

ADM-699

Microsystem - MOP_DGA



DISCURSO INAUGURAL

SEGUNDAS JORNADAS DE TRABAJO

PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL

" GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS Y MEDIO AMBIENTE "

**PRESIDENTE
COMITE REGIONAL SUR
RAMON DAZA HURTADO**



21, 22 y 23 DE OCTUBRE 1992.

SALUDO PROTOCOLAR

Sr. Intendente Región del Bío-Bío, abogado don Adolfo Veloso.

Sr. Rector Universidad de Concepción, abogado don Augusto Parra.

Sr. Representante del Presidente del Comité Chileno para el Programa Hidrológico, Ing. don Andrés Benítez.

Sr. Representante del Programa Hidrológico Internacional de Uruguay, Don Gabriel Arduino.

Sr. Representante del Programa Hidrológico Internacional de Bolivia, don Edgar Salas.

Autoridades Civiles, Militares y Universitarias,

Señoras, Señores y Amigos.

PALABRAS DE BIENVENIDA

Reciban todos Uds., un afectuoso y fraternal saludo de bienvenida, de parte del Comité Organizador de este Seminario.

COMITE REGIONAL SUR

A nombre del Comité Regional Sur del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional y en mi condición de Presidente del mismo, me es muy grato manifestar a Uds., que vuestra presencia en estas Jornadas sobre Gestión de los Recursos Hídricos y Medio Ambiente, constituye motivo de singular orgullo y particular significación, no sólo para los Organizadores de este Seminario, sino para toda la Comunidad de la Región del Bío-Bío, por cuanto se logra concretar la responsabilidad de la Organización entregada al Comité Regional a comienzo del presente año.

De esta manera y pese a su corta vida, el Comité Regional Sur, cumple uno de sus principales objetivos que se concibieran al momento de su constitución en el mes de abril de 1991, cual es, aportar un pequeño grano de arena, para construir lo que hemos llamado, la gran "Obra de Conciencia y Compromiso" para el cuidado, utilización, protección y conservación del Ambiente, que debe asumir cada habitante de esta Región, de tal manera que los hijos de esta tierra nuestra, tan rica y generosa, puedan disfrutar de los beneficios que debería reportar el desarrollo, cuando se planifica bajo una concepción equilibrada del crecimiento económico, la sustentabilidad ambiental y la equidad social y natural, de tal forma de asegurar la sobrevivencia de las generaciones actuales y futuras, en un ambiente, sino libre de contaminación, al menos en niveles controlables, fuera de límites perniciosos.

Sin duda alguna, el desarrollo así concebido, no es cosa fácil, al contrario, requiere a mi juicio de un esfuerzo sin parangón histórico, por cuanto exige, insoslayablemente, la participación de toda la Comunidad y requiere obligatoriamente del reconocimiento y búsqueda de soluciones para la superación de múltiples problemas y conflictos, muchos de los cuales, han permanecido por largo tiempo, en la más absoluta indiferencia.

En consecuencia, la gestión de los recursos hídricos y medio ambiente, a mi modo de entender, pasa a ser prioritariamente, una gestión de conflictos, de conciliación de intereses colectivos e individuales y necesariamente de una gestión de entendimiento entre los distintos agentes en conflicto.

No obstante y sin desmedro de la concepción anterior, es necesario, en términos de gestión ambiental y de los recursos hídricos, hacer clara distinción de la separación que naturalmente existe entre lo práctico y lo teórico, de modo tal que, soñando escenarios ideales, nos aproximemos a soluciones óptimas, dentro de lo real y razonablemente posible.

Esta reflexión, en ningún caso debe interpretarse como una limitante para la búsqueda de soluciones ideales, al contrario, debe constituir un estímulo permanente para las autoridades, investigadores, especialistas, servidores públicos y comunidad en general.

Aplicando las ideas y conceptos anteriores a la realidad de nuestra Región del Bío-Bío, podemos afirmar inequívocamente que:

- a) Existen abundantes recursos naturales de los cuales destacan, entre otros, por su majestuosidad, importancia histórica, cultural, económica y social, el río Bío-Bío y el Lago Laja.
- b) Existe un incomparable recurso humano, que incluye grupos étnicos indígenas de un pasado histórico y contenido cultural único en el mundo.
- c) Existe una riqueza forestal, pesquera, minera y turística, que da a la Región del Bío-Bío un rol protagónico de vanguardia en relación al resto de las Regiones del país.
- d) Existen Instituciones de Educación Superior de prestigio a nivel mundial, entre las cuales destaca, obviamente, esta casa de estudios (Universidad de Concepción).
- e) Actualmente se desarrolla un proyecto intergubernamental en Ciencias Ambientales entre el Gobierno de Chile e Italia, sin precedente en la historia científica de este país, me refiero al Proyecto EULA - Chile.
- f) Y como si fuera poco, además esta Región, ha sido tierra rica y generosa en hijos ilustres, héroes nacionales, poetas, artistas e intelectuales.

No obstante a pesar de ser nuestra región tan poderosa en recursos naturales, historia y cultura, es inevitable asumir la gestión y la convivencia, en un ambiente inherente, abundante de conflictos entre los distintos sectores e intereses, —entiéndase riego, energía, agua potable, forestal, agrícola, industrial, etc., etc.—, cuya superación requiere de una conciencia, compromiso, voluntad y entrega incondicional, con la causa del respeto por el medio ambiente y fundamentalmente respeto por el ser humano, independientemente de su condición circunstancial social, cultural o de otra naturaleza.

Entre los conflictos, por considerarlo un antecedente realmente conmovedor, viene al caso citar, los altísimos índices de pobreza existentes en la Región, entregados por el último Censo de Población y Vivienda.

