 800 a 1000 mm al año.

Cualquiera que sea el piso la pluviometría no es repartida regularmente. En las cuencas hidrográficas del Pacífico existe un clima bimodal con dos estaciones de lluvias y dos estaciones secas. En las cuencas amazónicas las sequías pueden ocurrir en el transcurso del año. En el sur del país, el clima se simplifica con una estación seca y otra lluviosa. En fin, cualquiera que sea la región el clima es inestable y varía de un año a otro con grandes diferencias. La sequía se puede presentar con mayor o menor grado, existiendo períodos sin lluvia aún en los pisos de altura máxima.

La agricultura de secano es practicada en todos los pisos. El maíz, base antigua de la alimentación, puede ser cultivado entre los 2000 y 3200 m.s.n.m. Los campesinos producen también sin riego cebada, papa, trigo, etc., pero con rendimientos bajos y a veces nulos. Sin agua de regadío, los pastos naturales no permiten la alimentación de los animales, ya que en el Ecuador, el almacenamiento del forraje no existe.

#### El papel del riego.

El riego juega un papel fundamental en los siguientes aspectos:

- Es un complemento hídrico en los cultivos de secano.
- Permite estabilizar la producción de pastos a un nivel regular todo el año.
- Ofrece perspectivas de nuevos cultivos en pisos donde no se puede cultivar por pluviometría insuficiente.
- Permite cambiar los ciclos de cultivos y extender los períodos de labores agrícolas.
- Se da lugar a la intensificación del uso de la tierra con doble cultivo anual.

#### Geografía del Riego Andino actual.

Existen antiguos y modernos canales de riego en todas las grandes cuencas hidrográficas de los Andes ecuatorianos. Más de 200.000 hectáreas agrícolas disponen de aportes artificiales, regulares o excepcionales. Los canales modernos construidos por iniciativa pública desde 1945 representan no más de un 5 a 30% de las superficies consagradas al riego. Es decir que el riego tradicional mantiene todavía la primacía espacial en los Andes.

Las cuencas más beneficiadas son aquellas del centro y norte del Ecuador como las cuencas del Mira, Guayllabamba y Pastaza. Las cuencas altas del Cañar y Jubones poseen grandes superficies regadas, así como el valle de Catamayo en la provincia de Loja.

### **Ejemplo de una zona regada: Urcuquí en la cuenca del Río Mira.**

Urcuquí es un pueblo ubicado en el piso templado a 2300 m.s.n.m., en las estribaciones del macizo de Piñán. El origen de esta población se sitúa antes de la llegada de los españoles. En la visita de 1646, habían ya dos ayllus, el de "Ulcoqui" y el de "Yacelga" (FREILE, 1981). Hoy, Alrededor de 6000 habitantes viven en dos parroquias: URCUQUI y SAN BLAS. La composición étnica es muy variada: indígenas en la zona alta, mestizos en la zona templada, mulatos y negros en la zona baja.

El espacio regado de Urcuquí se halla entre los afluentes del río Mira, Cariyacu al sur y Pingunchuela al norte. Este espacio comprende 28 perímetros regados (áreas bajo infraestructura hidráulica) con una superficie de 5.000 hectáreas, las cuales están regadas por unas veinte acequias que se originan en 28 tomas con un caudal aproximado de 3.5 metros cúbicos por segundo.

El piso templado tiene acequias cuyas bocatomas están ubicadas en la cuenca alta del río Cariyacu. El perímetro de los pequeños campesinos de San Blas y Urcuquí está servido por la acequia "Grande de Caciques", en tanto que las haciendas disponen generalmente de un canal propio (Coñaquí, Mindaburlo, El Molino, San Eloy, Pisagancho).

En este piso, los cultivos principales son: maíz, fréjol, pastos naturales y artificiales. Se cultiva también papas, algunas hortalizas (zanahorias, tomate) y frutales. Comparten las aguas de la acequia entre San Blas (140 has) y Urcuquí (180 has). En cada parroquia existe un turno de aguas organizado según los derechos de cada uno de los 600 usuarios.

En el piso subtropical se encuentran otras acequias manejadas por hacendados para el riego de sus cañaverales y pastos.

A través de este caso se suscitan varias preguntas sobre el origen de las infraestructuras de riego y su manejo. Entre ellas, figuran dónde y cuándo empezó la utilización del agua, bajo qué forma, qué conocimientos técnicos? Cómo se estableció una red tan compleja de acequias? Cómo se manejaba el riego en épocas prehispánicas, colonial y republicana? En cada época, cuáles son los procesos de decisión para la construcción de un canal? quién lo ejecuta? cómo se efectúa la repartición de las aguas? quién organiza la operación y el mantenimiento? quién dirige los conflictos de aguas? Cómo los grupos étnicos, indígenas, mestizos, españoles han tenido acceso al riego? Qué pasa hoy con este legado? Ciertamente es que el acceso a las aguas de riego siempre ha sido conflictivo y sigue así. Hoy, el manejo del riego tradicional no se puede entender sin tener las referencias del pasado del sistema de riego. Aquí viene el tema de las fuentes de información.

## **2. FUENTES PARA LA HISTORIA DEL RIEGO ANDINO EN ECUADOR**

### **El poder central político-judicial desde el siglo XVI.**

Cuando los españoles lograron la conquista de estos territorios en 1532, se propusieron dominar primero el callejón interandino. Los incas tomaron la misma actitud, 70 años antes, imponiendo su poder político y militar, dominando la resistencia indígena en la famosa batalla de Yahuarcocha al norte de la actual Ibarra. Es así que al final del siglo XVI, todo el territorio que conforma actualmente el Ecuador fue sometido a la autoridad política, militar, religiosa y lingüística, primero por el Régimen Incaico y luego por la autoridad Real Española.

En 1830, luego de un corto período post-colonial de unificación de la Gran Colombia, la Antigua Real Audiencia de Quito, proclama su independencia y comienza el período republicano. El poder político insiste en preservar el autoritarismo central, en especial con el funcionamiento del aparato judicial, eslabón fundamental de decisiones políticas, sociales y económicas. El dominio de jueces y abogados en la vida pública prolonga el sistema colonial que había instaurado un edificio de leyes y reglamentos para administrar la economía, según principios del aparato judicial: acusación, defensa, sentencia, poniendo sobre el papel todos los procesos administrativos, las declaraciones de los actores y testigos, las conclusiones y decisiones.

## Los Juicios por las aguas.

La principal fuente para el estudio del riego en el Ecuador constituye sin lugar a dudas el análisis de los "juicios de aguas". En estos juicios, encontramos diverso tipo de información: geográfica, social, agraria, toponímica, jurídica, e incluso hidráulica, ya que que en algunos documentos, se cita la manera de construir acequias y organizar el reparto de los caudales. Toda esta variedad informativa permitirá al investigador aproximarse al tema y poder entender más a fondo el problema del riego.

### Presentación del catálogo sobre "aguas" del fondo "Tierras" del Archivo Nacional de Historia.

Recolectar toda la información histórica en Quito, Ambato, Ibarra y Cuenca nos llevó aproximadamente tres años (1988-1991). La primera dificultad para lograr este objetivo era la ausencia de un fondo especializado sobre aguas en el Archivo Nacional de Historia, por lo que se procedió al examen de todos los documentos del fondo "Tierras". Se seleccionó todos los textos referentes a la problemática en cuestión y que son presentados en este trabajo. Sin embargo, constan algunos juicios que no son juicios de aguas pero que contienen planos que aclaran sobre las infraestructuras de riego, los cuales fueron fotografiados.

La segunda dificultad fue extraer la información valiosa dentro de un voluminoso legajo judicial. Esto representa un total de 20.000 fojas en 364 juicios, según el reparto siguiente:

siglo	Número de Juicios
XVI	1
XVII	7
XVIII	140
XIX	216
<b>Total</b>	<b>364</b>

Se tomó un marco de presentación de los juicios con:

- la identificación del archivo
- los actores del juicio
- la ubicación geográfica
- la sucesión de acontecimientos del juicio, como:

demandas  
contrademandas  
declaraciones testimoniales  
inspecciones oculares  
escrituras  
testamentos  
inventarios  
referencias a juicios anteriores  
planos  
reglamentos y leyes  
sentencias, ... etc.

El catálogo está ordenado cronológicamente, empezando en 1582 y concluyendo en 1899.

Se realizó una base de datos sobre los juicios con sus referencias: años, cajas, títulos, lugares, número de fojas y plano si lo contiene.

Para un mejor manejo de la información, los resúmenes están procesados en paquetes WORD-PERFECT en computadora tipo PC y en WORD 4 en computadora Macintosh. Se prevé publicar próximamente esta información ordenada por cuencas hidrográficas, tomando en cuenta la información recabada en otros archivos del país.

La tercera dificultad con la que se enfrentó el equipo investigativo fue la "reorganización" del Archivo Nacional, un año antes de esta publicación, ya que todos los documentos del Fondo Tierras fueron removidos y ubicados en cajas con nueva catalogación, e incluso se cambió de fecha y Fondo a algunos documentos, razón por la cual al reordenar nuestra información no fueron encontrados y así lo hacemos constar en este catálogo. Sin embargo, debemos agradecer la colaboración de la Sra. Marcela Terán de Mosquera, funcionaria de este archivo, que agilitó nuestro trabajo de reclasificación.

#### **Otras fuentes, otros archivos.**

Además del fondo "Tierras" del Archivo Nacional de Historia, el equipo de trabajo recopiló la información de los archivos del Banco Central de Ambato, Ibarra y Quito, y del archivo de la Casa de la Cultura de Cuenca.

Otra fuente de información valiosa consistió en buscar los archivos de las juntas de aguas en sitios específicos como Urcuquí, Pimampiro (Imbabura) y Santa Rosa (Tungurahua). En estos sitios, la tradición oral debe ser tomada en cuenta.

Otros archivos quedan para futuras investigaciones. En primer lugar, los archivos de la curia y de las ordenes religiosas. En segundo lugar y como complemento a este esfuerzo científico, la investigación se debe prolongar al archivo de "Indias" en Sevilla (España).

A continuación, se presenta un primer intento de síntesis sobre la importancia del riego en los Andes ecuatorianos.

### **3. HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO**

#### **Cómo explicar la estructura actual de acequias ?**

La estructura compleja de las acequias demuestra los esfuerzos de varios grupos sociales para captar y conducir los recursos hidráulicos hacia los espacios agrícolas controlados por ellos. A pesar de que el Estado ha nacionalizado las aguas en 1972, hoy, en 1992, los usuarios conservan la idea de propiedad de la acequia que han heredado o el derecho de un río en un punto dado, es decir la apropiación del recurso hídrico procedente del páramo, considerándolo inalienable por su carácter ancestral.

De esta manera, la expansión territorial colonial en los siglos XVI y XVII, se produjo tanto sobre las zonas bajas de clima templado o subtropical con sus estaciones secas, como en las grandes áreas de alta montaña con el fin de adjudicarse los caudales naturales disponibles y regar las tierras bajas (Borchart de Moreno, 1989).

Los conflictos que se originan por la utilización de los recursos disponibles en una acequia se resuelven con nuevas acequias, según tres posibilidades:

- Captación de un recurso no explotado en una cuenca vecina.
- Captación de aguas abajo de los sistemas existentes si el recurso es alimentado por otros afluentes.
- Captación de aguas arriba de los sistemas existentes, lo que genera conflictos de movilización del agua a nivel de bocatomas.

Un gran número de conflictos para captar este recurso aparece en los juicios de aguas, desde el siglo XVI. Por ejemplo, en Urcuquí, hubo varios juicios para establecer si existía remanentes en el río Cariyacu (la palabra significa "padre del agua"), argumento usado por los dueños de estancias para captar aguas en el río o en la acequia de los caciques indígenas (Ruf T., Núñez P., "Historia del riego en la cuenca del Mira", a publicar).

## **¿Quién comenzó? ¿Quién realizó el primer sistema de riego? ¿Cómo Interpretar la técnica de los "camellones"?**

Muchos autores señalan la existencia del riego pre-hispánico (Knapp, 1987; Mothes P. 1987; Coronel, 1987; Gondard, 1983). Antes de ir más adelante, es necesario definir conceptos sobre el uso artificial del agua para la agricultura. Existen diferencias técnicas y sociales entre los sistemas de control de condiciones hídricas como los "camellones" y los sistemas de transporte y reparto de un recurso hídrico limitado como las acequias. En Ecuador, la técnica de los "camellones", fue aplicada en los bordes de las lagunas (San Pablo, Yahuarcocha, y Cayambe hoy desaparecida), donde el nivel del agua puede variar en el transcurso del año. Se trata de hacer elevaciones de tierra longitudinales y paralelas, que permiten cultivar encima del más alto nivel de las aguas y eventualmente regar durante la bajada del nivel con una extracción manual del agua hacia las plantas. Se trata de una sucesión de drenaje al comienzo del ciclo del cultivo y regadío complementario con la evolución de la cota de la laguna.

Este sistema no es específico del Ecuador. Algunas de las regiones pantanosas en el mundo han conocido estos sistemas. En Francia, la región de Vendée, tiene una gran superficie compleja de tierras drenadas con una estructura comparable a los "camellones" de las lagunas andinas.

En Ecuador, los sitios apropiados a estas infraestructuras son de poca extensión, limitadas a orillas de lagos y lagunas.

Sin embargo, parece que el término "camellones" corresponde también a todo tipo de cultivos sembrados sobre lomos de surco, de algunos metros de longitud, de 20 centímetros de alto y 20 centímetros de ancho. Así es como se cultiva el maíz con trabajos manuales desde hace siglos. Esta es una técnica de cultivos aplicado también en las papas, que sorprendió a los españoles que estaban más habituados a la siembra, al voleo de la cebada y del trigo, después de haber arado el suelo con tracción animal. Consta en "las relaciones geográficas de Indias" que la agricultura de los indígenas era más intensiva y más productiva por hectárea, porque era manual. Sin embargo, la introducción de la tracción animal y de nuevos cultivos dio a los dueños de estancias oportunidades de arar y cultivar más terrenos que los indígenas, y tener una productividad del trabajo más grande.

## **¿Quién estableció las primeras acequias?**

En los archivos históricos que relatan los juicios de aguas desde el siglo XVII en la cuenca del río Mira, se nota demandas de Caciques o simplemente de grupos de hombres y mujeres indígenas que recurrían a la Justicia Colonial por "despojo" cometido por los españoles o por los empleados de las estancias. Ya se hace referencia a los tiempos inmemoriales para establecer conclusiones sobre el uso de las aguas. Pero, no parece correcto tomar estos textos como prueba de la existencia de acequias pre-hispánicas, ya que estos juicios se dieron lugar un siglo después de la colonización de la región por los españoles (desde 1534).

Examinando los procesos de colonización española, se observa la sustitución de un orden social a otro, con mestizaje entre españoles y caciques indígenas. En la escala social y económica se distinguen los individuos según los tipos de familia a la cual pertenecen. La justicia colonial da razón a familias de caciques, especialmente en ciertos procesos relacionados con las aguas.

Pimampiro y Urcuquí tienen actualmente una acequia propia antigua, la "del Pueblo" en Pimampiro y la "Grande de Caciques" en Urcuquí. La acequia de Pimampiro fue construida por iniciativa del cura del Pueblo, Pedro Ordóñez de Cevallos, quien adquirió los materiales y la alimentación para movilizar a los indios. Ciertamente encontró trazos de canales en la zona alta del valle y los atribuyó a los incas en su informe. Pero, no afirmó si tenía pruebas de la existencia de un canal ni de las funciones de él (drenaje, riego). Lo claro es que participó en la construcción del canal del pueblo en el año 1596 (Ordóñez de Cevallos, [1691] 1905).

La acequia del Pueblo de Urcuquí se llama "Grande de Caciques". La tradición oral nos dice que los indios del pueblo construyeron la acequia con materiales rudimentarios construidos en madera y hueso en 1500 (Ruf T., 1991).

Los documentos encontrados en la junta de aguas del pueblo indican como fecha de construcción el año 1582. En 1586, empieza el primer conflicto entre los caciques de Urcuquí y españoles que tenían estancias bajo el pueblo. En 1600, los dos lugares, Pimampiro y Urcuquí fueron considerados como la región del riego indígena (Descalzi, 1981, 2: 23).

Los conocimientos hidráulicos de los españoles, especialmente del clero, fueron utilizados para construir acequias de larga distancia, siguiendo las curvas de nivel. Por lo tanto, el riego como técnica de aporte de agua a las plantas era bien conocida, no solamente en forma de "camellones" a orillas de los lagos, sino también en dos puntos precisos de la cuenca del río Mira: la zona de Ambuquí y la zona de Salinas donde existen riachuelos, en donde por simples derivaciones se puede desviar el agua hacia los campos vecinos. Se cultivaba la coca, el algodón y otros productos de clima caliente. Esto permite inferir que existía una cultura alrededor de las aguas en la sociedad indígena. Por ejemplo, en la toponimia antigua como en la actual, las referencias sobre ríos, quebradas, valles, lagunas, riachuelos y acequias no son generalmente españoles (Grijalva, 1921; Caillavett, 1983). Sin embargo, el vocabulario tradicional del riego es español: bocatomá, acequia, óvalo, molino, paja, etc.,. No se utiliza nombres indígenas para calificar los términos técnicos. Por lo tanto, encontramos una variable más del mestizaje cultural: racionalidad andina (encaminada siempre a resaltar fenómenos naturales) y tecnología europea. A partir de esto, es interesante preguntarse el porqué de esta imposición nativa en la toponimia de las acequias, si la mayor parte de las veces los constructores y beneficiarios de estas eran del sector blanco-mestizo.

### **Evolución del riego durante el período colonial 1600-1830.**

Alrededor de los pueblos indígenas, se establecen "Estancias" que pertenecían a españoles, a mestizos o a caciques que supieron hacer valer un derecho territorial en el espacio todavía no apropiado por los ayllus indígenas, es decir en el piso subtropical. En estos terrenos las ovejas tenían la base de su alimentación. En Urcuquí, por ejemplo, las estancias aparecen a lo largo del eje San Blas - San Ignacio - Buenaventura - San Vicente - Tapiapamba. Este eje, es aquel de la acequia del Pueblo, que pertenece a los caciques. Los dueños de estancias no tenían en un principio acceso al agua de los caciques. Ellos hacen sus pedidos al poder central de Quito, declarando que el agua es todavía abundante y que la atribución de un cierto caudal o de ciertos días de riego no va en contra de los indios ni de otros usuarios reconocidos. Los primeros juicios llegaron a un acuerdo: a cambio del derecho a día o noche de riego, los dueños de estancias tenían que encargarse del mantenimiento de la acequia y a responsabilizarse de todos los gastos que esto implique. De juicio en juicio, las estancias iban captando derechos de agua. Manejando ya la economía de la caña de azúcar, necesitaban el agua tanto para el regadío de sus cañaverales como para los trapiches. Además, empezaban a captar la mayor parte de la fuerza de trabajo de los indígenas, manejando también la esclavitud de los negros provenientes de Colombia.

Durante el siglo XVII, a pesar de la construcción de acequias complementarias, se observó una falta de agua en el piso subtropical. Los pobladores de Urcuquí, indios o mestizos, se dan cuenta de la importancia del agua y se lamentan amargamente de la imprevisión de los caciques que cedieron fácilmente sus derechos durante el siglo anterior. Ellos intentaron recuperar sus derechos en unos 50 años, pero no obtuvieron nada en concreto frente al poderío de los grandes propietarios de haciendas.

En Pimampiro la situación es similar. El caudal de la acequia del Pueblo se divide en dos partes iguales, la una para el Pueblo y la otra para las dos haciendas situadas aguas abajo de la acequia utilizada por los campesinos.

No hay que olvidar el enorme impacto que tuvieron los Jesuitas, propietarios de una gran extensión de terrenos en el piso subtropical (margen derecha del río Ambi, valle del Chota), regados por grandes acequias construidas por ellos, gracias a la mano de obra esclava que estos aprovechaban. A finales del siglo XVIII, después de la expulsión de la Compañía de Jesús, estas propiedades fueron vendidas, dejando lugar a nuevos dueños, entre ellos militares. Con este cambio, nacían las haciendas más grandes de la cuenca.

A comienzos del siglo XIX, los recursos hídricos fácilmente explotables eran administrados por los hacendados, dejando a los campesinos cultivar en el piso templado sus tierras de secano.

Pero, en el piso caliente subtropical, quedaban zonas secas y no explotadas. Sin embargo, el agua existía en gran cantidad, ya no en las partes altas de las cuencas, sino en las partes bajas, en los ríos encañodados. No era fácil captar estas aguas.

### **El riego durante el período republicano 1830-1950.**

Uno de los obstáculos para la ubicación de nuevos canales era la multiplicidad de propiedades que existían entre un sitio adecuado para captar aguas de un río y terrenos de una hacienda. A comienzos del siglo XIX en forma precaria y estatuido en la Ley de Aguas de 1832, se vinieron a resolver estos problemas. Ya no se podía un hacendado oponer a la construcción de un canal sobre sus tierras: desde este año, la Justicia Republicana procedía a la evaluación de una indemnización por la pérdida de tierras que se hallan ligados a la plataforma del canal.

Durante tres siglos se mantuvieron opuestos los dueños de estancias (y después los hacendados) y las comunidades campesinas para apropiarse de las cuencas altas y construir las estructuras hidráulicas "verticales" utilizando en lo posible las quebradas naturales.

A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, se observó un mejoramiento en cuanto a la infraestructura "horizontal" buscando el recurso en las grandes quebradas, aguas abajo, tratando siempre de seguir las curvas de nivel. La construcción de estos canales impone una inversión muy grande, siendo muchas veces necesaria la construcción de túneles, acueductos, etc.

En la provincia del Tungurahua, los hacendados se asocian con pequeños campesinos accionistas de la construcción. Los miembros de esta sociedad detienen sus partes sociales en forma de horas de riego dentro de un turno de agua organizado basado en técnicas claras: frecuencia, módulos, período de riego por hectárea.

En la provincia de Imbabura, los hacendados jamás propondrían a los pequeños agricultores mestizos o indios de cofinanciar el costo de sus canales. Las relaciones de producción de la caña de azúcar no han favorecido nunca un diálogo entre grandes y pequeños propietarios.

A veces los eventos naturales pueden interferir. Así, los grandes terremotos ocasionan grandes daños a los canales de riego. En este caso, los antiguos propietarios de acequias buscaban apoyo, y aceptaban ceder derechos de aguas en contra de la participación de campesinos a la rehabilitación de la infraestructura de riego.

Al final del siglo XIX, un cierto número de hacendados comienzan a vender sus tierras para poder invertir en otras actividades, fenómeno que se amplía en el siglo XX. Además, las propiedades se dividen entre los herederos de cada generación.

La división de tierras lleva también a una división de los derechos de aguas. No se puede distribuir las aguas por jornadas de 24 horas: el reparto se realiza por horas. La necesidad de tener el agua al tiempo previsto no es compatible con aproximación. Una profesión liberal nace entonces en el país, los ingenieros hidráulicos. Durante decenas de años, según acuerdos entre usuarios de una acequia, o conclusiones de juicios de aguas, son contratados para el diseño y la realización de obras de repartición de los caudales: simples óvalos (hueco de un cierto diámetro situado sobre una determinada carga de agua) o cajas de repartición más complejas.

Desde la mitad del siglo XX, el mejoramiento de las técnicas de construcción, el advenimiento de las estructuras en hormigón armado, los sifones metálicos y otros adelantos, facilitan la construcción de nuevos canales con captaciones en sitios difíciles y segmentos de transporte largos. La "Caja Nacional de Riego" realizó grandes canales, movilizandolos por primera vez, varios metros cúbicos por segundo, sobre largas distancias. El "Canal del Pisque" fue una realización ejemplar de este período. Desde 1967, el INERHI continúa los proyectos planeados en los años 1950-1960, siendo estos proyectos el último eslabón de la cadena de ordenación de sistemas de riego.

#### **4. HISTORIA RECIENTE DEL RIEGO.**

##### **La nacionalización de las aguas y la centralización de su administración.**

Durante los años de 1960, paralelamente a la Reforma Agraria, el Poder Militar reforma la Caja de Riego, creando un Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INERHI) en el cual las actividades son reglamentadas por la Ley de Nacionalización de las Aguas (Ley de Aguas, 1973)

Los economistas, planificadores y militares juzgan anormal la concentración de la propiedad de las aguas y acequias privadas a beneficio de un pequeño número de propietarios. Además, algunos conflictos conducían a confrontaciones violentas entre conductores de acequias que tomaban aguas del mismo río o entre campesinos usuarios de la misma acequia.

El INERHI es el encargado de poner orden implantando un sistema de concesiones válida durante 10 años. El INERHI se convertirá en una especie de Tribunal de las Aguas, ya que los problemas de los usuarios serán tramitados en este organismo y no en las Cortes de Justicia Ordinaria. Los litigios son tratados en primera instancia en agencias regionales, luego pueden ser replanteadas hasta la Administración Central de Quito. El proceso pasa obligatoriamente por abogados. Sus decisiones se basan en informes técnicos emitidos por ingenieros civiles y agrónomos.

##### **La carrera a la concesión.**

En todo el país, las personas bien informadas hacen reconocer sus antiguos derechos registrándolos en el INERHI. El criterio de atribución es poseer derechos de agua (pueden presentar escrituras) desde tiempos inmemoriales. El ingeniero propone un caudal de concesión que generalmente se acerca a los antiguos títulos de propiedad. La mayoría de las haciendas legalizan la situación precedente. Del lado de los campesinos las cosas son menos simples: las acequias eran administradas por juntas de aguas, donde los títulos de propiedad son diversos. Existen acequias llamadas "comunales" que distribuyen el agua a todas las familias reconocidas de la comunidad. Otras acequias denominadas "aguas compradas", donde cada familia compra o más comunmente hereda los derechos de las aguas según diferentes modos de organización (caudales compartidos, horas de riego, horarios fijos o variables). Además, la concesión es mucho más compleja por el hecho de que muchas comunidades dependientes de un mismo canal están en conflicto por gestión del canal o por otras razones.

##### **La atomización de las organizaciones de usuarios.**

La Agencia del INERHI tratando de simplificar el proceso administrativo, concede parcialmente derechos de agua de un mismo canal, para luego sintetizar la concesión general del canal. En estas condiciones, algunos grupos de usuarios piden directamente la concesión al jefe de la agencia de INERHI. Todavía no hay autoridad hidráulica reconocida por todos. Las juntas centrales de las acequias pierden una parte importante de su poder tanto en materia de reglas de distribución (control de obras de repartición entre las comunidades), de respeto de los turnos de agua (control de los turnos de riego de cada parcela), de mantenimiento de las obras (organización de los trabajos colectivos regulares o excepcionales, seguido a las interrupciones de servicio), como en los aspectos financieros (gestión de gastos regulares o excepcionales).

No solamente ciertas comunidades se proclaman independientes (al respecto, el impacto de las ONG o de ciertas instituciones públicas actuando con clientelismo no es negligente), sino ciertos individuos que no se encuentran satisfechos por la dotación del agua, recurren directamente a demandar una concesión al INERHI.

En caso de no respetar las reglas y los derechos de agua registrados, la Junta de Agua no tiene más posibilidad directa de represión al contraventor.

Antes de la ley de aguas, una acta estaba redactada por el secretario de la Junta según informe del aguatero y la Junta imponía una multa que debía ser pagada o de lo contrario se retiraba el derecho al riego. La multa estaba generalmente dedicada a una obra de interés general como una escuela. Actualmente si el informe es redactado, tiene que ser depositado en la Agencia Regional del INERHI (lo que supone de un viaje a veces largo), y, es la Agencia la que decide una multa a su favor dentro de lo legalmente establecido.

Además, el contraventor puede reclamar y demandar justicia al Presidente de la Junta si se lo cortó el agua.

Frente a estos problemas, es claro que la anarquía no ha invadido todo. El irrespeto al turno de aguas no obedece a la voluntad de cualquier usuario. En el campo existen relaciones sociales y situaciones de autoridad familiar que limitan los abusos. El desvío de las aguas de su curso normal es considerado como un crimen.

Pero lo principal del mal funcionamiento está en la prolongación de los turnos de agua, en la falta de riegos completos (interrupciones del servicio a las horas previstas), y en las dificultades materiales para el mantenimiento de las obras.

**Factores a tomarse en cuenta: Demografía, Integración a la economía de mercado y evolución de los sistemas de producción.**

Durante los últimos 20 años el Ecuador ha duplicado su población. Las ciudades de Quito y Guayaquil se convierten en grandes centros urbanos de trabajo y de consumo.

En el área rural, se observan una evolución demográfica variada. En algunas regiones decrece la población (ejemplo: Cantón Guamote). La densidad se reduce a unas decenas de habitantes por km<sup>2</sup>. Las familias que quedan en sus predios son las que disponen de un recurso hídrico escaso proveniente de un pequeño cauce o vertiente, que estabiliza la producción forrajera, lo que permite ahorrar los ingresos provenientes de la migración gracias al pequeño rebaño, mientras que continúan la siembra en seco del terreno y aunque su producción es débil, ayuda a satisfacer las necesidades alimentarias.

En otras regiones por el contrario, crece cada año el número de habitantes. Ahora, por ejemplo en la provincia de Tungurahua, la densidad pasa de los 500 habitantes por km<sup>2</sup> agrícola. El riego hecho a partir de canales de gran amplitud (a veces 50 km de largo, 500 litros/segundo), ha sido una de las condiciones que favorecen el uso permanente del suelo (dos cultivos de año). Es lo que Jean Luc Sabatier ha calificado como "China de los Andes": una agricultura en situación de acceso a la tierra limitante al extremo, con explotación familiar de promedio de 50 áreas, donde el trabajo juega un papel muy importante (5 trabajadores por hectárea contra 5 hectáreas por trabajador de ciertos sistemas de ganadería extensiva).

Es en estos sistemas que los riesgos de alteración de las reglas de gestión de las acequias son los más graves. Ciertas acequias son aprovechadas por más de mil usuarios, los mismos que se reparten los módulos del riego con la ayuda de un cronómetro y precisión de medio minuto. Se ha constatado que las parcelas, como los tiempos de riego, se dividen en dos cada quince años. (ORSTOM-INERHI, estudio de la zari de Santa Rosa y Pilahuín, a publicar).

Otras situaciones existen como aquellos que están bajo la influencia del crecimiento urbano (Pichincha). La dependencia cada vez más grande del trabajo en las ciudades, conlleva a la desaparición de las organizaciones campesinas, la alteración de los turnos de agua, el retorno a la dependencia aguas arriba - aguas abajo que perjudica a los que están abajo.

La demografía cambia las condiciones de la administración del agua, pero también los sistemas de producción han evolucionado en dos direcciones principales:

- Una simplificación hacia la ganadería extensiva, con poca productividad y escasa fuerza de trabajo. El riego cambia a regadíos sin dispositivo especial de aplicación, con gran consumo de agua. No hay un número suficiente de trabajadores para hacer un uso económico del agua.
- Una intensificación de los cultivos con una mejor asociación de la agricultura y la ganadería a través de la alfalfa. Las necesidades hídricas son mucho más importantes quedando los antiguos sistemas de riego no calibrados para tal evolución.

En todo caso, las necesidades de aguas crecen. Frente a estas demandas, INERHI tiene programas de construcción de infraestructuras hidráulicas modernas, a costos muy elevados debido a que la captación de los recursos hidráulicos todavía disponibles se sitúan lejos de las

zonas regables, siendo necesaria la construcción de largos canales, túneles, acueductos, sifones. Otra repuesta podría ser tratar de mejorar el manejo de los sistemas de riego tradicionales con rehabilitaciones de obras de riego ya antiguas que no cumplen con sus funciones y con esfuerzos para organizar nuevas formas de reparto de las aguas. Es la vía de investigación del Proyecto INERHI-ORSTOM.

## CONCLUSIÓN

Con el enfoque histórico sobre el riego en los Andes se pretende entender la organización de los paisajes andinos. Es claro que las estructuras actuales del riego no han sido concebidas por una sola autoridad hidráulica. Al contrario, resultan de muchas intervenciones, crisis, conflictos, adaptaciones y acuerdos. Mientras parece que las reglas de justicia de las aguas fueron decretadas por un aparato colonial centralizador (por lo menos por la jurisprudencia), la construcción de los canales corresponde a iniciativas de cuatro tipos que se suceden en el tiempo:

Una fase de asociación entre la nobleza indígena y algunos representantes de la Iglesia, fenómeno quizá comparable a un inicio de sociedad asiática (hidráulica).

Una fase de apropiación de los medios de producción por los nuevos terratenientes, fase precapitalista con una economía rural basada en la explotación fuerte de ciertas clases de la sociedad (esclavos, negros, indios sujetos al dominio).

Una fase de asociación entre propietarios terratenientes liberales y campesinos aportando en común el capital y el trabajo con el objeto de construir nuevos canales y obtener mayor rentabilidad de los esfuerzos consentidos.

Una fase donde el Estado sustituye a las haciendas y campesinos para realizar grandes inversiones, del cual la rentabilidad puede ser considerada a largo plazo, proveyendo el Estado a los agricultores el agua a un precio muy bajo.

### Notas.

- (1) *En Ambato existe un catálogo publicado sobre el Fondo Notarías-Juicios muy bien detallado y en Ibarra el catálogo es más moderno, ya que se consulta una base informatizada con palabras llaves.*

## BIBLIOGRAFÍA.

### **BORCHART DE MORENO de Moreno, Christiana**

1989 "Visitas de Tierras", *Primera reunión de intercambio científico entre Ecuador y España: Fuentes para la historia ecuatoriana*, Quito, Casa de la Cultura, pp. 13-16, en prensa.

### **CAILLAVET, Chantal**

1983 "Toponimia histórica, arqueología y formas prehispánicas de agricultura en la región de Otavalo - Ecuador", *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, tomo XII, núm. 3-4, pp. 1-21.

1989 "Las técnicas agrarias autóctonas y la remodelación colonial del paisaje en los Andes septentrionales (siglo XVI)", *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*, vol. III, Madrid, Centro Superior de Investigaciones Científicas, pp. 109-126.

### **CORONEL, Rosario**

1987 "Riego colonial: De la coca a la caña en el valle del Chota", *Ecuador Debate*, núm. 14, Quito, CAAP, pp. 47-67.

### **DESCALZI, Ricardo**

1981 *La Real Audiencia de Quito claustro de los andes*, Quito, Ed. Universitaria, 1981.

### **FREILE G., Juan, (compilador)**

1981 *Numeraciones del repartimiento de Otavalo*, Colección Pendoneros núm. 17-18, Otavalo, Instituto Otavaleño de Antropología.

### **GOBIERNO DEL ECUADOR**

1973 "Reglamento de la Ley de Aguas", Decreto Supremo Número 40 del 18 de enero de 1973, *Registro Oficial*, núm. 233, 26 de enero.

### **GONDARD, Pierre**

1983 *Inventario arqueológico preliminar de los Andes septentrionales del Ecuador*, Quito, MAG - PRONAREG - ORSTOM.

### **GRIJALVA, Carlos E.**

1921 "Nombres y pueblos de la antigua provincia de Imbabura", *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, vol. II, núm. 3-4, (Abril 1921), Quito, pp. 33-70.

### **KNAPP, Gregory**

1987 "Riego precolonial en la Sierra Norte", *Ecuador Debate*, núm. 14, Quito, CAAP, pp. 17-45.

### **LE GOULVEN, P.**

1992 *Inventario del riego particular en la cuenca del río Mira*, 6 vol., Quito, INERHI-ORSTOM.

### **MOTHES, Patricia**

1986 *Pimampiro's canal: adaptation and infrastructure in northern Ecuador*, Thesis masters of arts, Austin, University of Texas, 247 p.

1987 "La acequia del pueblo de Pimampiro", *Ecuador Debate*, núm. 14, Quito, CAAP, pp. 69-86.

**ORDÓÑEZ DE CEVALLOS, Pedro**

[1691] "Historia y viaje del mundo del clérigo agradecido 1905 D. Ordóñez y Cevallos, natural de la insigne ciudad de Jaen a las cinco partes de Europa, Africa, América y Magalanica con el itinerario de todo él", *Nueva Biblioteca de Autores Españoles. Autobiografías y Memorias*, Madrid, pp. 271-460.

**PAZ Y MIÑO, Luis**

1936 "Contribución al estudio de las lenguas indígenas del Ecuador", *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, vol. XIII, núm. 40-41, (Julio-Diciembre), Quito, pp. 40-54.

**RODRIGUEZ DE AGUAYO, Pedro**

[1573] "Descripción de la ciudad de San Francisco de Quito 1897 y vecindad de ella", *Relaciones Geográficas de Indias*, tomo III, Madrid, Ministerio de Fomento de Perú, 1897, pp. 60-104.

**RUF, Thierry**

1991 "Entrevistas en Urcuquí", Documento de Trabajo, Quito, ORSTOM-INERHI.

**RUF Thierry, NUÑEZ Pablo**

s.f. "Historia del riego en la cuenca del Mira", Quito, ORSTOM-INERHI. A publicar.

## ANEXOS DOCUMENTALES.

### JUICIO 1

#### **Mariano Monteserrín con Manuel Acevedo sobre la propiedad de las tierras y aguas de Curiquingui y el Pogyo.**

05-XII-1718, 446 folios  
Archivo Nacional, fondo tierras, caja 37.

#### **1. Actores:**

Lcdo. Mariano Monteserrín "Abogado de esta Real Audiencia y Alcalde Ordinario de esta ciudad".  
Dueño de la Hcda Cuzubamba. Acusador.  
Dr. Manuel de Acevedo. Presbítero. Dueño de la Hcda. Guanguilqui. Acusado.

#### **Autoridades:**

- Dr. Dn. Luis de Santa Cruz y Senteno, Caballero del Orden de Calatrava. Presidente de la Real Audiencia de Quito.  
- Drs. Joseph Ferrer, Serafín Vejan e Isidoro de Santiago Alvear y Artunduaga: Oidores de la Real Audiencia de Quito.

#### **2. Ubicación:**

Provincia de Pichincha, Guayllabamba, Hcda. Cuzubamba, Hcda Guanguilqui; sitios de Curiquingui, Justunchupa, El Pogyo y Chimborazo.

#### **3. Motivo del Juicio:**

Despojo de las tierras y aguas de Curiquingui, El Pogyo, Justunchupa y Chimborazo.

#### **4. Resumen : 30 de octubre de 1765.**

Manuel Acevedo, dueño de la Hcda. Guanguilqui, expresa que el Dr. Mariano Monteserrín valiéndose de unos pocos testigos ha logrado despojarle las tierras y aguas de el sitio Curiquingui y Justunchupa. Acevedo hace alusión al juicio seguido en 1718 por su padre, Don Ignacio de Acevedo y el dueño anterior de Cuzubamba, Don Joseph Caballero, para que se revoque la sentencia, pues en este juicio de 1718 ganó la posesión de las tierras y aguas en disputa, la Hcda. Guanguilquí.

#### **4.1 Documentos Habilitantes**

Juicio seguido por las dos haciendas el 5-XII-1718.

**Actores:** Capitán Joseph Caballero. Dueño de la Hacienda Cuzubamba. Acusador.  
Ignacio Acevedo. Dueño de la hcda. Guanguilqui. Acusado.

**Ubicación:** Guayllabamba, Hcdas. Cuzubamba y Guanguilquí.

#### **Resumen**

J. Caballero acusa a Ignacio Acevedo de despojarle de las tierras y aguas del sitio Justunchupa y de la Qbda. "El Pogyo".

#### **Presentación de testigos**

A continuación se transcriben frases textuales de algunos testigos, con el fin de no variar su interpretación.

- Un testigo dice que este juicio es por unas tierras ubicadas en Curiquingue y "El Pogyo" y dice que el dueño anterior de Guanguilquí, Jacinto Arguello. Le llevó al páramo.

- "... a ver dos acequias de agua, que viajan a dicha hacienda, la una de un puesto que llaman justunchupa, y la otra de una quebrada, que llaman El Pogyo, que deslinda la Hacienda de Don Joseph Caballero, y la dicha de Gualquilquí que al presente la posee Don Ignacio de Azebedo..."

- "... y que sabe este testigo así mismo que Pedro de Lenis antecesor de dicho Don Joseph Caballero tuvo pleyto con Miguel Suárez de Figueroa sobre una acequia de agua qual de los dichos dos preferidos la avian de sacar de la dicha quebrada del Pogyo, atravesando las tierras de este litigio, y que por último la sacó dicho Miguel Suárez como dueño de dichas tierras, y la llevó a dicha Hazienda de Guanguilquí....."

- "... y que el dicho Miguel Suárez sacó la acequia de agua del páramo llamado Justunchupa, y la bajó para dicha hacienda juntándola con la asequia del Pogyo que está más abajo y que la quebrada que llaman del Pogyo divide la dicha hazienda de Gualquilquí y la de Don Joseph Caballero....."

- Esta acequia según los testigos se la sacó hace más o menos 25 años (aproximadamente 1693).

#### **Escritura de compra-venta de la Hcda. Guanguilquí, 21-III-1689.**

Comprador: Capitán Jacinto Arguello.

Vendedor: Clemente Suárez de Figueroa y su esposa Barbara Paredes.

La Hcda. Guanguilquí tiene una extensión de 51 caballerías. Esta Hcda. es una parte de la Hcda Grande, dividida entre Clemente y Gregorio Suárez, mayo de 1681, al morir su padre (Miguel Suárez de Figueroa).

Los linderos de la Hcda. de Clemente Suárez:

La quebrada que divide los pueblos de Guayllabamba y del Quinche. La estancia de Don Joseph Caballero. Tierras de indios. Páramos de Cuzubamba.

La Hcda. Grande de Gualquilquí se formó de las siguientes compras realizadas por Miguel Suárez de Figueroa:

- El 8 de mayo de 1662 compra al Capitán Joan Francisco de Cáceres 24 caballerías.
- El 18 de junio de 1665 compra a Doña Joana Cardoso 12 caballerías.
- El 7 de abril de 1664 compra a Joan Gómez de Azevedo y Joan de los Reies 15 caballerías.

#### **Inventario de la Hcda. Guanguilquí.**

- árboles frutales con su alfalfar.
- 31 bueyes de arada.
- 45 vacas.
- 43 yeguas.
- 1287 ovejas.
- 129 cabras y 40 capados.
- 11 acémilas de carga aparejadas.
- 50 puercas ( entre ellas 23 machos y 1 becerro).
- 5 caballos de silla.
- papas, maíz, trigo, cebada (en fanegas).

#### **Vista de Ojos**

En la vista de ojos los litigantes muestran a los jueces los instrumentos que pueden comprobar la propiedad del sitio en disputa. En estos títulos de propiedad (compra-venta) el capitán Joseph Caballero mostró que a partir de 1570 su hacienda fue agrandándose hasta llegar al límite de la quebrada del Pogyo: 75 caballerías (1607, 1601). Estas escrituras a las que se hace alusión no constan en el documento, sino que los jueces dicen que son mostradas. Igualmente Ignacio de Acevedo muestra sus títulos, empieza en 1609 y el total de caballerías es 51, siendo la división de su hacienda con la de Caballero, la quebrada "El Pogyo".

