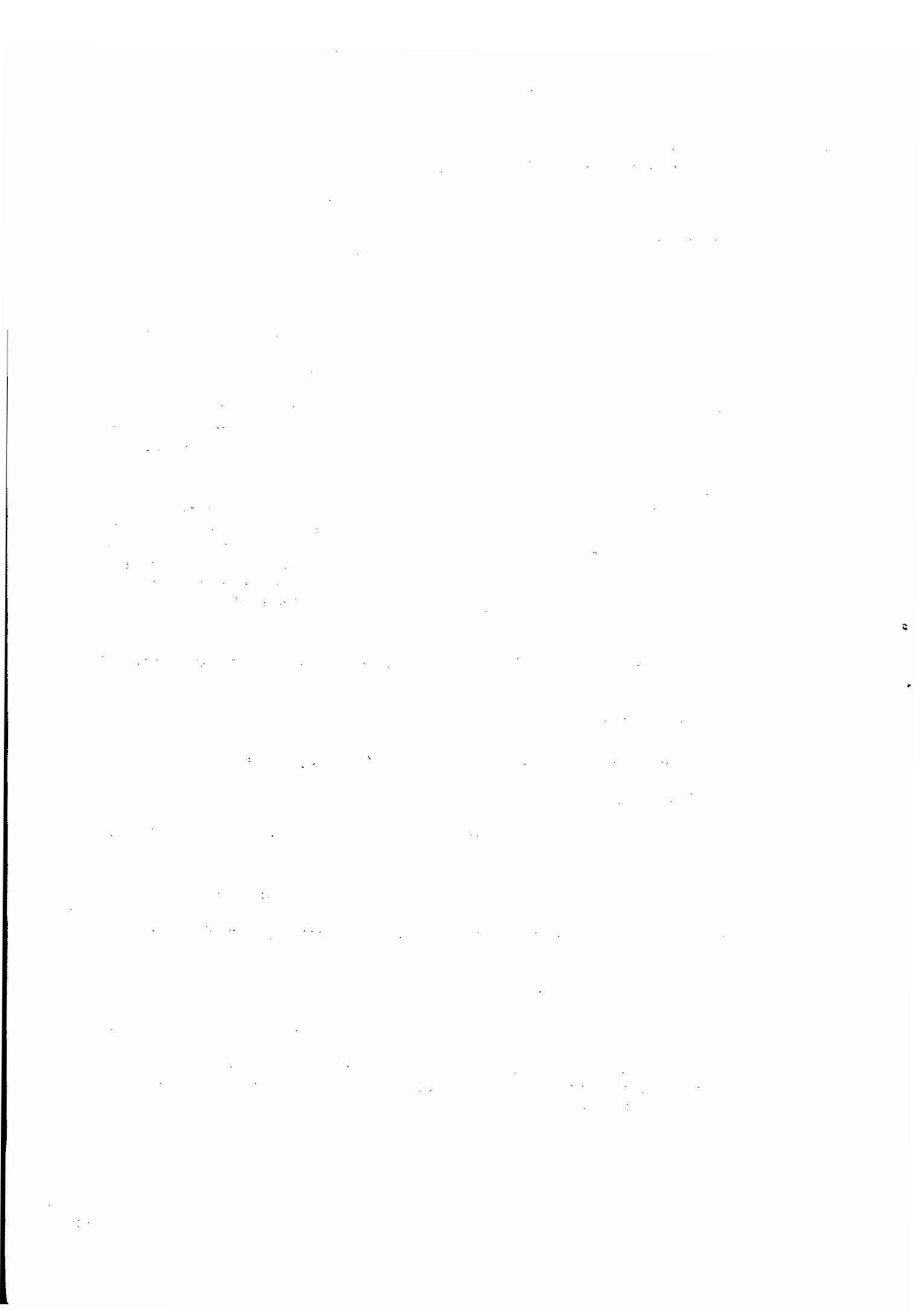


# **PRESENTACION DEL PROYECTO INERHI-ORSTOM**

por P. Le Goulven <sup>\*</sup>, T. Ruf <sup>\*\*</sup>, H. Ribadeneira<sup>\*\*\*</sup>

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.





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.



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)





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)**



- 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.



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.











## **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 hidroluviométrica
- 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 Erosion 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 —

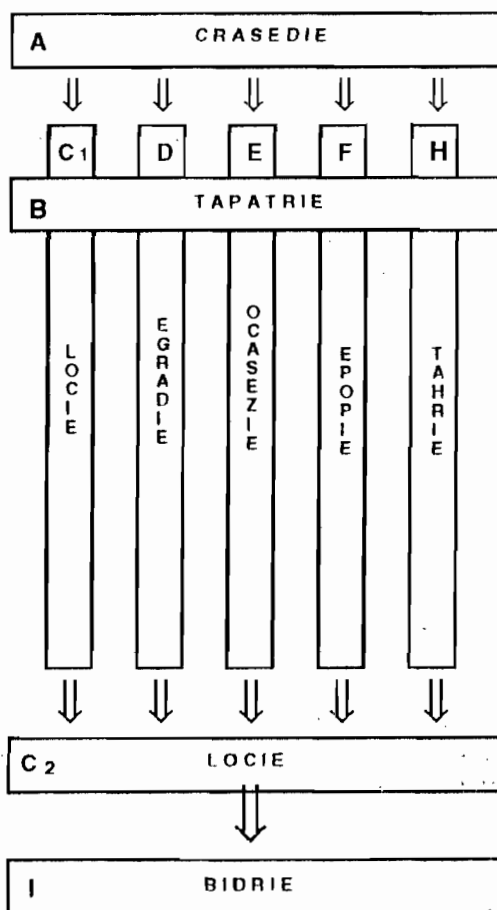
- H<sub>1</sub> Elaboración de un catálogo sobre juicios de agua y de un banco de datos por cuenca con el resumen de cada juicio.
- H<sub>2</sub> Evaluación del desarrollo espacial del riego desde la colonización hasta hoy en día, de las etapas de construcción de las acequias y de los cambios en la propiedad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