En consecuencia, ante tal realidad Regional, es menester asumir una conducta solidaria, de disposición al cambio y fundamentalmente, de voluntad para lograr el entendimiento de los distintos actores en la búsqueda de las soluciones a los problemas que nos quejan, evitando prejuicios derivados de perspectivas particulares, muchas veces basadas en escenarios hipotéticos y condicionados que privilegian intereses particulares por sobre el interés público, que escapan a la realidad práctica y conllevan a la polémica ciega, interesada y mezquina, más que a contribuir a dar respuesta al drama que vive un buen número de la población.

Amigas y Amigos, en este contexto de ideas y realidades, a nombre del Comité Regional Sur y de la Comunidad de la Región del Bío-Bío, los invito humildemente a hacer de este Seminario, un símbolo de compromiso y entendimiento entre los distintos actores que actúan en el ámbito Regional y Nacional, contribuyendo de esta manera a crear un ambiente cada vez mejor, libre de conflictos y sus consecuencias muchas veces contaminantes y flagelos del mundo contemporáneo, entendiéndose por ello los conflictos. "En resumen los invito a ser lección de vida".

Finalmente y antes de terminar, es mi deber hacer un público reconocimiento a nuestros Auspiciadores, Patrocinadores, Colaboradores, miembros del Comité Regional y a todos aquellos que han hecho posible iniciar este magno evento.

Muchas Gracias.

SEGUNDO DISCURSO

CEREMONIA DE INAUGURACION

SEGUNDAS JORNADAS DE TRABAJO

PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL

" GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS Y MEDIO AMBIENTE "

**REPRESENTANTE DEL PRESIDENTE
CONAPHI**

ING. SR. ANDRES BENITEZ

Don Gustavo Manríquez, Director General de Aguas y Presidente del Comité Chileno del Programa Hidrológico Internacional se ha debido ausentar del país por motivos profesionales y me ha solicitado que lo represente en estas Jornadas de Trabajo en las cuales estaba sumamente interesado en participar por ser su impulsor, junto al Comité del Programa Hidrológico Internacional.

Estimo necesario hacer una breve reseña sobre lo que representa en el mundo el Programa Hidrológico Internacional.

Hoy día todos tenemos conciencia de la importancia que tiene el agua en el desarrollo económico y social de los pueblos. Pero esta conciencia no era tan clara hace medio siglo, especialmente en los países no desarrollados, es más, en muchos de ellos prácticamente no existían redes de controles hidrometeorológicos.

Las Naciones Unidas, a través de la Organización Meteorológica Mundial, decidió instruir programas de asistencia técnica para establecer o aplicar las redes hidrometeorológica de los países y realizar los estudios pertinentes.

Chile fue elegido como país piloto para llevar a cabo un programa con ese fin el que se denominó "Programa Hidrometeorológico de Chile para la aplicación y mejoramiento de la red de estaciones hidrométricas e hidrometeorológicas". Dicho proyecto tuvo como contraparte a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, a la Dirección Meteorológica del Ministerio de Defensa y a la Empresa Nacional de Electricidad S.A. de Corfo, los que constituyeron un Comité Coordinador.

Dicho proyecto tuvo una duración de cuatro años y medio y abarcó el período 1960 - 1964. De esta forma nuestra red hidrométrica meteorológica tuvo un gran auge y los servicios meteorológicos e hidrométricos se duplicaron en cantidad de instrumentos y mejoraron su calidad. Dicho proyecto abarcó todo el país desde Arica a Punta Arenas.

Proyectos similares se llevaron a cabo en numerosos países de los cinco continentes.

Indudablemente que el establecimiento de Servicios y redes hidrometeorológicas era un primer paso para resolver los problemas del agua, que cada vez eran más apremiantes.

Era necesario efectuar estudios de evaluación del recurso hídrico, de las crecidas, de las sequías, etc., de todos aquellos fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la humanidad y cuyo conocimiento es indispensable para el desarrollo económico de los países. Era necesario perfeccionar los conocimientos básicos del ciclo hidrológico del mundo y fomentar el buen manejo del agua.

Por este motivo las Naciones Unidas, a través de la UNESCO, lanzó un programa mundial para llevarse a cabo durante un período de 10 años, que se denominó Decenio Hidrológico Internacional que se llevó a efecto en el período 1965 - 1974. Chile se adhirió a él desde el primer momento, creando el año 1965 el Comité Chileno del Decenio Hidrológico Internacional, el cual fue integrado por todos los Organismos Públicos, Privados y Universitarios interesados en la problemática del agua. Debe señalarse que fue el primero que se creó en América.

Su labor consistió en formular un programa que incluía estudios y proyectos referentes a todos aquellos aspectos meteorológicos, fluviométricos, de erupción, etc., que eran de interés e importancia para el país. Es por ello que debido a su poderosa influencia se empezó a dar importancia al estudio de la Hidrología, incluyéndola como asignatura en las carreras de Ingeniería Civil que se impartían en las Universidades de Chile y Católica.

Como era lógico, 10 años de estudios no eran suficiente para llegar a cometidos concluyentes, si el cometido de estos diez años de estudio e investigación querían ser dirigidos hacia el establecimiento de un programa completo para el buen manejo del recurso agua, era necesario crear un nuevo ente institucional que continuara la labor del Decenio Hidrológico Internacional.

Es así como la Conferencia General de UNESCO del año 1974, creó un Consejo Intergubernamental cuya responsabilidad era crear un Programa Hidrológico Internacional de duración indefinida para definir prioridades y supervisión de los programas. El mandato entregado al P.H.I. fue desarrollar una capacidad científica y técnica tal que permitiera un manejo racional del recurso tanto en calidad como en cantidad, así como formar a nivel nacional técnicos capacitados para enseñar y manejar el recurso agua.

En los últimos años, junto a estos aspectos relacionados con el agua se ha desarrollado la conciencia que es indispensable, no sólo usar el agua sino conservarla en calidad, es así como desde hace relativamente pocos años se ha empezado a hablar de la necesidad de proteger el medio ambiente y por ello la UNESCO, ha creado otro programa dedicado a este fin, que es el M. A. B.