"... y se reconoció que la dicha quebrada que los divide hasta poco más arriba, de una sanja del potrero que tiene dicho Don Ignacio dicha quebrada se divide en tres las dos que repuntan e incorporan, con medianía de unas lomas pequeñas al cuerpo de la hacienda de dicho Don

*Ignacio y las tercera y más dilatada. retorcida que se inclina, adebajo de una lima más alta de Don Joseph Caballero hasta acabarse, en la parte más superior de a donde salen dos ojos de agua que notoriamente llaman "yerba buena "Pugui" y un trechio muy corto del camino real antiguo que va a la villa..."*

Los jueces de la vista de ojos al no poder determinar cual es el propietario de las tierras en disputa proceden a tomar testimonio a diversos testigos de una y otra parte, Al dar testimonio los testigos, cada uno de ellos dice que es propietario el que lo presenta, es decir Caballero o Acevedo. Sin llegar por esto a nada en concreto.

### **Cédula Real sobre el pago de composiciones y pago de Ignacio de Acevedo de su Hacienda Guanguilquí (1715).**

En esta Cédula Real se ordena al "Juez privativo del beneficio, Indulto y composiciones y ventas de tierras de su Distrito " cobrar a las personas que deban dinero a su majestad por concepto de contraposiciones de tierras, es decir legalizar los títulos de propiedad. Las cédulas que ordenan el pago de las composiciones son de los años 1692 y 1707.

*"...Para poner cobro en todas las cantidades que se estuvieren debiendo a su Majestad, y a su Real Hacienda, en los reinos y provincias de las indias, por razón de compras, ventas y composiciones de tierras, en virtud de reales cédulas..."*

Don Ignacio de Acevedo paga a la Hacienda Real la cantidad de 95 pesos por su Hacienda de Gualquilquí, cantidad tasada por los diputados del Cabildo. Siendo pagada ya esta cantidad, el Rey ordena que se le de el título de Propiedad.

*"...Habiendo visto y reconocido los instrumentos que tiene demostrados Don Ignacio de Acevedo vecino de esta ciudad, pertenecientes a la hacienda de Doña Francisca Peñalosa; por un lado, con la hacienda de Don Joseph Caballero Atayde, quebrada de por medio y por el otro, con quebrada que desciende la Jurisdicción del Pueblo del Quinche, con el derecho a más salidas al páramo, y la acción a dos acequias de agua para el servicio de dicha hacienda, que hace la una del páramo y la otra de dicha quebrada que deslinda el dicho pueblo del Quinche..."*

*"...El señor licenciado don Fernando Sierra Osorio del Consejo de su Majestad, su oidor Alcalde de Corte mas antiguo de esta Real Audiencia... habiendo visto estos autos, y los instrumentos manifestados por Don Ignacio Acevedo ...Dijo que debía de declarar y declaró por bastantes y buenos, y en su conformidad mandó se le de título en forma a dicho Don Ignacio de Acevedo de la dicha hacienda..Con el derecho a las salidas al páramo y el acción a las dos acequias de agua para el servicio de dicha hacienda.."(7-V-1715).*

Monteserrín manifiesta que el tiene título de composición con su majestad fechado en 13 de octubre de 1713 en el que se le da por propiedad las mismas tierras que constan en el título de composición presentado por Acevedo. Pero no lo presenta.

Documento de venta de 2 caballerías de tierra, siendo la vendedora María Valverde y el comprador Gonzalo Martín, vecinos de Guayllabamba. El sitio vendido es parte de la hacienda Cuzubamba, y su nombre el Guasqui-Pucará. El Sr. Monteserrín dice ser el actual Pogyo. La fecha de esta transacción es 22 de septiembre de 1583.

*"...Sepan cuantos esta carta de venta real viene como Dn. Alonso Ruiz Jurado y María de Valverde su legítima mujer, moradores de este valle de Guayllabamba términos jurisdicción de la ciudad de San Francisco de Quito, otorgamos, conocemos, vendemos y damos por juramento de heredad para ahora y siempre jamás a vos Gonzalo Martín vecino de la dicha ciudad de Quito...un potrero que nosotros tenemos llamado Cusqui Pucará junto al asiento que llaman Cuzubamba por encima del pueblo viejo de Guanguilquí que las cabezadas de una estancia que nosotros tenemos llamado Quasquí que se entiende el dicho potrero por parte de un lado con tierras de Miguel Mexia quebrada en medio, y por otro con tierras de vos el dicho Gonzalo Martín quebrada en medio por precio y cuantía de setenta y cinco pesos de corriente marcada, que por el nos diste y pagaste..."*

Gonzalo Martín de Rambla y Cathalina de Valverde su mujer, venden la misma porción de terreno que compraron anteriormente; los compradores son Andrés de Mansera y Lorenzo Días de Ocampo, presbíteros. La fecha de esta transacción es 7 de junio de 1591. Andrés de Mantilla o Mansera cedió su propiedad en favor de Lorenzo Días de Ocampo, el 29 de febrero de 1596.

Lorenzo días de Ocampo cede el pedazo de terreno a Isabel Docampo (Ocampo) como dote para su matrimonio con Gaspar Ximenes Barrionuevo. No se cita la fecha de este compromiso de cesión de bienes. Isabel Docampo a su vez, vende las dos caballerías de terreno, que se denominan Guasquí Pucara, a Pedro de Lenis en la cantidad de 200 patacones de a ocho reales. Con fecha de 20 de abril de 1606.

Nota: están arrancadas 11 fojas.

#### **Testamento de Joseph Cavallero de Atayde**

En este testamento Caballero dice ser propietario de la loma de Tostonchupa.

#### **Inventario de la hacienda Cuzubamba, 16-V-1729.**

- 96 caballerías a 100 pesos cada una, valor total 9.600 pesos
- 11 "indios de padrón"
- as cajas y oficinas con un valor de 2.000 pesos
- 400 quintales de maíz con un valor de 100 pesos
- 30 bueyes a siete pesos cada uno, valor total de 210 pesos.
- 15 vacas a 4 cada una, valor total 60 pesos
- 15 yeguas a 4 pesos cada una, valor total 60 pesos
- 600 ovejas de castilla a 4 reales cada una, valor total 300 pesos.
- 28 puercos a 8 reales cada uno, valor total 28 pesos
- 8 mulas viejas a 4 pesos, valor total 32 pesos
- 3 barretas de hierro 8 pesos cada una, valor total 24 pesos
- 8 rejas a 5 pesos cada una, valor total 40 pesos
- 32 palas de hierro a 2 pesos cada una, valor total 4 pesos
- 2 hachas a 2 pesos cada una, valor total 4 pesos
- 20 oses, valor total 4 pesos
- 8 fanegas de maíz, valor total 200 pesos
- 6 costales de papas, valor total 18 pesos
- sementera de cebada, de 10 fanegas, valor total 50 pesos
- sementera de habas, de 1 fanega, valor total 6 pesos

valor total del inventario 12.740 Pesos.

#### **Remate de la hacienda Cuzubamba, 04-IX-1736.**

Se realiza el remate en la cantidad de 10.000 pesos y el comprador es Fray Juan de Rivera, Procurador General del Convento de Santo Domingo. Se toma en cuenta en el remate que hay una loma en disputa que antes pertenecía a la hacienda Cuzubamba.

#### **Testamento de Agustina de Lara. Dueña de la hacienda Cuzubamba, 07-VII-1766.**

En 1736 al comprar la Hacienda Cuzubamba el Fray Juan de Rivera, no era más que un comprador supuesto, ya que el dinero lo daba Agustina de Lara, con la ayuda de un documento en el que consta esta transacción. El padre Rivera era entonces nada más que administrador.

Al morir el padre Rivera, los padres del Convento de Santo Domingo quieren adueñarse de la hacienda, pero Agustina Lara les sigue juicio, con la ayuda del Abogado Mariano Monteserrín, pero este le pide que la paga de sus servicios sea la hacienda Cuzubamba cosa que es aceptada por Agustina Lara. Monteserrín gana el juicio y por consiguiente la hacienda.

#### **Conclusión del juicio I. Acevedo - J. Cavallero**

El Juez de la causa (Alcalde Ordinario) dicta sentencia a favor de Ignacio de Acevedo.

#### **4.2 Testigos que presenta Monteserrín**

Todos los testigos afirman que las tierras y aguas que salen de Tostonchupa y Curiquingul pertenecen a la hacienda Cuzubamba.

#### **4.3. Sentencia**

El Juez dicta sentencia a favor de Monteserrín y ordena al Teniente de agravios de los pueblos de Guayllabamba y El Quinche, restituir a Montesserín de lo despojado.

#### **4.4 Vista de ojos y posesión efectuada por el teniente de agravios de los pueblos del Quinche y Guayllabamba**

Vista de ojos

Mariano Monteserrín presenta los títulos de propiedad de su hacienda en los que constan los linderos, estando entre ellos los sitios en disputa: los títulos que presenta Monteserrín son :

- El título de compra-venta de Joseph Caballero con fecha de 1713.

- Otro título de compra-venta de Pedro de Lemes, quien compró en 1607 a los herederos de María Valverde, primera propietaria, aproximadamente de tiempos de la conquista, es decir por el año 1540.

Se dice además que las tierras de Guanguilquí estaban antes pobladas de indios, pero que hoy ya no existen en esos sitios.

*".... y en efecto procediendo a la diligencia reconocí, la acequia y vertientes del sitio nombrado Chimborazo, que siguiendo para la hacienda de Cuzubamba y hallándose esta patente, que se había demolido la toma en su origen, sin dejarle más uso a la acequia que la demostración de haberlo tenido..."*

*".... Como también otra acequia de agua que salía de adentro de esta mediación del dicho Tostonchupa y que se la había arrastrado por mucha distancia de las tierras de Cuzubamba el Padre Acevedo (Hno de Manuel Acevedo), para el provecho de su hacienda situada en Guanguilquí..."*

*"..... y no dudándose que las tierras andadas, con nombres y linderos, estaban comprendidas en dicho instrumento de composición, y que pertenecían a la hacienda de Cuzubamba, así por quedar la loma, que llaman el potrero de Tostonchupa dentro de las dos sanjas que se han expuesto, como por repetirse dicho potrero en el título manifestado, con el propio nombre de Tostonchupa: pidió se leyese también, para mejor convencimiento de su propiedad el testamento del citado Caballero, por confirmarla, no menos con la posesión que tuvo hasta su muerte del nombrado potrero y lomas, sin que persona alguna se la contradijese, como tampoco a Pedro de Lemes, que los compro a los primeros autores, que lo fueron los herederos de María Valverde, en los primeros años del siglo pasado, según así se hizo constar en su respectivo instrumento, en que consta la escritura de venta, y la confirmación, que de ella otorgó el señor licenciado Don Miguel de Ibarra, por los años de 1607, con el aditamento a esta anticuada propiedad, habiendo sido ochenta años antes poseedora, la dicha María Valverde del potrero de Tostonchupa, y sitios que se hallan sobre las tierras que entonces fueron de los indios de Guanguilquí, y hoy son de la hacienda del Padre Acevedo, según se ven sin indios ...."*

#### **Posesión**

*".... con lo cual y habiendo concluído las diligencias, anexas a la comisión por resultar de ellas plenamente, probado el despojo, obrando en justicia y satisfecho de la justificación a que inducía los instrumentos y testigos, puse en práctica la ejecución del mandato y en su consecuencia, lanzó los ganados y restituí a la posesión de las tierras y aguas al doctor Don Mariano Monteserrín quien nuevamente la tomó, bebiendo el agua de las vertientes, tirando yerbas y terrones, a una y otra parte como así mismo hice que con sus vaqueros la tomase de la casa, haciéndolos pasear y sentar en ella, por haberse encontrado fabricada en fundo ajeno...."*

#### **4.5. El juicio continúa con testigos que presenta M. Acevedo**

" Lo que con toda verdad puede asegurar es que las aguas de Yerbabuena Pogyo, y las que hacen de Tostunchupa las ha visto virar desde más tiempo de veinte años a esta parte, a la hacienda de Gualguilquí, perteneciente a la parte que lo presenta, y no a la de Cuzubamba..."

"..... En la misma conformidad es cierto que por la referidas tierras de Curiquingue Pamba giran dos lagrimales de agua, que se denominan de Yerbabuena Pogyo y ambos juntos van a incorporarse al ojo de agua que bajo de Tostunchupa; los cuales dos ojos de agua sino tuvieran la ayuda de el ojo de agua de Tostunchupa, no fueran suficientes para llegar a dar riego, ni en la parte inferior del alto de dicha hacienda de Guanguilquí, respecto de ser muy poca..."

".... Asimismo es cierto, que dicha hacienda de Cuzubamba tiene por otra parte bastante porción de agua que sale de una quebrada que se llama LATACHUPA..."

"...Y asimismo supo el testigo que un indio cacique principal de el pueblo de Guayllabamba, nombrado Cuzubamba, que vivía en el lado de Guanguilquí, tuvo muchas tierras en estos páramos, de donde se denominó el hombre de Cuzubamba, el cual indio fue ABUELENGO de el testigo, por haberselo contado así su ABUELO ..."

"...Que es cierto que la hacienda de Cuzubamba, que fue de dicho padre RIVERA que hoy dicho licenciado, tiene bastante agua, que sale de una quebrada conocida por la CARBONERIA, que está en medio de la misma hacienda, y es la única de que se han aprovechado siempre los antecesores poseedores de ella, y hoy el mismo licenciado..."

#### **5. Sentencia, 03-VI-1768**

El juicio concluye a favor de Manuel Acevedo ordenando la autoridad (Pdte de la Real Audiencia y Oidores) se le restituye las tierras y aguas disputadas en este conflicto.

"...Restitúyase al Dr. Dn. Manuel de Acevedo la posesión de sitios y aguas de que lo removió el Teniente Juez de desagravios del pueblo de Guayllabamba dándosela al licenciado Dn. Mariano Monteserrín a quien se le reserva a salvo su derecho para que use de el sobre la propiedad.."

#### **Posesión, 28-VII-1768**

"...El señor Mayorazgo Dn. Francisco Villacís, Alcalde ordinario de dicha ciudad...siendo requerido por parte del Dr. Dn. Manuel Acevedo Presbítero...sobre que le restituya, la posesión de las tierras, y aguas, mandada restituir por la Real Audiencia de dicha ciudad de Quito...pasó a los Tostunchupa, Curiquingupamba, el Pogyo y Chimborazo y cogiendo de la mano al citado doctor don Manuel, lo metió en la posesión habiéndolo pasear, dándosela, Real actual, corporal, Velguasí de dichas tierras, corral y chosa, que se hallan en pala rumi y de las aguas, que de allí descienden, de que lo había privado el licenciado Dn. Mariano Monteserrín...aclarándose los linderos de dichas tierras, que lo dijo tirando de la cabecera de la quebrada, que divide las dos haciendas de Cuzubamba y Guanguilquí, en derecho para arriba, hasta dar con la sanja, que es el término de la hacienda nombrada Cangagua, que fue de Doña Francisca Peñalosa, y hoy de su Majestad (que Dios guarde) por la ocupación, que hizo de las temporalidades de los padres Jesuitas; y habiendo segar la sequía, por donde actualmente se estaba llevando dichas aguas de Chimborazo, y Tostunchupa dicho licenciado Dn. Mariano Monteserrín para su hacienda y enderesándolas todas a la acequia de dicho doctor Manuel de Acevedo.

Debajo de los cuales tomó posesión arrancando yerbas, tirando terrones, de una parte a otra rebolcándose en las referidas tierras, bebiendo las aguas de dicha acequia con otros varios actos de verdadera posesión..."

#### **6. Apelación al Virrey, Santa Fe, 17-II-1775.**

El licenciado Monteserrín pide que se continúe con el juicio por no estar conforme con la sentencia; para lo que interviene el Virrey, ordenando este, se restituya con la causa. Sin embargo de esto, el documento está incompleto o no se da trámite (creo más en lo primero).

"...Habiéndose enterado el excelentísimo Virrey de la queja que en su superior Gobierno ha producido don Mariano Monteserrín, por la dilación que ha tenido esta real Audiencia en la causa que en ella pende por el despojo de unas tierras; no pudiendo conseguir su relación después de 6 años de término, y de lo demás que es su presentación manifiesta; ha deliberado su excelencia con

*presencia de ella, y de el memorial ajustado con que la acompañó, se prevenga a vuestra Señoría que aunque estas causas de tierras como de puro gobierno deben agitarse en el del señor Presidente por corresponderle privativamente en primera instancia, procure vuestra Señoría, una vez radicada esta en ese Tribunal se determine con la mayor brevedad, para cuyo efecto le dirijo el expresado memorial ajustado, a fin de que impuesto vuestra Señoría de el se le administre la justicia que tuviere; así lo tendrá entendido de su superior orden para su cumplimiento Dios guarde a vuestra merced muchos años."*

#### **7. Propietarios de la hacienda San Isidro de Cuzubamba.**

María Valverde., aproximadamente 1540

Pedro de Lenis compra a los herederos de María Valverde, en 1607 (En cierta parte del documento se dice en 1562).

Joseph Cavallero. 1713. No se especifica a quien compra

Juan Barona. En nombre de una hija de Cavallero desde 1721 a 1734.

Fray Juan Rivera a nombre de Agustina de Lara 4-IX-1736

Licenciado Mariano Monteserrín agosto de 1764.

#### **8. Propietarios de la hacienda Guanguilquí.**

Capitán Juan Francisco de Cáceres 8--V-1662. 15 cbllias., vende a

Miguel Suárez de Figueroa 1665

Clemente Suárez hereda del anterior mayo de 1681

Jacinto de Arguello compra al anterior . 21-V-1689

Maria de Luna mujer del anterior la hereda. Sin fecha.

Vicente Lucarqui y Cabueñas. No se especifica si es compra o hereda. Sin fecha.

Ignacio de Acevedo. No se especifica si es compra o herencia. 27-I-1711.

Manuel de Acevedo . Herencia . No se especifica desde cuando entra en posesión, pero al menos la posee hasta 1775 en que concluye el documento.

#### **Nota**

La Caja 245 del fondo tierras. 22-VII-1873, contiene 2 mapas de la hacienda Cuzubamba. En este documento se cita que Manuela Monteserrín (sin duda pariente de Mariano Monteserrín), vende la hacienda a don Ignacio Sáens el 28 de noviembre de 1821.

- Un señor Ascásubi remata la hacienda en 1850
- Ascásubi vende a un Coronel Castro . Sin fecha.
- Castro vende en 1853 al esposo de Mercedes Larrea, propietaria esta, al menos hasta 1875.

## JUICIO 2

### **Juana Carrillo y Ambrosio Crespo sobre aguas y acequias en Pucarsol y Pinguiles.**

14-VII-1758, 185 folios  
Archivo Nacional, fondo tierras, caja 80

#### **1. Actores**

Juana Carrillo de los Ríos, viuda del Capitán Luis Xavier Izquierdo del Prado. Acusador.  
Ambrosio Crespo. Acusado.

#### **2. Ubicación**

Provincia de Cañar. haciendas : Pucarsol, Puente, San Pedro, Chiripongo, Puente Vieja; acequias Chiripongo, Curiquingue, Chusllig, Lluillán o Yanasacha, Nar; río Cañar, quebrada Tentaguaico, sitios: Burgay, Bueste, Buerán (cerro), Curiquingui, Malal, tierras de los Pinguiles (indios), Tambo viejo, Nar, Puente vieja, Chac, Yurarquinua, Moraspata,

#### **3. Resumen**

##### **Permiso para hacer vista de ojos, Quito, 09-IX-1758.**

*"Vuestra Alteza confiere orden y comisión para actuar vista de ojos y pintura de un mapa de las acequias y riesgos en las estancias de Pucarsol y Pinguiles..."*

##### **Demanda, 18-II-1758.**

Juan Miguel Mosquera, en nombre de Carrillo, expone:

Que sobre las aguas de la hacienda Pucarsol de su parte, reclama para si la total propiedad de aquellas.

Que dichas aguas son la acequia nombrada Chiripongo, que sacó a su costa de los altos de Burgay el Capitán Santos de Ibañez, como la acequia de Curiquingui que sale de los altos de Bueste y cerro de Bueran que igualmente sacó dicho Ibañez, y que los indios Pinguiles no han tenido derecho a tales aguas, y que Ibañez les toleraba tomasen un poco en parte de la noche, pero que jamás han tenido más derecho que esa tolerancia.

Que la acequia de Curiquingue está más abajo que la de Chirifongo.

Que Alonso de Enderica, cura del pueblo de Cañar estuvo gozando de dicha acequia (la que nace del sitio Curiquingui), y sacó otra porción de agua de 1 puesto nombrado Malal, por lo que Xavier Izquierdo lo embarazó que condujese el agua por ir a dar encima de su acequia y después se unieron las aguas antedichas y partiéndose igualmente para Pucarsol y la hacienda del Puente de dicho doctor.

Que la acequia de Chiriboga es totalmente de Pucarsol, y lo fuera igual la otra, de no haber tolerado Izquierdo dar un ojo, una paja de agua de ella debido a las presiones de Enderica.

Que tales derechos constan en la Escritura de Venta hecha al Maestre de Campo Juan Ximénez Crespo por el Capitán Santos de Ibañez; en la otorgada por Leonor de la Rosa en favor de dicho Izquierdo, marido de su parte.

Que Santos de Ibañez, vendió al Alferez Joseph de Galarza parte de las aguas, y no todas, como dueño Galarza de la hacienda El Puente, y que aún la escritura hecha entre ambos carece de la firma y aceptación de Galarza.

##### **Contra demanda, 04-IV-1758.**

De Carlos de Laryn, en nombre del Maestre de Campo Ambrosio Ximénez Crespo, expone:

Que Ibañez, sacó las aguas pero en consorcio con los indios Pinguiles, cuyas tierras son ahora de su parte.

Que Ibáñez sacó las aguas de Bueste a su costa con ayuda de los indios Pinguiles y de otros vecinos que poseían tierras en Pucarsol para acrecentar las pocas aguas de Curiquingui propias del Común de indios, y que así se hicieron las aguas parciales.

Que las aguas las sacó Ibáñez para la hacienda el Puente y no para Pucarsol porque esta era de ovejerías donde Ibáñez apenas sembraba un poco de cebada para el socorro de los indios pastores, y por eso cuando vendió la hacienda el Puente a Galarza, vendió también la acción de las aguas no solo de la quebrada sino expresamente la que sacó de Bueste, y luego al vender Pucarsol a Crespo se le vende sin agua, pues ya no podía vender lo vendido a Galarza, an 1705.

### **Alegato**

El Capitán Pedro de la Piedra Pérez, en nombre de Juana Carrillo, dice:

*"...habiendo señalado V.A. el principiar la vista de ojos, que es el día de hoy 11 de agosto, como en efecto, se principió, y puñse patente tres acequias: la primera que llaman del Chusllig; la segunda, del Curiquingui, y la tercera de Lluillán, alias Yanasacha, en medio de estas, dos la dicha acequia de Curiquingui, que estas son de la Comunidad antigua con la que también regaron las monjas, la estancia de Bucarsol antes de sacar la acequia de Chiripongo, el Capitán Santos Ibañez, para el regadío de la dicha hacienda de Bucarsol después que compró dicho Capitán a las monjas; la que en junta de las tres acequias dichas puse patente a V.M. La acequia vieja de dicha estancia de Bucarsol, la que corre desde la junta de dichas acequias, hasta el molino, bañando la mayor parte de la dicha estancia, la que al presente, no goza dicha estancia de Bucarsol, por lo que así mismo puse patente a V.M. que estas aguas, iban a dar a la estancia de Alonso de Enderica y, a los demás vecinos, del Tambo viejo; y así mismo bajamos e hice patente que la acequia, (¿abrasa? ¿es bajo?) del río grande que corre inmediato al molino de la dicha estancia de Bucarsol que mueve el dicho molino, no puede regar, ni es dable, que riegue, dicha estancia, ni menos la hacienda de San Pedro; así mismo, pasamos a la estancia del dicho Don Alonso de Enderica, la que fue de Joseph López de Galarza, e hice presente como las dichas tres acequias, de Comunidad, bajaban, y corrían en la dicha estancia de Don Alonso; así mismo hice presente a V.M. y al presente escribano, como todo lo demás que llevó dicho, otra acequia, que llaman, la de "Nar" que baña la dicha estancia del Puente que es propia de la dicha estancia, la acción que le pertenece de la dicha acequia de Nar; y así mismo hice patente como la dicha estancia del Puente, que fue de Joseph López de Galarza, no deslinda, ni ha lindado nunca, con el Puente vieja, sino con estancia, de los indios Pinguiles y no con tierras del Capitán Santos de Ibáñez que es la de Bucarsol, pre media la de los indios Pinguiles, hasta el presente, goza Don Ambrosio Crespo, lo que es cierto."*

### **Terceros litigantes, 12-VIII-1758.**

*"Los interesados al agua de la comunidad, del alto de Quiriquinga, que firmamos abajo", dicen:*

Que en el litigio entre Carrillo y Crespo no se comprenden las acequias que riegan las estancias del Tambo viejo y sus contornos que son del todo independientes del sitio de Pucarsol.

Que a pedimento del apoderado de Carrillo se hizo vista de ojos (el 11 de agosto), de ellas, que son independientes: de una Yanasacha, que mantiene a la población de Cañar; la otra Chusllig, y la otra agua del tambo viejo.

Que dicho apoderado pretendió hacer creer que la agua del Tambo viejo era el agua de Quiriquinga lo cual es falso, porque son distintas: la de Quiriquinga viene por el sitio de este nombre, y es de esta Comunidad, y descende del alto de Quiriquinga, y viene cortando un barrial blanco en cuyo cauce se junta la que sacó a su costa el Capitán Santos de Ibáñez, y la que sacó Alonso de Enderica cura de este pueblo.

Que el apoderado antedicho ha querido trocar los nombre de agua de Tambo viejo en acequia de Quiriquinga, pretendiendo querer tener el solo derecho a dicha agua cuando es de comunidad.

Que no permitirán tal artificio de trocar los nombres, mudando el agua del Tambo viejo el nombre de Quiriquinga, y la acequia de Quiriquinga, "de nuestra comunidad" en acequia de San Pedro, cuando solo tiene derecho dicho apoderado en la parte que le toca a la estancia de Pucarsol por razón de comunidad y de ningún modo a la hacienda de San Pedro.

### Vista de ojos

"En el puesto nombrado Chaca de la propiedad y casa de Luis Pinguil, contiguo a las haciendas de Ambrosio Crespo y Juana Carrillo, en términos del plueblo de Cañar jurisdicción de la ciudad de Cuenca en 14 de agosto de 1858, las autoridades y las partes dicen que:

El 11 de agosto salieron del puesto de Pucarsol al reconocimiento del origen de las aguas del litigio, y habiendo caminado legua y media más o menos los inhabilitó un fuerte temporal, no se pudo ver las aguas del litigio, pero se revisaron, a pedido de Carrillo, otras aguas y acequias, una seca, y los límites y linderos de la hacienda del Puente, y la acequia del molino.

El 12 de agosto, subieron hasta el paraje del origen de la acequia de Santos Ibáñez, reconocieron el curso de las acequias desde el dicho Pucarsol hasta su origen; y habiendo reconocido el dicho origen, Chiripongo, reconocieron también que se introduce en dicha acequia otra, de Enderica, que tiene su origen en un paraje nombrado Yurarquinua, y que camina hasta el nacimiento de la que sacó Ibáñez, hasta cuyo paraje la reparará la de Enderica dos leguas más o menos. Y en un cuerpo corre por las faldas del cerro de Chiripongo y cabeceras de Bueste hasta llegar con más de dos leguas de curso, hasta un paraje en que cae un manantial de agua nombrado Bueran.

Se presentó un instrumento por el que parece que el Capitán Francisco Ponce, Teniente de Corregidor del pueblo de Cañar (30-X-1711) libró mandamiento de posesión a favor de Juan Feido de Morales y otros vecinos que probaron despojo de una acequia que venía desde los altos de Curiquinga para las sementeras de los vecinos de Tambo viejo hasta el puesto de Nar, cuyo despojante consta ser Sargento Mayor Juan Jiménez Crespo. No consta haberse dado la posesión.

Se pretextó en base a dicho instrumento, que las aguas que bajan de dicho Bueran son para el regadío del común. Testigos dijeron que antes que sacara Ibáñez la acequia suya, él y los demás vecinos e indios Pinguiles regaban con el agua de Bueran y con las demás de otras dos acequias que se juntaban, en común; más luego que sacó su acequia Ibáñez, solo regaba con ella, incluso el agua de Bueran, sin aprovecharse de las otras acciones que tenía en las aguas de Comunidad por lo que quedó cegada la acequia que desde dicho Bueran se incorporaba en las de comunidad, la que también goza de otra acequia que de las faldas de dicho Bueran y sus vertientes sacó el Maestro Parra cura que fue de Cañar, y desde aquel entonces, que será 50 años, dejó su posesión dicho Ibáñez en las acequias de comunidad y esta, la que tenía en la dicha de Bueran; de cuyo sitio a poca distancia se reconoció una acequia que va a parar a los sitios de San Pedro. Y así mismo inmediato a dicho sitio, se reconoció una fracción de la acequia, en donde dijeron que se había roto para segregar el agua de Ibáñez que dijeron pertenecía a Eugenio Urquiza cuya rotura estaba ya separada y desde dicho paraje de Bueran y acequia corriente que se separa a San Pedro corre dicha acequia en un cuerpo por sitios que fueron de Ibáñez y sus sucesores hasta un pueblo llamado Canelguaico, la distancia de media legua más o menos, en cuyo paraje se segrega el agua que en la acequia de Ibáñez, introdujo con la suya Alonso Alonso Enderica, quien en acequia particular la dirige por tierras de Tambo viejo hasta la hacienda del Puente, que dicen ser de Urquiza, y prosigue la acequia de Ibáñez por las tierras nombradas Talguaico de propiedad de Juana Carrillo cosa de doce cuadras en cuya distancia se ve una acequia que dijeron haberla sacado Ambrosio Crespo sangrando de la de Ibáñez, había tiempo de seis años, la que transita por las tierras de Carrillo, camina la acequia cosa de veinte cuadras más o menos en cuyo paraje, el último residuo de agua se divide, casi de por mitad, según se vió por entonces para las estancias de Don Ambrosio y Doña Carrillo.

En resumidas cuentas, se ve que se reconocieron tres acequias; la de Churllig, del paraje donde nace otra en distancia de una cuadra, que nacen del pie del Bueran que llaman Moraspata, y otra nombrada Yamasacha por el paraje donde nace, desde el que dijeron habrá una legua de distancia hasta las tierras de Tambo viejo, en donde todas las tres acequias se vieron incorporadas, y dijeron que servían de regar en común todas las haciendas del Tambo viejo y la del Puente, y desde dicha junta de acequias se reconoció una antigua ya ciega y sin uso cuyo vestigio se vió que corría antiguamente desde Tambo viejo por la estancia que hoy es de Dn. Ambrosio y por la de Carrillo hasta el molino de esta, en cuyo paraje se reconoció que del río de Cañar salía una acequia y desde su toma correrá cuatro cuadras hasta el herido e inmediata va al desagüe, de dicho molino al río, sin que dicha acequia según su situación tan profunda, y según la altura de las tierras de dicha estancia la haya regado ni sea posible regarla; y desde el molino y orillas del río se transitó para la hacienda del Puente en cuya distancia el poderado de Carrillo pregunto a todos por el lindero de dicha hacienda y dijeron que deslindaba con estancia de los Pinguiles que hoy es de Ambrosio Crespo y no con la estancia de Juana Carrillo nombrada Pucarsol; y después se reconoció otra acequia que viene por un lado del pueblo de Cañar, y llaman la acequia de Nar, la que sirve para los vecinos de Nar, y para otra

estancia del Puente como otra, que así mismo sacó del parajo de Bueran el Maestro Parra, la que también se introduce en las demás aguas del común y se están sirviendo como va referido."

#### **Documentos habilitantes**

1. Testamento de Santos Ibáñez de Iburguen. 04-X-1700.  
No hay datos sobre riego.
2. Escritura de venta de la estancia Pucarsol dada por Santos Ibáñez a Juan Jiménez Crespo, en términos del pueblo de Cañar, que linda por arriba con el camino de los Corrales, por abajo con el río grande de Cañar, por un lado con tierras de Juan Pinguil indio, y por el otro con una quebrada de agua llamada Tentaguaico.

#### **Sentencia, 07-V-1759.**

La Real Audiencia de Quito declara:

*"Pertenece a Juana Carrillo en propiedad y posesión como dueña de las haciendas de Pucarsol, Cayquei, y San Pedro las aguas que sacó Santos de Ibañez de Iburguen del sitio nombrado Chiripongo; en cuya virtud usará de ellas como le parezca, prosiguiendo Ambrosio Crespo utilizando la agua, que voluntariamente le obsequió Xavier Izquierdo, como a su yerno, si Doña Juana Carrillo lo permitiere, y si no, se cerrará la sangría que está abierta en dicha acequia".*

*Ambrosio Crespo deberá usar para sus haciendas solo la mitad del agua, que a su costa sacó e incorporó en la acequia de Santos Ibáñez el Dr. Alonso de Enderica, quien la vendió con la hacienda del Puente al Maestre de Campo Eugenio de Urquiza por escritura dada en Riobamba a 2 de junio de 1750, en la que expresa el dicho doctor, que sacó a su costa dicha acequia, e incorporó con la acequia que sacó Santos de Ibáñez, y hoy (habla del año de 750) gozan el dicho doctor y don Xavier Izquierdo, sin expresar otro poseedor de dicha agua, y acequia; y esta mitad de agua, de la que fue del doctor Enderica, la gozará Don Ambrosio Crespo, por habérsela vendido el Maestre de Campo Urquiza por escritura otorgada en Riobamba a los 21 días del mes de mayo de 1757, después de iniciado este litigio en virtud del dominio, que le transfirió el doctor Enderica con la venta, que le hizo; y de la otra mitad del agua, que fue del doctor Enderica, usará Urquiza, como le parezca, respecto a ser dueño de ella, sin que quede derecho alguno al Dr. Enderica al agua, que corre por la acequia, que sacó Santos Ibáñez, por haberla enajenado."*

El 29 de agosto de 1759 se confirma el fallo antes anotado.

#### **Auto Final, 03-IX-1759.**

El Tribunal de la Real Audiencia de Quito declara:

Que Ambrosio Crespo debe gozar de la mitad del agua, que le vendió Eugenio de Urquiza, llevándola por el sitio de Canal Guaico; "y ciérrense las sangrías de los números trece y catorce en la forma que está mandado, y no se admita mas escrito en la materia".

#### **Nota**

En la última foja del documento, consta que Ramón Jaramillo, en nombre de José Seminario y Landívar, en Quito, 8 de abril de 1804, pide copias de las sentencias antes anotadas, ya que - dice - ha pasado a manos de su parte la hacienda de Chiripongo que fue de Juana Carrillo.

## JUICIO 3

### Joaquín López de la Flor con Gregorio de Larrea sobre la propiedad de las aguas de San Buenaventura.

14-X-1773, 180 folios  
Archivo Nacional, Fondo tierras, caja 105.

#### 1. Actores

El Capitán Joaquín López de la Flor, Alcalde Ordinario de Primer Voto, y Juez subdelegado de Bienes de Difuntos. Acusador.

El General Gregorio de Larrea y León. Acusado.

#### 2. Ubicación

Provincia de Imbabura, Urcuquí, Hacienda San Buenaventura

#### 3. Resumen

López de la Flor expone (1771).

Que es legítimo dueño y poseedor de la Hacienda de cañaverales y trapiches nombrada San Vicente, que se halla en los términos del pueblo de Urcuquí, jurisdicción del Asiento de Otavalo, para cuyo regadío tiene acción a las aguas que nacen de la quebrada nombrada del Hospital, cuyo origen es conocido por de "*Río Blanco*".

Que de estas aguas se aplicó a la hacienda nombrada San Buenaventura, y sus primeros dueños, una porción determinada para que la recibiesen por medida de un óvalo de piedra que se puso en un lugar destinado, esto es "*inter permanencia*" en la familia de los Recaldes y sus sucesores, para que ni aún estos, no se excedieran en perjuicio de los demás hacendados, comunidad de indios, y vecinos del pueblo, adjudicándose a cada hacienda lo que pertenecía.

Que cuando llegó el tiempo que en Joseph Recalde recayesen las expresadas haciendas de San Vicente, San Buenaventura y San Joseph que hoy es "*de la testamentaria, de Don Joseph de Grijalva y Recalde, por muerte del citado Don Joseph Recalde*", llegado el caso de la división y partición entre sus herederos, convinieron juntos, por permisión graciosa y temporal, que "*interin permaneciese*", la insinuada hacienda de San Buenaventura en posesión, poder y propiedad de los parientes consanguíneos, gozasen así del citado óvalo y medida, como de toda la porción de agua, distinguiendo el óvalo, para regadíos perennes, y dicha porción, al fin único de moler la caña en el trapiche de "*Ingenio*".

Que luego de hacer ese único uso, debían dejar pasar el agua directamente "*a la hacienda de mi parte, la citada San Joseph, y tierras de indios*".

Que así, no le quedaba más derecho al poseedor de San Buenaventura, "*en razón de regadío que el de dos días y dos noches a la acequia del pueblo*", pues el prenotado óvalo, "*para su giro perenne*" se admitió y permitió únicamente a los predichos Recaldes y sucesores de la familia.

Que lo que sucede es que Gregorio de Larrea "*se ha excedido en tomar el agua aunque por el mismo óvalo, aumentado a causa, de que con el curso se ha gastado la piedra, y aún está puesta con disposición donde con mayor violencia se precipita dicha agua, con tal arte que recoge otra tanta cantidad de la que le cupiera en proporción a lo que se agrega, el que también por los costados de la piedra introduce más agua, y juntamente cuando por su curso corriente la gira, con el pretexto de molienda desvía para riegos mucha parte de ella*".

Que por eso les falta humedad a sus cañaverales, y, por tanto, pide que se mande a Gregorio de Larrea "*se sujete a llevar dicha agua única del Pueblo, los dos días y noches, que por repartimiento están señalados a la prenotada su hacienda de San Buenaventura*".

Que no siendo Larrea pariente de los Recalde, no le corresponde ningún derecho, pues solo para aquellos se lo estableció.

Gregorio de Larrea expone:

Que en el pueblo de San Miguel de Urququí, jurisdicción del Asiento de Otavalo, posee con el título de comprador la hacienda de San Buenaventura, que tocó a Ana de Recalde por muerte de su esposo Joseph.

Que el óvalo en discusión posee una piedra con el nombre de Bayllo, porque quien la puso fue un hombre de ese apellido.

Que dicha piedra fue quitada de su sitio por no sabe quienes, pero sí sabe que dicha piedra "*Bayllo*" existe en la hacienda de San Joseph de los bienes de Don Joseph de Grijalva.

Que, por eso, pide se le reciba información con el fin de devolver dicha piedra a su lugar, pues la que existe actualmente es de menor oquedad y quita gran parte de agua.

Que -lo dice ambiguamente- de la Flor podría robarle el agua y estar haciéndolo, por encontrarse la hacienda de San Vicente inferior a la de San Buenaventura.

Que así le han robado, a través de "*conductos ocultos*", a Nicolas de la Guerra, depositario de la hacienda San Joseph, para las haciendas inferiores de San Nicolás y San Vicente.

Que ni Grijalva en su tiempo, ni Guerra, "*que tiene el primer derecho*" a estas aguas que bajan por su hacienda (San Buenaventura), jamás han tenido queja del más leve perjuicio.

Que "*la hacienda de San Buenaventura la compró en pública hasta Don Joseph de Grijalva y después la permutó con Don Francisco de Villacís, recibiendo la de San Joseph sin que en una u otra ocasión se hubiese hecho aprecio del citado desprezable instrumento de división y partición hecha por los Recaldes*".

#### **Documentos habilitantes presentados por López de la Flor.**

02-V-1757

En la hacienda de San Joseph, términos del pueblo de Urququí, jurisdicción del Asiento de San Luis de Otavalo:

El Capitán Joseph de Grijalva y Recalde, Regidor Perpetuo y Alcalde Provincial de las Jurisdicciones de la Villa de San Miguel de Ibarra y dicho Asiento de San Luis de Otavalo, y; Francisco de Villacís y Recalde; exponen:

Que don Francisco tiene en propiedad y posesión las haciendas nombradas "*San Joseph de Cañaverales y trapiches de Ingenio Real, y la otra, Pisangacho de Pan Sembrar*", las que se hallan en los términos del pueblo de Urququí; y dos hatos de vacas nombradas Pantavi y Abagag que también se hallan en la jurisdicción de la villa de San Miguel de Ibarra, en los sitios de Yanaurco; unas y otros los tiene en propiedad, con todo lo que les pertenece, en virtud de cesión hecha por María de Sola y Robles, viuda del Maestro de Campo Manuel Recalde y Aguirre, y abuela de quien aquí expone: Francisco de Villacís y Recalde.

Dicha sesión la hizo el 29 de junio de 1755, como heredera universal del Dr. Esteban de Recalde y Sola, Presbítero, cura y Vicario Juez Eclesiástico, su hijo legítimo, quien compró los antedichos bienes a su padre Manuel de Recalde.

Por esa sesión pagó Francisco de Villacís 69.210 pesos de a ocho y seis reales.

Que la hacienda de San Joseph tiene 73 cuadras de "*caña planta*" en distintas suertes y edades.

Que le ha propuesto el cambio de estos bienes a Joseph de Grijalva y Recalde, por hallarse imposibilitado de cancelar las deudas que adquirió junto con aquellos bienes.

Que los límites de sus propiedades son:

De la hacienda de San Joseph: por un lado con el callejón del camino real que viene de la villa de Ibarra y va a Urququí y tierras del Llano de San Isidro y las de la hacienda de San Buenaventura; por el otro lado, con una quebrada que nace de la Loma Redonda perteneciente a la hacienda de San Nicolás, que a la presente las posee Francisco Lopez de la Flor, y baja deslindando con tierras de la hacienda San Antonio de Purapuche", y terminando dicha hacienda, linda con la zanja de las tierras de dicha quebrada de San Antonio y en rectitud va dicha zanja a las tierras nombradas de los Arcos, y termina en el callejón del camino real que baja del pueblo de Urququí para las Salinas, y otras haciendas de su circunferencia y prosigue dicho lindero con la acequia de agua que baja tras la loma de el Pucará, a la vista de Purapucheg y tierras de Joseph Santi Esteban y las referidas de los Arcos"; por la cabecera con la acequia de agua que baja a dicha hacienda de San Joseph y a una tola que llaman de Armas y tierras de indios del pueblo de Urququí y prosigue dicho lindero en rectitud a incorporarse a la mencionada quebrada de la citada Loma de San Nicolás, según una acequia "*que hace a la falda de dicha Loma Redonda*", y por el pie con el callejón que va a la hacienda de San Vicente del General Francisco de la Flor "*y su acequia de agua que da vuelta y terminando dicho callejón, prosigue dicho lindero a partir el Pucará quedando mitad para la hacienda de San Vicente y mitad para dicha de Don Joseph*".

