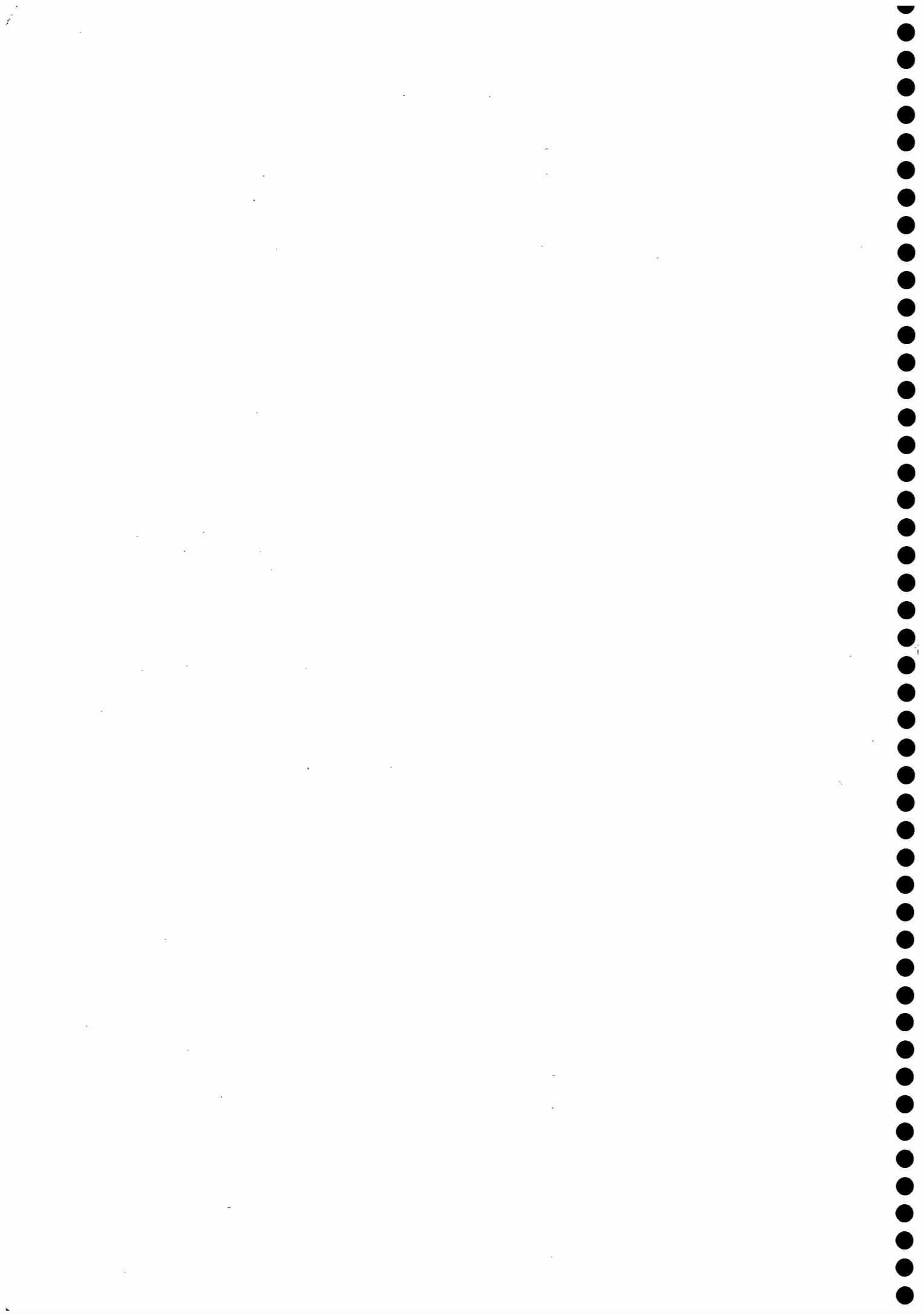


PRESENTACION DEL PROYECTO INERHI-ORSTOM

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 km² 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
Total superficie agrícola	6.188	22,0	100,0
Selvas y páramos	21.994	78,0	100,0