No quiero cansarles explicando el desarrollo del programa durante estos 17 años que tiene de vida el P.H.I., así como la labor realizada por el actual Comité, continuación del organizado durante el Decenio Hidrológico Internacional.

Solamente indicar que el programa de acción se ha dividido en fases de 5 años, al final de cada una se elabora el programa para los 5 años siguientes.

Actualmente nos encontramos en la IV Fase que abarca el período 1990 - 1995, durante la cual los esfuerzos del P.H.I. se concentran en tres objetivos principales:

- Promover la investigación hidrológica respecto del medio ambiente.
- Utilizar los recursos hídricos con el fin de obtener un desarrollo sustentable.
- Perfeccionar la educación, el entrenamiento y la transferencia de conocimientos y de la información pública.

El Comité Chileno ha querido adherirse a los objetivos de esta IV Fase y al mismo tiempo ha deseado que en las regiones participen en las actividades del Comité. Es así como el año pasado se celebraron en La Serena las 1ras. Jornadas de Trabajo que versaron sobre "Uso y Conservación de Recursos Hídricos".

Este año se eligió esta hermosa ciudad para que tuvieran lugar estas Segundas Jornadas que estamos seguros van a tener gran éxito por la calidad y capacidad de los profesionales que integran el Comité Organizador.

A nombre de Don Gustavo Manríquez y del Comité Chileno del P.H.I. deseo felicitarles de todo corazón por la labor realizada así como quiero agradecer muy sinceramente, el apoyo brindado por todos los organismos que han patrocinado y auspiciado este evento y sin cuya ayuda, difícilmente se habrían podido celebrar estas Jornadas.

**" GESTION INTEGRADA DE
LOS RECURSOS
HIDRICOS "**

POLITICAS DE GESTION INTEGRAL DE AGUAS Y POLITICAS ECONOMICAS

por Axel Dourojeanni*

1. La formulación de políticas hídricas en los países de la región

Los debates sobre la necesidad de reformular políticas así como mejorar los sistemas de gestión de los recursos hídricos han vuelto a la actualidad en América Latina y El Caribe luego de 25 años desde que se iniciara la fiebre por la planificación u ordenamiento de los recursos hídricos. La formulación de planes de aguas fue iniciada por Venezuela, donde en 1968 se publicó el primer plan. El interés nacional en los planes duró hasta mediados de 1983, siendo 1970 la década mas importante en materia de planificación de los recurso hídricos.^{1/}

Durante 1980 los gobiernos no pudieron efectuar avances notables en materia de aguas. Como descargo debe recordarse que, por otro lado, en los últimos 10 años los recursos para construir grandes obras hidráulicas fueron en gran parte suspendidas por la crisis económica de los 80, salvo en algunos sectores como el de hidroenergía que continuaron con la ejecución de planes previamente aprobados y financiados.

Las inversiones en abastecimiento de agua potable y saneamiento, a pesar de los evidentes logros producto de la década del agua potable y saneamiento ambiental, no lograron en muchas ciudades llevar el ritmo del crecimiento poblacional producto de las migraciones del campo a la ciudad, como en el caso de Lima, Perú.^{2/}

El efecto de los fenómenos extremos, como las sequías, no son mas que un presagio de los que se viene dentro de muy poco tiempo en algunas ciudades con abastecimiento deficiente. Las inundaciones afectan también a mayor cantidad de pobladores e infraestructura. Todo esto implica la necesidad de reactualizar y modernizar los sistemas de gestión de agua dentro de políticas de gobierno que faciliten esta tarea.

Es sintomático que los fenómenos naturales extremos como las sequías que han afectado la generación de energía hidroeléctrica, el riego y el abastecimiento del agua potable; y las inundaciones que han destruido gran cantidad de infraestructura vial, urbana y agrícola así como el creciente aumento de la contaminación; que entre otros ha facilitado la propagación de una de las mayores epidemias de cólera del presente siglo en América Latina (ver Recuadro 1); ha vuelto a generar conciencia de la importancia que tiene el agua en el entorno y la vida del hombre y en su crecimiento económico.

A lo anterior se suman los profundos cambios en las políticas de gobierno, que en la década setenta privilegiaban la estatización y en cambio en los noventa privilegian la privatización. Ello obliga a que los gobiernos busquen nuevas formas de gestión del agua reasignando roles a sus dependencias y al sector privado.

La diferencia en estos momentos es que ya no se prioriza ni la planificación ni la estatización como la panacea a todos estos problemas como se hacia en los años 70. Esto se debe, entre otros, a que se ha perdido fe en esta forma de actuar, no por que la planificación no sea necesaria en el

*Director de la División de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL. Las expresiones vertidas son de su exclusiva responsabilidad. Casilla 179-D, Santiago de Chile, 21 de Octubre 1992.

Recuadro 1

Estadísticas del cólera en América Latina

País	1991		1992	
	Casos	Muertes	Casos	Muertes
Perú	285 438	2 730	183 070	653
Bolivia	128	10	19 248	339
Brasil	326	3	17 055	213
Ecuador	40 465	623	29 563	193
Guatemala	2 534	40	12 963	189
Panamá(1)	924	22	2 846	70
Venezuela	-	-	2 117	47
México	2 107	27	3 855	42
El Salvador	810	33	6 966	41
Colombia	10 258	145	2 158	23
Argentina	-	-	451	15
Honduras	5	-	282	13
Nicaragua(1)	1	-	1 461	12
Chile	41	2	71	1
Belize	-	-	29	1
Suriname	-	-	12	1
Guyana Francesa	-	-	11	1
Costa Rica	-	-	8	-
Total	343 037	3 625	282 166	1 854

Fuente: Organización Mundial de la Salud (1) Health Ministry 21/9/92 [Last report, WR-92-27].

campo del agua, como en cualquier otro campo de inversiones en infraestructura, si no por que perdió fuerza por no subordinarse al servicio de un sistema de gestión eficiente.^{3/}

Existe conciencia e interés a nivel público y privado de la importancia de mejorar los sistemas de gestión del agua tendiendo a que sean "integrales" por lo menos a nivel de cada sistema o subsistema hídrico. Se promueve además que es necesaria la coordinación entre las múltiples instituciones que intervienen en la gestión de los recursos hídricos en cada país.