De la quebrada Pisangacho:

por un lado, con una quebrada honda seca y tierras de la hacienda de Piquitola hasta dar al camino real de Yanaurco; por el otro lado con la quebrada que llaman de Pigunchuela y tierras del Mayorazgo Joseph Freire de Andrade, y más arriba con tierras que posee Ignacio Manosalvas, y continúa con las de la hacienda Ugubi, que posee Pedro de Terán, "*hasta dar recto a dicho camino real de Yanaurco*", por la cabecera con el dicho camino real y tierras del hato de el Hospital; y por abajo, "*zanja de por medio que atraviesa de quebrada a quebrada y tierras de Pisangacho, el bajo que pertenece a la hacienda de San Buenaventura...*".

Se exceptúan del trueque los hatos de Pantaví y Abagag, los bueyes de arada, mulas de carga y de silla, ovejas y herramientas y otros. Además, se presenta un inventario de los demás bienes de la hacienda de San Joseph.

Joseph de Grijalva posee las haciendas de San Buenaventura, que se compone de cañaverales y trapiche de ingenio y la de Pisangacho, el bajo de Pan Sembrar, además un llano nombrado San Isidro, que le cedió María de Sola y Robles en parte de pago de una deuda que su esposo tenía con Grijalva.

Los demás terrenos los obtuvo -dice- en "*pública (subasta)*".

Grijalva se reserva para su uso y servicio "*la loma que se halla en frente de ambas haciendas de Pisangacho, que llaman el Potrero, con quebrada en medio*".

En lo relacionado a las aguas "*que bajan al regadío de los cañaverales de San Buenaventura, se debe entender que solo tiene la acequia de Pisangacho, y la piedra de Pedro Baillo*", que es la misma que en la partición y división que se hizo entre los herederos de Joseph de Recalde y Aguirre y doña Isabel Nieto y Araujo, "*y entre las que se hicieron fue la de San Buenaventura y Pisangacho*", que se adjudicaron a Ana de Recalde y Aguirre, viuda de Francisco de Estanillo y Osejo, "*solo con el derecho de dicha piedra de agua, de dicho pueblo de Urcuquí, y hoy con motivo de recaer ambas acequias: la de la hacienda de San Joseph, por esta permuta como la de dicho pueblo, en el otorgante Don Joseph, quien le confiere la opción de que use de el derecho de dicha piedra, de cualquiera de las dos acequias que corrieren*".

Se señala que tal permiso durará mientras fuese poseedor y dueño un miembro de la familia.

Se dice que existen en sus tierras 88 cuadras de caña planta de todas edades.

Se hace, además, un inventario de los objetos existentes y entre los cultivos se señalan un alfalfar grande y nuevo, y sus árboles frutales.

#### **19-II-1715**

En síntesis, se refiere a la partición y división hecha entre los hijos legítimos y herederos del Mestre de Campo Joseph Recalde y Aguirre y su esposa, Isabel Recalde Aguirre, de sus bienes.

Consta subrayado, el punto en que se señala que solo quien fuera de la familia Recalde, en caso de poseerla, podrá usar del óvalo (piedra) que riega San Buenaventura; en caso que dicha hacienda fuese de una persona no pariente de esa familia, solo tomará de la acequia de Urcuquí, que pertenece a los indios de él, los dos días de agua que le corresponde.

Se acuerda contribuir a partes iguales en la construcción de una acequia. Se ignora si se la construyó o nó.

#### **17-X-1661**

Es un juicio sentenciado por la Real Audiencia de Quito, en que se expresa lo siguiente:

Que Joseph de Recalde, no tiene derecho alguno a las aguas de Urcuquí, y que "*por vía de equidad*" se le concede 2 días: lunes y martes, para que la use, y que luego deje pasar totalmente el agua a Urcuquí.

A Juan Gonzalez Escobedo se le asignan de los remanentes que van al pueblo, los días viernes y sábados.

Que a Joseph de Recalde se le da tales derechos, por el que tenía a la acequia en base al título otorgado por el gobierno a Pedro Dueñas Bayllo; y por la escritura de venta otorgada por Fernando Ulcuquiango en favor de Juan de León Sanabria, en 10-IX-1586, se le da a Escobedo esos derechos.

Ambas personas citadas en este juicio, litigan contra Sebastián Cabezas, Cacique Principal y Gobernador de Urcuquí.

#### **02-I-1705**

Fernando Rodríguez Lepe, en nombre de Joseph de Recalde y Aguirre, solicita "*un tanto autorizado*" (copia) del título que Pedro Vásquez Presidente de la Audiencia en 1648, otorgó a Pedro Dueñas Bayllo de los remanentes de la acequia del pueblo de Urcuquí en ese año.

Resumen de la documentación de 1648:

Pedro Dueñas Bayllo dice que los indios del pueblo de Urcuquí tienen una acequia de agua que la sacaron antiguamente de una quebrada que baja del páramo de Yanaurco que llaman del Hospital; que dicha agua es *"de cantidad que muele un molino que allí hay, y se va perdida a la quebrada casi otro molino de agua de estos remanientes"*, que pretende que *"este dicho remanente entre por la toma y acequia de los indios, y que venga junta con el agua de ellos hasta donde yo la pueda sacar, para llevar a mi estancia, entrando medida por el agujero de una piedra puesta con fe de escribano y se vuelva a sacar por otra de la misma medida"*.

El cabildo Justicia y Regimiento de Ibarra expone que habiendo hecho Pedro Bayllo, la petición *"para sacar una acequia de agua del río y quebrada que llaman del Hospital que baja de así a lo alto de Yanaurco de donde se sacan otras dos acequias, la una de los indios del pueblo de Urcuquí, y la otra para Coñaqui que va a las haciendas del Capitán Andrés de Sevilla"*, que aparte de llevar estas acequias el agua suficiente, *"es mucha la cantidad de los remanientes de esa agua que se va perdida y se entra en el río Blanco que va al de Mira"*.

Se realiza una *"vista de ojos"*, por orden del Cabildo, y se dice que *"el dicho río (del Hospital) vierte al río Blanco mucha cantidad de agua de los remanientes de otras dos acequias que salen de él para los indios de Urcuquí y haciendas del Capitán Andrés de Sevilla, con que corren dos molinos "de pan moler" (sic), y los remanientes, si se cogiesen todos, son bastantes, para otros dos molinos y sacándose esta acequia que ahora se pretende por no perjudicar otras dos aunque viene a ser por encima de ambas por ser mucha el agua, y bastante para todos, es en pro y utilidad para disfrutar..."*.

Se le concede la petición a Bayllo.

**Documento habilitante presentado por Joseph de Jijón y León a nombre de Gregorio de Larrea, 15-IX-1789.**

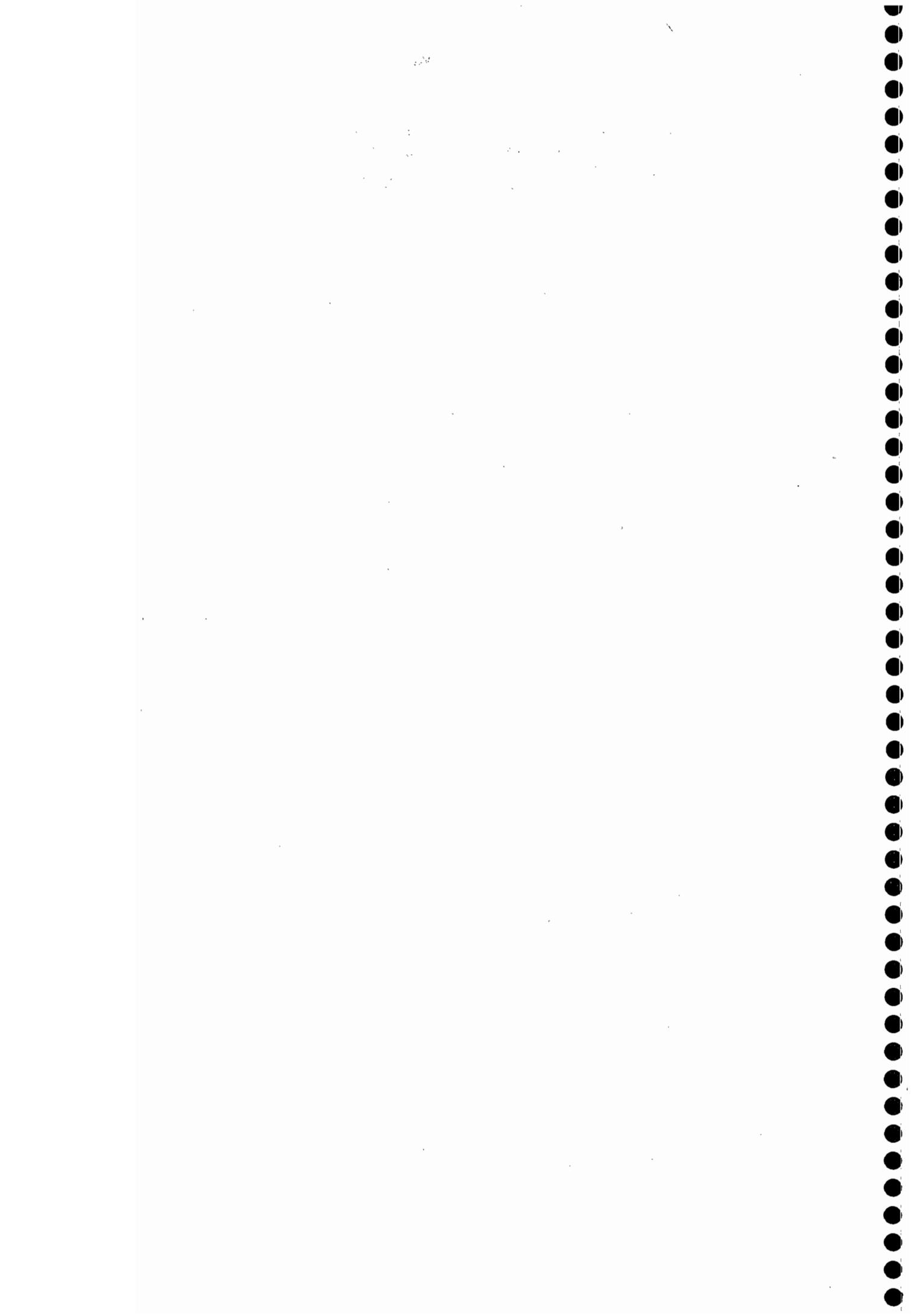
Es un acuerdo entre Fray Rafael Melo, cura doctrinero; Patricio Valenzuela, cacique principal y gobernador, y Antonio de la Muela, Protector de los Naturales; todos de este Corregimiento de Otavalo, y en representación del Común de indios de Urcuquí; de otra parte; el Comisario de Caballería Joseph Grijalva y Recalde; y dicen:

Que Urcuquí tiene una acequia que baja de la quebrada del Hospital nombrada Pisumbí, y que de esta autorizan a Joseph Grijalva a tomar dos molinos de agua, por ser toda la quebrada Pisumbi perteneciente a Urcuquí.

**Sentencia, 03-VI-1778.**

*"Declárase deber gozar la hacienda de San Buenaventura de Gregorio de Larrea de las aguas que Joseph de Recalde gratuitamente dió a su hijo Joseph, para uso de ellas (...), sin embargo, de ser dicho Gregorio, extraño a la familia de los Recalde ..."*

Se desecha la excepción propuesta por la parte de de la Flor.



**ARCHIVO NACIONAL DE HISTORIA  
FONDO TIERRAS  
DOCUMENTOS SOBRE RIEGO**

**CAJA 1 (1560-1604)**

18-IX-1582

Títulos demostrados por el Dr. Dn. Joseph Bustos de la Hacienda de aguas de Chillo. Provincia de Pichincha. Los Chillos. 45 fjs.

**CAJA 2 (1671-1687) [Fondo Civiles]**

06-V-1682

Autos de doña Francisca de Cespedes, viuda de Melchor Sánchez Carrascal contra Joan Mendes sobre una acequia de agua. Provincia de Imbabura. Yaguarcocha. 66 fjs.

**CAJA 10 (1680-1682)**

19-III-1682

Expediente de Doña Clara de León sobre las aguas de las cuadras que fueron de Dn. Mariano Ubilus. Provincia de Pichincha. Quito. Santa Prisca. Ñaquito. 2 fjs.

10-X-1687 (No aparece)

Cristóbal de Santa Cruz con Alonso de León sobre la acequia de Natabuela. Provincia de Imbabura.

**CAJA 12 (1686-1688)**

15-VI-1688

Diego de Almeida sobre la acequia de Agualongo. Provincia de Imbabura. Tontaqui. Acequia Agualongo. 2 fjs.

**CAJA 20 (1693)**

07-VIII-1693

Pedro Sumarraga contra Gabriel Yerovi sobre acequia. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. Ñaquito. 21 fjs.

18-II-1693 (No aparece)

Reinaldo de León Negrete sobre acequia en Latacunga. Provincia del Cotopaxi.

**CAJA 21 (1694-1695)**

18-V-1695

Gerónimo Martín sobre acequia en Yaruquí. Provincia de Pichincha. Yaruquí. 24 fjs.

**CAJA 23 (1696-1697)**

19-I-1697

Autos de Don Antonio Onagoytia contra el Dr. Pedro Sumarraga sobre una acequia de agua. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. 33 fjs.

01-XII-1700 (No aparece)

Pedro de Villacrés sobre acequia. Provincia de Tungurahua.

**CAJA 27 (1701-1703)**

12-V-1702

Miguel del Baño contra el capitán Pedro Alejandro Rocha sobre despojo de agua. Provincia de Chimborazo. Chambo. Hcda. Chugllín. 106 fjs.

21-I-1701

El Alférez Clemente Fuertes contra Antonio del Real sobre acequia en Urcuquí. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Paraje Puenteaquí. 9 fjs.

**CAJA 28 (1703-1704)**

20-IV-1703

Autos del Capitán Joan Flores con el Maestre de Campo Don José de Recalde y Aguirre sobre la acequia de agua en Otavalo. Provincia de Imbabura. Otavalo. Urcuquí. Hcda. Coñaquí. 223 fjs.

09-IX-1708 (No aparece)

Autos del Convento de la Merced con el de Santo Domingo sobre las Haciendas Pesillo y Cayambe. Provincia de Pichincha. Cayambe.

**CAJA 34 (1710-1712)**

29-V-1711

Autos de Micaela Manrique con el Convento de Santo Domingo sobre las aguas del Río Blanco. Provincia de Pichincha. Cayambe. Guayllabamba. Río Blanco. 65 fjs.

**CAJA 35 (1713-1715)**

01-VIII-1713

Autos de Don Ignacio Manosalvas con Don Juan Antonio Monar sobre una acequia de agua. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcda. El Molino. 74 fjs.

**CAJA 37 (1718-1719)**

05-XII-1718

Autos seguidos por el Dr. Dn. Mariano Monteserrín con el Dr. Dn. Manuel Acebedo sobre la propiedad de las tierras y aguas de Curuquingipamba y el Pogyo. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcdas. Cuzubamba y Guanguilquí. 446 fjs.

**CAJA 39 (1720-1722)**

19-IV-1721

Autos de Don Francisco Naranjo con Juan Fiallos de Mediavilla sobre despojo de una acequia de la Hacienda de Pisilata. Provincia de Tungurahua. Ambato. Hcda. Pisilata. 186 fjs.

**CAJA 40 (1722-1723)**

13-II-1723

Autos de Don Francisco Aguirre y Recalde con Salvador Benítez sobre que le extravían una acequia de agua de la Hacienda de Chota. Provincia de Imbabura. Chota. Río Angel. 16 fjs.

**CAJA 41 (1723-1725)**

15-XI-1723

Doña Juana de Angueta vecina de Latacunga con Dionisio Mogrovejo sobre la propiedad de tierras. Provincia de Cotopaxi. Pueblo de San Felipe. [Contiene plano: fj. 216]. 245 fjs.

**CAJA 42 (1725-1727)**

29-I-1727

Pedro Mayorga contra Manuel de Gavilanes y Pedro Villacís sobre acequia y tierras en Quero y Tisaleo. Provincia de Tungurahua. Quero. Tisaleo. Sitio Andignato. 10 fjs.

**CAJA 44 (1728-1729)**

04-IV-1729

Autos de una acequia de aguas de las Madres Carmelitas y Conceptas de la ciudad de Cuenca. Provincia del Azuay. Cuenca [Contiene plano del centro de Cuenca: fj. 71]. 76 fjs.

**CAJA 47 (1731-1732)**

11-II-1732

Teresa Riofrío sobre acequia. Provincia del Cañar. Sitios Sun-Sun y Cruz-Urcu. 6 fjs.

10-IX-1733 (No aparece)

Antonio de la Vega con Dionisio Mogrovejo sobre acequia. Provincia de Cotopaxi.

**CAJA 50 (1734-1735)**

22-X-1734

Títulos de la Hacienda de Alangasí denominada Pinta, perteneciente a la Compañía de Jesús y construcción de acequia. Provincia de Pichincha. Valle de Alangasí. Hcda. Pinta. 19 fjs.

**CAJA 54 (1738)**

15-III-1738

María Rita Pazmiño con Salvador Navarrete. Presbítero, sobre propiedad de acequia. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Hcda. Chilpe. 3 fjs.

05-V-1738

Autos de la Compañía de Jesús contra Juan de la Guerra sobre una acequia de agua de la Hacienda de Cotacachi. Provincia de Imbabura. Cotacachi. Hcda. San Nicolás. Río Blanco. 131 fjs.

16-VI-1738

Don Francisco de Veintemilla con el Maestre de Campo Don Antonio de Alvear sobre las tierras nombradas LLausaxí. Provincia del Azuay. Valle del Yunguilla. Sitio LLausaxí. 17 fjs.

**CAJA 56 (1739-1740)**

02-III-1740

Autos de la Compañía de Jesús con Fernando Merizalde sobre despojo de acequia. Provincia de Pichincha. Quito. Parroquias San Blas y Santa Prisca. 8 fjs.

**CAJA 57 (1740-1741)**

02-VI-1740

Autos de la Compañía de Jesús con Manuel de Recalde sobre una acequia. Provincia de Imbabura. Hcdas. Tumbabiro y Coambo. 168 fjs.

16-XII-1740

Antonio López Hurtado con Pacual Antonio de Cisneros sobre despojo de acequia. Provincia de Imbabura. Tumbabiro. Urcuquí. 83 fjs.

**CAJA 59 (1741-1742)**

06-VII-1741

El Colegio de San Luis con Ignacio Lucar y Cahueñas sobre la acequia de Cotocollao. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. 2 fjs.

16-VII-1741

Luisa Mesías con Juan Joseph Sánchez de Orellana sobre una acequia. Provincia de Pichincha. Machachi. 37 fjs.

13-III-1742

Autos del Colegio de la Compañía de Jesús con Manuel Pérez de Avila sobre una acequia. Provincia de Cotopaxi. Pujilí. Hcdas. Collas y Mulinlivi. 146 fjs.

**CAJA 60 (1742)**

20-X-1742

Autos del General don Juan Sánchez de Orellana con doña Luisa Mesías sobre una acequia de agua en el valle de Machachi. Provincia de Pichincha. Machachi. 19 fjs.

**CAJA 64 (1746-1747)**

17-IX-1746

Pedro de Olano Ilegasa con Joseph Serrano sobre el despojo de la acequia de la Hacienda de San Pedro del Cache. Provincia del Azuay. Hcdas. San Pedro del Cache y San Gerónimo. 125 fjs.

**CAJA 65 (1747-1748)**

11-X-1747

Pedro Mejía con Pedro de Tapia, mayordomo de la Cofradía de las Benditas Animas del Purgatorio, sobre compra-venta de tierras y aguas. Provincia de Cotopaxi. Pueblo San Sebastián. Sitio Loco. 95 fjs.

**CAJA 66 (1748)**

01-IV-1748

El general Francisco Fernández de la Flor con Basilio Rivadeneira sobre despojo de acequia. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcda. Yangaro. Sitio Perapuche. Quebrada Pigunchuela. 12 fjs.

**CAJA 71 (1750-1751)**

26-VIII-1750

Justo Xavier de Peñaherrera con el Procurador General Provincial de la Compañía de Jesús sobre despojo de acequia. Provincia de Imbabura. Cotacachi. 3 fjs.

**CAJA 72 (1751-1752)**

03-IV-1752

El Padre Rector de la Real y Militar Orden de las Mercedes Miguel Guzmán con Esteban de Andrade sobre despojo de acequia. Provincia de Imbabura. Tontaqui. Vertientes de Agualongo. 4 fjs.

**CAJA 75 (1754)**

28-IX-1754 (No aparece)

Nicolás de Ureta con Joseph del Castillo sobre la acequia de Quinamay.

28-IX-1754

Autos seguidos por el Dr. Dn. Francisco Xavier de Piedrahita con María Senteno sobre despojo de aguas de la Hacienda de Chillo. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Pueblo de Amaguaña. Vertientes de Puengasí. 291 fjs.

**CAJA 76 (1755-1756)**

06-VIII-1755

Pedro Agustín de Valencia con Nicolás de Ureta sobre aguas de las quebradas de Lorenzo Paz, Coloto y Anaconas. Colombia. Popayán. 4 fjs.

01-X-1755 (No aparece)

Joseph de Grijalva con Francisco Villacrés sobre una acequia de Urcuquí. Provincia de Imbabura. Urcuquí.

**CAJA 78 (1756-1757)**

06-XII-1756

Manuel de Alcívar sobre confirmación de tierras con acequia de agua. Provincia de Imbabura. Cotacachi. Quebrada Pizambichi. 6 fjs.

10-II-1757

Querella de despojo del General Don Manuel Jijón con Esteban Andrade y consortes sobre las aguas de la Hacienda de Alobuela. Provincia de Imbabura. Tontaqui. Hcdas. Alobuela y Guaramía. 13 fjs.

**CAJA 79 (1757-1758)**

19-IV-1757

Autos de Doña Juana Carrillo con Ambrosio Crespo sobre el despojo de aguas de Pucarsol. Provincia de Cañar. Hcdas. San Pedro, Chugín y Pucarsol. 219 fjs.

14-IX-1757

El Padre Procurador del Convento de Predicadores con Manuel de la peña sobre aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. 8 fjs.

**CAJA 80 (1758-1759)**

17-VIII-1758

Expediente Crespo-Carrillo. Provincia de Cañar. Hcda. Pucarsol. [Contiene plano: f].1]. 1 fjs.

06-IX-1758

Juana Carrillo u Ambrosio Crespo sobre aguas y acequias en Pucarsol y Pinguiles. Provincia de Cañar. Hcda. Pucarsol. Acequia Curiquíngui. [Contiene plano: f]. 110]. 183 fjs.

**CAJA 81 (1759)**

05-II-1759 (No aparece)

Autos del Dr. Dn. Gabriel Alvarez contra los vecinos del Pueblo de Santa Rosa, sobre el despojo de las aguas del obraje de Huachi. Provincia de Tungurahua. Santa Rosa. Huachi. 43 fjs.

15-VI-1759

Juan Manuel Mosquera, en nombre de la Provincia de la Compañía de Jesús sobre una acequia en las Haciendas de Cuzubamba y Nacsiche. Provincia de Cotopaxi. Salcedo. Hcdas. Nacsiche y Cuzubamba. 47 fjs.

07-VII-1759

El Capitán Don Joseph de Jijón con los albaceas del General Don Francisco de la Flor, sobre despojo de dos regaderas de agua en la Hacienda San Antonio de Purapuchi en el Pueblo de Urcuquí. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. San Antonio de Purapuchi, San Antonio y San Nicolás. 110 fjs.

13-VII-1759

Autos de Don Antonio Silva con Don Gabriel Alvarez sobre despojo de agua. Provincia de Tungurahua. Santa Rosa. Hcda. Turubamba. 9 fjs.

**CAJA 82 (1759-1760)**

14-XII-1759

El Capitán Don Pedro Munar de Sotomayor con el Sargento Mayor Don Pedro Sáenz de Viteri sobre despojo de una acequia de agua en el sitio de Rumipamba. Provincia de Cotopaxi. Rumipamba. 62 fjs.

**CAJA 85 (1761)**

09-IX-1761

Don Juan García Granda con la Sra. Marqueza de Maensa y Don Pablo de Soto sobre las aguas de Guanailfn e Illuchi. Provincia de Cotopaxi. Hcda. Guanailfn. Obrajes de Comunidad y Culaguango. Rfo Illuchi. Páramos Jilingua. 59 fjs.

**CAJA 86 (1762)**

04-II-1762

Manuel y Blas Londoá, indios del Pueblo de Llacao, querellándose de despojo de unas tierras nombradas Zidcay con Manuel Bravo. Provincia del Azuay. Parroquia San Blas. Pueblo Llacao. Sitio Zidcay. [Contiene plano: f]. 110]. 165 fjs.

02-III-1762 (No aparece)

Rosalía Pinto contra el Capitán Mariano Pérez de Ubillus sobre las tierras y las aguas de la Hacienda de Puembo. Provincia de Pichincha. Puembo. 104 fjs.

11-XI-1762

Rosalía Pinto contra el Capitán Mariano Pérez de Ubillus sobre las tierras y las aguas de la Hacienda de Puembo. Provincia de Pichincha. Puembo. [Contiene 2 planos: fjs. 8 y 27]. 53 fjs.

**CAJA 89 (1764)**

10-XI-1764

Autos seguidos por Don Bernardino de Aviar y Espinosa, con el Dr. Dn. Juachín Polo del Aguila, sobre unas tierras nombradas Nuncay y Usupud en la ciudad de Cuenca. Provincia del Azuay. Sitios Nuncay y Usupud [Contiene plano: f]. 82]. 170 fjs.

**CAJA 90 (1764-1765)**

24-XII-1764

Autos seguidos por Don Rafael Espinoza de los Monteros contra Don Nicolás de la Guerra sobre las aguas de su hacienda. Provincia de Pichincha. Tabacundo. Hcda. Guaraqú. 103 fjs.

17-IV-1765

Autos de querrela de despojo de las aguas de la Hacienda de Puñapi de Don Antonio Pereira con la Compañía de Jesús. Provincia de Tungurahua. Patate. Hcdas. Puñapi y San Javier. Vertientes de Leyto y Llipini. 62 fjs.

**CAJA 91 (1765-1766)**

08-XI-1765

Autos del General Don Manuel Jijón con Don Joaquín López de la Flor, sobre las aguas de Coñaquí Grande y Chico y Yunguilla. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. Coñaquí Grande y Chico, Yunguilla, Hospital, El Puente y Periguela. Rfo Cariyacu. 142 fjs.

**CAJA 93 (1767)**

26-IX-1767

Autos de Don Antonio Enderica con Manuel de Peralta sobre el despojo que este hizo de una acequia nombrada Atug-Guaico de la Hacienda de Enderica. Provincia de Cañar. Acequia Atug-Guaico. 6 fjs.

**CAJA 103 (1771-1772)**

26-X-1771

Mariano de Olea con Juan Lucero sobre una acequia. Provincia de Chimborazo. Riobamba. 88 fjs.

**CAJA 104 (1772-1773)**

10-VII-1772

Rosalía de Ortega y Catalina Morillo contra Ventura Zuñiga y Teresa Romerati sobre tierras y aguas en Llausary. Provincia del Azuay. Cuenca. Sitio Llausary. 7 fjs.

**CAJA 105 (1773-1774)**

02-VIII-1773

El Monasterio de las Carmelitas contra Joseph de Leyba sobre las tierras de Papatena. Provincia de Pichincha. Calacalf. Hcda. Yanayacu. Loma de Papatena. [Contiene 2 planos: fjs. 172 y 230]. 232 fjs.

14-X-1773 (No aparece)

Joaquín López de la Flor con Gregorio de Larrea sobre la propiedad de las aguas de San Buenaventura. Provincia de Imbabura. Hcda. San Buenaventura. 180 fjs.

17-III-1774 (No aparece)

María Ventura de Grijalba, dueña de la Hacienda de Pisquer, sobre aguas y tierras. Provincia de Imbabura. Mira.

**CAJA 106 (1774)**

04-V-1774

Felipe Santiago Navarrete con Tomás Villacís sobre las aguas remanientes del Pueblo de Urcuquí que van a la Hacienda Culquipamba de Navarrete. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Hcda. Culquipamba. Obraje de Yaruquí. Quebrada Chaquiuco. [Contiene plano: fj. 189]. 260 fjs.

21-VI-1774

Vista de ojos de las acequias y remanientes del Pueblo de Yaruquí, actuada por el Sr. Oidor Don Serafín Vejan en el juicio entre Felipe Navarrete y Tomás Villacís. Provincia de Pichincha. Yaruquí. 12 fjs.

**CAJA 107 (1774-1775)**

11-XI-1774

Autos de querrela por despojo que sigue Don Manuel de la Lastra y Ron contra el Convento de San Francisco de esta ciudad, por las tierras y montes de la Calera de Vino. Provincia de Pichincha. Calacalf. Hcdas. La Calera y La Merced. Quebrada Chaquiaco. [Contiene plano: fj. 62]. 109 fjs.

23-XI-1774

Autos seguidos por Don Francisco Sotomayor con el provincial de la Merced sobre el despojo de una acequia de agua en Pomasqui. Provincia de Pichincha. Pomasqui. 44 fjs.

**CAJA 108 (1775)**

22-IX-1775

Autos de Don Gregorio de Larrea con Don Joaquín López de la Flor sobre el despojo de las aguas de la Hacienda de Conraquí. Provincia de Imbabura. Hcdas. Conraquí, Asayac, Cananballe y Chaupi-Estancia. Quebrada Chorlaví. 82 fjs.

**CAJA 110 (1776)**

25-IV-1776

Segundo cuaderno de la vista de ojos de las aguas de las Haciendas de Conraquí y Asayag que sigue Gregorio de Larrea con Joaquín López de la Flor. Provincia de Imbabura. Hcdas. Conraquí y Asayag. 237 fjs.

13-VIII-1776

Autos de querrela de despojo de Don Martín de Chiriboga y demás herederos de Juan de Chiriboga contra Don Francisco de Larrea sobre las aguas de Malchinguí. Provincia de Imbabura. Tocachi. Hcda. Malchinguí. Páramos de Mojanda. 33 fjs.

09-IX-1776

Autos seguidos por Don Joaquín López de la Flor sobre sustracción de los títulos de las aguas de la Hacienda de Asayag y Conrraquí. Provincia de Imbabura. Hcdas. Asayag y Conrraquí. 118 fjs.

24-X-1776

Autos seguidos por Don Joaquín López de la Flor contra Don Manuel de Jijón sobre el despojo de las aguas del Paridero que conducen a la Hacienda de Cariyacu. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. El Paridero, Coñaquí y El Puente. Río Cariyacu. 84 fjs.

**CAJA 113 (1777-1778)**

14-III-1778

Autos seguidos por Don Manuel Isidoro Crespo con Doña María Vélez de Orellana sobre unas tierras y aguas. Provincia del Azuay. Pueblo de Jirón. Hcda. Rincay. 97 fjs.

16-III-1778

Autos de Don Gregorio de Larrea con Joaquín de la Flor sobre sustracción de los títulos de las aguas de la Hacienda de Asaya y Conrraquí. Provincia de Imbabura. Hcdas. Conrraquí y Asaya. 22 fjs.

**CAJA 114 (1778)**

30-IV-1778

Autos seguidos por Don Joseph de Recalde con el Capitán Juan Flores sobre las aguas del Paridero que conducen a las Haciendas de Coñaquí y El Puente. Provincia de Imbabura. Hcdas. Coñaquí, El Puente y El Paridero. 182 fjs.

07-V-1778

Autos seguidos por Damián López con Doña Juana Cotacachi sobre la propiedad de unas tierras. Provincia de Imbabura. Otavalo. Tumbabiro. Hcda. Pucará. **[Contiene plano: fj. 108]**. 166 fjs.

**CAJA 115 (1778)**

14-IX-1778

Ignacia de Bidaurreta en autos con Joaquín Arteta sobre el despojo de agua de su casa. Provincia de Pichincha. Quito. 24 fjs.

08-X-1778

Autos de Don Joaquín de la Flor contra el Administrador del Monasterio de la Concepción de la Villa de Ibarra sobre despojo de aguas de la Hacienda de Asaya. Provincia de Imbabura. Hcdas. Asaya, Chaupi-Estancia, Yacu-Calle, Yacu-Cocha y Ejido. 49 fjs.

**CAJA 116 (1778-1779)**

12-XII-1778

El Procurador General del Cabildo de Quito con el Reverendo Padre Guardián del Convento de San Francisco por el remaniente de las aguas llamadas del Chorro. Provincia de Pichincha. San Francisco. Esquina de Cantuña. 36 fjs.

20-III-1779

Autos de querrela de despojo de unas aguas en Cuenca, seguidos por Don Francisco Calderón, con Don Joseph de Herze. Provincia del Azuay. Pueblo Jirón. Hcdas. El Pongo y Rircay. Río Cicay. **[Contiene plano: fj. 74]**. 76 fjs.

**CAJA 117 (1779)**

26-VI-1779

Escritura de Composición por Juan Flores al Maestre de Campo Don Manuel de Recalde a petición de Don Joaquín Flor. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. Cuicocha, Coñaquí, El Puente y El Hospital. Río Cariyacu. 67 fjs.

**CAJA 118 (1779-1780)**

25-IX-1779

Querrela de despojo de Doña María Pérez de Ubillus contra Don Joseph Leiseca sobre las aguas de la Hacienda de Machachi. Provincia de Pichincha. Machachí. Hcda. Pachupo. Sitio Tauricucho. 21 fjs.

**CAJA 121 (1780-1781)**

24-XI-1780

El convento de San Agustín contra Don Juan Ruiz Jimenez y demás vecinos de la Villa de Ibarra, sobre despojo de las aguas del río Taguando y quebrada de Lulunqui. Provincia de Imbabura. Ibarra. Hcdas. Yaguarcocha y Tababuela. Río Taguando. Quebrada Lulunqui. 309 fjs.

s.d/s.m/ 1780

Mapa de los Chillos. Sin más referencias. Provincia de Pichincha. Los Chillos. [Contiene plano: fj. 1]. 1 fj.

**CAJA 122 (1781)**

11-III-1781

Autos de Querrela de despojo de Francisco Xavier de Bustamante contra Don Nicolás Vivanco sobre las aguas de su Hacienda Magdalena. Provincia de Pichincha. Quito. La Magdalena. Hcda. Pamocotog. Quebrada Surucucho. 10 fjs.

**CAJA 123 (1781-1782)**

17-IX-1781

Autos de querrela de despojo de Don Joseph Carcelen contra Don Pedro Calisto sobre las aguas pertenecientes a los potreros de San Agustín de la Hacienda de la Calera. Provincia de Pichincha. Machachi. Hcda. de la Calera. 165 fjs.

**CAJA 124 (1782)**

19-VI-1782

Autos de despojo de aguas que siguen los señores Don Asencio Moreno y Don Joseph Bustos, de la Hacienda de los Chillos. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Amaguaña. 113 fjs.

09-VIII-1782

Autos de querrela de despojo del Recogimiento de Beatas Mercedarias de esta ciudad con Don Juan Antonio de Chiriboga sobre las aguas de las Haciendas de Malchinguí. Provincia de Imbabura. Tocachi. Hcdas. Malchinguí y Beaterio. 59 fjs.

**CAJA 125 (1782-1783)**

16-XII-1782

Sobre los daños que hacen los vecinos de los pueblos de Pelileo y Quero en las Haciendas de San Idelfonso sustrayéndose las aguas de dicha hacienda. Provincia de Tungurahua. Pelileo. Quero. Patate. Acequias Mocha y Chumaquí 3 fjs.

10-V-1783

Autos del Dr. Don Pedro de la Carrera contra Julián Carrera mayordomo de Doña Manuela de León sobre despojo de una acequia de aguas de la hacienda nombrada Arias. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Hcdas. Tena y Arias. 9 fjs.

14-V-1783

Autos seguidos por el Monasterio de la Concepción de la Villa de Riobamba contra Félix de Velasco, sobre despojo de una acequia de agua que baja a la Hacienda de Chancaguán propia del Monasterio. Provincia de Chimborazo. Riobamba. Hcda. Chancaguán. 32 fjs.

15-V-1783

Autos seguidos por Doña Manuela de León con el Dr. Pedro de la Carrera, Presbítero, sobre despojo de una acequia de sus Haciendas de Chillo. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Hcdas. Tena y Arias. [Contiene plano: fj. 43]. 96 fjs.

**CAJA 127 (1783-1784)**

15-XII-1783

Autos seguidos por Don Joaquín López de la Flor vecino de la Villa de Ibarra con Don Gregorio de Larrea, también vecino de ella sobre una acequia que ha abierto para conducir las aguas de Cariyacu a sus Haciendas de San Buenaventura. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. San Antonio, San Nicolás de Trapiche, San José y San Vicente. Vertientes de las Herraduras o Pruchaqui. 96 fjs.

**CAJA 129 (1784)**

06-V-1784

Autos de querrela de despojo que siguen Don Nicolás de la Guerra vecino de Cotacachi contra Miguel de Vidarrueta, Presbítero de Otavalo, sobre las aguas de la Hacienda de Colimbuela. Provincia de Imbabura. Cotacachi. Hacienda y Obraje Colimbuela. Quebradas Asayac y Tuctará. 13 fjs.

09-VII-1784 (No aparece)

Autos de querrela de despojo seguidos por Don Pablo de Unda contra el Dr. Don Mariano de Monteserrín sobre las tierras y las aguas de la Hacienda Guanguilquí. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcdas. Guanguilquí y Cuzubamba.

**CAJA 131 (1784-1785)**

25-II-1785

Autos seguidos por Don Manuel de Jijón y León vecino de la Villa de Ibarra con Don Joaquín López de la Flor del mismo vecindario sobre las aguas de Cariyacu. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. San Vicente, El Puente y Coñaquí. Río Cariyacu. 66 fjs.

29-IV-1785

Autos de querrela de despojo del Dr. Asencio Moreno contra Don Pedro de la Carrera sobre haber derrocado la toma por donde pasan las aguas a la Hacienda de Chillo. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Amaguaña. 14 fjs.

**CAJA 132 (1785)**

24-VII-1785

Manuel Jijón y Joaquín López de la Flor sobre sacar y distribuir aguas. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Hcdas. San Buenaventura, San José, Coñaquí Grande y Chiquito. Río Cariyacu. 41 fjs.

26-XI-1785

Autos de Doña Ignacia Sánchez con Don Francisco Rada sobre las aguas de la Hacienda de San Lucas. Provincia del Azuay. Hacienda y Trapiche San Lucas. Sitios Puruvín y Molsi. 37 fjs.

**CAJA 133 (1785-1786)**

02-XII-1785

Mariana Sánchez Argudo sobre la propiedad de aguas de la Hacienda de Cuzubamba que fue rematada en Don Miguel Iturralde. Provincia de Cotopaxi. Hcdas. Cuzubamba y San Agustín. 131 fjs.

10-XII-1785 (No aparece)

Autos que sigue Doña Mariana Mancheno sobre despojo de las aguas del molino de San Andrés contra Juan Villagómez, Joaquín Chiriboga y otros vecinos. Provincia de Chimborazo.

19-III-1786

Autos del Convento de San Agustín con Don Joseph Aguirre sobre despojo de las aguas de Pintag. Provincia de Pichincha. Pintag. Hcdas. Yurac-Compañía e Ychubamba. 87 fjs.

**CAJA 135 (1786-1787)**

04-IX-1786

Pedro Buendía Dávila con Nicolás de la Guerra sobre la propiedad de las aguas de Chimburlo. Provincia del Azuay. Hcdas. Chimburlo. 5 fjs.

26-IX-1786

Autos de la Madre Priora del Carmen de la ciudad de Cuenca con Don Mariano Ruylova sobre despojo de unas aguas de molino. Provincia del Azuay. Cuenca. 42 fjs.

30-I-1787

Manuel Ruíz de la Peña sobre la propiedad de las aguas de las cuadras de la fábrica de loza que bajan del Pichincha, con Don Joaquín Tinajero. Provincia de Pichincha. Quito. San Roque. 2 fjs.

**CAJA 136 (1787)**

02-V-1787

Autos del Procurador de Ambato con Doña Antonia Villacreses por las aguas de la Hacienda de Miraflores. Provincia de Tungurahua. Ambato. Miraflores. Rfo Ambato. 3 fjs.

07-V-1787

Autos del Procurador de Ambato con Doña Antonia Villacreses por las aguas de la Hacienda de Miraflores. Provincia de Tungurahua. Ambato. Miraflores. Rfo Ambato. 69 fjs.

**CAJA 139 (1788)**

05-V-1788

Micaela Carcelén con Don Nicolás de la Guerra sobre las aguas de la Hacienda de Colimbuela. Provincia de Imbabura. Hcda. Colimbuela. 3 fjs.

27-VIII-1788

Autos de Don Juan Jiménez con Doña Ventura Grijalva sobre la entrega de los títulos de las aguas de la Hacienda Piquer. Provincia de Imbabura. Mira. Hcda. Piquer. Cerro Narchín. Acequias Chilti y Chiltasón. 70 fjs.

s.d/s.m/ 1788 (No aparece)

El Procurador Juan Hidalgo, contra Jerónimo Núñez sobre el despojo de una paja de agua. Provincia de Pichincha. Quito. El Cebollar y San Roque.

**CAJA 142 (1790)**

04-VI-1790

Aconcia Suárez con el Marqués de la Villa Orellana sobre el despojo de unas aguas. Provincia de Imbabura. Otavalo. Sitios San Juan y El Cordon. 12 fjs.

**CAJA 143 (1790)**

31-VII-1790

Expediente de apelación interpuesta por Don Vicente Reyes contra Don Juan Ruíz Jiménez por el despojo del pase de unas aguas. Provincia de Imbabura. Ibarra. Plaza Central. 85 fjs.

**CAJA 145 (1791-1792)**

02-VII-1791

Don Antonio Salgado con Don Melchor Rivadeneira sobre la ruptura de una toma de aguas en la Hacienda de Urapamba. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcda. Urapamba. 3 fjs.

11-XI-1791

Juan Hidalgo contra Fray Bernabé Enríquez, religioso de la orden de San Francisco, por el despojo que le hizo a este de las aguas de la hacienda nombrada El Colegio en el pueblo de Cotocollao. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. Hcda. El Colegio. 19 fjs.

**CAJA 146 (1792)**

28-II-1792

Don Antonio Salgado con Don Melchor Rivadeneira sobre la ruptura de una toma de aguas en la Hacienda de Urapamba. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcda. Urapamba. 7 fjs.

31-VIII-1792

Don Andrés Pinos con Doña Leonor Andrade sobre despojo de aguas. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Hcdas. Culquipamba y Otón. 11 fjs.

10-IX-1792

Doña Vicenta Benítez sobre el remanente de las aguas introducidas en Machachi de las que desea una paja. Provincia de Pichincha. Machachi. Sitio Colache. 11 fjs.