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 m³ 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 km² 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 —

- A₁** Delimitación de las zonas climáticamente secas y su estructuración en red de unidades hidráulicas (cuencas vertientes unitarias)
- A₂** 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 —

- B₁** Delimitación exacta de las ZARI representativas, trazado de la infraestructura, esquema de funcionamiento, selección de perímetros y parcelas a estudiarse
- B₂** Trabajos multidisciplinarios a nivel de la ZARI (conjunto de acequias y perímetros)
- B₃** Trabajos multidisciplinarios sobre las unidades de uso del suelo y las explotaciones
- B₄** Trabajos multidisciplinarios sobre las parcelas

OPERACION C

Localización, Organización y Caracterización del Riego Ecuatoriano — LOCIE —

- C₁ Localización y organización estructural, en base a la documentación existente y a datos obtenidos por foto-interpretación
- C₂ 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 —

- D₁ Caracterización hidroclimática preliminar, análisis de los datos básicos, constitución de archivos operacionales
- D₂ Cálculo de las demandas teóricas y confrontación con la realidad
- D₃ Evaluación de los recursos de agua por modelización hidropiuviométrica
- D₄ 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 —

- E₁ Metodología del diagnóstico sobre la repartición del agua en las ZARI e investigación sobre el mejoramiento de los turnos de agua
- E₂ Dinámicas agrarias en torno a los acondicionamientos hidro-agrícolas (perspectivas históricas)
- E₃ Determinación de las producciones agrícolas actuales y potenciales en cada ZARI
- E₄ Evaluación *ex-post* de un proyecto público de riego; comparación con una situación vecina « fuera de proyecto »
- E₅ Establecimiento de cuentas macro-económicas por ZARI

OPERACION F

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

- F₁** Caracterización hidrodinámica de los diferentes tipos de suelo por tratamiento de muestras en laboratorio.
- F₂** 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 —

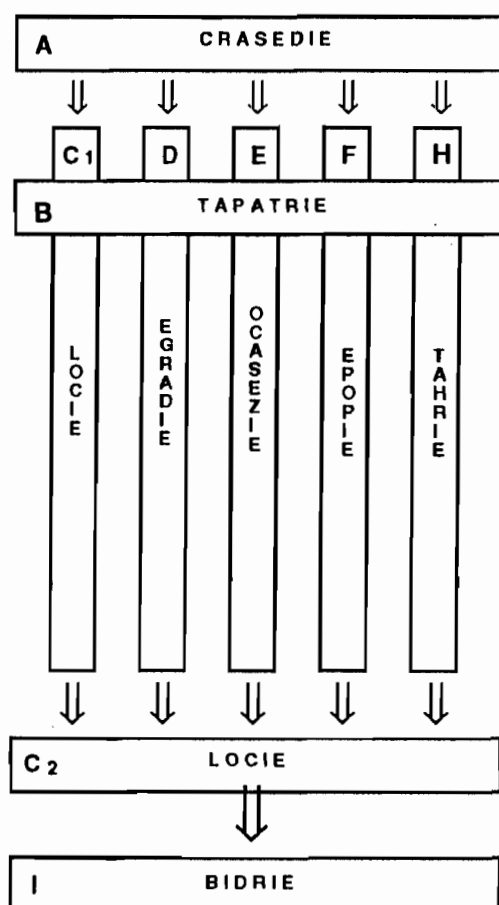
- H₁** Elaboración de un catálogo sobre juicios de agua y de un banco de datos por cuenca con el resumen de cada juicio.
- H₂** Evaluación del desarrollo espacial del riego desde la colonización hasta hoy en día, de las etapas de construcción de las acequias y de los cambios en la propiedad de las aguas.

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 (C₁) 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 C₂ 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.