También se acepta que la actividad privada es necesaria para administrar los abastecimientos de cada demanda (servicios de agua potable, hidroenergía, recreación, riego, piscicultura y otros) pero que se requiere el concurso coordinado de los usuarios y del estado para manejar la oferta de agua así como proteger el medio ambiente.

También se entiende que las políticas de agua deben ser concordantes con las políticas económicas de los países, que hoy en gran parte son orientadas a una economía social de mercado. Además se espera que sean concordantes con sistemas de gobierno democráticos y en gran parte descentralizados y regionalizados.

Por último se espera que alguien se preocupe de que todo esto se alcance dentro de un proceso que asegure la equidad social, económica y ambiental. Esta aspiración, fácil de expresar en pocas palabras, requiere aplicar una serie de procedimientos de gestión para llevarla a cabo ^{4/}.

Teniendo estos antecedentes, sucintamente expuestos, es posible diseñar políticas. Para realizar esta tarea es necesario partir por definir que es una política en general, cuales son sus contenidos y que elementos las caracterizan. Uno de los aportes del presente trabajo es contribuir a definir que es y que debería contener una política de aguas para conferirle dicha categoría.

2. Las políticas como expresión de voluntad de materialización de acciones

En un reciente debate sobre recursos hídricos uno de los asistentes decía "El problema de la legislación con relación al tema del agua no es la problemática central ... ahora bien el problema de las políticas sí que es importante ... el problema de fondo es la falta de política".

Estas declaraciones ilustran uno de los variados enfoques y el valor que se le confiere al término "política", término que tiene múltiples interpretaciones y que, para algunos, parecería tener la virtud de solucionar, con solo disponer de alguna "política", todos los conflictos de una sociedad.

Algo como decir "...si se contara con una (una sola; nunca dos, tres o cuatro) la situación sería distinta: las leyes se cumplirían, las organizaciones funcionarían, se obtendrían recursos económicos, y, en fin, todo andaría bien".

El autor de la declaración, como muchos otros, no manifiesta que tipo de orientación debería, a su juicio, tener tal política, ni que instrumentos (otro término conflictivo) se requieren para que se sigan dichas orientaciones. Aparentemente solo le basta que se fije "una política" para estar satisfecho dejando tácito que la existencia de una política sería mejor que no disponer de ninguna o seguir con la política vigente.

Se ha presentado este ejemplo para alertar al lector sobre las variadas acepciones y usos que tiene el término "política" en español. En inglés existe una diferenciación entre politics y policy que no se tiene en español por lo que se debe explicitar a que se refiere su uso. También el ejemplo sirve para demistificar el valor que se le da al hecho de que con solo tener "una política" se tiene resuelto el problema, sin definir que debe contener este término que parece ser mágico para muchos oradores.

Según la Enciclopedia Hispánica la palabra política procede del griego y se asocia esencialmente al arte de gobernar la polis o ciudad-estado.^{5/} La enciclopedia señala que "en su acepción más general, la política se refiere al fenómeno de ejercer el poder. Bajo este enfoque el concepto de política se define en tres sentidos básicos: Como lucha por el poder, como conjunto de instituciones por medio de las cuales se ejerce el mismo y como reflexión teórica sobre su origen, estructura y razón de ser".

El término política está por lo tanto esencialmente asociado al gobierno de estado - aún cuando a veces se habla también de "política empresarial" como una forma de expresar el sistema de gobierno de una firma privada - la cual puede ser ejercido en forma directa; es decir realizando directamente acciones; o en forma indirecta, es decir induciendo el accionar de otras personas vía la aplicación de "instrumentos de política". En la práctica el disponer de una política no vendría más que ser el primer o segundo paso (según como se interprete el término como politics o policy) que se tiene que dar para gobernar.

Lewis A. Froman en la Enciclopedia Internacional de Ciencias Sociales amplía y aclara las connotaciones expresadas al declarar que el término "política", en el idioma español, tiene al menos dos significados muy distintos entre sí:^{6/}

"Por una parte, el término política ha significado muy a menudo la forma de actuación, la pauta decisoria (por ejemplo "la política de este organismo es responder a las demandas de tal y tal forma"). En este sentido, el concepto respondería a las preguntas: ¿cómo actuar en este caso? y ¿cuáles son las pautas y sus procedimientos?. Es lo que podríamos denominar política administrativa." En términos del idioma inglés este enfoque se referiría al mismo contenido del término policy. Para algunos autores corresponde a lo que se puede catalogar como política de ejecución e inclusive como plan de acción.

"Por otra parte, con frecuencia el término política se identifica con un programa formal, refiriéndose de forma específica al contenido de lo que se está haciendo y no necesariamente a como se hace. En este sentido, la política responde a las preguntas ¿qué se hace en tal caso? y ¿qué tipo de problemas se plantean?". Es lo que en el idioma inglés se catalogaría como politics. Para algunos autores correspondería a lo que se puede catalogar como políticas de intención.

En la misma enciclopedia se agrega que "los estudios sobre política gubernamental-es decir la política de los gobiernos-emplean a menudo ambos significados; no solo se ocupan de lo que hacen los organismos gubernamentales, sino también de como lo hacen; no solo del contenido de su programa y su historia sino también de su gestión. La forma en que se realiza un programa afectará ciertamente a su contenido y a sus resultados. No obstante conviene diferenciar cuidadosamente los dos significados, ya que se refieren a cuestiones analíticamente distintas.

Cuando se estudian las políticas de un país con relación a la gestión de los recursos hídricos se deben distinguir por lo tanto:

Las políticas de intención, y
Las políticas de ejecución.