**CAJA 147 (1792-1793)**

20-X-1792

Don Ignacio Rendón contra Manuel Isidoro Crespo por el despojo de una acequia de agua y alzamiento de sus sirvientes que intervino. Provincia del Azuay. Valle de Yunguilla. 8 fjs.

**CAJA 148 (1793)**

08-II-1793

Expediente de Doña Manuela de León en que se querrela de despojo de aguas en la hacienda nombrada Tena, contra Don Ramón Muñoz de Ayala. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Hcda. Tena. 73 fjs.

04-III-1793

El Procurador General de la Villa de Zaruma y socios, contra el Regidor Don Ambrosio Maldonado sobre despojo de aguas. Provincia del Oro. Zaruma. Mina Calderona. 122 fjs.

05-IV-1793

Don Pablo de Unda con Don Mariano Monteserrín sobre tierras y aguas de la Hacienda de Guanguilquí. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcdas. Cuzumba y Guanguilquí. Sitios El Pogoyo y Tustunchupa. 59 fjs.

**CAJA 151 (1793)**

30-VII-1793

El Dr. Dn. Calisto Miranda, con Doña Felipa Herrera sobre despojo de aguas de la hacienda nombrada Tena. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Amaguaña. Hcda. Tena. Sitio Chigchi. 112 fjs.

**CAJA 152 (1793-1794)**

26-VIII-1793

Expediente del Monasterio del Carmen Antiguo sobre la posesión de las aguas de las Haciendas de Guasag y Valencia. Provincia de Pichincha. Hcdas. Alangasí, Guasag e Ichubamba. Quebrada del Volcán. Sitio Pinantura. 28 fjs.

13-XII-1793

Autos de Don Juan Joseph Nieto contra Don Francisco de los Reyes sobre despojo de las aguas de la Hacienda de Pilopata. Provincia de Pichincha. Uyumbicho. Hcda. Pilopata. Sitio Sambache. 16 fjs.

**CAJA 153 (1794)**

12-III-1794

Expediente de Don Francisco Rodríguez de la Parra en que interpone apelación de una providencia dada por el Gobernador interino de aquella ciudad (Cuenca) en la causa seguida contra Don Juan Arevalo sobre despojo de una acequia de agua. Provincia del Azuay. Hcdas. Guzug y El Salado. 86 fjs.

13-V-1794

Doña Francisca Ripalda con demostración de los títulos de propiedad de las aguas pertenecientes a la hacienda que posee en términos del pueblo de Chillogallo, contra Antonio Calderón, su vecino. Provincia de Pichincha. Chillogallo. Sitios Quillín y Yacucucho. 55 fjs.

18-VI-1794

El Convento Máximo Seráfico con la recolección de la Merced y Doña Josefa Monteserrín sobre el perjuicio que recibe en la cañería por haberse labrado las tierras que caen sobre el nacimiento del agua. Provincia de Pichincha. Quito. Sitio La Cantera. 33 fjs.

31-VII-1794

Don Carlos Araujo con Doña Ventura Viana sobre aguas de la Hacienda Santa Clara. No se nombran sitios. 6 fjs.

**CAJA 155 (1794)**

02-XI-1794

Doña Petrona Benítez, viuda de Don Joseph de León, en los autos con Doña Baltasara Terán, sobre el terreno de Tigulli. Provincia de Cotopaxi. Hcdas. Guanaylín y Santa Rosa. Sitio Tigulli. [Contiene plano: f]. 58]. 137 fjs.

**CAJA 157 (1795)**

28-V-1795

El Escribano Real Mariano Hidalgo contra Don Gerónimo Araujo, por las aguas que este posee en sus cuadras del Cebollar. Provincia de Pichincha. Quito. Barrio El Cebollar. [Contiene plano: fj. 80]. 157 fjs.

04-VII-1795

Autos de Don Antonio Mantilla con Don Joaquín López de la Flor sobre despojo de aguas. Provincia de Tungurahua. Ambato. Las Viñas. Hcda. Lligua. [Contiene plano: fj. 151]. 172 fjs.

**CAJA 159 (1795)**

13-X-1795

Expediente de recurso de apelación interpuesto por Don Antonio Espinoza y Alvear de las providencias dadas por el Gobernador de aquella ciudad (Cuenca) contra Doña Ignacia Sánchez sobre una acequia de agua. Provincia del Azuay. Hcda. San Lucas. Cerro Purubín. Río Chipcay. Sitios Laquisara y Corral Blanco. 77 fjs.

11-XII-1795

Autos del Marqués de Miraflores como apoderado del vecindario de Ambato sobre una acequia de agua para el regadío del Valle de Samanga. Provincia de Tungurahua. Samanga. Izamba. Sitio Casaguala. 104 fjs.

**CAJA 163 (1796-1797)**

14-XII-1796

Doña Manuela Avilés y Orellana por querrela de despojo de una acequia de agua propia de su molino, desviada por Juan Arisaga. Provincia del Azuay. Cuenca. Barrio de Todos los Santos. 3 fjs.

**CAJA 165 (1797)**

10-X-1797

La Condesa de las Lagunas se querrela de despojo de las aguas de Colimbuela. Provincia de Imbabura. Cotacachi. Hacienda y Obraje Colimbuela. Quebrada Tuctara. 7 fjs.

**CAJA 166 (1797-1798)**

13-III-1798

Expediente de Pedro y Mariana Recalde contra Don José Zaldumbide por despojo de una acequia en la Hacienda de Chorlaví. Provincia de Imbabura. Ibarra. Hcda. Chorlaví. 6 fjs.

22-III-1798

Don Calisto Cortéz contra el Gobernador de Machachi por despojo de una acequia de agua. Provincia de Pichincha. Machachi. Cuadra San Marcos. 28 fjs.

**CAJA 167 (1798)**

12-VII-1798

El Procurador General de esta ciudad (Quito) contra el Escribano Receptor Mariano Hidalgo por haber despojado al público de las aguas que bajan a la Plaza mayor. Provincia de Pichincha. Quito. 6 fjs.

**CAJA 168 (1798)**

04-XII-1798

Don Pedro García se queja de una orden dada por el Corregidor a efecto de que le quiten unas aguas que posee en su estancia del pueblo de Caranqui. Provincia de Imbabura. Caranqui. 9 fjs.

**CAJA 170 (1799)**

06-IX-1799

Doña Mariana Recalde con Pedro García sobre la propiedad de unas aguas. Provincia del Azuay. Tarqui. 8 fjs.

**CAJA 170 (1799)**

18-VIII-1799

Don Calisto Miranda dueño de la Hacienda de Cacho en Ibarra con Don José Pons, dueño de la Hacienda de Cachi-Caranqui, sobre despojo de una acequia. Provincia de Imbabura. Hcdas. Cacho, Cachi-Caranqui y Magdalena. 32 fjs.

**CAJA 172 (1800)**

17-XII-1800

Don Miguel Rojas se querella de despojo contra Don Antonio Bolaños por haberle quitado las aguas de su Hacienda de Machachi. Provincia de Pichincha. Machachi. Hcdas. Chisinche y Guantugpamba. 11 fjs.

**CAJA 174 (1801)**

29-VIII-1801

Querella de despojo de Doña Josefa Cañizares con Don Antonio Gortaire sobre las aguas de Puembo. Provincia de Pichincha. Puembo. Hcda. Manguantag. 63 fjs.

06-X-1801

Autos que sigue Don Gabriel Acosta contra el Corregidor Don José Pose Pardo por despojo de las aguas del río Taguando. Provincia de Imbabura. Ibarra. Río Taguando. 26 fjs.

**CAJA 176 (1802)**

05-VII-1802

Don Tiburcio Peñafiel con el Dr. Dn Joaquín Gutierrez, sobre despojo de las aguas de la hacienda nombrada El Colegio en el pueblo de Cotocollao. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. Hcda. El Colegio. 70 fjs.

**CAJA 177 (1802-1803)**

15-II-1803

Miguel Antonio Rodríguez contra Ramón Andrade por aguas. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Hcda. Chaupi-Estancia. 10 fjs.

16-III-1803

Juan Ramón Borja contra Carlos Alava, Alejandro Gordón y otros por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcda. Chaquibamba. 113 fjs.

**CAJA 178 (1803)**

20-VIII-1803

Autos que sigue Don Miguel Ponce sobre que se manden abatir y demoler dos tajamares construidos por Don Joseph de Bustos y Piedrahita. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Hcdas. Chillo y Centeno. 41 fjs.

05-X-1803

María Baltazara Terán en autos con Doña Petrona Benítez por tierras. Provincia de Cotopaxi. Hcdas. Santa Rosa y Guanaylín. Quebrada Tigulligua. [Contiene plano: f]. 250]. 188 fjs.

**CAJA 179 (1803-1804)**

03-XII-1803

Autos seguidos por el Dr. Dn. Domingo Aizpuru contra Don Miguel Ponce sobre aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Hcdas. Centeno y Catahuango. Río Saguanchi. Sitio El Predio. [Contiene 2 planos: fjs. 57 y 58]. 62 fjs.

**CAJA 180 (1804)**

09-II-1804

Autos que sigue Doña Josefa Ontaneda con Doña Tomasa Capelo sobre aguas de las haciendas del Valle de los Chillos. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Quebrada Chinchín. [Contiene plano: f]. 42]. 129 fjs.

20-II-1804

Expediente que sigue Don Carlos Araujo sobre despojo de aguas de Don Francisco Freile y Ante. Provincia de Imbabura. Tumbabiro. Cahuasquí. Hcdas. Puchimbuela y El Ingenio. Quebrada Chusalongo. 135 fjs.

**CAJA 181 (1804)**

01-VIII-1804

Joaquín Aguilar, Procurador y a nombre de la Religión de Predicadores en autos con el Dr. Domingo Gangotena sobre límites y linderos de la Hacienda de Pusir con la de Carpuela. Provincia de Imbabura. Hcdas. Pusir y Carpuela. Loma Picacho. Acequia Aguacatal. [Contiene plano: f]. 125]. 165 fjs.

18-IX-1804

Carlos Vélez de Alava en autos contra el Teniente Político de la parroquia de Guayllabamba por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. El Quinche. Hcda. El Molino. Acequia Quinchocajas. 10 fjs.

**CAJA 182 (1804-1805)**

19-II-1805

Juan Pablo Rubio en autos con Josefa Vega por aguas. Provincia de Cotopaxi. Hcda. Guanaylín. 67 fjs.

12-VI-1805

El Convento de San Agustín de esta ciudad se querrela de despojo judicial inferido de las aguas de la hacienda de trapiche, nombrada Tababuela a solicitud de Doña María Montecinos. Provincia de Imbabura. Hcda. Tababuela. Río Taguando. 15 fjs.

28-VI-1805

José Mera Flores contra Mariano Iturralde por despojo de aguas. Provincia de Tungurahua. Ambato. Miraflores. Río Ambato. 158 fjs.

**CAJA 184 (1805-1806)**

20-I-1806

Fray Miguel Aroca Procudador del Convento Seráfico pidiendo al Cabildo de Quito se repare la acequia. Provincia de Pichincha. Quito. 5 fjs.

**CAJA 185 (1806)**

08-V-1806

Autos seguidos por Juan Ramón de Borja con Doña Joaquina Acevedo sobre las aguas pertenecientes a la Hacienda Chaquibamba que se conducen por la estancia de Abahami. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcdas. Chaquibamba y Abahami. Quebrada Iquiñaro. 58 fjs.

16-VI-1806

El Monasterio de Conceptas de Loja en autos con Don Pío Riofrío por tierras. Provincia de Loja. Río Zamora. [Contiene plano: f]. 1]. 12 fjs.

01-X-1806

José Bustos dueño de la Hacienda de Chillo contra Miguel Ponce dueño de la Hacienda Centeno por aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Hcda. Centeno. Sitio Pactay. 104 fjs.

**CAJA 187 (1807)**

01-VIII-1807

Don Tiburcio Peña en autos con el Dr. Joaquín Gutierrez sobre el despojo de aguas de la Hacienda de Cotocollao denominada Colegio. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. Hcda. El Colegio. 3 fjs.

**CAJA 189 (1808)**

02-IX-1808

Los herederos de Margarita Fajardo contra Feliza Herrera y el Dr. José Bustos por aguas. No se nombran sitios. 1 fj.

10-IX-1808

Jun José Guerrero contra José Román por aguas. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcdas. Purguantag y Urapamba. 12 fjs.

10-X-1808

Mariano Iturralde en el arrendamiento de su Hacienda de Loco a Pedro Alcantara Darquea. Provincia de Cotopaxi. San Sebastián. Hcda. Loco. [Contiene plano: f]. 1]. 10 fjs.

18-X-1808

Plano de la Construcción de una iglesia en Cuenca. Provincia del Azuay. Cuenca. Tandacatu. [Contiene plano: f]. 8]. 10 fjs.

**CAJA 190 (1808-1809)**

13-IV-1809

Autos seguidos entre Don José Egúez y Doña María Zurita sobre aguas de Lligua. Provincia de Tungurahua. Izamba. Hcdas. Lligua (Trapiche) y Las Viñas. 131 fjs.

**CAJA 191 (1809)**

s.d/s.m/ 1809

Querrela de despojo introducida por el Reverendo Padre Fray Vicente Toledo del orden militar contra Mariano Bermudez por un molino de agua de la Hacienda de Chichi. Provincia de Pichincha. Pifo. Puembo. Hcda. Chichi. Sitio y Acequia Palugo. 23 fjs.

**CAJA 192 (1809-1811)**

19-I-1810

Querrela de despojo interpuesta por María Josefa Núñez contra Joaquín Pérez de anda, canónigo de la Santa Iglesia Catedral, sobre las aguas de la Hacienda de Cotocollao. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. Sitio Atucucho. 30 fjs.

28-II-1810

Domingo Renjifo a nombre de los vecinos de Ambato en autos con Don Gabriel Alvarez sobre aguas. Provincia de Tungurahua. Amabto. Huachi. 5 fjs.

10-VII-1810

Josefa Martínez de la Vega contra José Guerrero sobre despojo de las aguas de la Hacienda El Inga. Provincia de Pichincha. Hcdas. El Inga e Itulgache. Sitios Yanaurco, Calalá y Guamaní. 27 fjs.

21-V-1811

Expediente de querrela de despojo interpuesto por Don José Alvarez y Torres de las aguas de su Hacienda San Javier, contra los vecinos del pueblo de Patate y Don Mariano Hidalgo dueño de la hacienda de Pitula. Provincia de Tungurahua. Patate. Hcdas. San Javier y Pitula. 15 fjs.

**CAJA 193 (1811)**

15-VI-1811

Expediente del ciudadano Mariano Moreno Bugarín con el finado Don Vicente Ontaneda querrellándose del despojo de unas aguas. Provincia de Pichincha. Puengasí. Hcda. Pisingalli. 36 fjs.

01-VII-1811

Don José Alvarez contra el Justicia Mayor de Ambato por aguas. Provincia de Tungurahua. Patate. Hcda. San Javier. 3 fjs.

13-X-1811

Agustín Baca contra Mariano Paredes por aguas. Provincia de Pichincha. El Quinche. Guayllabamba. Hcda. Puruguantag. 4 fjs.

**CAJA 194 (1811-1812)**

09-I-1812 (No aparece)

Autos seguidos por Don José Egúez contra María Zurita por aguas. Provincia de Tungurahua. Ambato. Hcdas. La Viña y Lligua (Trapiche). 18 fjs.

15-IV-1812

Autos seguidos por Don Santiago Lozano con Don Manuel Veintimilla por un camino en la Hacienda Zhucay. Provincia del Azuay. Hcda. Zhucay. Ríos San Agustín y Tarquí. [Contiene dos planos: f]. 233]. 444 fjs.

22-V-1812 (No aparece)

El Convento de Carmelitas Reformadas Descalzas contra Fernando Dávila y Astudillo, Santiago, Miguel, Manuel y José Sarmiento por despojo de aguas. Provincia del Azuay. Gualaceo. Hcda. Bulcay. 72 fjs.

**CAJA 196 (1813-1814)**

26-IV-1813

Autos de despojo de aguas de Don Manuel Andrade con el Monasterio del Carmen. Provincia de Cañar. Hcda. Chuychun. Lagunas Sunsaguín y Culebrillas. Vertientes Pagcha, Puyal y Malpaso. 209 fjs.

13-IX-1813

Don Fernando Grijalva contra Juan Antonio Chiriboga por aguas. Provincia de Imbabura. Hcdas. La Concepción y Santiaguillo. 8 fjs.

18-VII-1814 (No aparece)

Autos promovidos por el Lcdo. Don Miguel Gil Malo con Don Manuel Veintimilla y Balderrama sobre una acequia de agua. Provincia de Cañar. Sitio Llamagsi. 255 fjs.

**CAJA 198 (1814-1815)**

07-XI-1814

Autos que sigue Don Manuel Montenegro Barba y Figueroa con el Dr. Narciso López Naranjo sobre las aguas de Pisilata. Provincia de Tungurahua. Ambato. Pisilata. Quebrada Loreto. 208 fjs.

20-IX-1815

Autos seguidos por Manuel Salazar con Francisco Jijón sobre despojo de un óvalo de agua en su Hacienda de Santa Lucía en Cumbayá. Provincia de Pichincha. Cumbayá. Hcda. Santa Lucía. Río Machángara. [Contiene plano: fj. 75]. 184 fjs.

**CAJA 199 (1815-1817)**

16-IX-1816

Autos seguidos por Ana Donoso contra Carlos Vélez de Alava por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Sitio Quinchucajas. 16 fjs.

22-IX-1816

Providencias del Excmo. Sr. Presidente y del Sr. Corregidor para que se deroguen las cuadras y huertas de alfalfa en la parte superior del pueblo para que no abusen de las aguas del público. Provincia de Chimborazo. Licán. Río Macají. 20 fjs.

25-I-1817

Autos seguidos por el Dr. Dn. Calisto Miranda contra Antonio Gortayre por aguas. Provincia de Pichincha. Puenbo. Pifo. Hcda. Chantag. Río Gambi. 51 fjs.

20-III-1817

Pleito sobre posesión de aguas entre Doña Ana Constante viuda de Don José Lalama y Don Leandro Lozada. Provincia de Tungurahua. No se nombran sitios. 17 fjs.

**CAJA 201 (1818)**

14-V-1818

Autos seguidos entre Manuel Velasco, José Orosco Andrade y Jacinto Gonzáles Luna sobre posesión del sitio Potreros. Provincia de Chimborazo. Columbe. Sitio Potreros. [Contiene plano: fj. 76]. 177 fjs.

28-IX-1818

Expediente promovido por Don Francisco Jijón con el Señor Marqués de San José sobre aguas. Provincia de Imbabura. Urcuquí. Cotacachi. Hcdas. Cariyacu, San Buenaventura, Coñaquí y El Puente. Sitio Pichanchi. Vertientes del Cotacachi. 101 fjs.

**CAJA 202 (1818-1819)**

27-XI-1818

Manuel de Echeverría Procurador del Marqués de Miraflores en autos con Don Juan de la Guerra sobre aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Hcda. Pusuquí. 4 fjs.

07-VII-1819

Manuel de Echeverría Procurador en nombre del Marqués de San José en los autos con Don Francisco Jijón sobre aguas. Provincia de Imbabura. No se nombran sitios. 3 fjs.

10-VII-1819

Autos seguidos entre las señoras Antonia Chiriboga y Rita Herrería sobre aguas de las Haciendas Asayag y Cananballe. Provincia de Imbabura. Hcdas. Asayag y Cananballe. 194 fjs.

20-VIII-1819

Antonio Alecantre contra Salvador Murgueytio por Aguas. Provincia de Pichincha. Calacalf. Hcda. Papatena. 11 fjs.

**CAJA 203 (1819)**

12-XI-1819

Autos promovidos por la Marquesa de Villa Orellana y Doña María Mercedes Carrión, contra Doña Josefa Carcelén sobre refacción de una acequia perteneciente a la Hacienda Granobles, en la jurisdicción de Otavalo. Provincia de Imbabura. Otavalo. Río Bobo. Vertientes Cursillo Pogyo, Curi Pogyo Capas y Tupigachi. 123 fjs.

12-XI-1819

Autos promovidos por Francisco Carcelén con José Donoso por aguas. Provincia de Imbabura. Hcdas. Isacata y Carrera. Quebradas Yagual Y Guagrachimbana. 43 fjs.

17-XII-1819

Autos promovidos por Gabriel Alvarez contra Antonio Egúez por las aguas de la Hacienda de Huachi. Provincia de Tungurahua. Huachi. Mocha. Hcdas. Huachi (Obraje) y Palagua. Río Mocha. 54 fjs.

**CAJA 204 (1820-1821)**

09-III-1820

Expediente seguido por Don Francisco Javier Villacís con Don Carlos Vélez de Alava sobre aguas de la Hacienda Purguantag. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcdas. Purguantag, Urupamba y El Molino. 49 fjs.

**CAJA 205 (1821)**

s.d/s.m/ 1821 (No aparece)

Agustín Dávila contra Vicente Aguirre por aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Sangolquí. Hcda. Casapamba. 16 fjs.

15-V-1821

Autos seguidos por Don Agustín Dávila contra Don Vicente Aguirre sobre el despojo de unas aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Sangolquí. Hcda. Casapamba. Sitio Pasochoa. 31 fjs.

20-V-1821

Juan Antonio Rivadeneira contra Melchor Benavides por invalidés de contrato de la Hacienda de Pasochoa en la jurisdicción del pueblo de Sangolquí. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Sangolquí. [Contiene plano: f]. 209]. 259 fjs.

**CAJA 206 (1822-1823)**

28-I-1822

Antonia Chiriboga contra Rita Herrería sobre las aguas de la Hacienda de Cananballe. Provincia de Imbabura. Hcdas. Chaupi Estancia y Asayag. Sitio Pugacho. Acequia Conrraquí. 55 fjs.

25-IV-1822

Juan José Guerrero contra Francisco Angulo por aguas. Provincia de Pichincha. Hcdas. El Inca e Itulgache. Vertientes Guamaní, Yanaurco, El Almorzadero y Calala. acequia Lugubuela. 16 fjs.

10-V-1822

Expediente promovido por Josefa Castro con el ciudadano José Miño, sobre despojo de aguas de la Hacienda de Guaraquí en Tabacundo. Provincia de Pichincha. Tabacundo. Hcda. Guaraquí. Acequia Rumiguayco. 36 fjs.

**CAJA 207 (1823-1824)**

05-X-1823

Ramón Chiriboga contra Martín Chiriboga por tierras. Provincia de Chimborazo. Alausí. Hcda. Guabalcón (Trapiche). [Contiene plano: fj. 9]. 57 fjs.

04-XI-1823

Autos seguidos por Francisco Javier Villacís con Carlos Vélez de Alava, sobre agua de la Hacienda Purguantag que baja del pueblo del Quinche. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcda. Purguantag. Quebrada Iquiñaro. [Contiene plano: fj. 94]. 110 fjs.

12-V-1824

Salvador Murgueytio contra Agustín Dávila por despojo de aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Sangolquí. Hcdas. Santa Bárbara y Casapamba. Río San Fernando. 16 fjs.

**CAJA 208 (1824-1825)**

16-VIII-1824

Gerónimo Carpio contra Francisco Chiriboga por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Licto. 25 fjs.

14-I-1825

Francisco Jijón contra el Coronel Mariano Guillermo Valdivieso por aguas. Provincia de Imbabura. Otavalo. Hcdas. Pinsaquí y Quinchuquí. Laguna San Pablo. 20 fjs.

**CAJA 209 (1825-1826)**

25-IV-1825

Expediente promovido por María Pinto con Juan José Guerrero sobre despojo de aguas de la Hacienda Chaupi-Molino. Provincia de Pichincha. Pifo. Hcda. Chaupi-Molino. 6 fjs.

**CAJA 210 (1826-1827)**

11-VII-1826

Francisco Javier Villacís contra Pedro Alcantara Duprat por despojo de aguas. Provincia de Pichincha. El Quinche. Hcda. Purguantag. 6 fjs.

06-IV-1827

El Procurador Síndico de la parroquia de Guayllabamba contra Francisco Javier Villacís por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcdas. Purguantag y El Molino. Quebrada Santa Rosa. 9 fjs.

01-V-1827

Solicitud de adjudicación de aguas hecha por Agustín Angel Posse al gobierno central. Provincia de Pichincha. Caguasquí. Páramo Yanaurco. Río Palacara. Quebrada Cundurpaccha. Siénega Cucharó. 4 fjs.

**CAJA 211 (1827-1829)**

05-XII-1827

Expediente de despojo promovido por el señor Luis Fernández Salvador contra la señora Teresa Larrea, viuda, Marquesa de Solanda por el derecho de aguas de su Hacienda de Chisinche. Provincia de Chimborazo. Alausí. Hcda. Chisinche. 54 fjs.

**CAJA 212 (1829-1830)**

11-VIII-1829

Autos seguidos por el ciudadano Antonio Pineda con la señora María Concepción Tejada sobre aguas de la Hacienda de Caraburu. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Hcda. Caraburu. 49 fjs.

30-X-1829

Mariano Moreno en el expediente con Serafina Ontaneda sobre despojo de aguas. Provincia de Pichincha. Conocoto. Anejo Chachas. Hcda. Pisingalli. 87 fjs.

09-XII-1830 (No aparece)

José María Salazar con la Señora Juana Salas sobre despojo de aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Pomasqui. 29 fjs.

**CAJA 213 (1830-1831)**

21-III-1831

Juana Albán contra Mariano Cruz por aguas. No se nombran sitios. 8 fjs.

07-IV-1831

Causa seguida entre Mariano Cruz con el Convento de Predicadores y Juana Albán sobre el pase de unas aguas. Quebrada Gallinazos. No se nombran Provincia o Ciudad. 5 fjs.

27-VII-1831 (No aparece)

Javier Villagómez en autos contra Sebastián Ramos y demás por terrenos. Provincia de Tungurahua. Pelileo. Sigualó. Hcda. Chumaquí. **[Contiene plano]**. 128 fjs.

**CAJA 214 (1831-1832)**

10-VIII-1831

Autos seguidos por la señora Manuela Rivadeneira con su hermano Carlos Rivadeneira sobre aguas de la Hacienda de Agualongo. Provincia de Imbabura. Anejo Agualongo. Hcda. Alobuela. 149 fjs.

19-VIII-1831 (No aparece)

Cosme Salazar contra Julián Mancheno por aguas. Provincia de Chimborazo. Guano. Molino Tuncahuán. 5 fjs.

25-X-1831

Manuel de Echeverría a nombre de Bartolomé Donoso contra Javier Villacís por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcda. Purguantag. Sitio Angaguachana. 8 fjs.

31-X-1831 (No aparece)

Cosme Salazar contra Julián Mancheno por aguas. Provincia de Chimborazo. Guano. Molino Tuncahuán. 9 fjs.

22-XII-1831

Javier Villagómez en autos contra Sebastián Ramos y demás por terrenos. Provincia de Tungurahua. Pelileo. Sigualó. Hcda. Chumaquí. **[Contiene plano: fj. 24]**. 24 fjs.

**CAJA 215 (1832-1833)**

02-XI-1832

Cosme Salazar Procurador a nombre de los ciudadanos Mariano Bustamante, José y Juan Pastor y Rosa Arellano contra Julián Arellano sobre despojo de aguas. Provincia de Chimborazo. Guano. Molino Tuncahuán. 9 fjs.

01-V-1833

Causa seguida entre el ciudadano Diego Donoso con Martina Gallegos sobre aguas de una estancia de Chambo. Provincia de Chimborazo. Chambo. Hcda. del Puente. Acequia Asagtus. 4 fjs.

**CAJA 216 (1833-1834)**

05-V-1834

Causa seguida entre el Colegio San Fernando, las señoras Ignacia y Joaquina Gonzales, el Monasterio de la Concepción y varios indígenas de la parroquia de la Magdalena sobre propiedad de unos terrenos. Provincia de Pichincha. Quito. La Magdalena. **[Contiene 2 planos: fjs. 31 y 113]**. 211 fjs.

**CAJA 217 (1835-1837)**

25-XI-1836

Recurso de nulidad interpuesto por el ciudadano Miguel Grijalva con el ciudadano Ramón Terán sobre aguas. Provincia del Carchi. El Angel. Hcdas. La Rinconada y Nicolás. Quebrada Parlocorado. Aguas de Pueblo. 11 fjs.

09-I-1837

Manuel de Echeverría por el Señor Rafaél Mancheno vecino de Riobamba en autos con los señora Josefa Rendón sobre despojo de aguas. Provincia de Chimborazo. Riobamba. 4 fjs.

**CAJA 218 (1837-1838)**

08-II-1838

Autos seguidos por el señor Ministro de Estado Dr. José Miguel Gonzales sobre pase de aguas por la Hacienda de San José del Sr. Dr. José Félix Valdivieso y por la de Pesillo del Convento de la Merced de esta ciudad, para el regadío de su Hacienda de la Compañía de Cayambe. Provincia de Pichincha. Cayambe. Hcdas. San José y Pesillo. 9 fjs.

09-III-1838

Recurso de queja interpuesto por el ciudadano José Pintado contra los señores Ministros de la Corte Superior de este distrito sobre despojo de aguas de la parroquia de la Magdalena y el Común de Indígenas de dicha parroquia. Provincia de Pichincha. Quito. La Magdalena. 11 fjs.

17-V-1838

Causa seguida por el ciudadano Joaquín Murgueytio con la señora Josefa León y Guerra sobre aguas. Provincia de Pichincha. Puellaró. Hcda. El Alumbra. 16 fjs.

16-VI-1838

Causa seguida por el ciudadano Joaquín Murgueytio con la señora Josefa León y Guerra sobre aguas. Provincia de Pichincha. Puellaró. Hcdas. Chiviga y Alumbra. 7 fjs.

**CAJA 219 (1838-1841)**

26-XI-1839

La señora Rosa Mancheno son el señor Manuel Velasco y Orosco sobre aguas de Guaslán. Provincia de Chimborazo. Guaslán. 17 fjs.

13-VI-1840

Autos seguidos por el Convento Seráfico de esta ciudad con el Convento de la Merced, sobre despojo de la Calera en Nono. Provincia de Pichincha. Nono. [Contiene plano: fj. 139]. 149 fjs.

18-XI-1840 (No aparece)

Cosme Salazar Procurador del Sr. Dr. José Enríquez de León, en autos del Monasterio de Conceptas de esta ciudad, sobre propiedad de las aguas que batien el Molino de Jerusalén. Provincia de Pichincha. Hcda. Lloa. Quebradas Jerusalén y Yuracyacu. Cerro Osuña. [Contiene 2 planos: fjs. 80 y 169]. 252 fjs.

**CAJA 220 (1841-1843)**

02-III-1843

Recurso de hecho interpuesto por el Colegio Seminario de San Luis con el ciudadano José Pintado, sobre despojo. Provincia de Pichincha. Quito. La Magdalena. 3 fjs.

**CAJA 221 (1844-1845)**

07-V-1844

Autos seguidos entre el señor Luis Fernández Salvador y el ciudadano José Antonio Estrella sobre denuncia de una acequia de agua. Provincia de Cotopaxi. Salcedo. Río Nacsiche. 2 fjs.

27-VIII-1844

Recurso de hecho interpuesto por la señora Rosa Zambrano en autos con la testamentaria del señor Manuel Zambrano sobre aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Chillogallo. 30 fjs.

29-XI-1844

Cosme Salazar por el ciudadano José Arcieniegas, en autos con el ciudadano Francisco Yépez, y al suyo el Procurador Manuel Echeverría sobre unas aguas de la Hacienda de Yaguarcocha. Provincia de Imbabura. Ibarra. Hcda. Yaguarcocha. Quebrada del Manzano. 18 fjs.

07-V-1845

Expediente obrado en la causa seguida que sigue el ciudadano José María Maldonado con el señor Luis Fernández Salvador sobre aguas. Provincia de Cotopaxi. Salcedo. Río Nacsiche. 4 fjs.

30-V-1845

Causa seguida entre el Colegio Seminario de San Luis y el ciudadano José Pintado sobre terrenos y aguas. Provincia de Pichincha. Quito. La Magdalena. 38 fjs.

**CAJA 222 (1845-1847)**

18-X-1845

Ejecutivos seguidos por el señor José Soto con el señor Ignacio Gonzales sobre despojo de las aguas de Ficoa. Provincia de Tungurahua. Ambato. Ficoa. Quebrada Quillallig. 44 fjs.

18-X-1845

Causa seguida entre los señores Mariano Gangotena y Juan Donoso sobre aguas. Provincia de Imbabura. Hcdas. Guaramía, Alobuela y Amajito. 14 fjs.

15-IV-1846

Causa seguida entre la testamentaria del finado Antonio Calderón y la señora Felipa Gangotena sobre aguas de la Hacienda Chillogallo. Provincia de Pichincha. Quito. Chillogallo. 9 fjs.

19-VIII-1846

Autos seguidos por el señor Bartolomé Donoso con el señor Francisco Javier Villacís sobre las aguas de su Hacienda de Guayllabamba. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Quebrada Anga-Guachana. 54 fjs.

**CAJA 223 (1847-1849)**

25-XI-1848

Causa seguida entre los ciudadanos Juan Manuel de la Puente y Toribio Sierra sobre denuncia de terrenos y aguas. Provincia de Pichincha. Machachi. Hcda. Guanguilquí. 5 fjs.

13-XII-1848

Causa seguida entre las señoras Dominga Cevallos y María Jijón sobre un acueducto. No se nombran sitios. 5 fjs.

27-XII-1848

Causa seguida entre los ciudadanos José Manuel Fernández y Manuel Andrade y Vicuña sobre aguas. Provincia del Azuay. Cuenca. 14 fjs.

03-III-1849

Causa seguida entre los ciudadanos Fidel Salvador y Rafael Cuadrado sobre propiedad de aguas. Provincia de Chimborazo. Guano. Hcda. Miraflores. Acequia Tuncahuán. 15 fjs.

28-IV-1849

Causa seguida entre el señor Pedro Rodríguez y el Doctor Juan Cueva sobre aguas. Provincia del Azuay. Cuenca. 6 fjs.

13-VI-1849

Causa seguida entre los ciudadanos Juan José Tobar y Vicente Flor sobre aguas. No se nombran sitios. 5 fjs.

19-VI-1849

Causa seguida entre los ciudadanos Andrés de los Ríos y Agustín Dávila sobre la propiedad de aguas. Hcda. Santa Bárbara. Río Santa Clara. 13 fjs.

30 VI-1849

Causa seguida entre el Fisco y el ciudadano Toribio Sierra sobre denuncia de terrenos y aguas. Provincia de Pichincha. Machachi. Hcda. Guanguilquí. 6 fjs.

26-IX-1849

Causa seguida entre el ciudadano Manuel Riofrío y la señora Ignacia Ruíz. Provincia del Azuay. Hcda. de Caña. Sitio Combolo. 23 fjs.

**CAJA 224 (1849-1851)**

12-XII-1849

Causa seguida por el señor Juan Cueva con el señor Pedro Rodríguez sobre unas aguas. Provincia del Azuay. Hcda. Tobachiri. Río San Fernando. 10 fjs.

10-V-1850 (No aparece)

Causa seguida entre el Concejo Municipal de Riobamba y el ciudadano José Antonio Coronel sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Riobamba. Potreros de la Trinidad. 9 fjs.

08-XI-1850

Causa seguida entre el Concejo Municipal y el ciudadano José Antonio Coronel sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Riobamba. Potreros de la Trinidad. 9 fjs.

20-XII-1850

Ejecutivo seguido por el Doctor José Félix Valdivieso, con el señor José María Pérez Calisto sobre el remanente de aguas de la Hacienda de Pusuquí del señor Calisto Corra a la de Pomasqui del señor Valdivieso, en virtud de documento reconocido. Provincia de Pichincha. Quito. Pomasqui. Pusuquí. 49 fjs.

**CAJA 225 (1851-1854)**

05-VII-1852

Expediente seguido entre la señora Juana Mazo, los herederos del Dr. José María Tejada y el Dr. Félix Valdivieso sobre aguas. Provincia de Pichincha. Hcdas. Rumipamba y San Milán. Sitios Chusalongo y Chimborazo. Aguas de Pichán. Acequia Chinchicucho. 19 fjs.

**CAJA 226 (1854-1856)**

27-II-1855

Causa seguida entre los ciudadanos José María Alvear y Fernando Calderón sobre aguas. No se nombran sitios. 3 fjs.

14-V-1855

Causa seguida entre los señores Miguel Cervantes y Jesús Valencia sobre aguas. No se nombran sitios. 4 fjs.

07-VIII-1855

Causa seguida entre los ciudadanos Clemente Ponce y Joaquín Tello Meneses sobre pase de aguas. No se nombran sitios. 7 fjs.

28-VIII-1856

Causa seguida entre los ciudadanos Luis Robalino y José Vásconez Vaca sobre aguas. Provincia de Tungurahua. Píllaro. Sitio Quillán. 10 fjs.

17-XII-1856

Causa seguida entre los ciudadanos Fernando Crespo y Francisco Palacios sobre aguas. Provincia del Azuay. Hcda. Zidcay. Quebrada Zidcay. 22 fjs.

19-XII-1856

Causa seguida entre los señores José Antonio Coronel y Domingo Paredes sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Hcda. Trinidad. Río Licán. 17 fjs.

**CAJA 227 (1856-1858)**

26-X-1857

Causa seguida entre los señores José Francisco Carrión y el finado Vicente Flor sobre aguas. Provincia de Imbabura. Hcda. Tapiapamba. 9 fjs.

**CAJA 228 (1858)**

03-III-1858

Causa seguida entre los ciudadanos Miguel Ribadeneira y Valentín Yépez sobre colocación de unos canales. Provincia de Imbabura. Hcdas. Cobuendo y Chorlaví. 13 fjs.

**CAJA 233 (1864-1865)**

10-XII-1864

Manuel Bustán, apoderado de la comunidad de indígenas del pueblo de Azogues contra el Ilustre Concejo Municipal del Cantón de Azogues sobre aguas. Provincia de Cañar. Azogues. Aguas de Lamai. 35 fjs.

**CAJA 234 (1865-1866)**

06-II-1866

Obrados de la causa seguidos entre el Convento de la Merced y el señor José Francisco Carrión sobre aguas. Provincia de Pichincha. Cayambe. Hcda. Pesillo. 10 fjs.

07-IV-1866

Obrado de la causa seguida entre el Dr. Juan Pintado y el ciudadano Manuel Paz y Miño sobre aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Río Patacyaco. 17 fjs.

27-VI-1866

Obrado de la causa seguida entre los señores Nicolás Carvallo y José Manuel Torres por aguas. Provincia del Azuay. Tarqui. 29 fjs.

16-VII-1866

Obrados de la causa seguida entre los ciudadanos José Paredes y Pedro Acevedo por una acequia de agua. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Acequia Acla. 9 fjs.

**CAJA 235 (1866-1867)**

26-III-1867

Obrado de la causa seguida entre los señores Sebastián Guarderas y José Antonio Hinojosa por despojo de aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Amaguaña. 5 fjs.

**CAJA 237 (1868)**

15-V-1868

Obrados en la causa seguida por Valentín Yépez contra el señor José Manuel Jijón por aguas. Provincia de Imbabura. Atuntaqui. 10 fjs.

16-VI-1868

Obrados en la causa seguida entre la familia Ascázubi y el señor José Francisco Carrión sobre aguas. Provincia de Pichincha. Cayambe. Hcdas. Chungalá y Miraflores. 9 fjs.

30-VI-1868

Juicio seguido por Agustín Játiva contra Gabriel de la Calle por despojo de aguas. Provincia de Chimborazo. Chambo. Sitio Asagtus. 116 fjs.

07-X-1868

Causa seguida por la señora Rafaela Veintimilla contra el señor Pablo Villacís sobre apeo y deslinde de terrenos. Provincia de Pichincha. Quito. Pomasqui. San Antonio. **[Contiene plano: f. 16]**. 18 fjs.

**CAJA 238 (1868-1869)**

04-IX-1869

Obrados en la causa seguida por el apoderado del señor Juan Donoso con el señor Carlos Landázuri sobre aguas. Provincia de Imbabura. Cayambe. Hcdas. Guanguilquí y Carrera. 7 fjs.

06-X-1869

Obrados en la causa seguida por el personero del Convento de San Agustín con Fermín Muñoz sobre aguas. Provincia de Imbabura. Hcda. Calunquí. Aguas de Tababuella y Yaguarcocha. 8 fjs.

**CAJA 239 (1870)**

10-XI-1869

Obrados en la causa seguida por los señores Ascázubi y demás interesados contra el señor José Francisco Carrión sobre aguas. Provincia de Pichincha. Cayambe. Hcdas. Anchola y Chungalá. 24 fjs.

22-II-1870

Obrados en la causa seguida por el Dr. Manuel Bedoya con el Coronel Agustín Guerrero sobre pase de aguas. Provincia de Pichincha. Cayambe. Hcda. Chungalá. **[Contiene plano: f. 14]**. 17 fjs.

14-V-1870

Juicio seguido por el Sr. Dr. Jorge Antonio Bueno contra el Sr. Alejandro Guarderas por aguas. Provincia de Cotopaxi. Hcdas. Sillunchi y Puichig. 12 fjs.

12-VIII-1870

Obrados en la causa seguida por Manuel Boada contra Nicolás Catro y José Manuel Nicolalde sobre aguas. Provincia de Pichincha. Tabacundo. Hcda. Santa Gertrudis. Río Tabacundo. 7 fjs.

**CAJA 241 (1870-1871)**

06-XI-1870

Obrados en la causa seguida por Darío Acosta y Antonio Torres contra Agustín Dávila sobre aguas. No se nombra sitios. 4 fjs.

23-XII-1870

Obrados en la causa seguida por Joaquín Terán contra José Manuel Jijón sobre aguas. Provincia de Imbabura. Atuntaqui. Río Yatunyacu. 12 fjs.

20-I-1871

Obrados en la causa seguida entre Emilia Klinger y Manuel del Alcázar sobre aguas. No se nombra sitios. 2 fjs.

11-II-1871

Obrados en la causa seguida por la señora Dolores Villacís contra el señor Vidal Ortíz sobre aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Pomasqui. 22 fjs.

**CAJA 242 (1871)**

16-VII-1871

Obrados en la causa seguida entre el Sr. Manuel del Alcázar y la señora Emilia Klinger por aguas. Provincia de Pichincha. Machachi. Hcda. Colachi. Acequia San Pedro. Vertientes del Chambi. 33 fjs.

24-VIII-1871

Obrados en la causa seguida por el Sr. Rafael Aguirre con el Sr. Francisco Bermeux sobre propiedad de aguas y páramos de un fundo. Provincia de Imbabura. Río Guambi. Sitio Las Moyas. Páramos de Yacupamba y Tabavela. Acequia Changaguañuzca. 15 fjs.

**CAJA 243 (1872)**

15-VI-1872

Obrados en la causa seguida entre Miguel A. Valdivieso y Serafina Bustamante sobre servidumbre de aguas. Provincia de Loja. Hcda. Guaicopamba. 13 fjs.

**CAJA 244 (1872-1873)**

11-I-1873

Recurso de queja interpuesto por el Venerable Cura de Pintag Dr. Marcos Herrea contra el Gobernador de esta provincia Dn. Pablo Bustamante. Provincia de Pichincha. Pintag. 50 fjs.

26-II-1873

Obrados en la causa seguida por la señora Josefa Salazar contra Fidel Recalde sobre aguas. Provincia de Pichincha. Quito. La Magdalena. Quebradas Sighocalle y Calvario. 9 fjs.

10-V-1873

Obrados en la causa seguida entre José Cevallos León con Alegría y Andrés Gallegos sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Riobamba. 4 fjs.

18-VII-1873

Obrados en la causa seguida por el Agente Fiscal de Riobamba contra Felipe Guamán sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Riobamba. 2 fjs.

**CAJA 245 (1873)**

19-VII-1873

Obrados en la causa seguida por el Síndico Municipal de Riobamba contra Rafael Chiriboga y Borja por terrenos y aguas. Provincia de Chimborazo. Licán. Hcda. Macají. Acequia Macají. 9 fjs.

22-VII-1873

Obrados en la causa seguida entre la familia Sáenz con la Sra. Mercedes Larrea por remate de un terreno. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcda. Cuzubamba. [Contiene 2 planos: fj. 31]. 31 fjs.

23-VII-1873

Juicio seguido por Mariano Alvarez contra el Dr. Modesto Rivadeneira por aguas. Provincia de Cotopaxi. Latacunga. 20 fjs.

13-IX-1873

Obrados en la causa seguida por el apoderado de la familia Garzón contra José María Baus sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Guano. Hcda. Cuntus o San José. Sitio Tutupala. Río Guano. Acequia Cuntus. 18 fjs.

08-X-1873

Obrados en la causa seguida entre Pío Borrero y Darío Eguiguren por una acequia de agua. Provincia de Loja. El Sagrario. Hcdas. San Cayetano e Iama-Cocha. 20 fjs.

**CAJA 246 (1874)**

02-I-1874

Obrados en la causa seguida por el Coronel Agustín Guerrero con el Dr. Victor Lazo sobre daños y perjuicios de una acequia. Provincia de Pichincha. Cumbayá. Acequia Rojas. 14 fjs.

07-II-1874

Obrados en la causa seguida entre el Monasterio de Conceptas de Ibarra y el Sr. Juan Antonio Toledo por obra nueva. Provincia de Imbabura. Sitio Alobuela. 26 fjs.

04-III-1874

Obrados en la causa seguida por Pablo Rojas contra los señores Carlos y Juan Aguilar sobre propiedad de aguas. No se nombra provincia o ciudad. Hcdas. Salto de San Cristóbal y Zuro. Quebrada Guilaguaico. Vertiente de los Alpachacas. [Contiene plano: fj. 49]. 60 fjs.

15-IV-1874

Obrados en la causa seguida por Pedro Acevedo contra Simona Gómez sobre aguas. Provincia de Pichincha. Yaruquí. Hcdas. Aclla, Chilpe y Cuscungo. Acequia Cartagena. 44 fjs.

18-V-1874

Obrados en la causa seguida entre el Presbítero Mariano Parreño y Francisco Orbea y otros sobre aguas. Provincia de Cotopaxi. San Felipe. Quebrada Pitigua. 6 fjs.

05-VI-1874

Obrados en la causa seguida por los señores Roberto y María de Ascázubi contra el señor Joaquín Noboa por aguas. Provincia de Pichincha. Cayambe. Hcda. Chungalá. Potreros de Isieto. Acequia Chaguarpungo. 28 fjs.

**CAJA 247 (1874)**

01-VII-1874 (No aparece)

Obrados en la causa seguida entre la señora Emilia Klinger contra los señores Manuel Cornejo y Juan Mantilla por una acequia. No se nombran sitios. 4 fjs.

07-VII-1874

Obrados en la causa seguida entre el Presbítero Mariano Parreño con Francisco Orbea y otros sobre aguas. Provincia de Cotopaxi. San Felipe. Quebrada Pitigua. 12 fjs.

11-VII-1874

Obrados en la causa seguida por Concepción Sánchez contra Bernardo Gaibor por aguas. Provincia de Chimborazo. Chambo. Quebrada de Llancán. 17 fjs.

13-VII-1874

Obrados en la causa seguida entre Mariano Mayorga y Jacinto Ramos por aguas. No se nombran sitios. 2 fjs.

25-VII-1874 (No aparece)

Obrados en la causa seguida entre la Municipalidad de Riobamba y el señor Rafael Chiriboga sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Licán. Hcda. Macají. 14 fjs.

20-VIII-1874

Obrados en la causa seguida por el Dr. Francisco Javier Cevallos contra la familia Zaldumbide sobre aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Chillogallo. 19 fjs.

05-X-1874

Juicio seguido por Petronila Eguez contra Domingo Gangotena por nulidad de la venta de la Hacienda Guapumgoto. Provincia de Bolívar. Hcda. Guapumgoto. [**Contiene plano: f]. 12]. 137 fjs.**

**CAJA 248 (1874-1875)**

20-X-1874

Obrados en la causa seguida entre Mariano Alvarez contra Francisco Subía y Angel Hidalgo por una acequia. No se nombran sitios. 7 fjs.

09-I-1875

Obrados en la causa seguida por la familia Cevallos contra la familia Zaldumbide por aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Chillogallo. 30 fjs.

**CAJA 249 (1875-1876)**

19-VII-1875

Juicio seguido por Rafael Carvajal contra Felicísimo Vega por despojo de aguas. No se nombran sitios. 22 fjs.

25-XI-1875

Juicio seguido por Lucas Obando contra Pacífica viuda de Rafael Medrano por aguas. Provincia de Pichincha. Guayllabamba. Hcdas. San Rafael y Guayllabamba. Quebrada Chitayaco. Vertientes del Boliche. 55 fjs.

**CAJA 250 (1876-1877)**

14-VI-1876

Obrados en la causa seguida por la familia Valdivieso contra la familia Tejada por aguas. Provincia de Pichincha. Hcdas. Santa Clara de San Milán y Rumipamba. Manantiales Chimborazo y Chusalongo. 11 fjs.

15-VII-1876

Obrados en la causa seguida por Javier Villagómez contra Emilio Terán por aguas. Provincia de Tungurahua. 6 fjs.

17-VIII-1876

Obrados en la causa seguida entre Camilo Donoso contra Agustín Velasco y Ruperta Cabezas por aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Cotocollao. Hcda. El Condado. Quebrada Chiriaco o Sanguña. Aguas de Quillotura. 55 fjs.

22-XII-1876

Obrados en la causa seguida por la familia Bustamante y Manuel Tobar sobre aguas. Provincia de Pichincha. Puenbo. Hcda. Chichi. Laguna Boyero. Río Cariyacu. Quebrada Guarmiyaco. 21 fjs.

04-IX-1877

Obrados de la causa seguida por Mariano Gangotena con José María Pérez Pareja por aguas. No se nombran sitios. 11 fjs.

**CAJA 254 (1881)**

22-I-1881

Obrados en la causa seguida por Manuel Alvarez contra los herederos del General Manuel F. Maldonado, sobre la apertura de una acequia de agua. Posiblemente Provincia de Cotopaxi. Guaytacama. Hcda. Nintanga. 6 fjs.

22-IV-1881

Causa seguida por Alejandro Vásconez Jijón contra Lizardo Vásconez por aguas. Provincia de Cotopaxi. San Sebastián. Hcda. Tiobamba. Río Cutuchi. 151 fjs.

22-VI-1881

La Municipalidad del Cantón Paute con los señores Ordóñez hermanos y Compañía por una acequia. Provincia del Azuay. Paute. Aguas de Culilcay. 14 fjs.

15-XII-1881

Juicio seguido por Manuel Crespo Patiño contra José María Salazar y socios sobre aguas. Provincia del Azuay. Quintero. Fundo Guanzhum. 48 fjs.

**CAJA 255 (1882)**

11-I-1882 (No aparece)

Obrados en la causa seguida por Francisco Mera contra Martina Flores por aguas. Provincia de Tungurahua. Ambato. Pachanlica. 32 fjs.

13-V-1882

Obrados en la causa seguida por Juan María Erazo contra Santiago Lucio sobre aguas. Provincia de Chimborazo. Sitio Chusalongo o Porotoloma. 8 fjs.

02-X-1882

Causa seguida por Alejandro Vásconez Jijón contra Lizardo Vásconez por unos títulos. Provincia de Cotopaxi. San Sebastián. Hcda. Tiobamba. Volcán Cotopaxi. Río Cutuchi. 13 fjs.

20-XII-1882

Juicio seguido por la señora Dolores Calderón de la Barca con el Sr. Isidro Fierro por aguas. Provincia de Imbabura. Tusa. Hcda. Tambo. Acequia de Trejo. 32 fjs.

**CAJA 257 (1883-1884)**

25-VIII-1883 (No aparece)

Causa seguida por Antonio Badillo contra José Pozo Coloma y Luis Rovelli Blanca por aguas. Provincia de Chimborazo. Quebradas Suruguaico y Alpachaca. 45 fjs.

11-I-1884

Juicio seguido por la Superiora de las Hermanas de la Caridad y Administradora del Hospital de Riobamba contra la Sra. Pacífica Larrea por despojo de aguas. Provincia de Chimborazo. Riobamba. 187 fjs.

16-II-1884

Causa seguida por Rosario Rojas con Ana Ponce y Teodomiro Rivadeneira por aguas. No se nombra Provincia o Ciudad. Acequia Casiganda. 178 fjs.

29-II-1884

Obrados en la causa seguida por el Sr. Camilo Donoso contra José Félix Crespo por cumplimiento de un contrato de aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Hcdas. Condado, Leime y Jablaguasi. Río Pichán. 211 fjs.

**CAJA 258 (1884-1885)**

09-IX-1884

Obrados en la causa seguida por Dolores Salazar contra Carlos Laso por aguas. Provincia de Pichincha. El Tingo. 11 fjs.

**CAJA 259 (1885)**

19-V-1885

Obrados en la causa seguida por Dolores Salazar contra Carlos Laso por aguas. Provincia de Pichincha. El Tingo. 31 fjs.

06-X-1885

La Srta. Marcia Quijano contra el Sr. Felicísimo Vega por aguas. Provincia de Pichincha. Puembo. 8 fjs.

**CAJA 260 (1885-1886)**

11-I-1886

El Seminario de Ibarra contra Victor Gangotena apoderado de Manuel Jijón por aguas. Provincia de Imbabura. Otavalo. [Contiene plano: f. 108]. 142 fjs.

12-II-1886

Obrados en la causa que por aguas se sigue entre la familia Zaldumbide y Antonio Merlo. No se nombra Provincia o Ciudad. Hcdas. San Nicolás y Cuscunguito. Río Cuscungo. 28 fjs.

20-II-1886

Obrados en la causa seguida por Tomás Cobo contra Mercedes Valdivieso por acueducto. Provincia de Tungurahua. Pilahuín. Santa Rosa. Ríos Blanco y Colorado. 3 fjs.

**CAJA 261 (1886)**

12-V-1886

Juicio seguido por la señora Margarita Cordero contra el Sr. Juan de Dios Corral sobre aguas. Provincia del Azuay. Cuenca. 24 fjs.

28-V-1886

Los vecinos de Calpi contra Mercedes Chiriboga y Felipe Guzmán. Provincia de Chimborazo. Calpi. 8 fjs.

**CAJA 262 (1887-1888)**

24-VIII-1887

Civiles seguidos por Ignacio Holguín contra Camilo Miño por aguas del Río Nacsiche. Provincia de Cotopaxi. Salcedo. Río Nacsiche. 29 fjs.

**CAJA 263 (1888)**

08-V-1888

Ramón F. Moya apoderado de la Sra. Manuela Viteri contra Rafael Freile Donoso por aguas. Provincia de Pichincha. Puellaró. Acequia Yunguilla. 26 fjs.

**CAJA 264 (1889)**

20-III-1889

La señora Mercedes Valdivieso contra Tomás Cobo sobre aguas del Río Blanco. Provincia de Tungurahua. Santa Rosa. Pilahuín. Ríos Blanco y Colorado. [Contiene 2 planos: fjs. 42 y 43]. 220 fjs.

11-X-1889 (No aparece)

José María Pérez Pareja contra Manuel A. Larrea por aguas. Provincia de Imbabura. 118 fjs.

10-XII-1889

Obrados en la causa seguida por el Seminario de Ibarra contra Mariano Gangotena por aguas y terrenos. Provincia de Imbabura. Ibarra. 7 fjs.

**CAJA 266 (1891-1892)**

14-XI-1891

El Colector del Seminario de Ibarra contra Mariano Gangotena y Leopoldo Salvador por restitución de aguas y terrenos. Provincia de Pichincha. Quito. 5 fjs.

**CAJA 269 (1894)**

29-IX-1894

Balbina Ponce con Nicolás Carrión sobre aguas. Provincia de Pichincha. Los Chillos. Amaguaña. [Contiene 2 planos: fjs. 30 y 31]. 68 fjs.

19-X-1894 (No aparece)

Alberto Hernán contra Rafael Andrade Dávalos por Aguas. Provincia de Pichincha. 6 fjs.

**CAJA 270 (1894-1895)**

22-XI-1894

Actuaciones de la causa seguida por el Sr. José María Pérez Pareja contra Manuel Larrea por aguas. Provincia de Pichincha. Quito. 11 fjs.

27-VI-1895

Rosario Saá contra Arturo Charpentier y Luciano Laffite por aguas de la acequia Miraflores. Provincia de Tungurahua. Ambato. Miraflores. 14 fjs.

**CAJA 271 (1895-1897)**

19-XII-1896

Actuaciones de la causa seguida por la Sra. Mercedes Valdivieso contra Tomás Cobo por aguas del Río Blanco. Provincia de Tungurahua. Santa Rosa. Pilahuín. Hcda. Llangahua. 40 fjs.

**CAJA 272 (1897-1899)**

31-I-1898

Juicio seguido por José Huertas contra Rafael Godoy sobre exhibición de un documento. Provincia de Pichincha. Cayambe. Pueblo Catarata. Hcda. Guanguilquí. Páramo de Porotog. 28 fjs.

17-I-1899 (No aparece)

Causa seguida por Fidel Monje contra la familia Landázuri por aguas. Provincia de Pichincha. Quito. Rumipamba. Santa Clara. Ñaquito. 17 fjs.

**DOCUMENTOS DE IMBABURA**

**CAJA 2 (1671-1687) [Fondo Civiles]**

06-V-1682

Autos de doña Francisca de Cespedes, viuda de Melchor Sánchez Carrascal contra Joan Mendes sobre una acequia de agua. Provincia de Imbabura. Yaguarcocha. 66 fjs.

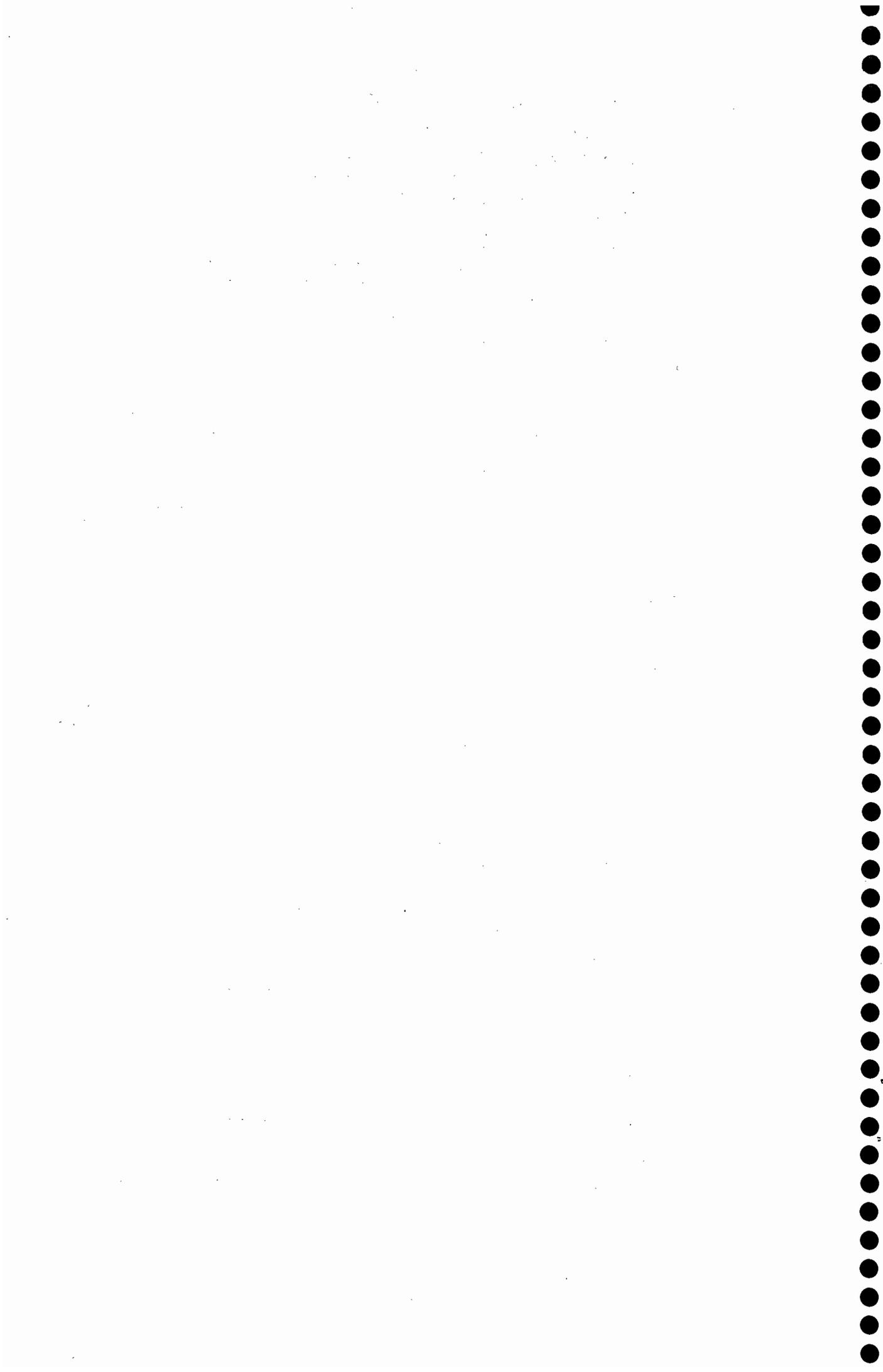


*In :*  
*Revista de Desarrollo Rural Alternativo*  
*RURALTER, n°9, 2do semestre 1991,*  
*Centro Internacional de Cooperación*  
*para el Desarrollo Agrícola*  
*CICDA, Lima, pp177-198.*

## RIEGO TRADICIONAL ANDINO EN ECUADOR

por Thierry Ruf\*, Patrick Le Goulven\*\*, Hugo Ribadeneira\*\*\*

- 
- \* Agro-economista, Misión ORSTOM, Apartado 17.11.06596, Quito - Ecuador
  - \*\* Hidrólogo, Misión ORSTOM, Apartado 17.11.06596, Quito - Ecuador
  - \*\*\* Director del Plan Nacional de Riego, INERHI, Juan Larrea 534, Quito - Ecuador



## **ASPECTOS AGRO-SOCIO-ECONÓMICOS RELACIONADOS CON EL DIAGNÓSTICO GENERAL.**

Las redes de riego tradicionales o antiguas, tienen problemas específicos en el diagnóstico de su funcionamiento. La mayor parte del tiempo los responsables de institutos técnicos - encargados de dirigir políticas nacionales de riego - consideran las redes tradicionales como vestigios del pasado que no pueden ser sujetas a mejoramiento; parecen a primera vista ser complejos anárquicos fuera de las normas técnicas lógicas de como se encuentran en las redes modernas.

Los constructores de obras modernas manejan la parte conceptual de las infraestructuras y la ingeniería civil para la instalación de proyectos; a menudo tienen grandes dificultades cuando entra en funcionamiento la red ya que el uso del agua por los beneficiarios es generalmente diferente de lo previsto.

Para las redes antiguas no solamente la distribución y el regadío no son muy claros para entenderlos, sino además la movilización, el transporte y la repartición del agua entre diferentes grupos de usuarios por lo general no son cosas simples.

Eso explica que las instituciones nacionales de riego no realizan programas coherentes de rehabilitación de redes tradicionales por falta de métodos de diagnóstico y probablemente también por falta de voluntad política (la construcción de un canal moderno es más notorio que la reparación de un canal tradicional).

Los elementos que citamos a continuación son el resultado de la experiencia adquirida por el Proyecto INERHI-ORSTOM en el Ecuador: "Estudio del funcionamiento del riego tradicional" realizado por el Departamento del Plan Nacional de Riego del INERHI, dirigido por el Ing. Hugo Ribadeneira y dos Departamentos de ORSTOM, el de las Aguas Continentales con Patrick LE GOULVEN, Hidrólogo y Director Internacional del Proyecto, y el Departamento Sociedad, Urbanización y Desarrollo al que pertenece Thierry RUF, como Agro-economista.

Jean Luc SABATIER (IRAT-CIRAD) apoyó el Proyecto con misiones en el Ecuador que fueron muy aclaratorias.

### **1. ¿ QUE ES UNA RED DE RIEGO ANTIGUA ?**

Definir el tema de estudio muestra la dificultad de estudiarlo. "La red de riego" es un conjunto de bocatomas, canales de transporte y distribución, perímetros agrícolas que forman un sistema complejo artificializado que ponen en juego para su funcionamiento:

- 1) La movilización de los recursos hídricos;
- 2) La transferencia hacia lugares de almacenamiento o utilización;
- 3) La repartición de las dotaciones entre varios espacios agrarios;
- 4) La distribución interna entre los usuarios de cada uno de esos espacios;
- 5) La aplicación del agua en las parcelas;
- 6) La evolución de los sistemas de producción con el riego;
- 7) El mantenimiento de todo el conjunto.

El diagnóstico debe integrar todos esos aspectos que se analizan a varias escalas:

- 1) La unidad de oferta del agua: la microcuenca;
- 2) La unidad de demanda del agua: espacio geográfico muy variable según las redes existentes;
- 3) El perímetro: espacio agrario de base de la red, caracterizado por el medio natural (piso bioclimático, suelos) y el medio socio económico (sociedad y agricultura);
- 4) La unidad de producción agrícola, estructura básica de las decisiones;
- 5) Los campos y parcelas cultivados y la crianza de la unidad de producción.

Se comprometen varias disciplinas en las cuales deben figurar la hidrología, la agronomía y la socio-economía.

En el caso de las redes de riego tradicional o antiguo, las infraestructuras técnicas son rústicas en relación a los canales modernos de concreto. Pero esta rusticidad no es la única característica: el sistema complejo tiene una historia que influencia los diferentes niveles de funcionamiento actual. El diagnóstico debe tomar en cuenta las evoluciones, los cambios, las dinámicas.

La noción de antigüedad es subjetiva. Para las redes andinas ecuatorianas, la referencia no está relacionada con una época dada, pero corresponde más bien a una técnica de construcción de canales desviando el curso torrencial de los ríos con largas distancias y movilizándolo una fuerza de trabajo considerable bajo varias formas sociales. Así una red tradicional puede tener varios siglos de existencia en algunos casos, y en otros fue establecido en la primera parte del siglo XX.

## 2. ¿ DONDE SE ENCUENTRAN LAS REDES DE RIEGO ANTIGUAS ?

Pregunta simple y respuesta difícil. En efecto, las fuentes de información son a menudo heterogéneas e incompletas. En el Ecuador el INERHI tenía un inventario de las bocatomas sin conocer siempre las destinaciones del agua; por otro lado el programa de regionalización agraria del Ministerio de Agricultura estableció las grandes zonas con influencia de riego pero sin ninguna precisión sobre las redes.

El conocimiento riguroso actualizado de la geografía del riego es fundamental: la rehabilitación aislada de un canal que pertenece a un sistema regional más amplio puede llegar a una catástrofe, ya que las redes son interdependientes (por ejemplo por el impacto de una bocatoma sobre las aguas que están abajo cuando el caudal del río es débil).

El método del inventario fue creado no con normas internacionales sobre organización de redes sino a base del análisis de los primeros casos observados en los Andes (zonas de Pifo y Urcuquí).

Diferentes personas del proyecto han prestado su contribución a la elaboración de este método: P. Le Goulven, hidrólogo, E. Dattée, topógrafo informático, W. Carrera, ing. civil, M. Montenegro, agrónomo, E. Gavilanez, fotointérprete, T. Ruf, Agro-economista.

Evolucionó en función de conocimientos nuevos adquiridos en las zonas pilotos estudiadas y de la constitución del banco de datos informatizado.

Para resumir este trabajo que moviliza una decena de personas del INERHI, presentamos aquí las etapas sucesivas:

- Síntesis de las informaciones existentes, y creación del primer mapa de trabajo a 1:50 000 ;
- Mejoramiento del mapa por reinterpretación de las fotos áreas del Programa de Regionalización Agraria (MAG);
- Misión al campo de confirmación y actualización de datos ;
- Estructuración de los datos descriptivos para su integración en la base de datos (DBASE 3) ;
- Dibujo del mapa actualizado ;
- Nueva misión al campo, para realizar una encuesta rápida y sistemática sobre sistemas técnicos y sociales de repartición y distribución del agua y sobre sistemas de producción;
- Incorporación de esos datos en la base ;
- Dibujo de la versión final del mapa del inventario con leyenda, proporcionando informaciones completas sobre cada sistema de riego ;
- Edición de los resúmenes regionales por cuenca hidrográfica.

Este método descrito aquí muy rápidamente, tiene como bases dos aspectos originales relacionados con la característica montañosa de las redes de riego.

Por una parte hay una doble estructuración espacial correspondiente a las unidades de oferta y demanda del agua. Un sistema de riego está relacionado a la microcuenca, donde toma su agua a través de la bocatoma. Es también parte integrante del espacio donde se consume el agua sacada por múltiples sistemas en la misma micro cuenca o en otras.

Este espacio de la demanda, llamado "Zona de Análisis y Recomendaciones para la Irrigación" (ZARI), puede ser definida como sigue: "Unidad Geográfica que contiene las bocatomas, los canales y los perímetros correspondientes", o también "Unidad Espacial de la Movilización, del transporte, de la repartición y de la utilización del agua de riego".

En los casos simples la ZARI corresponde a la cuya alimentación del agua viene de dos cuencas mediante una red enmarañada de canales.

Por otro lado, hay el principio de descripción de las redes complejas definido por P. Le Goulven y E. Dattée.

Se describen tomas, segmentos, nudos y perímetros. No usan la terminología clásica de canal principal, secundario, terciario, etc. Emplean los términos de Segmento de aporte que unen una bocatoma a un nudo de división o unión, de segmento de transporte que unen por ejemplo un nudo de unión a un nudo de división y de segmento de distribución que unen un nudo de división a un perímetro final.

Esto permite codificar la infraestructura con bases lógicas y reales.

### **3. ¿ CUALES SON LOS PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE RIEGO ANTIGUAS ?**

Vamos a dividir la pregunta bajo el ángulo de los siete niveles de funcionamiento señalados en la definición inicial.

#### **3.1. LOS PROBLEMAS DE LA MOVILIZACIÓN DEL AGUA.**

Corresponden a los trabajos de hidrología sobre cuencas con el fin de conocer mes por mes el recurso disponible y de confrontarlo a la demanda estimada según tres enfoques:

- La demanda climática general (ETP - P);
- La demanda teórica de las redes (Caudales concedidos);
- La demanda teórica de los perímetros en función de los sistemas de cultivos existentes y en función de sistemas alternativos.

El agro-economista debe proporcionar modelos tipos de cultivos sobre la base de encuestas en el campo, su tarea se vuelve compleja por la diversidad de las agriculturas en los Andes, relacionada tanto con el medio físico como a las situaciones socio-económicas.

La estructura compleja de las redes de riego son testimonio de los esfuerzos de búsqueda de recursos hidráulicos por los grupos sociales a través de los tiempos.

A pesar que el Estado ha nacionalizado las aguas en 1972, en el campo los grupos de usuarios tienen todavía la idea de ser no solamente dueños del canal que han heredado, pero sobre todo dueños de los derechos sobre un río en un punto dado. Hay una apropiación del recurso hídrico llegando del páramo considerado como inalienable porque es ancestral.

Así la expansión agraria colonial en el siglo XVI y XVII concierne tanto las zonas bajas de clima temperado o subtropical con estaciones secas bien marcadas, como los espacios grandes de alta montaña a fin de adjudicarse los caudales disponibles y regar las tierras bajas.

Los conflictos nacidos en la utilización de los recursos disponibles en la red existente se resolvieron con la construcción de otros canales, según 3 esquemas :

- Captador de una fuente no explotada en una micro-cuenca vecina;
- Captador abajo de tomas existentes si el recurso crece con aportes de otros afluentes;
- Captador arriba de las tomas existentes lo que podría tener como consecuencias un conflicto de movilización del agua en la micro cuenca.

### **3.2. LOS PROBLEMAS DE TRANSPORTE**

El transporte del agua en los canales de tierra es objeto de críticas cuando comparan su eficiencia con la de los canales de concreto. En consecuencia, si se piensa en una rehabilitación el esfuerzo se enfocará en el revestimiento del canal, cuyo costo es muy elevado.

Los primeros elementos del diagnóstico de P. LE GOULVEN difieren: se ha encontrado canales de riego en el norte de los Andes ecuatorianos que tienen eficiencias superiores al 100%, parece que aportes laterales compensan las pérdidas lineares.

En esas condiciones el revestimiento del canal no significaría mayor ventaja. Además, algunas observaciones realizadas sobre diferentes sistemas muestran que las pérdidas son sobre todo ocasionadas por huidas puntuales, según el estado de la infraestructura y a veces por infiltraciones en un segmento limitado del canal.

En algunas regiones, el problema esencial de transporte del agua se debe a las numerosas interrupciones del servicio como consecuencia de los derrumbes encima del canal o de hundimiento del canal mismo.

Este fenómeno tiene repercusiones graves en la utilización del agua. Es uno de los elementos que componen el "riesgo de período sin agua" estimado por los campesinos para tomar sus decisiones. En comparación con el riesgo pluviométrico en cultivo de secano, el riesgo por falta de agua de riego a un momento dado resulta tanto de los eventos climáticos en la zona de oferta (micro cuenca alta) como de los fenómenos agresivos sobre los canales de transporte y de las decisiones humanas que son un peligro para la transferencia normal: ausencia de regulación en caso de crecida rápida del caudal del río, sobrecarga en el canal que después ocasiona la destrucción del mismo, o la presencia de sembríos sobre terrenos encima de los canales con altos riesgos erosivos.

Esta última causa proviene de la expansión de la frontera agrícola hacia zonas altas en relación con la presión demográfica, la reforma agraria, marginalización de los antiguos huasipungueros o también de la repartición de las tierras comunales entre las familias campesinas.

Sin embargo, la principal causa de esas interrupciones del servicio debe estar relacionada con los problemas de organización del mantenimiento de esas redes de riego (ver punto 3.7).

### **3.3. EL PROBLEMA DE LA EQUIDAD EN LA REPARTICION DE LOS RECURSOS CAPTADOS.**

Es equitativa la repartición del agua en una ZARI ?

La pregunta merece una especial atención sabiendo los elementos siguientes:

- La construcción de la mayor parte de las redes fue decidida hasta el principio del siglo XX por los grandes propietarios, quienes movilizaron la mano de obra campesina a bajo costo ;
- La restructuración agraria de los años 1950 1980 ha mantenido la gran propiedad sobre las tierras bajas y regadas y ha echado a los campesinos sobre las pendientes difíciles de cultivar ;

- La nacionalización de las aguas por el Estado y la administración por parte del INERHI desde 1972 debía resolver los numerosos conflictos violentos. A través del sistema de las concesiones adjudicadas por el INERHI para 10 años a los usuarios que tenían que hacer el pedido obligatorio, se suponía que debía existir equidad en las dotaciones.

Tomando como referencia la situación de la Cuenca del Mira en el Norte del país, las dotaciones dadas por los caudales ficticios continuos varían entre 0.1 y 2 litros/segundo/hectárea. Por cierto el análisis de este indicador debe hacerse en función del piso bioclimático. Entonces el juzgamiento sobre equidad de la dotación entre perímetros tiene un sentido.

l/s/ha	dotación débil	dotación media	dotación fuerte
piso frío 2700-3300 m	1500 ha 10	2200 ha 250	2100 ha 4
piso templado 2200-2700 m	5000 ha 0.2	5200 ha 0.45	3800 ha 0.7
piso caliente 1500-2200 m	3000ha 0.3	2900 ha 0.6	3100 ha 1.0

**cuadro 1 :** Caudales ficticios continuos observados sobre 200 perímetros de la cuenca del Mira (caudal medido/sup. real. regada)

Para cada piso las diferencias van de uno a tres. Este primer enfoque tendrá que ser profundizado por el cálculo de los balances hídricos de P. Le Goulven.

Esta desigualdad en dotación puede explicarse en el hecho de que unos usuarios buscan sobredotación en su sector para asegurar el aprovechamiento del agua en caso de una fuerte baja del caudal disponible.

Además una sobredotación permite un margen confortable en la utilización: se puede practicar regadíos aproximados sin esfuerzo a nivel de parcelas, con un mínimo de trabajo y costo.

La desigualdad en la dotación de agua no es tan importante como la desigualdad de la tierra que es la primera fuente de diferencias socioeconómicas y talvés el mayor problema agrario del país. Existen haciendas con dotaciones débiles y zonas campesinas aparentemente bien aprovechadas, es así que los conflictos sobre el agua no solamente conciernen a grupos campesinos en contra de los hacendados, sino también entre hacendados mismos que se pelean por el agua. Los innumerables juicios por despojo de agua que comenzaron en el siglo XVII testimonían una gran tradición en este dominio.

Por otro lado algunos sectores campesinos han tenido éxito en la apropiación de las aguas, muchas veces después de largas y difíciles luchas como en el caso de Urcuquí.

De manera general, el proceso histórico de constitución de redes de riego, en ausencia de cualquier autoridad política y técnica (hasta 1972) llega a esas desigualdades que el INERHI no ha podido cambiar: sectores sin agua, sectores con aporte débil, sectores con dotación media y sectores muy bien aprovechados.

En realidad, la acción del Estado se ha enfocado en la construcción de redes modernas que se han añadido a las antiguas.

Es el último eslabón de una larga cadena de sistemas sobrepuestos y a veces rivales.

### **3.4. EL PROBLEMA DE LA REPARTICION DEL AGUA ENTRE CAMPESINOS DE UN MISMO PERIMETRO : EL TURNO DE AGUA.**

En Ecuador parece que existen todos los casos posibles para compartir el agua. Las variables del turno de agua toman todos los valores según los sitios: presencia o ausencia de turno de agua organizado, módulos de distribución de un litro por segundo hasta 50 l/seg, tiempo de riego por hectárea de 2 a 48 horas, frecuencia de riego de 3 a 30 días, repartición con horarios fijos o variables.

Aquí también los elementos históricos son fundamentales. El turno de agua es una herencia cuya complejidad se va acentuando con el tiempo. La elección de los criterios del turno de agua hecha por las generaciones precedentes de usuarios tenía como base las necesidades de la época de su concepción y de las reglas sociales de aquel tiempo. Actualmente, las condiciones del medio socioeconómico y las del medio ambiente han cambiado igual que los sistemas de producción agrícola.

Entonces el turno de agua puede aparecer inadecuado. A veces ha sido modificado para responder a las necesidades nuevas de un grupo de campesinos que claman por un cambio y que son capaces de imponerlo a los demás. Es el caso de Pimampiro donde adoptaron un turno de agua a frecuencia muy corta de 3.5 días con el fin de desarrollar cultivos de hortalizas (turno de agua organizado con el apoyo de un ingeniero del INERHI quien realizó la concesión de agua).

Pero en otros sitios las inercias juegan, las diferencias de interés paralizan toda voluntad de cambio o simplemente la complejidad del problema impide a los dirigentes sucesivos de las Juntas de Agua plantear el problema de la adaptación del turno de agua.

La ausencia del turno de agua tiene por consecuencia una desigualdad de repartición entre los usuarios de arriba y de abajo, si el recurso es sobrante el problema no es mayor, ya que el agua llega siempre a los últimos usuarios. Pero si el recurso se reduce o que el número de usuarios crece con una superficie cultivada en estaciones secas más amplia, se torna el problema como centro de preocupación.

En el caso de redes "comunales", generalmente muy antiguas, es la presión sobre el recurso agua que lleva a los usuarios a organizar un turno de agua. Según nuestro conocimiento el primer turno de agua en Ecuador fue puesto en 1661 en el Valle de Ambuquí (Cuenca del Mira) luego de un conflicto entre indígenas y colonos; estos últimos trataron de quitar el agua a la fuerza a los primeros.

La justicia colonial fijó los derechos de cada uno a través de un turno de agua semanal. Pero este caso es excepcional relacionado con un tipo de agricultura casi "oasis" (huertas de coca donde se cultivaba algodón y legumbres).

Para el resto de los Andes, el período de organización del turno de agua se sitúa entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Es un fenómeno reciente que corresponde a la fuerte presión demográfica y a la evolución de la propiedad agrícola.

La región más avanzada en la apropiación campesina de la tierra y en la organización de asociaciones de usuarios es la Provincia de Tungurahua ubicada a 150 Km. al sur de Quito. Esta región es hoy en día la más densamente poblada en los Andes con más de 500 habitantes por Kilómetro cuadrado agrícola.

En el caso de redes de "aguas compradas", las asociaciones se constituyeron al momento de la construcción de canales. Sus miembros compraron acciones que daban un derecho preciso e inalienable en el turno de agua.

La repartición del agua entre los campesinos se hizo con una norma propuesta para todos: un módulo, un tiempo de riego por hectárea y una frecuencia (las tres cosas se relacionan). La elección correspondía a las necesidades de los sistemas de producción de esa época. Se trataba principalmente de asegurar la producción alimenticia obtenida a través de cultivos de secanos (ciclo de octubre - abril).

Es solamente en la segunda parte del siglo XX que los sistemas de producción han evolucionado hacia una utilización permanente de la tierra, con desaparición del barbecho, sea con la adopción de sistemas de ganadería sobre pastos naturales o cultivados, sea por intensificación de los cultivos anuales (dos cultivos al año, o tres cultivos en dos años). La presión sobre el agua se aumentó especialmente en la estación seca.

Las frecuencias largas que eran suficientes para completar el agua de lluvia en cultivos de secano ya son inadecuadas para intensificar los sistemas de cultivos en verano. Los módulos demasiado débiles no permiten regar de manera correcta los pastos. Los aguateros deben adaptarse frente a la falta de respeto al turno de agua, y arbitrar los conflictos cotidianos. El problema se agrava con el aumento del número de usuarios, así en la provincia de Tungurahua, las asociaciones tienen muchas veces más de 1000 socios repartidos en diferentes parroquias caracterizadas por múltiples discrepancias de todo tipo.

La velocidad de la microparcelización de la tierra y de los derechos de agua explica parte de las dificultades de las Juntas de Agua: el número de parcelas se dobla cada 15 años.

Ya el turno de agua se hace con una precisión de medio minuto bajo cronómetro, en estas condiciones cómo van a mantenerse en el año 2000 ?

Debemos examinar si la repartición del agua en el turno organizado es equitativo, es decir proporcional a la superficie cultivada. Se puede dudar en los sistemas de "aguas compradas" ya que los primeros regantes compraron acciones según sus posibilidades financieras. En las redes comunales existe también una cierta desigualdad pero de tipo limitado: van de uno a dos o de uno a tres.

Esas diferencias se explican muy bien por los objetivos iniciales de los usuarios: si querían simplemente asegurar un aporte de complemento a los cultivos de secano tomaban el mínimo de horas; si al contrario tenían por estrategia de cultivar en estación seca, argumentaban una necesidad superior justificada por la presencia de una familia numerosa y de hijos capaces de realizar con sus padres esta intensificación.

Una vez registrados, los derechos fueron transmitidos a los herederos con los terrenos. Cambiarlos, si es teóricamente posible pondría en peligro el frágil existente. Debemos anotar que esta doble necesidad de riego, complemento de lluvias en invierno, y necesidades de las plantas en verano, no dio nunca la oportunidad de tener dos tipos de turno de agua alternativos, adaptados a cada situación.

Finalmente, aunque no se dispone de datos precisos sobre este tema, hay que señalar la baja eficiencia de la red de distribución de tipo descendente en la mayor parte de los casos, con tiempos de transporte largos y pérdidas importantes entre parcelas.

La distribución ascendente casi no existe, por lo tanto permite un manejo mucho mejor de las transferencias de una parcela a la siguiente (tiempo de riego completo).

Las pérdidas son considerables cuando no existe reservorio para almacenar el agua de noche.

### **3.5. LOS PROBLEMAS EN LA APLICACION A NIVEL DE PARCELAS**

Los dispositivos de regadío son generalmente gravitatorios. Solo algunas haciendas modernas han adoptado el riego por aspersión.

Los dispositivos gravitatorios van del más simple al más elaborado: entrada del agua en la parcela sin ninguna estructura para dispersarla, o creación de surcos en zig-zag en campos con pendientes fuertes. Los suelos son muy arenosos y tienen reservas útiles débiles (30-50 mm por metro) y una gran porosidad que ocasiona muchas dificultades para regar. La dosis llevada por los campesinos es generalmente superior a lo que puede almacenar el suelo y lo que puede extraer el cultivo.

Por falta de apoyo técnico en investigación y desarrollo, los campesinos escogen un dispositivo complejo de surcos cuya longitud es fijada en función del avance del agua y de características geométricas de la parcela. Los primeros resultados de observaciones efectuadas sobre una decena de parcelas con seguimiento cotidiano muestran eficiencias de aplicaciones del orden del 40%. Una investigación profunda sobre el tema está prevista para 1990-91.

### **3.6. LA EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION Y LA PRODUCTIVIDAD AGRICOLA ACTUAL.**

Como ejemplo presentamos la síntesis de los cambios ocurridos en el piso templado de la Cuenca del Mira. Una exposición sistemática de todos los casos sería larga. Además este piso es el más representado en los regadíos de la cuenca con 14000 has bajo riego particular.

Vamos a analizar sucesivamente la evolución desde 1950 de los cuatro grupos principales: haciendas, fincas, pequeñas explotaciones campesinas y minifundios. Por supuesto hay excepciones en estas trayectorias generales.

#### **Las haciendas (más de 50 ha)**

Antiguamente tenían sistemas basados en el cultivo de cereales utilizando mucha mano de obra bajo estatutos de huasipungueros. Han evolucionado hacia sistemas de ganadería extensiva sobre pastos, los mismos que no son siempre regados cuando las disponibilidades en agua no han cambiado. El número de Unidades-Animales por hectárea forrajera varía de 0.5 a 1.