Sí, por ejemplo se lee en un informe que en una determinada región, "las políticas tienden a que la gestión del agua sea efectuada con fines de uso múltiple" no está claro si ello es por que sólo hay una declaración formal al respecto (política de intención), o si es porque efectivamente hay procedimientos establecidos para hacerlo (política de ejecución).

Los estudios de política analizan ambas situaciones pero no suelen distinguirlas.

En el primer caso, las políticas de intención, sirven para conocer qué declaraciones existen en materia de lo que se planea ejecutar, qué se supone que deben hacer los organismos gubernamentales en materia de políticas y cuál es el contenido de sus programas.

En el segundo caso, las políticas de ejecución, las preguntas que responde son sobre cómo aplican las políticas, qué sistema de gestión se utiliza y qué tipo de opciones y dificultades se presentan al aplicar las políticas y cuáles son los resultados obtenidos.

En la misma referencia se confirma que, al realizarse investigaciones, pocas veces se distinguen las acepciones conferidas al término "políticas", siendo que cada una de las acepciones se refieren a cuestiones analíticas distintas.

El análisis de las políticas de intención generalmente abarca cuatro aspectos: *historicidad*, cuyo valor sólo es importante si sirve para determinar tendencias; *descriptividad*, que requiere un juicio

para incluir o excluir ciertos datos basado en criterios explícitos; *legalidad*, o la historia del carácter jurídico de la legalidad lo cual debe ser acompañado de su relación con la estructura social, económica y política, las personalidades de los políticos y los factores organizativos que expliquen las diferencias entre el efecto de unas políticas y otras para explicar porqué, bajo un mismo sistema legal cambia la efectividad de las políticas; y, la *normatividad*, más bien referida a las normas valorativas o patrones con que se juzga si una política es o no buena para quien la evalúa.

El análisis de políticas de ejecución es mucho mas complejo. Busca determinar causas y efectos, es decir a interpretar relaciones entre variables con el fin de derivar teorías y líneas de acción. Requiere una aproximación rigurosa que se integra a la formalidad de las ciencias construyendo sus teorías basándose en proposiciones empíricas y análisis del comportamiento de variables. También busca la adopción de tipologías y categorías (por ejemplo, según los temas que abarcan, la institución que la aplica, el período en que se aplicó, el grado de consenso que tuvo, los efectos positivos o negativos que tuvo en la población y los ámbitos donde se aplicó).

Disponiendo de relaciones causa-efecto entre las variables es posible manipularlas y controlarlas en los procesos de gestión a cargo de los políticos. *Gran parte de este texto tiende precisamente a establecer este tipo de relaciones con el fin de orientar los procesos de gestión de recursos hídricos.* Lo que se trata es de dar herramientas a los gestores del agua y a los políticos para tomar decisiones.

3. Las características de las políticas de recursos hídricos

Según Irving Fox no hay un consenso respecto de lo que debe entenderse por "política de recursos hídricos".^{7/} Sin embargo el mismo autor indica que las políticas de recursos hídricos pueden caracterizarse por tres aspectos que determinan cómo se manejan y utilizan estos recursos dentro de una determinada sociedad.

- i) las reglas básicas,
- ii) los principios de organización, y
- iii) los procedimientos fundamentales.

Fox no define que implica cada una de estas características. Solo pone ejemplos para cada una de las tres. Así, considera que las reglas básicas se pueden referir a temas como la asignación de derechos de agua y de prioridades de uso (si los hubiera) y otros principios semejantes.

A su vez un ejemplo de principios de organización podría ser el de estipular en una política de aguas que "a nivel de cada cuenca se tendrá un solo organismo corporado, formado por los usuarios y el estado, con amplias atribuciones y autonomía para dirigir complejos programas de recursos hídricos con propósitos múltiples y regionalmente integrados". Es decir que como parte de la formulación de políticas de agua se debe considerar la forma como se va a organizar el sistema de gestión para llevarlas a cabo.

Los procedimientos fundamentales se refieren a los conductos, pasos o instancias con que se ejecutaran las acciones, por ejemplo estipular que para otorgar derechos de agua se debe previamente probar que existe el recurso, que no tiene conflictos de uso con otros usuarios, que se utilizará con un determinado fin y dentro de un plazo determinado.

Una política de aguas para ser completa debería por lo tanto incluir tanto la parte de intención como de ejecución de políticas, independientemente si califica como política de intención o de ejecución. La diferencia por lo tanto no esta dada por el tipo de contenido si no por la profundidad con que se detalla.

A las tres características básicas señaladas por Fox se agrega el hecho que es necesario que se acompañe las declaraciones de política con especificaciones de prioridades de acción en el tiempo y en el territorio así como la indicación o por lo menos sugerencia de los llamados "instrumentos de política" con que se supone se logrará la aplicación de las políticas.

La declaración de políticas también puede analizarse en función de la secuencia metodológica, elaborada por A. Dourojeanni, para guiar procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable.^{8/} Dicha secuencia es útil para guiar la formulación de políticas en el campo del agua en una forma bastante mas rigurosa que la habitualmente utilizada.

Dicha secuencia especifica que para materializar acciones se debe sucesivamente identificar:

- i) Que actores están involucrados en las decisiones.
- ii) Precisar cuales son sus criterios (políticas, principios, funciones y otros).
- iii) Identificar que problemas manifiestan en función de dichos criterios.

- iv) Determinar cuales son los objetivos que tienen los actores.
- v) Estudiar los territorios y ámbitos en los cuales se deben alcanzar dichos objetivos.
- vi) Precisar que obstáculos existen para alcanzar los objetivos.
- vii) Determinar que potencial y que soluciones pueden generarse existen para superar los obstáculos.
- viii) Diseñar estrategias para llevar a cabo las soluciones.
- ix) Formular y evaluar programas y proyectos para llevar a cabo las estrategias, y,
- x) Ejecutar los programas y proyectos.