La explotación hoy funciona con poca mano de obra (8 a 15 Has por trabajador). La productividad en litros de leche producidos por hectárea forrajera es débil: 1500 a 3000 litros. El riego no tuvo como consecuencia un crecimiento de la productividad agrícola. Sirve para mantener un número pequeño de cabezas a lo largo del año a bajo costo y sin movilizar mano de obra agrícola.

*Este modelo tiene un producto bruto de 300 a 400 dólares por hectárea y costos directos de 100 dólares por hectárea.*

#### **Las fincas (5-50 hectáreas)**

Han establecido un sistema de policultivos y ganadería intensivo, basado sobre una rotación agrícola de 6 años donde el alfalfa alterna con 3 años de cultivos anuales. La asociación agricultura-ganadería es fuerte: las funciones de tracción animal, de fertilización y de ahorro del ganado son primordiales.

El sistema funciona con una fuerza de trabajo más importante que en las haciendas (3 a 5 hectáreas por trabajador). La combinación de los medios disponibles, la tasa elevada del uso del suelo, la buena dotación en agua y su manejo eficiente, la búsqueda de semillas mejoradas, la fertilización adecuada, orgánica y mineral, el control fitosanitario, permiten llegar a un alto número de Unidades Animales por hectárea forrajera (más de 2) y por lo tanto a una productividad muy superior a la media de las haciendas: 5000 a 6000 litros de leche por hectárea forrajera.

*El producto bruto se acerca a 1000 dólares por hectárea con costos directos altos de 400 dólares por hectárea.*

#### **Las pequeñas explotaciones campesinas (1-5 ha)**

Su estrategia es de asegurar siempre una base alimenticia familiar, tienen también necesidades monetarias para cubrir los costos de explotación y los gastos habituales de la familia. Además del cultivo en estación lluviosa que garantiza la alimentación, el maíz en este piso templado, se añadieron cultivos especulativos como el fréjol cuyos beneficios son capitalizados en una ganadería pequeña compuesta de una o de algunas cabezas si la explotación tiene suficiente terreno.

El sistema se asemeja al precedente, pero moviliza más fuerza de trabajo (1 ha por trabajador) de origen familiar completado a veces con trabajadores jornaleros en período de mayor trabajo. A pesar de esto, por falta de liquidez y crédito para las siembras, la combinación de los medios de producción es mucho menos eficiente que la de las fincas.

Las semillas son tomadas en las cosechas anteriores, la fertilización es débil, la falta de medios de trabajo es general. Los que obtienen mayor éxito son los que disponen en la familia de una actividad exterior con remuneración mensual, la cual da la liquidez que falta.

Cuando existe ganadería, es intensiva, basado en el manejo de los subproductos agrícolas. Pero la producción lechera no es regularmente comercializada, por falta de una estructura adecuada que sea cooperativa o privada.

*El producto bruto llega a 800 dólares por hectárea con 300 bajo forma de consumo directo familiar. Los costos directos de 50 dólares por hectárea son débiles porque la mano de obra familiar no tiene remuneración.*

#### **Los minifundios (menos de 1 Ha)**

Se encuentran bajo el límite de autonomía alimenticia en las condiciones del Mira. Para subsistir las familias deben buscar ingresos exteriores como jornaleros, trabajando en las otras categorías de explotación agrícola.

*La productividad agrícola es muy débil y no monetarizada.*

La situación general de las explotaciones agrícolas del piso templado muestran como el riego ha permitido evoluciones que no van siempre en el sentido de aumento de la producción agrícola.

Solamente las fincas y las pequeñas explotaciones campesinas han elevado su productividad a pesar de dificultades económicas, de falta de mercados organizados y por falta de crédito. La gran fragilidad de esta evolución viene de la característica especulativa del cultivo de fréjol que se beneficia actualmente de precios altos en el vecino mercado colombiano (tasa de cambio favorable para los campesinos ecuatorianos). Pero si esta tendencia cambia, podría cuestionarse este desarrollo.

La ausencia de cultivo de renta, base de negociaciones entre Estado y productores para un sistema de crédito agrícola, limita la productividad que estos sistemas podrían alcanzar y limita también la capitalización bajo forma de edificios, herramientas agrícolas, etc.

La falta de agua tiene efectos variables según la categoría de explotación. Frena las estrategias en curso como por ejemplo impidiendo el cultivo de todos los terrenos en estación seca.

Un aumento de las dotaciones para las categorías extremas, haciendas y minifundios, no tendrá consecuencias macro económicas notables en las condiciones de la cuenca hidrográfica del Mira en este piso climático.

### **3.7. EL PROBLEMA DE LAS ORGANIZACIONES SOCIALES Y DE MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE RIEGO.**

Desde la promulgación de la Ley de Aguas en 1972 el INERHI administra el agua dando concesiones a los usuarios o grupos de usuarios organizados que presentan una demanda.

Si en la primera década de aplicación de la ley el sistema de concesiones les permitió registrar derechos antiguos, la evolución reciente de los conflictos sobre agua y de las organizaciones campesinas trae nuevos problemas. Existe una multiplicación de las asociaciones de usuarios, con aumento de discrepancias entre grupos de un mismo sistema de riego. Este fenómeno puede ser agravado por las intervenciones de instituciones públicas o de organizaciones no gubernamentales que actúan en desarrollo agrícola, con un clientelismo marcado.

El crecimiento de las demandas de agua en redes antiguas ocasiona con mayor frecuencia "robos de agua". La función de "policía del agua" no es realmente asegurada por nadie. En algunos casos tampoco funciona bien el mantenimiento por falta de consenso entre grupos para organizar las mingas y también por falta de participantes. Una tendencia muy fuerte de los campesinos es de mandar un peón en lugar de ir personalmente. La situación puede ser tan grave que no hay movilización inmediata de los usuarios después de una interrupción accidental del servicio.

Las consecuencias podrían ir hasta la desaparición de sistemas de riego con efectos económicos y sociales graves.

## CONCLUSIONES

El conjunto de problemas es inmenso. Existen de todo tipo. Son interdependientes. Resolverlos se torna una inversión humana, intelectual muy intensa. No hacer nada, en cierto plazo llevaría a una crisis de sistemas agrarios. Dentro de las vías de investigación y acción se puede citar los puntos siguientes que no constituyen una lista exhaustiva de trabajos, sino simplemente ejes a profundizar:

### 1. Movilización del agua.

- referencias actualizadas sobre disponibilidades en cada cuenca;
- estructura de manejo y arbitraje de las dotaciones por cuenca;
- programa de regulación de las bocatomas;
- ...

### 2. Transporte del agua:

- protección de los canales en puntos sensibles;
- revestimiento de sectores con filtración;
- ...

### 3. Repartición de las dotaciones

- revisión de algunas dotaciones;
- reestructuración de perímetros en relación con las juntas de aguas;
- instalación de obras de repartición proporcional para preservar la equidad de las dotaciones;
- ...

### 4. Organización de los turnos de agua

- diagnóstico caso por caso del funcionamiento del turno de agua y proposiciones de adaptación en relación con las juntas de agua;
- establecimiento de reservorios para almacenar agua en la noche y regulación;
- ...

### 5. Aplicación del agua en la parcela.

- instalación de pequeños dispositivos experimentales con el fin de determinar los parámetros de optimización de la lámina de agua para los principales cultivos;
- ...

### 6. Evolución de los sistemas de producción y productividad.

- organización de estructuras de aprovechamiento y crédito;
- organización de estructuras de comercialización y transformación de los productos;
- capacitación de los campesinos;
- ...

### 7. Organizaciones campesinas.

- refuerzo del poder de las juntas de agua, particularmente para la "policía de agua" y para el manejo del mantenimiento;
- intervenciones exteriores, tomando en cuenta el conjunto de grupos de usuarios de toda la ZARI (acciones coherentes en favor de todos los grupos);
- ...

## A N E X O

### ELEMENTOS METODOLOGICOS UTILIZADOS EN EL DIAGNOSTICO DE CAMPO ( *aspectos socio-económicos* )

#### **Inventario de redes y descripción de perímetros:**

Síntesis de informaciones existentes, fotointerpretación, cartografía inicial, verificación sistemática de todas las infraestructuras, bocatomas, segmentos, nudos, delimitación de perímetros y caracterización agrícola y socio económica, mapa de síntesis detallado al 1:25000 (producto científico restituido a los grupos de usuarios).

#### **Repartición del agua (dotaciones por perímetros y turnos de agua):**

Encuesta con muestra de parcelas escogidas en fotos aéreas o en listas de usuarios, dando los orígenes de la eventual falta de agua y de sus consecuencias.

#### **Análisis de la aplicación en relación con hidrología:**

Seguimiento cotidiano de parcelas de referencia en situación campesina real: medición de la lluvia, de las entradas y salidas de agua, registro de las etapas de desarrollo de los cultivos y de sus estados, de las operaciones técnicas, del trabajo, de los costos, y de la producción final con su destino; mediciones puntuales como análisis de suelo, densidad de la vegetación.

#### **Evolución de los sistemas de producción:**

Encuesta detallada sobre una serie de explotaciones agrícolas que representa la diversidad de la zona, con: registro familiar, de la tierra, del equipo agrícola, de las sucesiones de cultivos en cada parcela identificada con fotos aéreas, de los itinerarios técnicos de cada cultivo principal, de los problemas en relación con el riego, las semillas, la fertilización, los controles fitosanitarios, y la liquidez en la economía familiar.

#### **Organizaciones campesinas:**

Contactos regulares y discusiones con las Juntas de Agua, las cuales recibirán una restitución del diagnóstico al final del proyecto.

## ELEMENTOS DE BIBLIOGRAFIA

**Le Goulven P., Ruf T, Ribadeneira H., 1987.** - Methodologie générale et détails des opérations du projet INERHI-ORSTOM. Quito, INERHI-ORSTOM, 91p.

**Ruf T., Le Goulven P., 1987.** - L'exploitation des inventaires réalisés en Equateur pour une recherche sur les fonctionnements de l'irrigation. In: Bull.de liaison n°12, Dpt H, ORSTOM, Paris, pp-30-47.

**Le Goulven P., Ruf T, Ribadeneira H., 1989.** - Traditional irrigation in the Andes of Ecuador. 1) Research and planning. 2) Dysfunctions and rehabilitation. Com. 7th Afro-asian Regional Conf., International Comission of Irrigation and Drainage, Tokyo, 15-25/10/1989, pp 351-371.

En preparación:

Elementos para los planes de riego de las cuencas hidrográficas del Mira, del Guayllabamba y del Pastaza.

Monografías de las Zari de Urcuqui, Pifo, Sta Rosa-Pilahuin, Guamote, Gualaceo.

**In :**

**"El agua en Ecuador - Resultados seleccionados  
(1974 - 1988) por P. Pourrut & al. "**

**Serie "Travaux et Documents"**

**ORSTOM, Paris, Vto capítulo, pp 40-76.**

**en curso de publicación**

## **ANALISIS ESTADISTICO Y REGIONALIZACION DE LAS PRECIPITACIONES EN ECUADOR**

por J. F. NOUVELOT\*, P. LE GOULVEN\*\*, M. ALEMAN\*\*\*, P. POURRUT\*\*\*\*

- 
- \* Hidrólogo, Centro ORSTOM, BP 5045, Montpellier - Francia
  - \*\* Hidrólogo, Misión ORSTOM, Apartado 17.11.06596, Quito - Ecuador
  - \*\*\* Ingeniero Civil, INERHI, Juan Larrea 534, Quito - Ecuador
  - \*\*\*\* Hidrólogo, Misión ORSTOM, Antofagasta - Chile



Aunque la lluvia sea solamente uno de los componentes del balance hídrico, es obvio que constituye el factor condicional principal de los regímenes hidrológicos. Especialmente en la zona intertropical, donde la escasez, así como el exceso de agua limitan en gran parte el desarrollo de los países, la elaboración de una estrategia de uso racional de los recursos en agua es posible sólo si se dispone de una información pluviométrica suficiente.

En el capítulo 1 del artículo IV ya fueron señalados los diversos problemas que afectan las observaciones pluviométricas en el Ecuador. Las series de larga duración son escasas y la calidad de la información es a menudo mediocre, sobre todo la de los últimos años que además no está aún disponible. Por ahora pues, es imposible hacer un análisis estadístico exhaustivo de todas las estaciones de la red pluviométrica para un período homogéneo actualizado.

A falta de este análisis, el tratamiento aplicado a las lluvias observadas, que es pues forzosamente incompleto y limitado, sea espacialmente sea en el tiempo, se dedicó a tomar en cuenta un imperativo que resulta directamente de las necesidades más urgentes de los países en desarrollo, el de responder a la demanda de los actores de la valorización, planificadores e ingenieros, quienes reclaman instrumentos para rellenar los vacíos de la información pluviométrica, aunque sólo sean valores estimados. Elaborados según ópticas distintas, dos métodos reagrupan algunos resultados y proponen ciertas técnicas que permiten alcanzarla.

*El más antiguo (normas pluviométricas aplicables en el Ecuador) fue preparado en el marco de la regionalización agro-pastoral del país utilizando las estaciones representativas, las cuales disponían de registros suficientemente extendidos; provee una información estadística sintética a escala nacional y propone una división zonal la cual, gracias a cálculos sencillos y rápidos, permite estimar el valor de los datos que faltan en las series incompletas, con una precisión aceptable.*

*El método más reciente (regionalización de las pluviometrías en el Norte del Ecuador), geográficamente limitado a una gran cuenca hidrográfica, fue elaborado en el contexto de los trabajos destinados a proveer algunos elementos de planificación del riego; apoyándose en el uso de un vector regional, establece una zonificación pluviométrica más precisa que la anterior.*

## 1 - NORMAS PLUVIOMÉTRICAS APLICABLES EN EL ECUADOR

### 1.1 Meta perseguida y metodología utilizada

A escala nacional, la información a la cual más acceso tenemos es la que es relativa a los totales anuales, representada de manera global en los mapas de isoyetas que permiten evaluar rápidamente los aportes meteorológicos.

Pero la noción de promedio anual, suficiente en el marco de una planificación general de los recursos naturales renovables, siempre tiene que ser completada (por ejemplo por la información relativa a las frecuencias escasas, a la irregularidad interanual o a los totales recogidos durante períodos más cortos) cuando se tocan los estudios de factibilidad de los proyectos de acondicionamientos hidráulicos o de equipo de las infraestructuras.

Es por esta razón que, en las zonas donde la información es deficiente, hay que disponer, de manera absoluta, de un método de estimación de los parámetros de cálculo de las obras. El establecimiento de normas pluviométricas es una manera de responder a esta necesidad.

Ya que la gran diversidad de las regiones climáticas existentes (cf. el artículo IV) no permite establecer fórmulas válidas para todo el territorio, fue preciso proceder a una zonificación y dividir el país en zonas pluviométricas homogéneas. Estas, que fueron limitadas a lo máximo, son seis.

Esta zonificación, así como las relaciones que unen entre ellas las diversas variables pluviométricas, está basada en los resultados del análisis estadístico de los datos para la cual se utilizó los tipos de correlación sencillas o múltiples y las leyes de ajustamiento más comunes en hidroclimatología: **Gauss** (normal), **Galton** (gaussologarítmico), **Gumbel** (doble exponencial), **Frechet** (gumbel-logarítmico), **Pearson III** (gamma incompleta) y **Goodrich** (caso particular de la ley exponencial generalizada).

Son sesenta y cinco las estaciones de referencia escogidas para llevar a cabo este estudio (veinte y cuatro equipadas con un pluviógrafo) y el número de años de observación varía entre diez y ochenta y cinco años.

La mayoría de las series tiene una duración superior a quince años pero sólo catorce de ellas excede treinta años y solamente seis cuentan con más de cincuenta años de observación. Los datos de cada una de las estaciones fueron tratados de la manera sistemática siguiente :

- para los totales anuales, las lluvias diarias máximas y las intensidades entre cinco minutos y veinte y cuatro horas, selección de la ley estadística que da el mejor ajustamiento ;
- para las lluvias anuales y diarias, selección de las relaciones que unen los valores de las frecuencias medianas y decenales, luego de las frecuencias decenales y centenales, y el establecimiento de las relaciones que permiten calcular una altura pluviométrica cualquiera que sea su frecuencia ;
- cálculo de los intervalos de confianza ;
- Búsqueda de las relaciones que permiten determinar las intensidades, en intervalos de tiempo de 5 minutos hasta 24 horas, a partir de las lluvias diarias de misma frecuencia.

Aun cuando las aproximaciones sucesivas y algunas simplificaciones se traducen por resultados que no siempre tienen un rigor científico extremo, el método de evaluación propuesto tiene una utilización muy sencilla. Una vez ubicada la región o el lugar que se tiene que estudiar en una de las seis grandes zonas pluviométricas homogéneas, el proceso que hay que seguir es el mismo a pesar de la diversidad de las informaciones investigadas :

- a) determinación de la altura pluviométrica mediana anual  $\bar{P}$ , sea con la ayuda de una estación de referencia sea por interpolación en el mapa de isoyetas.

$\bar{P}$  constituye el único dato de entrada ;

- b) estimación de las alturas anuales para frecuencias diversas, sea a partir de ecuaciones generales derivadas de las leyes estadísticas (a menudo las de Galton y Pearson), sea por las relaciones de tipo :

$$P_{0,5} = f_1(\bar{P}), \quad P_{0,1} = f_2(P_{0,5}), \quad P_{0,01} = f_3(P_{0,1})$$

- c) determinación de la precisión de los resultados en función del número de años de observación disponibles o, al contrario, definición del número de años necesarios para tener una precisión dada;

- d) estimación de las alturas pluviométricas diarias  $H$  para diversos períodos de retorno, a partir de las leyes estadísticas o para las relaciones :

$$H_{0,5} = \xi_1(\bar{H}), \quad H_{0,1} = \xi_2(H_{0,5}), \quad P_{0,01} = \xi_3(H_{0,1})$$

- e) estimación de las diversas frecuencias de las intensidades  $I$  (o de las láminas precipitadas  $h$ ) que corresponden a intervalos de tiempo  $t$  diferentes, a partir de las lluvias diarias de igual frecuencia  $F$  :

$$I_F = \Phi(t, H_F)$$

## 1.2 Alturas pluviométricas anuales

El cuadro 1 presenta los valores característicos de los totales pluviométricos anuales en las principales estaciones consideradas en cada una de las seis zonas homogéneas seleccionadas.

Los valores de las frecuencias altas (secas,  $F = 0,90$ ) y bajas (húmedas,  $F = 0,10$  et  $00,1$ ) están calculados a partir de la ley que da el mejor ajustamiento o por interpolación entre los valores obtenidos cuando dos leyes son de igual calidad.

Excepto para el conjunto de las estaciones de la cuenca amazónica y para algunos puesto escasos ubicados en la vertiente occidental de la cordillera andina, que tienen distribuciones estadísticas simétricas, todas las otras series se ajustan a leyes cuya función de densidad presenta una disimetría positiva más o menos pronunciada según su pertenencia a la una o la otra de las zonas homogéneas.

Como las leyes que dans los mejores ajustamientos son las de Pearson III y sobre todo las de Galton, el valor de los intervalos de confianza es calculado suponiendo que las distribuciones empíricas corresponden a una ley gaussologarítmica. Hay que añadir que, con excepción de la ley normal, sólo la ley de galton permite calcular la precisión de los resultados de manera relativamente sencilla y sin mayor riesgo de error (cuando no se dispone de computadora, lo que ocurría en el Ecuador).

En efecto, juzgamos oportuno indicar esta precisión, dada la gran diversidad de los regímenes pluviométricos así como la disparidad de las duraciones de las series observadas.

### 1.2.1. Zonificación de las pluviometrías

Después de haber tomado en cuenta el conjunto de los parámetros estadísticos característicos de las leyes de Gauss, Galton y Pearson (frecuencias diversas calculadas con un parámetro de posición  $P_0$  sea nulo sea diferente de zero, valores de la pendiente "a" y de la constante "b" de la línea recta de Galton, valores del parámetro de escala S o del parámetro de forma  $\gamma$  de Pearson) y de haberlos comparado con todas las estaciones, la definición de la zonificación fue hecha partiendo solamente de las alturas pluviométricas anuales y seleccionando sólo tres parámetros : el coeficiente de variación Cv, la pendiente "a" de la línea recta de Galton y el parámetro de forma  $\gamma$  de la ley de Pearson.

Es interesante notar que, aunque los dos últimos parámetros no sean matemáticamente comparables de una estación a la otra sólo cuando  $P_0 = 0$ , se constata que la simplificación utilizada no genera nunca errores significativos. Se podrá perdonar el hecho de haber sacrificado la precisión científica a la necesidad de obtener resultados homogéneos.

#### ZONA 1, muy seca

Sólo cubre una pequeña superficie, la de la punta de la Península de Santa Elena. Salinas, La Libertad y Ancon son las estaciones más representativas. Los parámetros seleccionados tienen los valores siguientes :

		$P_{0,5}$	<	170 mm
0,8	<	Cv	<	1
2,7	<	a	<	3
		$\gamma$		cerca de 1

#### ZONA 2, seca

Ocupa una larga faja de 30 a 50 km, que se estira del Norte al Sur de Manta hasta la frontera con Perú. Manta, Playas, Machala y Zapotillo son las estaciones más representativas de esta zona. Está caracterizada por :

170 mm	<	$P_{0,5}$	<	500 mm
0,5	<	Cv	<	0,8
3	<	a	<	4,5
1,5	<	$\gamma$	<	3,5

#### ZONA 3, occidental de transición

Ubicada al Este de la anterior, alcanza un ancho máximo de 100 km a la latitud de Guayaquil. Aunque sus totales pluviométricos son bastante diferentes, se pueden citar Portoviejo, Guayaquil y Pasaje como estaciones representativas. Los valores de los parámetros representativos son :

500 mm	<	$P_{0,5}$	<	1200 mm
0,35	<	Cv	<	0,45
5	<	a	<	6
4	<	$\gamma$	<	6,5

#### ZONA 4, occidental húmeda

Ubicada del Norte al Sur a lo largo de la Cordillera, es presente sobre todo en el Norte de  $0^{\circ}30'$  de latitud sur donde ocupa todo el espacio desde los Andes hasta el litoral. La transición con la zona 3 es muy progresiva y el trazado cartográfico del límite que las separa sólo es la situación mediana de una faja más o menos ancha en donde además están ubicadas las estaciones de Esmeraldas-Tachina, Calceta, Isabel María y Milagro.

En esta faja de transición, los parámetros estadísticos tienen valores distintos del resto de la zona y cubren parcialmente los de la zona anterior :

1000 mm	<	$P_{0,5}$	<	1700 mm
0,35	<	$C_v$	<	0,4
6,5	<	$a$	<	7
6,5	<	$\gamma$	<	12

La zona posee además una cierta heterogeneidad, debida esencialmente a la orografía, pero el número reducido y la repartición geográfica de las estaciones, desgraciadamente no permiten establecer la relación entre la altitud y las lluvias.

Sólo se puede observar, de Oeste a Este, la existencia de un gradiente pluviométrico que es positivo hasta más o menos 1 000 a 1 500 m y que luego se vuelve negativo.

Entre las estaciones representativas, se pueden citar las de Pichilingue (120 msnm), Puerto Ila (300 msnm), Santo Domingo (600 msnm), Lita (740 msnm), Portovelo (900 msnm) y El Corazón (1560 msnm).

Los valores característicos de las estadísticas son los siguientes :

1500 mm	<	$P_{0,5}$	<	5000 mm
0,2	<	$C_v$	<	0,3
7,5	<	$a$	<	12,5
12,5	<	$\gamma$	<	30

(el intervalo 19-30 siendo el más probable)

#### **ZONA 5, Callejón Interandino**

Mientras las cuatro zonas anteriores estaban todas sometidas a la influencia pacífica (una sola estación de lluvias de diciembre a mayo) aquí se reagruparon las estaciones cuya característica común es de estar ubicadas en el Callejón Interandino (dos estaciones pluviosas, de enero a mayo y en octubre-noviembre) sabiendo que el relieve y la exposición cuentan entre los factores más importantes de la pluviosidad de esta zona.

Sin embargo, si se exceptan los valles bien abrigados como los de Salinas-Imbabura, Palmira-Ambato, Santa Isabel o La Toma-Malacatus, o las regiones ubicadas a una altitud superior a 3 000-3 200 m, la homogeneidad de las pluviometrías es relativamente satisfactoria.

Las distribuciones son ligeramente hipernormales, a menudo próximas de la distribución normal. Los parámetros característicos tienen los valores siguientes :

400 mm	<	$P_{0,5}$	<	1500 mm
		(frecuentemente 500 - 1000 mm)		
0,15	<	$C_v$	<	0,25
10	<	$a$	<	15
15	<	$\gamma$	<	50

Entre las estaciones representativas, la de Quito-Observatorio fue creada en 1890.

En el caso de los valles abrigados :

300 mm	<	$P_{0,5}$	<	500 mm
0,25	<	$C_v$	<	0,3
7	<	$a$	<	8
10	<	$\gamma$	<	15

En altitud, hasta 4 000 m ( más allá, no existe ninguna información), se observa una cierta irregularidad debida a la orografía pero, como en el caso de los valles secos, las distribuciones son generalmente más disimétricas.

Esta región alta está caracterizada por :

600 mm	<	$P_{0,5}$	<	
		(frecuentemente > 1000 mm)		
0,3	<	$C_v$	<	0,35
6,5	<	$a$	<	8
9	<	$\gamma$	<	12

#### **ZONA 6,            oriental húmeda**

Corresponde a la región amazónica que siempre está bajo la influencia de las masas de aire húmedo continental.

Aunque la información disponible no es suficiente para sacar conclusiones definitivas, parece indiscutible que la cordillera andina desempeña un papel importante en la distribución de las lluvias; así, al igual que en la vertiente occidental, las alturas pluviométricas máximas anuales se observan entre 1 000 y 1 500 metros de altitud.

Sus características generales son las siguientes :

1500 mm	<	$P_{0,5}$	<	6000 mm
0,1	<	$C_v$	<	0,2
10	<	$a$	<	27
22	<	$\gamma$	<	150

Pero sin que todavía se pueda emitir una explicación satisfactoria del fenómeno, existe una cierta heterogeneidad y se pueden distinguir dos grupos de estaciones.

El primer grupo está constituido por las estaciones de la parte septentrional, Tena, Tiputini, y Putumayo :

		$C_v$		alrededor de 0,2
10	<	$a$	<	12
22	<	$\gamma$	<	27

El segundo grupo, caracterizado por una variabilidad de las observaciones muy baja, está formado por las estaciones de Pastaza, Limoncocha, Zamora y El Puyo :

		$C_v$		alrededor de 0,1
22	<	$a$	<	27
100	<	$\gamma$	<	150

Aunque esta zona present algunas semejanzas con la zona húmeda occidental, un cierto número de rasgos característicos permiten diferenciarlas :

- todas las estaciones de la cuenca amazónica tienen distribuciones normales o muy próximas de lo normal, cuando es muy excepcional en la vertiente occidental donde las funciones de densidad tienen una disimetría positiva marcada ;
- a pesar de algunas fluctuaciones mensuales, la región oriental es regada de manera abundante a lo largo del año, cuando la zona húmeda occidental tiene un ciclo estacional caracterizado por una estación seca marcada entre junio y octubre.

### 1.2.2. Relaciones entre alturas pluviométricas anuales promedias y medianas

Sabemos que el promedio aritmético, a menudo utilizado por la facilidad de su cálculo, tiene una probabilidad que depende de la distribución estadística de la muestra estudiada; sólo en el caso de la ley normal, la frecuencia del promedio es de 0,5 ya que promedio  $\bar{P}$ , mediana  $P_{0,5}$  y modo  $P_m$  tienen el mismo valor.

Cuando se hizo la descripción de las seis zonas pluviométricas homogéneas, pudimos ver que si los seis totales anuales de algunas estaciones siguen leyes simétricas normales o casi normales, la gran mayoría presenta ajustamientos unimodales disimétricos.

Como se trata siempre de disimetría positiva, encontraremos en orden creciente modo-mediana-promedio. Estos tres parámetros están ligados por la relación aproximada :

$$\bar{P} - P_{0,5} = \frac{\bar{P} - P_m}{3} \quad -$$

En cambio, las relaciones entre promedio y mediana dependen del tipo de la ley seleccionada y del valor de sus parámetros.

Encontraremos a continuación las relaciones empíricas que permiten estimar el valor de la mediana a partir del promedio, en milímetros, para cada una de las regiones pluviométricas homogéneas.

#### **ZONE 1 : $P_{0,5} = 0,725 \bar{P}$**

Se notará que la diferencia relativa entre las dos variables rebasa el 25% y que la frecuencia que se puede atribuir al promedio es de unos 0,35 sea un tiempo de retorno ( $T = 1 / F$ ) próximo de tres años.

#### **ZONE 2 : $P_{0,5} = 0,85 \bar{P}$**

La diferencia relativa entre las variables sólo es de 15%, sea  $T = 2,4$  años. En el presente caso, al igual que en el de la zona 1, no se juzga oportuno dar la precisión de los coeficientes de correlación  $R$  los cuales, calculados con tres o cuatro valores, son evidentemente muy próximos de 1.

#### **ZONE 3 : $P_{0,5} = 0,93 \bar{P} + 6,2$**

$R = 0,999$  calculado con un número de años de observaciones  $N = 6$ .

$I_{95}$  (intervalo de confianza de probabilidad 95%) :  $0,990 - 1,00$

La diferencia relativa entre  $P_{0,5}$  y  $\bar{P}$  se ubica entre 6 y 7% y la frecuencia del promedio es 0,45 sea  $T = 2,2$  años.

#### **ZONE 4 : $P_{0,5} = 0,98 \bar{P} + 8,8$**

$R = 0,999$  avec  $N = 10$

$I_{95}$  :  $0,995 - 1,00$

La diferencia relativa entre las dos variables es a penas superior al 2%.

#### **ZONE 5 : $P_{0,5} = 0,985 \bar{P} - 6,4$**

$R = 0,999$  avec  $N = 28$

$I_{95}$  :  $0,997 - 0,999$

La diferencia relativa entre promedio y mediana sólo es de 2%.

#### **ZONE 6 : $P_{0,5} = 0,994 \bar{P} - 15,1$**

$R = 0,998$  avec  $N = 8$

La diferencia relativa entre las dos variables sólo es de 0,5 a 1,5% ya que la gran mayoría de las estaciones tiene una distribución normal.

### 1.2.3. Estimación de las alturas pluviométricas anuales de frecuencia escasa.

La estimación de los totales pluviométricos anuales que corresponden a diversas frecuencias se hace a partir de los valores de la mediana. Se procedió de la misma manera para la evaluación de esta última, hay que considerar como aceptables un cierto número de hipótesis difíciles en demostrar.

Se admite que la relación estocástica  $P_{F_2} = f(P_{F_1})$  es lineal, que las dos variables tienen distribuciones marginales normales, que la variable independiente  $P_{F_1}$  está determinada con un error inferior al de la variable dependiente  $P_{F_2}$ , y que la auto-correlación de los valores de esta última es despreciable.

Damos a continuación, para cada una de las zonas pluviométricas homogéneas, las ecuaciones que permiten estimar las lluvias anuales decenales (a partir de la mediana), centenales (a partir de la decenal), así como la ecuación de las frecuencias intermedias. Se diferencian las frecuencias altas (frecuencias secas 0,9 y 0,99) de las frecuencias bajas (húmedas, 0,1 y 0,01) y se indica el valor del coeficiente de correlación así como los límites del intervalo de confianza de 95%.

Para los que quisieran tener muy rápidamente una idea aproximada de los valores de frecuencias escasas a escala regional, se encontrará, al final de cada párrafo, el cociente  $P_{F_2}/P_{F_1}$ ; este método de estimación es evidentemente menos preciso.

#### a) - Lluvias anuales de frecuencia decenal seca, en mm.

<b>ZONAS 1 et 2 :</b>	<b><math>P_{0,9} = 0,53 P_{0,5} - 35</math></b>
R = 0,984 avec N = 7;	<b><math>I_{95} : 0,892 - 0,998 ;</math></b>
<b>ZONA 3 :</b>	<b><math>P_{0,9} = 0,61 P_{0,5} - 14</math></b>
R = 0,998 avec N = 10;	<b><math>I_{95} : 0,991 - 1,00 ;</math></b>
<b>ZONA 4 :</b>	<b><math>P_{0,9} = 0,82 P_{0,5} - 169</math></b>
R = 0,992 avec N = 9;	<b><math>I_{95} : 0,961 - 0,998 ;</math></b>
<b>ZONA 5 :</b>	<b><math>P_{0,9} = 0,81 P_{0,5} - 47</math></b>
R = 0,978 avec N = 26;	<b><math>I_{95} : 0,951 - 0,990 ;</math></b>
<b>ZONA 6 :</b>	<b><math>P_{0,9} = 0,87 P_{0,5} - 121</math></b>

Valores del cociente  $P_{0,9}/P_{0,5}$  :

Zonas 1 y 2 = 0,40 ; Zona 3 = 0,60 ; Zona 4 = 0,75 ; Zona 5 = 0,76 ; Zona 6 = 0,83.

#### b) - Lluvias anuales de frecuencia decenal húmeda, en mm.

<b>ZONA 1 :</b>	<b><math>P_{0,1} = 2,20 P_{0,5} + 100</math></b>
R = 0,991 avec N = 4 ;	<b><math>I_{95} : 0,629 - 1,00 ;</math></b>
<b>ZONA 2 :</b>	<b><math>P_{0,1} = 1,97 P_{0,5} + 44</math></b>
R = 0,967 avec N = 4 ;	<b><math>I_{95} : 0,684 - 0,999 ;</math></b>
<b>ZONA 3 :</b>	<b><math>P_{0,1} = 1,74 P_{0,5} - 66</math></b>
R = 0,998 avec N = 5 ;	<b><math>I_{95} : 0,968 - 1,00 ;</math></b>
En la franja de transición entre zonas 3 et 4	
	<b><math>P_{0,1} = 1,60 P_{0,5} - 51</math></b>
R = 0,998 avec N = 5;	<b><math>I_{95} : 0,968 - 1,00 ;</math></b>
<b>ZONA 4 :</b>	<b><math>P_{0,1} = 1,26 P_{0,5} + 104</math></b>
R = 0,996 avec N = 9 ;	<b><math>I_{95} : 0,980 - 0,999 ;</math></b>
<b>ZONA 5 :</b>	<b><math>P_{0,1} = 1,23 P_{0,5} + 73</math></b>
R = 0,966 avec N = 25 ;	<b><math>I_{95} : 0,925 - 0,985 ;</math></b>

**ZONA 6 :**  $P_{0,1} = 1,13$   $P_{0,5} = 227$   
 $R = 0,987$  avec  $N = 9$  ;  $I_{95} : 0,937 - 0,997$  ;

Valores del cociente  $P_{0,1}/P_{0,5}$  :

Zona 1 = 3 ; Zona 2 = 2 ; Zona 3 = 1,71 (o 1.59 en la franja de transición) ; Zona 4 = 1,30 ;  
 Zona 5 = 1,25 ; Zona 6 = 1,17.

c) - *Lluvias anuales de frecuencia centenal seca, en mm.*

Ya que solamente existen pocas series suficientemente largas para permitir la evaluación de los totales pluviométricos anuales que corresponden a esta frecuencia, fue preciso reagrupar las tres zonas occidentales más o menos secas.

**ZONAS 1, 2 ET 3 :**  $P_{0,99} = 0,65$   $P_{0,9}$   
 $R = 0,995$  avec  $N = 6$  ;  $I_{95} : 0,953 - 0,999$  ;

**ZONA 4 :**  $P_{0,99} = 0,84$   $P_{0,9} = 90$   
 $R = 0,988$  avec  $N = 5$  ;  $I_{95} : 0,829 - 0,999$  ;

**ZONA 5 :**  $P_{0,99} = 0,80$   $P_{0,9} = 5$   
 $R = 0,991$  avec  $N = 12$  ;  $I_{95} : 0,967 - 0,998$  ;

**ZONA 6 :** Para compensar la falta de datos,  
 sólo se puede proponer la relación :  
 $P_{0,99} = 0,85$   $P_{0,9}$

Valores del cociente  $P_{0,99}/P_{0,9}$  :

Zonas 1, 2 y 3 = 0,65 ; Zona 4 = 0,77 ; Zona 5 = 0,80 ; Zona 6 = 0,85.

d) - *Lluvias anuales de frecuencia centenal húmeda, en mm.*

Aún allí, la falta de observaciones en la región seca litoral se traduce por ecuaciones aproximadas para las cuales sería superfluo indicar la precisión.

**ZONA 1 :**  $P_{0,01} = 2,20$   $P_{0,1}$

**ZONA 2 :**  $P_{0,01} = 1,60$   $P_{0,1}$

**ZONA 3 :**  $P_{0,01} = 1,54$   $P_{0,1} = 35$

**ZONA 4 :**  $P_{0,01} = 1,35$   $P_{0,1} = 238$   
 $R = 0,99$  avec  $N = 5$  ;

**ZONA 5 :**  $P_{0,01} = 1,38$   $P_{0,1} = 81$   
 $R = 0,982$  avec  $N = 12$  ;  $I_{95} : 0,939 - 0,995$  ;

**ZONA 6 :**  $P_{0,01} = 1,15$   $P_{0,1}$

Valores del cociente  $P_{0,01}/P_{0,1}$  :

Zona 1 = 2,20 ; Zona 2 = 1,60 ; Zona 3 = 1,51 ; Zona 4 = 1,28 ; Zona 5 = 1,23 ; Zona 6 = 1,15.

Los ábacos 1 a 6 permiten, a partir del promedio aritmético, estimar las alturas pluviométricas anuales medianas y de frecuencias decenales y centenales secas y húmedas.

### 1.2.4. Estimación de los totales pluviométricos anuales de frecuencia cualquiera

Para realizar ciertos estudios, es necesario a veces estimar no sólo los valores de las lluvias de frecuencias decenales y centenales pero también los de frecuencias intermedias PF. Su cálculo es posible gracias a ciertas propiedades de las leyes de Gauss, Galton y Pearson III. Sin entrar en detalles, damos a continuación las fórmulas que se pueden utilizar :

- a partir de la ley normal, en las regiones donde las pluviometrías siguen esta distribución (u es la variable reducida, cf. una tabla de Gauss) :

$$P_F = \bar{P} (1 + u \times Cv)$$

- a partir de la ley gaussologarítmica, con  $P_0=0$  :

$$\log P_F = \frac{u + a \times \log P_{0,5}}{a}$$

Con una tabla de gauss para conocer los valores de u, se dispone de los elementos necesarios al cálculo, a y  $P_{0,5}$ , en los párrafos 1.2.1 y 1.2.2

- a partir de la ley gamma incompleta, con la aproximación de Wilson :

$$P_F = \bar{P} \left( 1 - \frac{1}{9\gamma} + u \sqrt{\frac{1}{9\gamma}} \right)^3$$

Se estima  $\gamma$ , sea a partir de una estación de referencia, sea a escala regional (intervalos de valores para cada zona homogénea, párrafo 1.2.1)

### 1.2.5. Precisión de los resultados

La precisión con la cual se dan los resultados depende directamente del tamaño de las muestras a partir de los cuales están calculados. La amplitud de los errores puede ser definida por el intervalo de confianza donde existe la probabilidad  $\alpha$  % de encontrar el verdadero valor de parámetros solamente conocidos por su estimación empírica.

En el caso presente, los valores de los intervalos de confianza del cuadro 1 están calculados gracias a los parámetros de la ley de Galton y, cuando es posible, con los parámetros de la ley normal.

Es interesante notar que las ecuaciones utilizadas para el cálculo del rango de valores de los intervalos de confianza permiten también estimar el tamaño N de la muestra teórica necesaria para conocer, con la probabilidad  $\alpha$  %, el valor de una variable que tiene la precisión X %.

Como ejemplo, tomando en cada zona pluviométrica un valor promedio de la pendiente a de la línea recta de Galton, se dan a continuación los valores límites superiores e inferiores de N para tener valores de la pluviometría anual de frecuencia decenal que tienen una precisión de 90%, con una probabilidad de 95% :

ZONA 1	(a = 3) :	N1 = 387 años	N2 = 473 años
ZONA 2	(a = 4) :	N1 = 218 años	N2 = 266 años
ZONA 3	(a = 5,5) :	N1 = 115 años	N2 = 141 años
ZONA 4	(a = 10) :	N1 = 35 años	N2 = 43 años
ZONA 5	(a = 12) :	N1 = 24 años	N2 = 30 años
ZONA 6	primer grupo très muy similar a la zona 5		
	segundo grupo (a = 25) :	N = entre 6 y 7 años.	

Durante el examen de estos valores, se puede notar que a veces se tendría que moderar la confianza que se atribuye generalmente a ciertos resultados estadísticos que prescinden de los períodos cronológicos con el pretexto de que se refieren a un período homogéneo. En todo caso, abogan por la perennidad y el fortalecimiento de la densidad de las redes de mediciones.

### 1.3 Alturas pluviométricas

El estudio de las alturas pluviométricas diarias está basado en las relaciones que, a escala regional (y solamente a esta escala), las une con las alturas pluviométricas anuales de igual frecuencia.

El análisis estadístico se realiza en una muestra de las alturas máximas observadas en 24 horas, a razón de un valor por año de observación.

Esta manera de proceder genera sin duda ciertas impresiones :

- la altura total registrada no se debe siempre a una sola lluvia que se refiere a un evento meteorológico continuo. Puede corresponder al total de los diversos aguaceros y, al contrario, una lluvia de larga duración puede haber sido truncada por un observador que se atiene estrictamente a las consignas de efectuar las medidas según un horario pre-establecido.  
Sin embargo, en lo que se refiere especialmente al Ecuador, se puede constatar que cuando se trata de lluvias fuertes, es excepcional observar más de un evento diario. Además, es muy baja la probabilidad para que un aguacero sea olvidado;
- la toma en cuenta de todos los totales diarios, y no solamente de los más elevados, hubiese proveído una muestra más extensa, o sea teóricamente más fiable.  
La ausencia de bancos de datos, al igual que el tiempo muy largo necesario para una digitalización eventual de la información (más o menos 300 000 datos) así como la selección siempre difícil de los límites de truncamiento que dan el mejor ajustamiento en el momento de la utilización de las leyes truncadas (es el caso ya que, por definición, la variable es nula los días sin lluvia), no permitieron trabajar en esta base.

Sin embargo, señalemos que se realizaron pruebas comparativas entre muestras limitadas y completas en las estaciones pluviométricas de referencia de los tres grupos de cuencas vertientes representativos estudiados en el Ecuador y que las diferencias observadas nunca fueron significativas, lo que justifica el método utilizado.

Las características principales de las alturas pluviométricas diarias de cada una de las regiones son presentadas en el cuadro 2.

#### 1.2.1. Zonificación de las lluvias diarias

So pena de quitar todo interés al estudio presente, se entiende que de ninguna manera se trata de buscar una zonificación diferente de la que está propuesto en el párrafo 1.2.1.