Con relación a dicha secuencia la formulación de las políticas se efectúa primordialmente en el momento de tener que precisar los criterios de acción y los objetivos de los actores. Dichos criterios son mayormente declaraciones de intención.

Las políticas de ejecución, en dicha secuencia, solo pueden formularse en el momento de diseñarse las soluciones y las estrategias. Esto implica que la formulación de políticas en el campo del agua es un proceso que puede ser conducido paso a paso, en una forma sistemática, que evita ignorar aspectos que son esenciales para tener éxito en su posterior ejecución.

En los países de la región son pocas las veces en que la formulación de políticas en el campo del agua ha seguido un camino riguroso. Se formulan en general como producto de situaciones coyunturales sin seguir un procedimiento establecido.

Tal como se mencionó, las políticas en la región privilegiaron en algún momento la formulación de planes de recursos hídricos, en otras se privilegia la reformulación de una ley (no como culminación de un proceso en la formulación de políticas de agua si no como el inicio de dicho proceso), en otras se privilegia la creación de organizaciones (ver Recuadro 2) y así sucesivamente se tocan aspectos claves pero sin la debida y necesaria armonización entre ellos.

En este contexto se toman medidas parciales o que solo apuntan a no contradecir un sistema económico, a reforzar la aplicación de otras leyes (como la formulación de la ley general de aguas en el Perú hecha para apoyar la ley de reforma agraria en 1969), a paliar conflictos puntuales y a veces circunstanciales entre usuarios, a satisfacer ciertos grupos electorales o a conciliar algún proyecto de regionalización. En estas situaciones las políticas de aguas normalmente se formulan en forma incompleta.

Es cierto que las políticas hídricas deben apoyar las políticas nacionales de desarrollo pero no debe olvidarse que tanto el recurso agua como los procesos para su aprovechamiento tienen características propias que no pueden ignorarse sin caer en contradicciones importantes.

Ya en 1970 Irving Fox advertía de los problemas que tiene el pretender asociar la gestión del agua a una economía de libre mercado sin considerar la necesaria participación del estado y de los propios usuarios en forma corporada (ver Recuadro 3).

Las regionalizaciones en algunos países han originado también serias contradicciones entre las políticas de desarrollo y las políticas hídricas. En el Perú por ejemplo, y en diversas oportunidades, con los procesos de regionalización realizados por varios gobiernos, algunas autoridades de cuencas que dependían del gobierno central se encontraron súbitamente dependiendo de dos y hasta tres

autoridades regionales. Esto era debido a que la cuenca que administraban era dividida por los límites de varias regiones.

El precisar como y hasta donde las políticas actuales en un país condicionan la conducción de los procesos de gestión no es simple. El usual desconocimiento del efecto de las políticas vigentes sobre la gestión del agua dificulta proponer fórmulas para mejorarlas. En otras palabras, si no se conoce como opera la aplicación de políticas que actualmente orientan la gestión del uso del agua (causas y efectos) es difícil decidir que hacer para mejorar su efectividad al ser aplicadas.

En muchos países no se dispone de la catalogación de leyes que influyen en la gestión del agua y el manejo de las cuencas de captación. Tampoco se dispone a veces del registro de los usuarios por cuenca o sistema hídrico, ni de los estudios realizados en cada una.^{9/}

Es fácil conocer lo que dicen las declaraciones de política, los organigramas y los reglamentos oficiales de funciones pero es muy difícil saber cuanto hacen efectivamente con relación a ello. Gran cantidad de dependencias públicas no disponen de los recursos suficientes para cumplir con sus funciones.

Por ahora, la mayoría de políticas hídricas producto de los cambios en las políticas económicas aun no han pasado de las declaraciones, es decir que son políticas de intención. Vale la pena recordar sin embargo que en muchas ocasiones, sin mayor profundidad de análisis, las políticas de intención se transformaron en leyes también "de intención", acusando serios vacíos sobre todo de instrumentos para llevarlos a la práctica. Hay varios casos donde no hay correlación entre el espíritu de la política, lo que aparece en la ley y lo que finalmente se logró con su aplicación.

Recuadro 2

Ingenieros piden ministerio para el manejo del agua

"Institucionalmente, el manejo de los recursos hídricos en Colombia es caótico, a pesar que numerosos ministerios y entidades oficiales tiene responsabilidades parciales sobre el agua.

De ahí, que a pesar del creciente deterioro del sector, nadie responde por su aprovechamiento óptimo y por su conservación.

La denuncia fue formulada por el presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, Germán Silva Fajardo, durante la instalación del XV Congreso Latinoamericano de Hidráulica y X Seminario Nacional de Hidrología, que deliberó en este puerto la semana pasada,

Silva planteó la necesidad de crear el ministerio o departamento administrativo responsable único del manejo de los recursos hídricos, encargado de definir las políticas de aprovechamiento óptimo, la conservación del recurso y la asignación de los recursos de inversión necesarios para su utilización.

Por su parte, el Viceministro de Obras Públicas y Transporte, Mauricio Ramirez Koppel, dijo que: "El nuevo Ministerio del Transporte e Infraestructura, como elemento del Plan de Desarrollo Económico y Social que el gobierno ha puesto en marcha tendrá la rectoría de los distintos medios, combinando su acción sobre las carreteras, el ferrocarril y los ríos para llevar nuestra producción a los puertos y la presencia del Estado a todos los rincones del territorio", subrayó.

A su turno, el ingeniero civil y Ph.D. en Hidrología, Jaime Saldarriaga, dijo que la crisis energética nacional tiene tres causas: institucional, financiera y operativa. Y agregó que "El sector eléctrico nunca será lo que fue antes del racionamiento porque el sector privado ha aprendido, por la vía dura, que hay incuestionables incertidumbres en el suministro eléctrico, no solo por la inevitable aleatoriedad hidrológica sino por las imprevisiones, evitables o no, que han ocurrido en el proceso de oferta de éste servicio".

Fuente: "Ingenieros piden Ministerio para el Manejo del Agua", El Tiempo, 9 de septiembre de 1992, Colombia.

Recuadro 3

Economías de empresa privada y gestión del agua

"En los países que confían en gran medida en la empresa privada para la producción y distribución de mercaderías y servicios, se da por sentado generalmente que el mercado competitivo asigna los recursos y distribuye los servicios y mercaderías de acuerdo con el interés público general. Si esto es así, ¿por qué tienen estos países necesidad de que el gobierno establezca una política de recursos hídricos? La respuesta es que aún en los casos en que el mercado privado funciona razonablemente bien como mecanismo de asignación de recursos, hay una cantidad de razones que hacen necesaria la acción del gobierno para asegurar una inversión apropiada en recursos hídricos y para conseguir un tipo adecuado de producción y distribución de los suministros y servicios hídricos".

Una de las razones por las cuales el gobierno debe intervenir en medida importante es que es más difícil determinar los derechos de propiedad sobre el agua que sobre la mayoría de los otros recursos. La determinación precisa de los derechos de propiedad es esencial para el buen funcionamiento de las instituciones económicas dentro de una empresa privada. Como el agua fluye de un lugar a otro (los abogados se refieren a ella como a un recurso "fugitivo"), y como este flujo varía de acuerdo con las diferentes condiciones hidrológicas, la determinación de los derechos de propiedad sobre el agua ha planteado problemas difíciles. En aquellos lugares donde el agua y su utilización están intensamente desarrolladas, ha sido necesario establecer una legislación precisa que determine los derechos al uso del agua. Para que esta legislación esté al servicio del

interés público, se habrán de tomar en cuenta los objetivos nacionales y escalas de valores y la legislación tendrá que elaborarse para servir a estos principios y valores. En resumen: la legislación relativa a la distribución hídrica debe estar al servicio de los objetivos de la política nacional.

Otra razón por la cual la economía privada no llega a resultados óptimos en el libre juego de las fuerzas de mercado en el campo de la administración de los recursos hídricos, es la existencia de importantes economías de escala en el aprovechamiento hídrico que hacen que sea antieconómica la competencia entre varias unidades dedicadas a la producción y distribución de agua.

Por ejemplo, no puede haber medios que compitan en el suministro de agua para uso familiar o para propósitos agrícolas. Es antieconómico que haya canales de navegación, o aún sistemas de energía eléctrica, que sean competitivos en una misma región. Sin embargo, la competencia es esencial en una economía de empresa privada no regulada si se desea obtener resultados razonablemente buenos.

Un tercer factor que inhibe el funcionamiento adecuado de un sistema no regulado de empresa privada en el campo de los recursos hídricos, es la importancia de lo que podría llamarse efectos "externos" del uso del agua. Un depósito situado en un punto de la cuenca de un río tiene influencia sobre los caudales y, por lo tanto, afecta los beneficios y costos de las localidades ubicadas corriente abajo. Para alcanzar los beneficios máximos de la energía hidroeléctrica, los depósitos de reserva que

Recuadro 3 (continuación)

se encuentran en la cuenca de un río deben proyectarse y administrarse de manera tal que se tengan en cuenta estas interrelaciones. Cuando se usa una corriente de agua para deshacerse de la basura, éstos efectos "externos" (contaminación) pueden ser de carácter perjudicial. En los casos en que varias unidades de empresa privada estén comprometidas en el aprovechamiento y la administración de un sistema fluvial, estos efectos "externos", a la vez positivos y negativos, pueden no ser tomados en cuenta, a menos que la acción gubernamental así lo requiera; si no lo son, no se alcanzarán resultados eficientes.

Hay aún otra razón por la cual un sistema de empresa privada no está en condiciones de obtener resultados óptimos en ausencia de una acción gubernamental y es que algunos de los servicios derivados del aprovechamiento hidráulico no pueden ser divididos en unidades, a los efectos de la compra y venta en un mercado competitivo. Por ejemplo, cuando se levanta una

construcción para controlar los efectos de las crecientes, esta obra protegerá a todos los dueños de propiedades a lo largo de un trecho del río en forma tal que no se dará a los propietarios la opción para decidir si cada uno compra o no esta protección. Del mismo modo, si se trata de valores de recreación, estos valores beneficiarán al público en general y no se pueden comprar y vender en el mercado.

El resultado neto de las múltiples características físicas y económicas de los recursos hídricos es que, aún en una economía de empresa privada, se requiere en gran medida la intervención pública, se desea que el aprovechamiento y manejo hídricos estén al servicio de los objetivos y escalas de valores de la sociedad. La intervención del gobierno, por su parte, debe estar regida por una serie de políticas y reglas relacionadas, por un lado, con los objetivos sociales y por el otro, con las características físicas y económicas de los recursos hídricos.

Fuente: Irving Fox.

4. El contenido de las políticas de recursos hídricos

La declaración simple de los objetivos de política no es suficiente para que se cumplan. Se ha reiterado en muchísimas formas los principios básicos que deben obtenerse en materia de políticas y planificación u ordenamiento del uso del agua como lo hicieron en forma extensa y clara Pedro Pablo Azpurua y Arnoldo J. Gabaldón en Venezuela.^{10/} Lamentablemente en muchos países e inclusive a nivel internacional la declaración de políticas y la formulación de planes se hicieron sin acompañarlos de las estrategias o "políticas de ejecución" necesarias para llevarlas a cabo.

A nivel internacional una de las declaraciones mas importantes de políticas vinculadas específicamente al agua fue dada como resultado de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Agua realizada en la ciudad de Mar del Plata, Argentina, en marzo de 1977. Los resultados de esta conferencia se expresaron en un documento que se llamó "Plan de Acción del Mar del Plata". Como parte de este plan hay recomendaciones sobre políticas, planificación y ordenación (ver Anexo 1).