Se indica a continuación, en cada una de las zonas pluviométricas homogéneas, los intervalos de las alturas pluviométricas diarias de frecuencia mediana  $H_{0,5}$  y los intervalos de los parámetros estadísticos calculados : el coeficiente de variación  $C_v$ , la pendiente  $a$  de la recta de Galton y el coeficiente de forma  $\gamma$  de la ley de Pearson III.

<b>ZONA 1 :</b>	25 mm	<	$H_{0,5}$	<	30 mm
	0,85	<	$C_v$	<	0,95
			$a$		cerca de 1
			$\gamma$		cerca de 3
<b>ZONA 2 :</b>	35 mm	<	$H_{0,5}$	<	65 mm
	0,55	<	$C_v$	<	0,65
	4	<	$a$	<	4,5
	2,5	<	$\gamma$	<	3,5
<b>ZONA 3 :</b>	50 mm	<	$H_{0,5}$	<	85 mm
	0,40	<	$C_v$	<	0,50
	5	<	$a$	<	6
	5	<	$\gamma$	<	6

<b>ZONA 4 :</b>	65 mm	<	$H_{0,5}$	<	120 mm
	0,20	<	$C_v$	<	0,30
	7,5	<	$a$	<	12
	12	<	$\gamma$	<	30

En la franja de transición con la zona 3 :

	60 mm	<	$H_{0,5}$	<	110 mm
	0,30	<	$C_v$	<	0,35
	6,5	<	$a$	<	7,5
	7	<	$\gamma$	<	12

<b>ZONE 5 :</b>	20 mm	<	$H_{0,5}$	<	40 mm
	0,20	<	$C_v$	<	0,40
	6	<	$a$	<	13
	7	<	$\gamma$	<	35

Al igual que para los totales pluviométricos anuales, los valores más elevados de  $a$  y de  $\gamma$  se refieren a los valles secos abrigados o a las regiones cuya altitud rebasa los 3 000m.

<b>ZONE 5 :</b>	55 mm	<	$H_{0,5}$	<	130 mm
	0,20	<	$C_v$	<	0,35
	6	<	$a$	<	13
	10	<	$\gamma$	<	30

### 1.3.2. Relaciones entre alturas pluviométricas diarias y anuales de igual frecuencia

La selección de estas relaciones es muy importante ya que, según la lógica del estudio, van a permitir pasar de las lluvias anuales a las lluvias diarias, siendo el mapa de las isoyetas interanuales el documento de base.

#### a) - Aproximación global

Indicamos a continuación las relaciones que permiten calcular, en milímetros, cualquier altura diaria  $H$  de frecuencia  $F$  a partir de la altura anual  $P$  de misma frecuencia  $F$ .

Se notará que las muestras utilizadas en cada zona reagrupan todas las alturas pluviométricas que sean de frecuencia mediana, decenal o centenal y es evidente que existe una verdadera auto-correlación entre ciertos valores de la variable, auto-correlación que conllevará una surestimación del coeficiente de correlación.

Por otro lado, aunque este último ya no es lineal, se indica también el intervalo de variación que corresponde a una probabilidad de 95%.

La sencillez y la facilidad de utilización de las relaciones propuestas justifica completamente la aproximaciones hechas.

$$\begin{aligned} \text{ZONAS 1 et 2 :} & & H_F &= 0,126 \times P_F + 14 \\ R = 0,949 \text{ para } N = 14; & & I_{95} &: 0,844 - 0,984; \end{aligned}$$

La reagrupación de las dos zonas se debe al tamaño limitado de las muestras disponibles.

$$\begin{aligned} \text{ZONE 3 :} & & H_F &= 0,083 \times P_F + 13 \\ R = 0,951 \text{ avec } N = 11 ; & & I_{95} &: 0,817 - 0,988 ; \end{aligned}$$

Siendo las tres zonas anteriores bastante homogéneas en cuanto al relieve, no juzgamos oportuno hacer intervenir la altura para establecer la relación  $H = f(P)$ .

El caso es diferente en cuanto a las regiones que presentan fuertes gradientes donde las relaciones no unívocas que unen respectivamente  $H$  y  $P$  con la altura  $A$  no siguen las mismas variaciones.

Por esta razón fue preciso utilizar un sistema de correlaciones lineares múltiples.

**ZONE 4**  $H_F = 0,030 \times P_F - 0,018 \times A + 54$   
 H et P son en milímetros y A en metros  
 $R = 0,813$  para  $N = 31$  ;  $I_{95} : 0,644 - 0,906$  ;

De dos estaciones que tienen alturas anuales idénticas para una misma frecuencia pero instaladas a diferentes alturas, la más baja tiene una altura pluviométrica diaria máxima más elevada.

La altura desempeña también un papel muy importante en la zona 5.

**ZONE 5**  $H_F = 0,345 \times P_F - 0,115 \times A + 41$   
 $R = 0,821$  para  $N = 60$  ;  $I_{95} : 0,717 - 0,890$  ;

**ZONE 6**  $H_F = 0,019 \times P_F - 0,0085 \times A + 54$   
 $R = 0,842$  para  $N = 19$  ;  $I_{95} : 0,627 - 0,937$  ;

b) - *Cálculo de las alturas pluviométricas diarias con frecuencia cualquiera a partir de las alturas anuales de frecuencia mediana, en mm.*

Las relaciones establecidas a partir de las alturas anuales de frecuencia mediana permiten obtener una mayor precisión que la de las relaciones del párrafo anterior (muestras heterogéneas, auto-correlaciones), aun cuando los valores de los coeficientes de correlación son inferiores.

H y P están en milímetros.

**ZONAS 1 et 2 :**  $H_{0,5} = 0,092 \times P_{0,5} + 17$   
 $R = 0,987$  para  $N = 6$  ;  $I_{95} : 0,879 - 0,999$  ;

**ZONA 3 :**  $H_{0,5} = 0,062 \times P_{0,5} + 19$   
 $R = 0,981$  para  $N = 4$  ;

**ZONA 4 :**  $H_{0,5} = 0,016 \times P_{0,5} - 0,012 \times A + 64$   
 $R = 0,720$  para  $N = 13$  ;  $I_{95} : 0,281 - 0,910$  ;

**ZONA 5 :**  $H_{0,5} = 0,025 \times P_{0,5} - 0,007 \times A + 33$   
 $R = 0,864$  para  $N = 25$  ;  $I_{95} : 0,703 - 0,936$  ;

**ZONA 6 :**  $H_{0,5} = 0,014 \times P_{0,5} - 0,011 \times A + 57$   
 $R = 0,937$  para  $N = 9$  ;  $I_{95} : 0,723 - 0,987$  ;

Se notará la similitud entre esta zona y la zona 4 húmeda occidental.

Una vez calculado  $H_{0,5}$  con las fórmulas arriba indicadas y después de haber especificado el parámetro de pendiente a (párrafo 1.2.2), se puede calcular fácilmente las alturas diarias máximas para cualquier frecuencia, utilizando la fórmula proveniente de la ley de Galton (ver también el párrafo 1.2.4.) :

$$H = 10^{\frac{u+a \times \log H_{0,5}}{a}}$$

Si sólo se buscamos calcular las alturas relativas a las a frecuencias decenales y centenales, también se podemos aplicar la relaciones que se dan a continuación y que son de uso muy sencillo :

<b>ZONE 1 :</b>	$H_{0,1} = 2,80 \times H_{0,5}$ $H_{0,01} = 2,10 \times H_{0,1}$
<b>ZONE 2 :</b> R = 0,983 para N = 6 ;	$H_{0,1} = 1,745 \times H_{0,5} + 12$ $I_{95} : 0,850 - 0,998 ;$ $H_{0,01} = 1,49 \times H_{0,1} + 6$
<b>ZONE 3 :</b> R = 0,995 para N = 4  R = 0,996 para N = 6	$H_{0,1} = 1,71 \times H_{0,5}$  $H_{0,01} = 1,49 \times H_{0,1} + 6$
<b>ZONE 4 :</b> R = 0,941 para N = 15 ;  R = 0,978 para N = 6 ;	$H_{0,1} = 1,36 \times H_{0,5} + 4$ $I_{95} : 0,829 - 0,981 ;$ $H_{0,01} = 1,40 \times H_{0,1} - 10$ $I_{95} : 0,807 - 0,998 ;$
<b>ZONE 5 :</b> R = 0,934 para N = 26 ;  R = 0,977 para N = 12 ;	$H_{0,1} = 1,62 \times H_{0,5} - 6$ $I_{95} : 0,857 - 0,970 ;$ $H_{0,01} = 1,43 \times H_{0,1} - 3$ $I_{95} : 0,918 - 0,994 ;$
<b>ZONE 6 :</b> R = 0,972 para N = 8 ;	$H_{0,1} = 1,135 \times H_{0,5} + 20$ $I_{95} : 0,848 - 0,995 ;$ $H_{0,01} = \text{fórmula idéntica a la de la zona 4.}$

Los ábacos 7 a 12 permiten, a partir de la altura pluviométrica mediana anual a la cual se añade un correctivo de altitud para las zonas 4 a 6, estimar rápidamente sin necesidad de cálculo, las alturas pluviométricas diarias de frecuencia mediana, decenal o centenal.

Es particularmente interesante notar :

- que el papel de la altitud está demostrado por las variaciones de las relaciones que unen las alturas pluviométricas anuales con los valores máximos diarios ;
- que los parámetros que caracterizan a la vez las lluvias anuales y las lluvias diarias siguen una misma tendencia al pasar de una zona a otra.

### **1.3.3. Observaciones sobre : precisión de los resultados y forma de las distribuciones**

Todas las observaciones en cuanto a la precisión de los resultados, hechas en el párrafo 1.2.5., también pueden aplicarse a las lluvias diarias.

Al contrario de las lluvias diarias, no es muy común obtener un buen ajustamiento con la ley normal y sólo se pueden utilizar fórmulas derivadas de la ley de Galton. En términos generales, todas las distribuciones son hipernormales y las zonas litorales están caracterizadas por disimetrías más marcadas.

Además, algunas estaciones parecen presentar distribuciones plurimodales, particularmente en las regiones secas donde la variabilidad es importante.

Sin embargo, decidimos no tomarlo en cuenta ya que esta característica no es sistemática en las estaciones de una misma zona; se puede interpretar como siendo proveniente de la existencia de dos categorías distintas de lluvias; las que son inferiores a un cierto límite que corresponde a un tipo de aguacero diferente de las lluvias que son superiores a este. Corresponde a lo que los anglo-sajones llaman "outliers".

#### 1.4 Intensidades pluviométricas

En el Ecuador, donde las pendientes del medio natural andino alcanzan valores elevados y donde la ocupación importante de los suelos es a menudo asociadas con practicas agrarias tradicionales particularmente inadaptadas, la erosión hídrica constituye una de las principales consecuencias del desarrollo agrícola, ya que la degradación específica puede alcanzar 6 000 Toneladas/Km<sup>2</sup>/año.

Se entiende el interés que asume una estimación aceptable de las intensidades máximas de las cuales se conoce la implicación estrecha en los fenómenos erosivos.

##### 1.4.1. Método utilizado

Utilizamos 24 estaciones equipadas con pluviógrafos. Desgraciadamente, tuvimos que excluir la estación de Guayaquil tuvo ya que la calidad de la serie es extremadamente equívoca aunque que es de larga duración. Por otra parte, la falta de estaciones representativas que tienen duraciones suficientes no permitió llevar el estudio en las zonas secas 1 y 2.

El estudio sigue la misma lógica metodológica que la que fue utilizada para el estudio de las lluvias anuales y diarias. En la gran mayoría de los casos, el mejor ajustamiento de las intensidades es realizado por las leyes de Galton y de Pearson III; dada la mayor facilidad del cálculo del parámetro de posición  $X_0$ , se utilizó sistemáticamente la segunda.

El análisis se refiere a las intensidades máximas  $I$ , expresadas en mm/h, relativas a períodos de 5, 10, 15, 20, 30, 60 minutos y 24 horas. En anexo, representamos, para las estaciones más representativas de las cuatro zonas homogéneas estudiadas, las intensidades  $I$  y las alturas de lluvia  $h$  de intervalos de tiempo  $t$  que varían de 5 minutos a 24 horas, para las frecuencias  $F = 0,5 - 0,1 - 0,02$  y  $0,01$  (es decir los períodos de retorno  $T = 2 - 10 - 50$  y  $100$  años).

Para cada estación, dos gráficos fueron trazados luego, en coordenadas logarítmicas :

- para cada intervalo de tiempo  $t$ , la intensidad  $I$  en función del período de retorno  $T$  ;
- para cada período de retorno  $T$ , la intensidad  $I$  en función del intervalo de tiempo  $t$ .

Hay que señalar que fue necesario verificar que los intervalos de tiempo seleccionados daban la precisión suficiente para estudiar la relación  $I = \Phi(t)$ . Este trabajo fue llevado en la estación de Quito-Observatorio (51 años de registros de buena calidad) para las duraciones 5, 10, 15, 20, 40, 50 minutos y 1, 2, 6, 12 y 24 horas.

Se puede constatar en el gráfico 13, cualquiera que sea el intervalo, que la relación  $I = f(T)$  puede ser considerada como lineal con no obstante una discontinuidad para el período de retorno de 10 años.

Las ecuaciones que corresponden a los 2 grupos de rectas así definidos son de la forma :

$$\log I = \log I_1 + \alpha \log T \quad \text{es decir } I = I_1 \times T^\alpha$$

donde  $I_1$  est el valor de  $I$  para  $T = 1$  año y, para cada valor de  $t$  seleccionado con  $T = 1$  año y  $T = 10$  años :

$$\alpha = \log(I_{10}/I_1)$$

Igualmente, las curvas de intensidad-duración en función de los períodos de retorno pueden ser asimilados a conjuntos de rectas (gráfico 14). Allí también se observa una discontinuidad ubicada hacia  $t = 1$  hora pero que puede variar entre 45 y 90 minutos.

Excepcionalmente, una segunda discontinuidad puede aparecer en los alrededores de  $t = 15$  o 20 minutos; es le caso en El Puyo y Tipuani en la cuenca amazónica, Tulcan y Quito en la

región andina y Milagro en la zona litoral. Ninguna explicación satisfactoria fue encontrada en cuanto a este fenómeno.

Cada una de las líneas rectas puede ser definida con la ecuación :

$$\log I = \log I_2 + a \log t \quad \text{c'est-à-dire } I = I_2 \times t^a$$

Tomando la intensidad  $I_0$  que corresponde a  $t = 1$  año (logaritmos nulos), tenemos :

$$I = I_0 \times t^a \times T^a$$

Para el cálculo de los parámetros de las líneas rectas, una vez definido  $I = I(t, T)$ , seguimos el método indicado por J. Guiscafré y F. Moniod (Cah. ORSTOM, serie Hydro, 1975) :

$$I = I_0 \times t^a \times T^{(b+c \log t)} \quad (1)$$

Una estimación gráfica llevada a partir de las curvas  $I = f(T)$  permite determinar los valores de las constantes de las porciones de las líneas rectas (son generalmente dos excepto para las cinco estaciones ya citadas) para intervalos de tiempo superiores o inferiores a 1 hora y períodos de retorno superiores o inferiores a 10 años. Válidas para fórmulas donde  $t$  está expresado en horas y  $T$  en años, están reagrupadas en el cuadro 3.

Se notará que en algunos casos, como el de Quito, las líneas rectas  $I = \Phi(t)$  son paralelas, cualquiera que sea el valor de  $T$ . Tenemos entonces la ecuación simplificada :

$$I = I_0 \times t^a \times T^b \quad (2)$$

Subrayemos también que el cambio de pendiente de la relación  $I = \chi(t)$  no es un fenómeno específico del Ecuador y que ya ha sido observado en países donde los regímenes climáticos, sin embargo, son muy diferentes, Antillas, Africa del Norte, Brasil e incluso en Europa.

También hay que notar que partiendo de las fórmulas (1) y (2), se pueden estimar las alturas pluviométricas  $h$  durante un intervalo  $t$  y para un período de retorno  $T$  dado :

$$h = I_0 \times t^{(a+1)} \times T^{(b+c \log t)} \quad (3)$$

$$\text{y cuando } c = 0, \quad h = I_0 \times t^{(a+1)} \times T^b \quad (4)$$

Todas estas relaciones que unen las intensidades máximas y las alturas pluviométricas diarias están establecidas gracias a la fórmula general (1).

Utilizando el índice  $i$  para todos los parámetros de las fórmulas que permiten el cálculo de  $I$  para  $t \geq 1$  hora y el índice  $j$  cuando  $t < 1$  hora, y si  $H$  es la altura pluviométrica diaria que corresponde al período de retorno  $T$ , tenemos :

$$\begin{aligned} \text{si } t \geq 1 \text{ hora :} & \quad I_{24} = I_{(0,i)} \times 24^{a_i} \times T^{(b_i + c_i \times \log 24)} \\ \text{y} & \quad H = I_{(0,i)} \times 24^{(a_i + 1)} \times T^{(b_i + c_i \times \log 24)} \\ \text{y cuando } c = 0, & \quad I = 24^{-(a_i + 1)} \times t^{a_i} \times H \end{aligned}$$

si  $t < 1$  hora :

$$I = I_{(0,j)} \times t^{a_j} \times \left[ \frac{H}{I_{(0,i)} \times 24^{(a_i+1)}} \right]^{\frac{b_j + c_j \times \log t}{b_i + c_i \times \log 24}}$$

sea, cuando  $c = 0$ ,

$$I = I_{(0,j)} \times t^{a_j} \times \left[ \frac{H}{I_{(0,i)} \times 24^{(a_i+1)}} \right]^{\frac{b_j}{b_i}}$$

En el caso general, cuando  $c \neq 0$ , la fórmula es compleja :

$$I = I_{(0,j)} \times t^a \times \left[ \frac{H}{I_{(0,i)}} \right]^{(m+p \times \log t)} \times 24^{(q+r \times \log t)}$$

Para  $t \geq 1$  hora :

$$\begin{aligned} I_{(0,j)} &= I_{(0,i)} \\ m &= b_i / (b_i + c_i \log 24) \\ p &= c_i / (b_i + c_i \log 24) \\ q &= -m (a + 1) \\ r &= -p (a + 1) \end{aligned}$$

Para  $t < 1$  hora :

$$\begin{aligned} I_{(0,j)} &\neq I_{(0,i)} \\ m &= b_j / (b_i + c_i \log 24) \\ q &= -m (a + 1) \\ r &= -p (a + 1) \end{aligned}$$

Pero la disproporción importante que existe entre la complejidad del cálculo de las constantes, por una parte, y el número reducido de las muestras observadas disponibles en cada una de las zonas pluviométricas, por otra parte, justifica la utilización de dos hipótesis simplificadoras.

Consisten en considerar, la una que la relación  $I = \Phi(t)$  sólo está formada por dos semi-líneas rectas comunes al punto  $t = 1$  hora, la otra que el parámetro  $c$  es nulo.

Entonces, llegamos a formulas del tipo :

$$I = K \times t^a \times H^n \quad (5)$$

Para  $t \geq 1$  hora

$$\begin{aligned} a &= a_i \\ n &= 1 \\ K &= 24^{-(a_i+1)} \end{aligned}$$

Para  $t < 1$  hora

$$\begin{aligned} a &= a_j \\ n &= b_j / b_i \\ K &= I_{(0,j)} \times \left[ I_{(0,i)} \times 24^{(a_i+1)} \right]^{\frac{b_j}{b_i}} \end{aligned}$$

Todos estos parámetros pueden ser calculados a partir de las constantes del cuadro 3.

### 1.4.2. Síntesis de los resultados del estudio de las Intensidades.

El método expuesto en el párrafo anterior permite presentar, a escala regional, reglas de estimación relativamente sencillas ya que, para el cálculo de los diferentes parámetros en relación con la fórmula (5), la única variable utilizada es la pluviometría diaria de frecuencia mediana  $H_{0,5}$ .

A continuación, damos una definición de los parámetros e índices utilizados :

$l_1$	es el valor de $l_0$ sea $l_{(0,i)}$	para $t < 1$ hora y	$0,1 \leq F < 1$
$l_2$	es el valor de $l_0$ sea $l_{(0,i)}$	para $t < 1$ hora y	$0,01 < F < 0,1$
$l_3$	es el valor de $l_0$ sea $l_{(0,i)}$	para $t \geq 1$ hora y	$0,1 \leq F < 1$
$l_4$	es el valor de $l_0$ sea $l_{(0,i)}$	para $t \geq 1$ hora y	$0,01 < F < 0,1$
$a_1$	es el exponente de $t$	para $t < 1$ hora	
$a_2$	es el exponente de $t$	para $t \geq 1$ hora	
$b_1$	es el exponente de $T$	para $t < 1$ hora y	$0,1 \leq F < 1$
$b_2$	es el exponente de $T$	para $t < 1$ hora y	$0,01 < F < 0,1$
$b_3$	es el exponente de $T$	para $t \geq 1$ hora y	$0,1 \leq F < 1$
$b_4$	es el exponente de $T$	para $t \geq 1$ hora y	$0,01 < F < 0,1$

**ZONAS 1, 2 :** cualquier estimación es imposible.

**ZONA 3 :**

para $t < 1$ hora :	para $t \geq 1$ hora :
$l_1 = 0,64 \times H_{0,5} - 7$	$l_3 = l_1$
$l_2 = 0,59 l_1 + 22$ soit,	$l_4 = l_2$ soit,
$a_1 = - 0,410$	$a_2 = 0,800$
$b_1 = - 0,020 l_1 + 0,823$	$b_3 = b_1$
$b_2 = 0,585 b_1 - 0,027$	$b_4 = b_2$

**ZONA 4 :**

para $t < 1$ hora :	para $t \geq 1$ hora :
$l_1 = 0,74 \times H_{0,5} - 32$	$l_3 = 0,72 \times H_{0,5} - 29$
$l_2 = 1,13 l_1 + 5$ soit,	$l_4 = 0,87 l_3 + 20$ soit,
$a_1 = 0,0091 l_1 - 0,738$	$a_2 = - 0,0027 l_3 - 0,657$
$b_1 = 0,0034 l_1 + 0,373$	$b_3 = - 0,0039 l_3 + 0,428$
$b_2 = 0,328 b_1 + 0,046$	$b_4 = 0,246 b_3 + 0,072$

**ZONA 5 :**

para $t < 1$ hora :	para $t \geq 1$ hora :
$l_1 = 0,61 \times H_{0,5} - 3$	$l_3 = 0,695 \times H_{0,5} - 6$
$l_2 = l_1 + 4$ soit,	$l_4 = 1,21 l_3 + 1$ soit,
$a_1 = 0,0085 l_1 - 0,726$	$a_2 = - 0,009 l_3 - 0,673$
$b_1 = - 0,005 l_1 + 0,281$	$b_3 = - 0,006 l_3 + 0,310$
$b_2 = 0,508 b_1 + 0,001$	$b_4 = 0,440 b_3 + 0,017$

**ZONA 6 :** Se debe tener en cuenta la discontinuidad de la relación  $l = \Phi(t)$  para  $t = 15$  minutos.

para $t < 15$ minutos :	para $15 \text{ mn} \leq t < 1 \text{ h}$ :	para $t \geq 1$ heure :
$l_1 = 0,66 \times H_{0,5}$	$l_1 = 0,50 \times H_{0,5}$	$l_3 = 0,47 \times H_{0,5}$
$l_2 = l_1 + 7$ sea,	$l_2 = l_1 + 7$ sea,	$l_4 = l_3 + 7$ sea,
$a_1 = - 0,250$	$a_1 = - 0,490$	$a_2 = - 0,750$
$b_1 = 0,105$	$b_1 = 0,110$	$b_3 = 0,120$
$b_2 = 0,060$	$b_2 = 0,055$	$b_4 = 0,060$

A pesar de una precisión relativa, estas fórmulas son bastante homogéneas en cada una de las zonas.

Los ábacos 15 a 18 facilitan el cálculo de los parámetros necesarios para utilizar la ecuación (5).

Si se trata de hacer estimaciones rápidas a escala nacional, hasta podemos hacer aproximaciones y utilizar solamente un solo grupo de fórmulas en las cuatro zonas consideradas :

$$I_1 = 0,69 \times H_{0,5} - 6$$

$$I_2 = 1,16 \times H_{0,5} + 2$$

Para el exponente de t :

<b>Zona 3 :</b>	$a_1 = - 0,410$	$a_2 = - 0,800$
-----------------	-----------------	-----------------

<b>Zona 4 :</b>	$a_1 = - 0,350$	$a_2 = - 0,790$
-----------------	-----------------	-----------------

<b>Zona 5 :</b>	$a_1 = - 0,600$	$a_2 = - 0,850$
-----------------	-----------------	-----------------

<b>Zona 6 :</b>	$a_1 = - 0,490$	$a_2 = - 0,750$
-----------------	-----------------	-----------------

$$b_1 = - 0,0056 I_1$$

$$b_2 = 0,48 b_1 + 0,008$$

## 2. REGIONALIZACION MENSUAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL NORTE DEL ECUADOR

### 2.1 Problemática

#### 2.1.1. Marco general del estudio

Desde 1987, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) y el ORSTOM vienen estudiando el funcionamiento del riego tradicional andino con el fin de establecer recomendaciones para la elaboración de un Plan Nacional de Riego.

Los sistemas de riego tradicionales existieron tal vez en la época pre-incaica, pero se desarrollaron sobre todo con la colonización española. Están compuestos, en su mayoría, de pequeños perímetros (menos de 100 ha) dispersos en el espacio y que ocupan los tres pisos climáticos del callejón interandino.

Están alimentados por infraestructuras complejas (canales cavados directamente en el suelo) que toman el agua en los ríos por medio de tomas rústicas, sin obra de regulación alguna. El caudal derivado está entonces sujeto a las fluctuaciones de los recursos hídricos de la red hidrográfica.

El proyecto está dividido en 7 grandes temas de estudio (análisis del paisaje, trabajos pluridisciplinarios en terrenos representativos, inventario, análisis hidroclimático, observatorio agro-socio-económico, suelos, investigación histórica) cuyos resultados son integrados en un análisis global (tema nº 8) en base al cual se elaboran diagnósticos y se establecen recomendaciones en una perspectiva a corto, mediano y largo plazo.

La repartición del agua es uno de los aspectos fundamentales del estudio para el diagnóstico de la situación y la validez de las recomendaciones.

#### 2.1.2. La equidad hidrológica y su importancia

El buen funcionamiento de un sistema de riego depende en gran medida de la equitativa repartición del agua a todos los usuarios al interior de un mismo perímetro (distribución), entre perímetros de un mismo sistema complejo (repartición) y entre los diferentes sistemas repartidos a lo largo de la red hidrográfica (dotación global).

Sin embargo, en este último caso, la desigualdad es patente. Para necesidades climáticas poco diferentes (un mismo piso altitudinal y sistemas de cultivo similares), las dotaciones concedidas varían de 0,1 a 0,4 l/s/ha en el piso frío, de 0,2 a 0,7 l/s/ha en el piso templado y de 0,3 a 1,0 l/s/ha en el piso subtropical, es decir en promedio una relación de 1 a 3.

Tales diferencias suscitaron conflictos mayores que obligaron al Estado a intervenir en el manejo del agua hasta el punto de nacionalizar todos los recursos hídricos en 1972.

Son igualmente esas diferencias las que han modelado el trazado de los canales en el paisaje andino, evidenciando las diferencias de estructura y de poder. En general, las grandes haciendas de los fondos de valle van a buscar a gran altura, aguas arriba de las demás tomas, a fin de evitar compartir el déficit de agua de los ríos cuando se producen estiajes pronunciados, incluso si ello les obliga a construir y mantener infraestructuras de transporte largas y sinuosas.

Es evidente que una situación de este tipo no favorece la coexistencia armoniosa de los diferentes grupos de usuarios.

El Estado ha tratado efectivamente de corregir esta herencia del pasado, pero le ha faltado ya sea la voluntad necesaria o datos precisos para establecer una repartición aguas arriba - aguas abajo más equitativa con un ordenamiento racional y económico de los canales y las tomas.

Ciertamente, el problema es complejo y está estrechamente asociado a las consideraciones hidrológicas y sus consecuencias agro-socio-económicas.

En este contexto, el proyecto INERHI-ORSTOM se comprometió a proporcionar a las instituciones competentes una base científica y técnica que justifique y oriente la aplicación de una política de ese tipo.

### **2.1.3. Regionalización climática preliminar (necesidad y objetivos)**

Para responder parcialmente a tal objetivo, el hidrólogo necesita comparar las necesidades y los recursos, no sólo a nivel de las tomas actuales sino a todo lo largo de la red hidrográfica, a fin de prever las diferentes condiciones de evolución (reordenamiento, incorporación de nuevos perímetros al riego).

El espacio es dividido inicialmente en zonas de recursos (microcuencas) y en zonas de análisis y de recomendaciones (ZARI).

Las microcuencas son cuencas vertientes de 50 km<sup>2</sup> aproximadamente en las que los factores condicionantes del flujo (pendiente, permeabilidad, características y ocupación del suelo) son más o menos homogéneos. Se ajusta un modelo lluvia-caudal en cada una de ellas.

Las ZARI presentan toda la cadena de movilización, transporte, distribución y utilización del agua. Sus límites son trazados en función de los accidentes del terreno y de las infraestructuras existentes. Son ideales para estudiar la evolución de los sistemas de producción.

La estimación de los recursos requiere un buen conocimiento regional de la lluvia y de la ETP (estimación de los valores promedio en cada microcuenca) mientras que la evaluación de las necesidades depende en gran parte de una correcta estimación puntual de los mismos parámetros a nivel de cada perímetro.

Consecuentemente, es indispensable un estudio climático preliminar que permita una estimación precisa de la lluvia y de la ETP en todo punto del espacio estudiado.

Si además no nos contentamos con valores promedio interanuales, sino que por el contrario deseamos introducir la noción de riesgo, es necesario razonar a nivel de series cronológicas.

Desde el punto de vista agronómico, el quinquenio o el decenio es un intervalo adecuado. Teniendo en cuenta los datos disponibles (y evidentemente manuscritos), el volumen de información y el marco de planificación en el que se desarrolla el proyecto, la elección de un período mensual es razonable.

**La regionalización climática tiene entonces como objetivo generar en todo punto del espacio series cronológicas mensuales, estadísticamente probables, de lluvia y de ETP.**

Dicho trabajo ha avanzado considerablemente en lo que respecta al callejón interandino, la región costera y las islas Galápagos. Será realizado más tarde en la región amazónica. Actualmente, concierne algo menos de 900 estaciones pluviométricas y climáticas.

## **2.2. Metodología**

### **2.2.1. Estudios anteriores y red**

Numerosos estudios ya realizados sobre el tema son sumamente someros y conciernen sitios bastante restringidos. La información correspondiente es por cierto difícil de obtener.

A nivel nacional, únicamente el ORSTOM ha emprendido un análisis serio de la red climática, en el marco de su colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería para el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG). Los numerosos informes de E. Cadier, J.-F. Nouvelot, P. Pourrut y sus contrapartes nacionales constituyen una importante base de conocimiento.

Sin embargo, sigue siendo insuficiente para alcanzar los objetivos planteados, ya que en la época en que fueron elaborados, no se disponía de medios informáticos y, sobre todo, la información disponible era insuficiente.

En efecto, la red es reciente en su conjunto (numerosas estaciones fueron instaladas alrededor de 1965), es manejada por más de 30 organismos públicos o privados, cada uno con sus preocupaciones e intereses, lo que explica en parte la deficiente repartición de las estaciones, desde el punto de vista tanto espacial como altitudinal.

Esto constituye un inconveniente considerable en un medio de relieve sumamente contrastado y sometido a diferentes fenómenos climáticos que provocan gradientes pluviométricos importantes en función de la exposición y de la situación general de las vertientes.

Por ello, la sola utilización de los datos de la red no es suficiente como para apreciar correctamente las variaciones espaciales de los parámetros investigados.

### **2.2.2. Zonas pseudo-proporcionales y vectores representativos**

En un espacio sometido a los mismos fenómenos climáticos (planetarios, regionales y locales), los valores de los parámetros climáticos serán más o menos proporcionales hasta un cierto intervalo de tiempo.

Dentro de la zona climática homogénea considerada, cada parámetro puede caracterizarse por una serie única, representativa de su organización cronológica interna.

El espacio se restringe si se disminuye el intervalo (del año al mes por ejemplo) o si se exige una relación pseudo-proporcional mayor dentro de la zona.

Las definiciones anteriores constituyen la base teórica de los « vectores regionales » que son series cronológicas homogéneas creadas en base a las medidas observadas en las estaciones que pertenecen a la zona climática considerada, medidas a veces incompletas y que pueden presentar errores sistemáticos sin que ello influya en la elaboración del vector.

Actualmente, existen dos métodos (desarrollados en el ORSTOM): el vector regional de G. Hiez (1977) y el vector de los índices anuales de precipitación de Y. Brunet-Moret (1979). Sus fundamentos teóricos son expuestos en los artículos citados en la bibliografía, por lo que no nos detendremos en ese punto.

### **2.2.3. Programa CLIMAN**

CLIMAN es un programa desarrollado en el proyecto INERHI-ORSTOM en base al algoritmo de cálculo de Brunet-Moret. Funciona con un intervalo mensual (análisis y correcciones) y permite tratar parámetros climáticos (temperatura, insolación, humedad relativa, viento, evaporación del tanque) así como los caudales promedio.

Primeramente, posibilita la detección, la corrección o la supresión de los errores sistemáticos de las series cronológicas estudiadas (fase de homogeneización), y luego la búsqueda de los límites de las zonas climáticas homogéneas (fase de regionalización) para las cuales genera una serie cronológica representativa de índices mensuales y anuales.

La pseudo-proporcionalidad de una zona es medida con el valor del coeficiente de correlación promedio entre estaciones y el vector correspondiente (en caso de estricta proporcionalidad, ese valor es igual a 1).

Luego de varias pruebas, se considera una zona como homogénea si los coeficientes de correlación mensuales y anuales son superiores o iguales a 0,9.

En realidad, se aceptan generalmente zonas en donde tales coeficientes son cercanos a 0,9 cuando la baja densidad de la red no permite reducir la zona.

En teoría, es posible agrupar la homogeneización y la regionalización en un solo paso. La visualización de las curvas de dobles masas entre estaciones y vector permite determinar si una mala relación entre las dos (bajo coeficiente de correlación) proviene de errores sistemáticos o de la no pertenencia de la estación a la zona homogénea simbolizada por el vector.

Sin embargo, como el programa es manejado por otras instancias del INERHI y otras entidades ecuatorianas (Escuela Politécnica Nacional), se precisan las dos fases de análisis para evitar los errores de diagnóstico.

En la fase de homogeneización, se restringen lo más posible los espacios estudiados para estar seguros de no tomar en cuenta sino las estaciones que pertenecen a la misma zona homogénea.

El cálculo de los vectores de ETP es un tanto más complicado. Los parámetros son homogeneizados primeramente con CLIMAN, ya sea por el método del vector o por el análisis de las simples masas que en muchos casos es más que suficiente, en razón de la poca organización cronológica interna de esas series.

Luego, en las pocas estaciones que poseen un tanque de evaporación de tipo A, la ETP es calculada según 7 fórmulas y los resultados obtenidos comparados con las evaporaciones medidas. Esta última operación se efectúa a nivel de los valores absolutos y de las variaciones estacionales y permite destacar las fórmulas mejor adaptadas según las regiones estudiadas.

Es necesaria pues se constata un desvío de ciertas fórmulas en función de la altitud (desvío ya estudiado en Colombia) que varía según el tipo de clima.

La ETP es luego calculada en cada estación climática según la fórmula adecuada y se puede entonces proceder a la fase de regionalización, como indicado anteriormente.

#### **2.2.4. Clima y altitud**

Los cálculos anteriores permiten delimitar zonas climáticas homogéneas representadas por vectores de valores mensuales y anuales relativos para la lluvia y la ETP, ajustados arbitrariamente a un valor interanual de 1.000 mm.

Queda por determinar los valores absolutos, lo cual se realiza mediante un estudio minucioso de las relaciones lluvia-altitud y ETP-altitud.

Esas relaciones están lejos de ser uniformes en una gran cuenca hidrográfica y dependen también de los mecanismos climáticos preponderantes. El conocimiento del clima es indispensable para identificar las zonas de validez de las relaciones encontradas que cubren en general algunas de las zonas homogéneas delimitadas en la fase de regionalización anterior.

En la práctica, hay un vaivén entre los dos análisis.

El producto final es un mapa de isoyetas (o isopletas) interanuales en el cual vienen a agregarse las zonas pluviométricas (o climáticas) homogéneas delimitadas, estando cada una de ellas representada por un vector de índices mensuales y anuales. Permite efectivamente generar una serie cronológica mensual en cada punto del espacio estudiado.

#### **Ejemplo**

*Según el mapa de isoyetas, un punto recibe 570 mm de lluvia anual y pertenece a la región climática n° 3. Basta con multiplicar el vector pluviométrico de la región 3 por 0,570 para obtener una serie pluviométrica mensual probable del punto considerado.*

*Se procede de la misma manera en el caso de la ETP.*

Para generar una serie promedio en una cuenca vertiente, se deberán tener en cuenta los porcentajes de superficie ocupados por los diferentes vectores aunque también la lluvia promedio correspondiente a las regiones climáticas concernidas.

## 2.3. Aplicación a la cuenca del Mira

### 2.3.1. Características generales

El sistema hidrográfico del Mira está dividido entre el Sur de Colombia y el Norte del Ecuador pero el proyecto se interesa solamente en la parte superior de la cuenca, situada enteramente en el callejón interandino ecuatoriano (figura V-8).

En efecto, esa parte contiene todos los sistemas de riego y está cerrada por una estación hidrométrica cuyas observaciones son de buena calidad (FF. CC. Carchi).

La altitud de esa cuenca, de una superficie de 3.500 km<sup>2</sup>, varía entre 1.500 y 4.500 m, según los grandes valles principales bien dibujados (Chota, Ambi, Apaquí), a los cuales se agregan numerosos valles secundarios más o menos perpendiculares.

Está sometida evidentemente a la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, a aquella (bastante atenuada por la cordillera Occidental) de las masas de aire provenientes del Pacífico en cuya dirección está orientada, y a aquella (en parte bloqueada por la cordillera Oriental) de los Alisios del Sudeste durante el verano (julio-agosto).

No se deben tampoco olvidar los movimientos locales de masas de aire más o menos importantes según los valles, su profundidad, su ancho y su exposición.

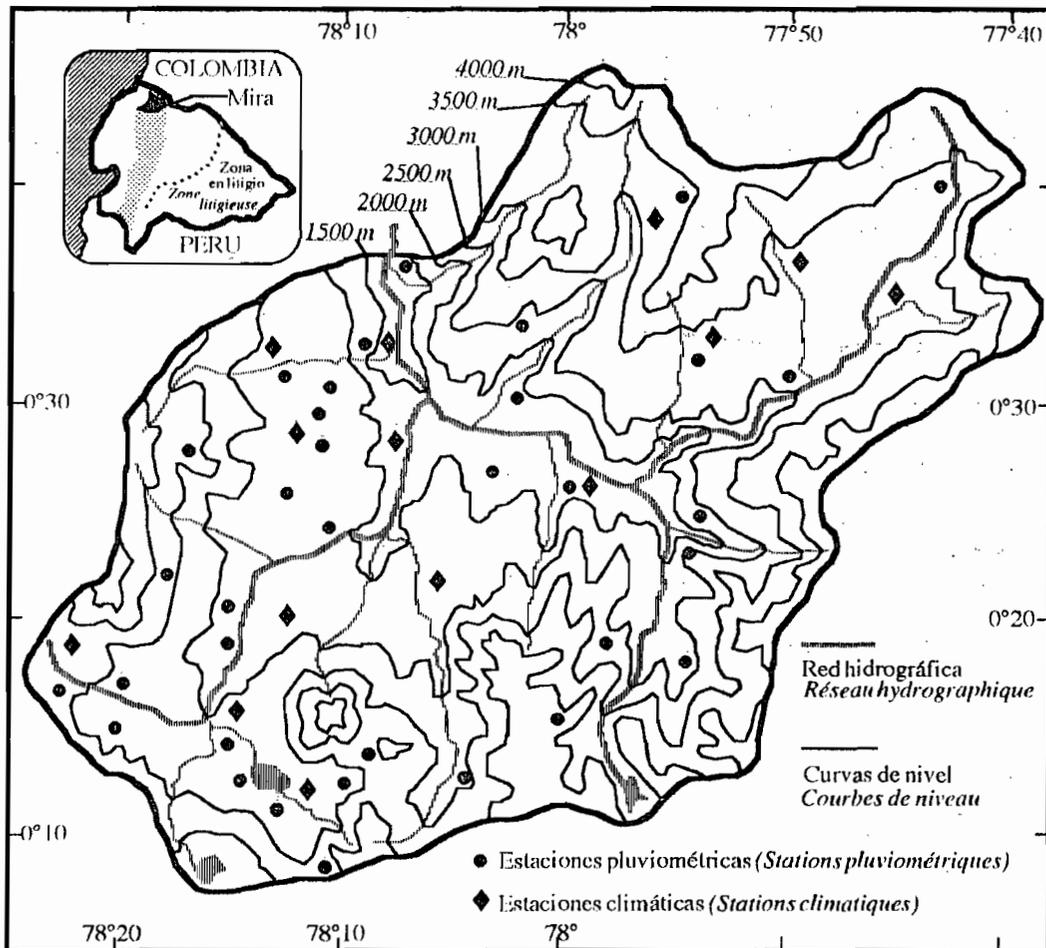


Fig. V-8  
Cuenca del Mira - Oro-hidrografía - Estaciones pluviométricas y meteorológicas

La combinación de esos diferentes fenómenos más o menos alterados por el relieve, genera un régimen pluviométrico bimodal, al que se ajustan los ciclos de cultivo.

El riego es utilizado como complemento para asegurar la producción de una región de vocación agrícola que exporta buena parte de su producción hacia Colombia.

#### CARACTERISTICAS DEL RIEGO EN EL MIRA

1	Superficie total de la cuenca	:	347.860	ha
2	Superficie inferior a 3.600 m <sup>2</sup>	:	298.055	ha (86 % de 1)
3	Superficie cultivada	:	149.220	ha (43 % de 1, 50 % de 2)
4	Superficie regada de la cual	:	50.340	ha (34 % de 3) en 293 perímetros por encima de los 2.700 m (lluvia/ETP de 970/1.025 mm por año)
		:	19 %	entre 2.300 y 2.700 m (lluvia/ETP de 795/1.165 mm por año)
		:	45 %	por encima de los 2.300 m (lluvia/ETP de 540/1.405 mm por año)
		:	36 %	de grandes propiedades o haciendas
		:	22 %	de propiedades medianas o fincas
		:	32 %	de pequeñas propiedades o minifundios
5	Riego tradicional	:	43.544	ha (86 % de 4)
6	Riego estatal	:	4.600	ha (09 % de 4)
7	Riego mixto	:	2.196	ha (05 % de 4)
8	Nº de sistemas de riego	:	279	
9	Longitud total de los canales	:	1.164	km
		:	9 %	revestidos
		:	91 %	tradicionales, de tierra
10	Caudal total derivado	:	26,2	m <sup>3</sup> /s
11	Población de la cuenca en 1982	:	295.185	habitantes
12	Población vinculada al riego	:	157.861	hab. (53 % de 11)

El caudal derivado (10) está destinado sólo al riego y no tiene en cuenta otros usos (agua potable, abrevaderos...) que representan únicamente un caudal de 1,3 m<sup>3</sup>/s.

Un sistema de riego típico o promedio se compone en general de un canal de tierra de 4 km de longitud que transporta un caudal de 75 l/s para regar 180 ha en las que se encuentran los tres tipos de propiedades.

Las haciendas predominan en los dos pisos extremos. En el piso frío, utilizan riego para mantener pastos de ganado y cultivar cebada y papa, mientras que en el piso subtropical, la caña de azúcar, la alfalfa y los cultivos de hortalizas ocupan las mayores superficies.

El piso templado está ocupado en su mayoría por los minifundios que practican un policultivo a base de la asociación maíz-fréjol.

#### 2.3.2. Homogeneización de las series pluviométricas

Desde 1987, se ha procedido a la recolección exhaustiva de los datos mensuales y anuales (manuscritos en su mayoría), en colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la Escuela Politécnica Nacional, ambos interesados en este estudio. Los datos han sido luego ingresados en computador en un formato propio de CLIMAN.

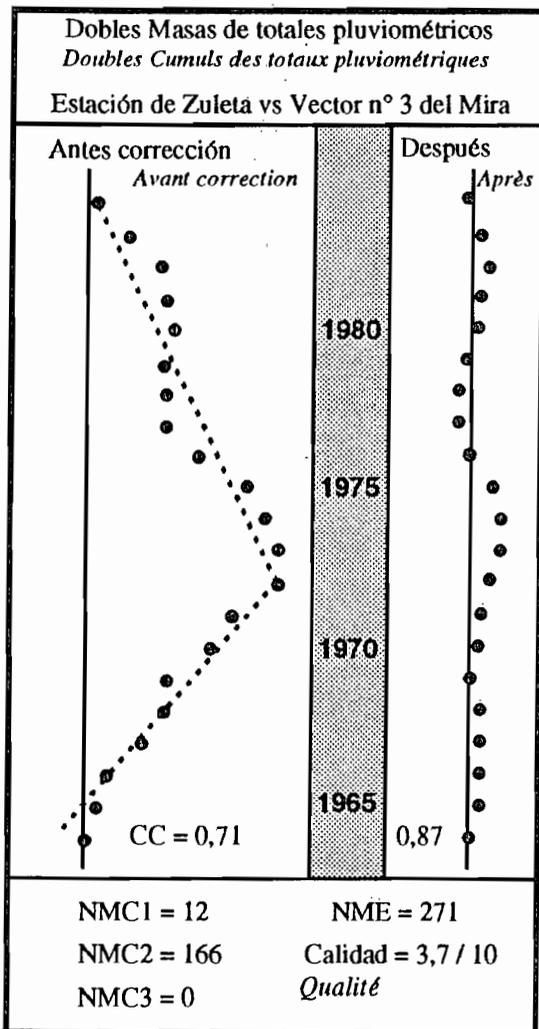
En el caso del Mira, 76 estaciones presentan un interés para el análisis climático: 65 están situadas en la cuenca misma y otras 11 en cuencas vecinas, permitiendo aprehender mejor la influencia de los Alisios del Sudeste y de las masas de aire provenientes del Pacífico.

En realidad, se escogieron sólo 54 estaciones — las demás presentan demasiados vacíos en las observaciones — que totalizan 1.059 años completos, es decir un promedio de 20 años por estación (1966-1985). Están agrupadas en función de sus períodos de observación y de su pertenencia a una misma zona homogénea. El grupo puede ser modificado y restringido durante la fase de homogeneización si se presenta una duda sobre la pertenencia a esa zona.

Los errores sistemáticos son detectados a nivel de cada grupo (inicialmente en los valores anuales y luego en los mensuales), mediante el estudio de las dobles masas estaciones-vectores y el análisis de los parámetros de detección proporcionados por CLIMAN. Dichos errores son entonces simplemente identificados (valores dudosos), corregidos (en casos de sustitución o desplazamiento de aparatos) o incluso suprimidos (valores incoherentes).

El diagnóstico es verificado mediante visitas al terreno, la lectura de fichas históricas de estaciones o una entrevista con los técnicos encargados del manejo de la red.

Una vez validado el diagnóstico, CLIMAN presenta en pantalla el aspecto de las dobles masas estación-vector antes y después de la corrección, en el formato que aparece en la figura V-9.



**Figura V-9 - Homogeneización de series cronológicas**

### Ejemplo de homogeneización

La estación 316 de Zuleta presenta una ruptura muy clara en 1972 debida a una confusión entre probetas, hecho que es confirmado por un informe del inspector y una visita a la estación.

De los 271 meses examinados (NME), 166 son corregidos pero quedan aún 12 meses dudosos en 2 años. No existen meses incoherentes.

El coeficiente de correlación estación-vector pasa de 0,71 a 0,87 después de la corrección.

A pesar de su calidad bastante mediocre, esta estación sigue siendo importante por la extensión de su período de observación (años completos desde 1963) y su posición alejada del centro.

De todas las estaciones, que comprenden 1.059 años de observación, se examinaron 11.599 valores mensuales de lluvia, de los cuales 192 son identificados como dudosos, 1.443 corregidos y 666 eliminados por incoherencia.

En promedio, ello representa una estación de 10 años de observaciones, que contiene 215 valores mensuales, de los cuales 4 son dudosos, 27 corregidos y 12 eliminados.

Las notas de calidad se reparten de la siguiente manera:

19 estaciones	tienen una nota de	10
8 estaciones	tienen una nota entre	9 y 10
6		8 y 9
6		7 y 8
2		6 y 7
2		5 y 6
11 estaciones	tienen una nota entre	0 y 5

Se obtiene entonces un 50 % de estaciones con una nota superior a 9. La corrección de períodos largos debidos en gran parte al cambio de emplazamiento de las estaciones es la responsable de las menores notas, a excepción de las 2 más bajas que corresponden a valores globalmente incoherentes.

Los resultados de las diferentes fases de diagnóstico, acompañados de los esquemas anteriores, son reunidos en fichas de estación que constituyen una mina de información para el INAMHI.

### 2.3.3. Relaciones lluvia-altitud

Durante la fase de homogeneización, el programa calcula nuevamente los valores interanuales de cada estación en función del período de cálculo del vector. Esos datos son utilizados evidentemente para la elaboración de las curvas lluvia-altitud.

La altitud es considerada como el factor preponderante de las variaciones climáticas, lo cual ya fue demostrado y explicado en el estudio sobre el altiplano cundiboyacense de Colombia.

Las relaciones lluvia-altitud son estudiadas subiendo por los valles principales desde la parte baja de las cuencas. Posteriormente, el interés se centra en los valles secundarios.

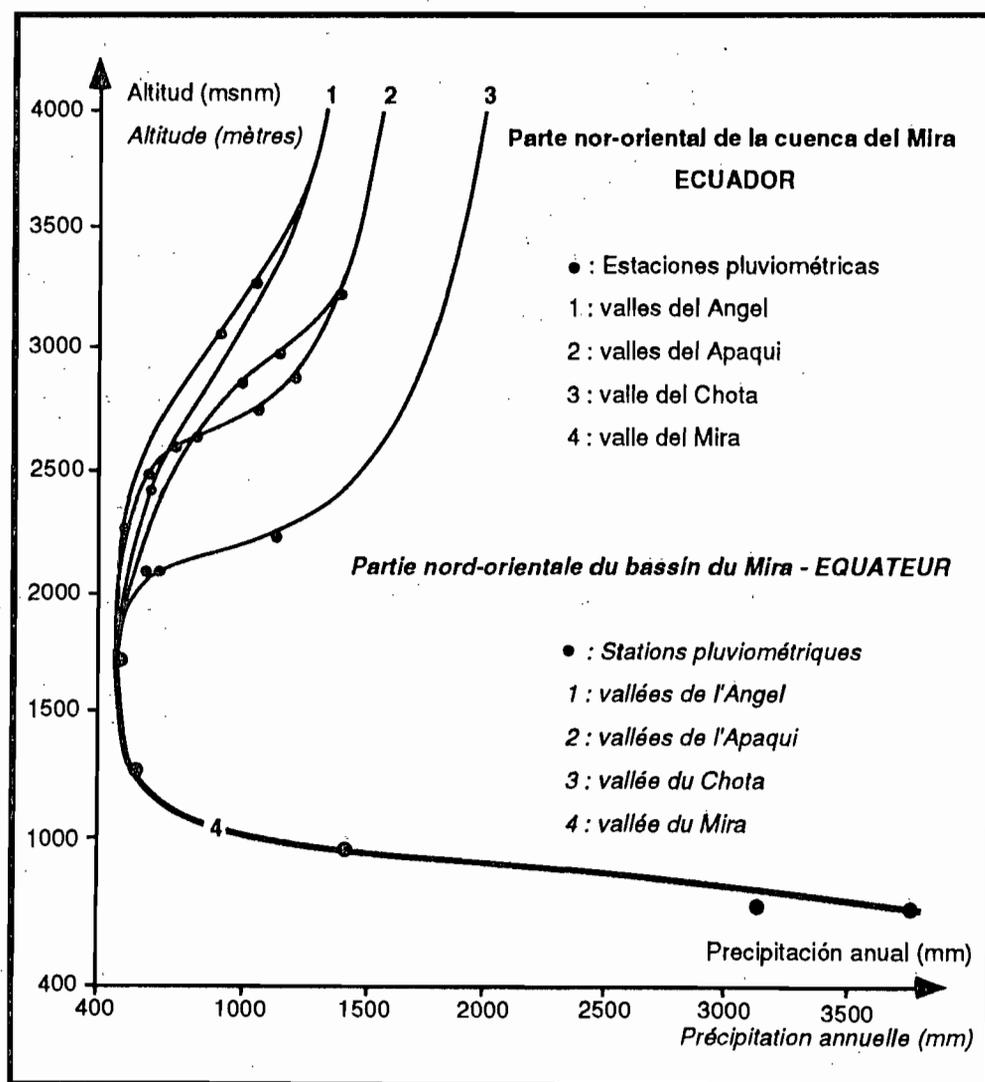


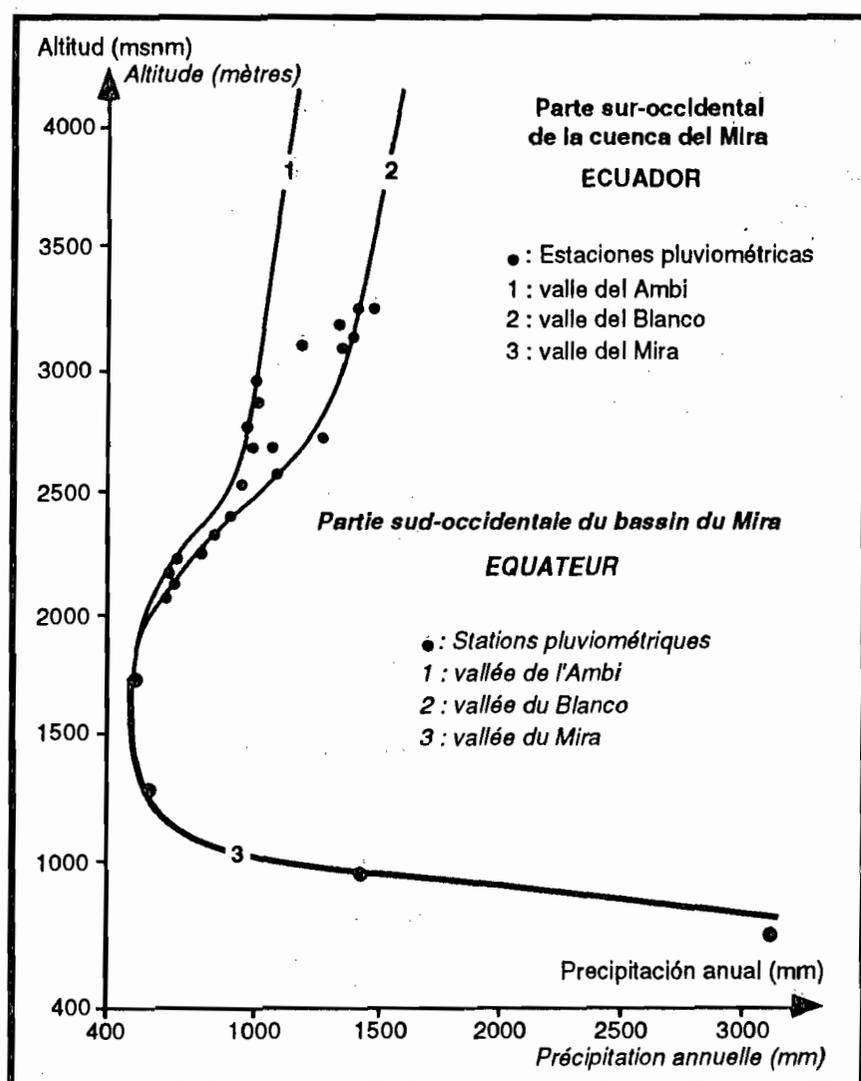
Fig. V-10a  
Cuenca del Mira - Parte nordeste - Relaciones lluvia-altitud

Este análisis debe acompañarse de un buen conocimiento del clima local y de la dirección general de las masas de aire. No se vacilará en tener en cuenta las características de la vegetación natural cuando la densidad de las estaciones es insuficiente o su distribución espacial inadecuada.

En el caso del Mira (figuras V-10a y V-10b), se llega a dos tendencias principales que corresponden a los tres grandes valles señalados en la descripción general de la cuenca hidrográfica, con variaciones de gradiente según los valles secundarios transversales.

La parte baja de la cuenca (valle del Chota) corresponde al mínimo pluviométrico (menos de 500 mm de lluvia por año). La parte este y norte de la cuenca (valle del Apaquí) contiene 4 curvas de igual tendencia pero desplazadas según los diferentes valles transversales (valles de El Angel en el presente caso).

La parte oeste y sudoeste (figura V-10b), que corresponde al valle principal del Ambi y a un valle secundario bastante importante (Blanco), está más protegida, por lo que soporta gradientes menos importantes.



La parte inferior de la curva (común a las 2 figuras) corresponde al flanco occidental de la cordillera y no hace parte de la zona de estudio.

Esta parte corresponde a la bajada del río Mira desde el callejón interandino hasta el piedemonte de la cordillera.

Dicha vertiente está bien expuesta a las masas de aire que provienen del Pacífico y que provocan gradientes pluviométricos importantes.

Si se extiende el análisis hasta las estaciones de la costa, se encuentra un máximo pluviométrico de 4000 mm de lluvia anual, alrededor de 700 msnm.

En Colombia, este máximo se encuentra frecuentemente entre 1200 msnm y 1800 msnm.

Fig. 10b  
Cuenca del Mira - Parte oeste y sudoeste - Relaciones lluvia-altitud

En los dos casos, se observará que, por encima de los 3.000 m, las curvas no son muy exactas en razón de la falta de estaciones. Fueron trazadas teniendo en cuenta curvas calculadas en cuencas vecinas y la vegetación natural (gracias a la ayuda del botánico C. Huttel).

La superficie situada por encima de los 3.000 m ocupa alrededor del 30 % de la superficie total de la cuenca y recibe la mayor parte de la lluvia.

Todo error en los totales pluviométricos de la zona acarrearán entonces imprecisiones aún mayores en el cálculo de los recursos hídricos.

Estas curvas permiten trazar con precisión las isoyetas promedio anuales valle por valle (ver figura V-11).

### 2.3.4. Regionalización

El módulo de regionalización de CLIMAN utiliza los archivos de datos corregidos. Luego de la fase de homogeneización, sólo quedan 48 estaciones cuya calidad se considera suficiente. Estas son agrupadas según la proporcionalidad de sus respectivos valores (anuales y luego mensuales), tratando de constituir regiones climáticas en las cuales el coeficiente de correlación promedio entre estaciones y vector sea cercano o superior a 0,9.

Se utilizan las curvas lluvia-altitud son utilizadas para resolver el problema.

Una vez constituidos los grupos, se trazan los límites de zona teniendo en cuenta el relieve. En caso de que la baja densidad de las estaciones no permita un trazado exacto, se utilizan los factores del medio natural (vegetación por ejemplo) para definir un límite probable.

#### Coefficientes de correlación mensuales y anuales entre estaciones pluviométricas y vectores correspondientes

Los coeficientes promedio de cada grupo constan debajo del número de región.

nº Regiones	nº Estaciones	coef. mensuales	coef. anuales	nº Regiones	nº Estaciones	coef. mensuales	coef. anuales
nº 1 <b>0,87</b> <b>0,88</b>	306	0,82	0,87	nº 6 <b>0,90</b> <b>0,91</b>	021	0,92	0,92
	305	0,89	0,84		053	0,89	0,90
	059	0,91	0,89		317	0,90	0,92
	308	0,87	0,91		328	0,89	0,90
nº 2 <b>0,91</b> <b>0,91</b>	084	0,91	0,94	nº 7 <b>0,97</b> <b>0,95</b>	525	0,89	0,86
	103	0,86	0,83		001	0,99	0,98
	303	0,94	0,92		322	0,96	0,95
	102	0,89	0,94		323	0,87	0,92
nº 3 <b>0,88</b> <b>0,93</b>	083	0,89	0,94	329	0,96	0,94	
	307	0,88	0,94	330	0,99	0,99	
	324	0,87	0,91	331	0,98	0,98	
	nº 4 <b>0,89</b> <b>0,91</b>	304	0,90	0,94	332	0,99	1,00
310		0,85	0,93	333	0,99	0,99	
314		0,91	0,91	334	0,97	0,93	
315		0,91	0,88	875	0,99	0,84	
nº 5 <b>0,91</b> <b>0,90</b>	105	0,86	0,89	nº 8 <b>0,89</b> <b>0,93</b>	085	0,87	0,93
	110	0,93	0,95		100	0,89	0,95
	316	0,89	0,84		104	0,89	0,94
	319	0,91	0,91		301	0,88	0,93
	320	0,94	0,92		302	0,86	0,91
	321	0,89	0,91		311	0,93	0,95
	526	0,94	0,94		312	0,94	0,93
	604	0,90	0,87		313	0,91	0,97
			571	0,92	0,93		
			603	0,83	0,86		

El tratamiento de las 48 estaciones restantes desemboca en la constitución de 8 grupos homogéneos y por lo tanto de 8 vectores.

Se constata primeramente que se ha alcanzado el objetivo fijado, puesto que el menor coeficiente de correlación promedio es de 0,87.

El grupo 1 obtiene los resultados más bajos. Sólo dos estaciones pertenecen a la cuenca propiamente dicha; las otras dos están situadas un tanto más arriba, en una cuenca vecina dividida por la frontera con Colombia y en una vertiente orientada hacia el Norte. Las 4 estaciones están dispersas y son insuficientes como para definir un vector más representativo.

Para el grupo 3 se obtienen resultados medianos, pero el vector de esa región es calculado solamente en base a 3 estaciones (valor límite) bastante alejadas.

Se observará en cambio la buena homogeneidad del grupo 7, del cual la mayoría de estaciones forman parte de un valle secundario (río Blanco) en el que el INAMHI maneja una gran cuenca vertiente experimental.

Las estaciones son más numerosas que en otras partes, bastante concentradas y mejor observadas puesto que 8 de ellas obtienen una nota de calidad de 10.

En ese grupo, sólo dos estaciones presentan coeficientes inferiores a 0,9: la estación 323 en correlación mensual y la estación 875 en correlación anual.

En la primera, 76 meses son corregidos y 12 meses eliminados, lo cual deja flotando una cierta duda en cuanto a la calidad de los datos; la segunda posee el período más corto de observación (6 años), lo que da poca significación al valor de su coeficiente de correlación.

Finalmente, la estación 332 no tiene en realidad un coeficiente de 1 sino de 0,997.

De manera general, se observa que los resultados obtenidos dentro de cada grupo son tanto más desiguales cuanto menor es el número de estaciones.

Las zonas menos homogéneas, en las que los fenómenos climáticos son más complejos, son también, desafortunadamente, las que menos estaciones poseen.

*Los límites de las regiones pluviométricas pseudo-proporcionales representadas en la figura V-11 están trazados en función de los grupos constituidos y teniendo en cuenta los límites altitudinales y los accidentes de relieve que separan a los diferentes valles.*

#### **Las regiones 8, 4 y 6**

corresponden a la parte baja de los tres valles principales (Chota, Apaquí y Ambi) separados por estrechamientos muy marcados (entre 8 y 4 y entre 8 y 6) o por líneas de cresta importantes (entre 4 y 6).

#### **La región 5**

corresponde a la parte superior del valle del Ambi separado de la cuenca inferior por el volcán Imbabura. Estos accidentes de relieve modifican la circulación de las masas locales de aire y el impacto de los fenómenos climáticos continentales.

#### **Las regiones 1, 2, 3 y 7**

están separadas de sus regiones vecinas por un límite altitudinal. Están bien expuestas a las precipitaciones provocadas por el ascenso de las masas locales de aire y pueden estar sometidas igualmente a la influencia de las cuencas vecinas (influencia amazónica en la región 3 por ejemplo).

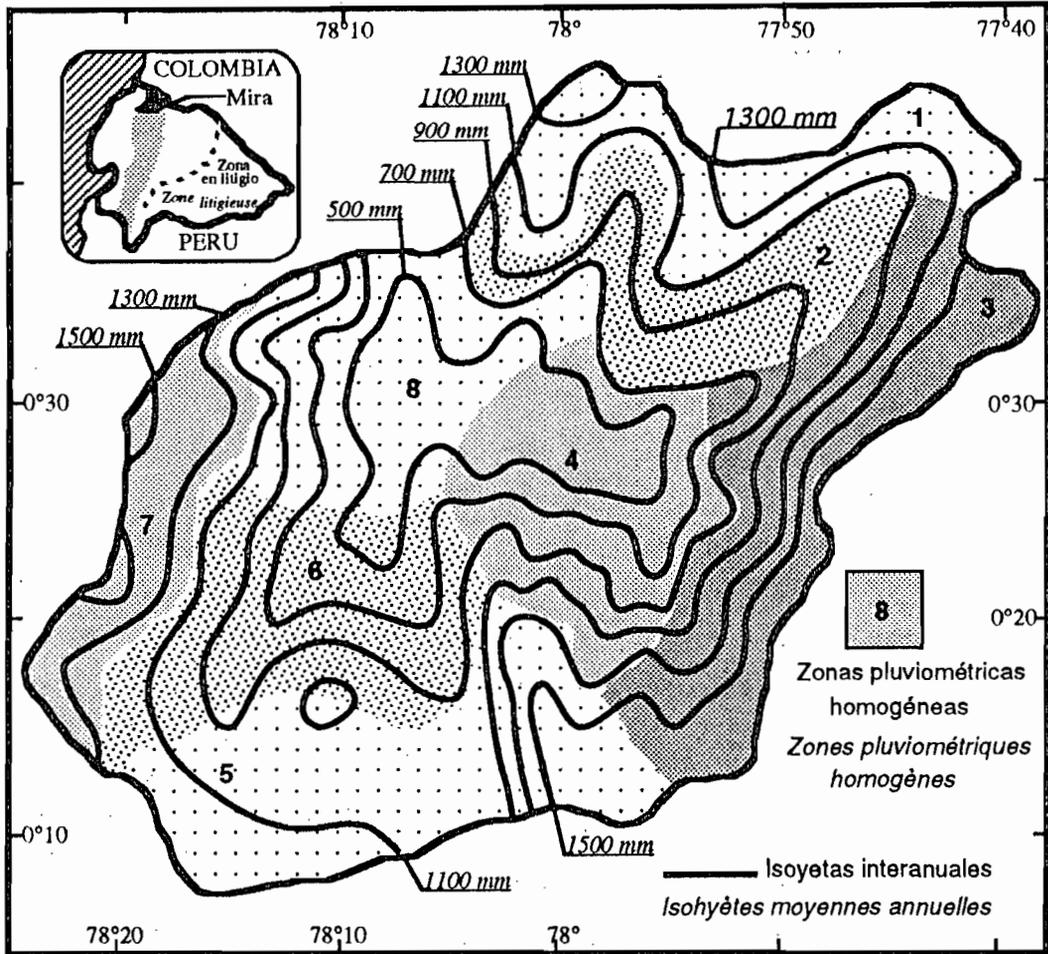


Fig. V-11

**Cuenca del Mira - Isoyetas promedio anuales - Zonas pluviométricas pseudo-proporcionales**

Según el análisis de las series mensuales representativas de cada región (vectores generados para el período 1965-1985), se constata primeramente que la organización cronológica de las lluvias anuales no difiere esencialmente de una región a otra.

Se encuentran algunas constantes:

años de precipitaciones (**muy**) elevadas: 69, 70, 71, **74**, **75**, 82, 84  
años de precipitaciones (**muy**) escasas: 67, 73, **77**, **78**, 79, 85

Se observará la poca influencia del Niño en la cuenca del Mira: el año 1983, que corresponde a un Niño excepcional, no presenta valores superiores al promedio salvo en algunas estaciones.

Existe una cierta diferencia en los coeficientes de variación ( $CV = \text{desviación estándar} / \text{promedio}$ ) en función de la altitud.

Los menores CV (de 0,15 a 0,17) se encuentran en las regiones más altas (nº 1, 2, 5 y 7) mientras que se elevan a 0,22 - 0,23 en los fondos de valle (regiones 4, 6 y 8). Presentan un valor mediano (0,20) en la región intermedia nº 2.

Esta diferencia es en cambio más marcada a nivel de la repartición estacional de las precipitaciones (régimenes pluviométricos).

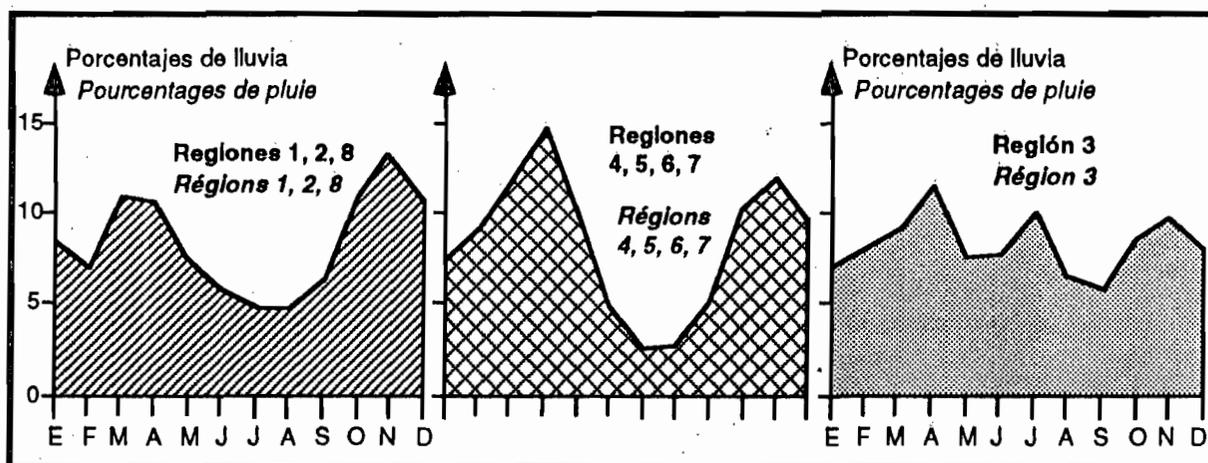


Fig. V-12

Cuenca del Mira - Repartición mensual de las precipitaciones en las 8 regiones pseudo-proporcionales

Las vertientes expuestas al Sur-Sudeste (1, 2 y 8) tienen una pluviometría mayor durante la segunda estación de lluvias (octubre-noviembre, diciembre) cuando la Zona de Convergencia Intertropical vuelve a subir hacia el Norte.

Sucede exactamente lo contrario en el caso de las vertientes expuestas al Norte (4, 5, 6 y 7) que poseen una primera estación de lluvias (marzo-abril-mayo) más fuerte, cuando la Zona de Convergencia Intertropical desciende.

La región 3 muestra claramente la influencia de los Alisios del Sudeste que logran pasar la barrera que constituye la cordillera. Prácticamente no tiene estación seca y recibe más lluvia en el mes de julio que en el mes de noviembre.

Se puede llevar el análisis de los vectores mucho más lejos, y ello se realizará una vez analizadas completamente todas las cuencas (lluvia y ETP), pero por el momento ese no es el objetivo del proyecto.

## 2.4. Los vectores y su utilización en el proyecto INERHI-ORSTOM

### 2.4.1. Regionalización de la ETP

El vector es utilizado igualmente para la regionalización de la ETP según la metodología descrita anteriormente. Los datos climáticos de base fueron homogeneizados mediante los métodos del vector y de las simples masas.

En el caso del Mira, el segundo método es suficiente para detectar y corregir los errores sistemáticos.

Después de la comparación con las medidas de los tanques de evaporación en 7 estaciones, nuestra elección recayó en la fórmula de Penman cuyos coeficientes fueron modificados y adaptados según los resultados obtenidos en el altiplano colombiano.

Las relaciones entre ETP y altitud ponen en evidencia 3 curvas distintas, y la regionalización mediante el vector desemboca en 3 regiones pseudo-proporcionales. En los dos casos, los 3 grupos concuerdan con y corresponden a los 3 valles principales.

Las correlaciones entre estaciones y vectores son en cambio inferiores a las encontradas en el análisis pluviométrico (coeficientes mensuales promedio de 0,88, 0,84 y 0,88 respectivamente).

Sin embargo, la comparación entre los valores observados en las estaciones y los calculados mediante los vectores muestra diferencias mínimas.

#### **2.4.2. Para el cálculo de las necesidades actuales**

Superponiendo los mapas de regionalización climática obtenidos (del tipo de la figura 4) y los mapas de delimitación de los perímetros regados, es sumamente fácil asociar a cada perímetro un valor promedio de lluvia o de ETP (isolíneas) y los vectores correspondientes.

Estas informaciones son llevadas al banco general del riego en donde figura una descripción exacta de la infraestructura de transporte y de distribución (longitud, pendientes, eficiencia, etc.) y de los perímetros (sistemas de producción, características hidrodinámicas de los suelos, superficies equipadas y regadas, etc.), establecida en base a las demás operaciones del proyecto.

En base a ese banco de datos, las necesidades actuales son calculadas por perímetro para cada mes del período para el que se han generado los vectores.

Tales cálculos desembocan en la evaluación de las dotaciones necesarias en función de los riesgos que se está dispuesto a correr: satisfacción de las necesidades un año de 2, tres años de 4, etc.

Los resultados son comparados con las concesiones legales y los caudales realmente derivados (que pueden ser diferentes) para establecer un primer diagnóstico sobre la movilización del agua de uso agrícola.

#### **2.4.3. Para la estimación de las necesidades futuras**

En numerosos casos, los sistemas de producción se han adaptado a los recursos hídricos disponibles (volumen y frecuencia de riego). Su evolución hacia sistemas más intensivos depende entonces en parte de una mejor distribución de tales recursos.

El proyecto procedió a la modelización de la economía agrícola en los espacios regados a fin de detectar los efectos de una rehabilitación de los sistemas de riego en la evolución de los sistemas de producción de las superficies regadas. Esa modelización, realizada mediante el programa GAMS del Banco Mundial, permite simular diversas situaciones plausibles de evolución según los objetivos perseguidos.

Por otro lado, las superficies aún no regadas pero potencialmente regables son también caracterizadas, sobre todo desde el punto de vista climático (valores promedio anuales de lluvia y de ETP y vectores asociados).

Los resultados de la simulación agro-económica proporciona esquemas de evolución en los perímetros regados y de incorporación al riego de superficies potenciales, que son introducidos en el banco de datos globales a fin de evaluar las necesidades de agua futuras según los diversos esquemas escogidos.

#### **2.4.4. Como parámetros de entrada de un modelo lluvia-caudal**

Los vectores y sus regiones son utilizados igualmente para ajustar un modelo de transformación lluvia-caudal en cuencas hidrológicamente homogéneas. Los límites de zonas deberían permitirnos aprehender mejor el impacto de los diferentes regímenes climáticos en el recurso agua a fin de calcular un vector promedio por cuenca que tenga en cuenta exactamente los diferentes impactos.

Se están efectuando pruebas en 3 cuencas vertientes controladas por estaciones hidrométricas y en las cuales influyen varias zonas climáticas, utilizando primeramente los datos observados en las estaciones según el método clásico y haciendo luego intervenir los vectores con sus zonas de impacto.

Las mejores correlaciones entre climas (lluvia, ETP) y caudales mensuales se obtienen con los vectores, pero aún no son satisfactorias (alrededor de 0,6) en razón de poca confiabilidad de los datos hidrométricos que requieren una minuciosa verificación.

#### **2.4.5. Para el cálculo de los recursos disponibles en las tomas**

A cada toma de agua corresponde una cuenca vertiente. Cada una de las tomas es identificada por su pertenencia a una cuenca hidrológicamente homogénea y por su posición en la red hidrográfica, gracias a una codificación lineal que permite determinar los caudales derivados aguas arriba y el impacto de la toma aguas abajo.

La cuenca vertiente se caracteriza por su superficie, sus valores promedio anuales de lluvia y de ETP y los vectores promedio correspondientes.

Una vez terminado el ajuste definitivo del modelo de transformación lluvia-caudal, es factible estimar los caudales disponibles (mes por mes y año por año) a nivel de cada toma, y simular los cambios propuestos por la simulación agro-económica, a fin de apreciar su factibilidad.

## **2.5. Otras utilizaciones posibles**

### **2.5.1. Diagnóstico de la red**

La metodología adoptada en la cuenca del Mira permite analizar las estaciones de la red según 3 criterios: la calidad de la observación, la repartición altitudinal y la distribución espacial.

Las curvas lluvia-altitud muestran claramente la falta de estaciones por encima de los 3.000 m. Los grupos 1, 2 y 3 tienen muy poca consistencia por la ausencia de estaciones; en ciertos casos, para elaborar el vector, fue necesario introducir puestos pluviométricos pertenecientes a cuencas vecinas. En el grupo 7, las estaciones están demasiado localizadas en la cuenca vertiente experimental, lo cual determina una falta de precisión en el trazado de los límites de la región.

En el fondo de valle (región 8 principalmente) en cambio, otros organismos (públicos o privados) han instalado estaciones climáticas para mejorar el manejo de los grandes perímetros de cultivo de caña de azúcar.

En algunos casos, dichas estaciones cumplen la misma función que ciertas estaciones del INAMHI, por lo que este último podría retirar ciertos puestos pluviométricos recientes (107 y 902) o muy mal observados (603) para reequilibrar la red hacia las regiones señaladas.

Estas recomendaciones prácticas y precisas podrán ser completadas con criterios más elaborados de manejo de la red (densidad mínima según el tipo de región) cuando se disponga de datos más completos sobre las demás cuencas del callejón interandino, a fin de proponer una óptima red de observación.

### **2.5.2. Clasificación y caracterización climática**

Casi siempre, la clasificación climática a nivel de un país está basada en el análisis de estaciones llamadas representativas; en efecto, es casi imposible tener en cuenta todas las estaciones dado su gran número y las variaciones puntuales que presentan.

Desgraciadamente, pocas veces se demuestra la representatividad espacial de las estaciones escogidas.

La regionalización climática tiene la ventaja de delimitar espacios dentro de los cuales el vector generado proporciona una representatividad cifrada (correlaciones entre vector y estaciones). Es por ello un instrumento interesante para elaborar una clasificación climática precisa.

Si se estima que el número de vectores generados es aún demasiado elevado, es posible pasar al cálculo de vectores de segundo orden, de la misma manera que antes, para obtener una diferenciación más marcada.

Se desembocará entonces en una clasificación menos fina, pero a menudo suficiente. Se puede igualmente repetir la operación varias veces para llegar a los grandes tipos de clima.

La prueba efectuada en el Mira permite agrupar las 8 regiones originales en 3 categorías:

- las regiones 1, 2 y 8 con coeficientes de correlación promedio mensuales y anuales de 0,94 y 0,93 respectivamente;
- las regiones 4, 5 6 y 7 con coeficientes de 0,93 y 0,90;
- la región 3, aislada.

Así, se encuentran nuevamente los grupos establecidos a nivel de los regímenes pluviométricos.

## 2.6. Conclusion

Aunque falta todavía profundizar los conocimientos de la lluvia en Ecuador, los elementos de evaluación de las pluviometrías presentados anteriormente permiten, sin duda alguna, una aproximación regional suficiente como para elaborar sin error importante la pre-factibilidad de proyectos de desarrollo. Para calcular las obras definitivas, se necesitará estudios locales que completen la información.

Es decir que, en termino general, todas las metodologías utilizadas para conocer el valor de los parámetros pluviométricos de una región (aún las más modernas que permiten un reagrupamiento óptimo de las estaciones en base a zonas homogéneas), van a necesitar de una muy buena información sobre periodos largos, sobre todo si se trata de estimar las frecuencias altas.

Por eso, es necesario mantener una red estable de estaciones de medición. Pero cuando la red es recientemente instalada (como ocurre a veces en países en vía de desarrollo), es factible (en cierto grado) mejorar las series cronológicas de corta duración con la extensión espacial de la información al interior de una zona homogénea para posteriormente utilizar el método de los "estación-años".

Por lo tanto, si en una estación dada, una lluvia de frecuencia  $F$  (decenal por ejemplo) tiene una probabilidad de ocurrencia promedio de un año sobre diez, este resultado no es válido a nivel de una región, en donde la misma lluvia de frecuencia decenal podrá ocurrir en varios sitios el mismo año.

Esta observación es aún más válida en la zona intertropical y en Ecuador en donde, a partir de masas de aire con sus características propias de temperatura y humedad (cf. artículo IV), los aguaceros excepcionales provienen mas que todo del aumento de la actividad convectiva que depende de condiciones estrictamente locales y aleatorias por supuesto.

Entonces, si el número de estaciones aumenta (si la densidad de la red crece), existen mayores posibilidades de observar dicho evento.

Todo lo anterior conlleva a la constatación siguiente : para redes de instalación reciente, es necesario tener en cuenta los criterios de representatividad espacial de las estaciones para solamente conservar una cobertura espacial mínima optimizada. La supresión de estaciones deberá estudiarse cuidadosamente en este caso.

La racionalización de la red se justifica plenamente cuando la red es bastante densa y que existen estaciones suficientemente antiguas.

En el marco del proyecto INERHI-ORSTOM (Riego tradicional en los Andes ecuatorianos), se ha podido apreciar la importancia de un buen conocimiento preliminar de las principales características del clima (lluvia y ETP) para establecer diagnósticos a nivel de perímetros y de sistemas muy dispersos en el espacio.

El método del vector regional permite responder a esa necesidad.

El algoritmo utilizado (vector de Y. Brunet-Moret) y el programa asociado (CLIMAN) son instrumentos prácticos y eficaces para homogeneizar las series cronológicas mensuales (casi todos los errores detectados fueron confirmados en las visitas de campo). Permiten igualmente delimitar zonas pseudo-proporcionales representadas por vectores que son luego utilizados para calcular necesidades y recursos en todo punto del espacio, lo cual corresponde a los objetivos fijados por el proyecto.

Por supuesto, quedan aún mejoras por realizarse sobre todo a nivel de las relaciones que caracterizan a una zona homogénea. En efecto, el coeficiente de correlación no es un indicador totalmente confiable de la pseudo-proporcionalidad de las series cronológicas dentro de una misma región, pues tiende a sobreestimar las relaciones entre vectores y estaciones en presencia de valores extremos muy marcados.

El índice utilizado por el programa MVR (vector de G. Hiez) ha sido probado en 14 estaciones de las islas Galápagos y allí tampoco los resultados son convincentes. Por el momento, la distinción entre regiones pseudo-proporcionales requiere aún un cierto conocimiento del medio.

Sin embargo, la metodología propuesta ofrece otras posibilidades, expuestas aquí rápidamente y que deberían generalizar su aplicación sobre todo en los medios andinos en donde las variaciones climáticas son particularmente importantes debido al relieve sumamente contrastado.

## ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

- BOULET, J.; LE GOULVEN, P.; POUPON, H., 1984.  
Metodologías aplicadas, in *Estudio integrado del Altiplano cundiboyacense*, Ediciones del IGAC, Bogotá, 437 p., 17 fig., 20 cuad., 9 anexos.
- BRUNET-MORET, Y., 1979.  
Homogénéisation des précipitations, in *Cahiers ORSTOM*, serie Hydrologie, Vol. XVI, nº 3 y 4, p. 147-170.
- CADIER, E.; POURRUT, P.; CRUZ, R. & al., 1978.  
*Estudio hidro-meteorológico e hidro-geológico de la cuenca del río Esmeraldas y del Norte ecuatoriano*, MAG-ORSTOM, Quito, 2 vol.
- CADIER, E.; POURRUT, P., 1979,  
Inventaire et détermination des données nécessaires à l'utilisation rationnelle des ressources en eau dans le cadre d'une planification globale des ressources naturelles renouvelables. L'expérience de l'Équateur, in *Cahiers ORSTOM*, serie Hydrologie, Vol. XVI, nº 3 et 4, p. 171-207.
- HIEZ, G., 1977.  
L'homogénéité des données pluviométriques, in *Cahiers ORSTOM*, serie Hydrologie, Vol. XIV, nº 2, p. 129-172.
- LE GOULVEN, P.; GARCIA, R., 1980.  
*Proposición metodológica de un estudio climatológico para el desarrollo, ejemplo del Altiplano cundiboyacense*, IGAC, Bogotá, 15 p. poligr.
- LE GOULVEN, P.; RUF, T.; RIBADENEIRA, H., 1987.  
*Méthodologie générale et détails des opérations du projet INERHI-ORSTOM*. INERHI-ORSTOM, Quito, 06/87, 91 p. + ann. (francés, español).
- LE GOULVEN, P., 1987.  
*Caracterización climática, metodología de la operación D3*, INERHI-ORSTOM, Quito, 20 p. poligr.
- LE GOULVEN, P., 1988.  
*El vector YBM, resumen metodológico; programas V1, V2, V3, manual del usuario*, INERHI-ORSTOM, Quito, 10/88, 14 p.
- LE GOULVEN, P.; SEGOVIA, A.; ALEMÁN, M., 1988.  
*Banque des données climatiques mensuelles (pluie, évaporation, température, insolation, humidité relative, vent) pour l'ensemble du réseau (un peu plus de 900 stations)*.
- LE GOULVEN, P.; ALEMÁN, M.; OSORNO, I., 1988.  
*Homogeneización y regionalización pluviométrica por el método del vector regional*, ponencia V Congreso Ecuatoriano de Hidráulica, Quito, 23-26/11/88, p. 59-83, (español, francés).
- LE GOULVEN, P.; ALEMÁN, M., 1990.  
*Logiciel CLIMAN (Climatic Monthly Analysis) de traitement des données contenues dans la banque climatique, écrit en langage FORTRAN*.