El calificativo de "plan de acción" ciertamente fue muy ambicioso dado que no explica como se van a lograr las metas sugeridas en el documento. En cambio el documento sí califica como de declaración de políticas de intención. La denominación de "plan de acción" pretende, en cierta forma, conferirle a las políticas de intención un alcance o nivel de política de ejecución lo cual no es logrado en el contenido.

Con los planes además debe recordarse que sucede lo mismo que con las políticas: hay planes que se limitan a plantear líneas de acción (indicativos) y otros que dicen como llevarlas a cabo (ejecutivos). Muchas veces el uso de los términos planes y políticas es empleado como sinónimos lo cual es el caso del documento calificado como "plan de acción".

Mas recientemente se produjo otro conjunto de declaraciones similares en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente realizada en Dublin, Irlanda entre el 21 y el 31 de Enero de 1992. En la declaración de Dublin se señalan principios retores, programas de acción y medidas de seguimiento a nivel de lineamientos generales (ver Anexo 2).

El ejercicio de proponer políticas de agua sea de tipo multisectorial como sectorial es constante en los países de la región, sobre todo en los momentos actuales. En el Perú, el Brasil, Chile, Colombia y Argentina por citar solo algunos, se han realizado diversos eventos con excelentes resultados, destacandose la participación de gran cantidad de sectores dispuestos a colaborar en la búsqueda de soluciones integrales (ver Recuadro 4 en el cual se encuentra el contenido de los temas tratados en este tipo de evento).

Los resultados de estos debates son muy útiles para los gobiernos puesto que reúnen personas calificadas en el tema. Pocas de estas ideas recientes se han convertido aun en leyes pero sí se ha ido sensibilizando a los diferentes actores comprometidos con el tema.

Para ilustrar el contenido de una estas declaraciones de política se a anexado una propuesta recopilada por Julio Cerqueira Cesar Neto que fue discutida en el Brasil en una reunión en ese país en 1986 (ver Recuadro 5). Dicha propuesta corresponde a un planteamiento para el nivel nacional y multisectorial.

Recuadro 4

Temática del Seminario sobre "Política Nacional de Aguas"

<p>La Política Nacional de Aguas y la escasez del recurso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de su calidad de bien nacional de uso público • La concesión, ¿debe unirse a una necesidad? • ¿Deben existir prioridades? • Uso múltiple del agua • El mercado del agua y la asignación de los recursos
<p>La Política Nacional de Aguas y la distribución geográfica del recurso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Administración integrada en la cuenca • Normativa especial para las zonas áridas y zona austral • Zonificación geográfica y protección ambiental • Participación regional y políticas regionales • Planificación de usos ¿sistema apto para evitar conflictos?
<p>La Política Nacional de Aguas y el agua subterránea</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La interconexión entre agua superficial y subterránea en relación a los derechos de aprovechamiento • Asignación de derechos de agua subterránea sobre recursos no renovables • Protección de acuíferos para evitar su contaminación • Gestión de acuíferos y declaración del área de restricción • Naturaleza jurídica sobre el agua proveniente de recarga artificial • Uso del agua subterránea en condiciones de escasez • ¿Debe ser confidencial la información hidrogeológica en relación a los derechos de agua?
<p>La Política Nacional de Aguas y el medio ambiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La conservación y protección del recurso • Establecimiento de caudales ecológicos • El agua y los recursos escénicos • La situación de los lagos • La función ambiental del derecho de aprovechamiento
<p>La Política Nacional de Aguas y la tecnología</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La investigación y conocimiento del recurso • El mejoramiento de la eficiencia de uso • La tecnificación de la gestión del recurso: Pronóstico hidrológico • Tratamiento y reuso del agua contaminada • Desalinización • Educación técnico-profesional y educación del público
<p>La Política Nacional de Aguas y sus efectos en la inversión nacional y extranjera</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El derecho de aprovechamiento y la seguridad jurídica • Amparo del derecho: uso efectivo y posibilidad de pago de contribución en caso de no uso • El papel del Estado en el desarrollo de los recursos hídricos • La función social del derecho de aprovechamiento

Fuente: Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Temario del Seminario sobre Política Nacional de Aguas, Santiago, Chile, 5 al 7 de agosto de 1991.

Recuadro 5

Objetivo de una política nacional de recursos hídricos

Lograr que los recursos hídricos sean adecuadamente utilizados y controlados para la sociedad en su proceso de desarrollo.

b) *Reconocer que todos los usos de agua deben estar sujetos a otorgamiento por el poder público:*

DIRECTRICES GENERALES/ DIRECTRICES ESPECÍFICAS

a) *Fortalecer las actividades de planeamiento de recursos hídricos:*

1. Adoptar preferencialmente la cuenca hidrográfica como unidad de planeamiento;
2. Agregar gradualmente a las actividades de "planeamiento de recursos hídricos" a nivel estadual aquellas que caracterizan las atribuciones de "gerenciamiento";
3. Planear los recursos hídricos a partir de una visión global del medio ambiente;
4. Articular las concesiones de carácter energético y de navegación (federales) con los varios niveles de planeamiento de recursos hídricos, con miras a su compatibilización;
5. Articular el planeamiento de los recursos hídricos con los organismos de planificación de uso y ocupación de la tierra de forma a influir sobre las causas más relevantes que repercuten en los recursos hídricos;
6. En los casos de ríos limítrofes y/o sucesivos, involucrando diferentes unidades de la Federación, debe haber mecanismos institucionales que aseguren la compatibilización de sus planeamientos a nivel estadual.

1. Cabe a cada Unidad de la Federación (Estado, Territorio y Distrito Federal), resguardando la constitución, promover el otorgamiento y la fiscalización de los usos de los recursos hídricos, inclusive federales, dentro de sus territorios;
2. En los casos de ríos limítrofes y/o sucesivos, involucrando diferentes unidades de la Federación, debe haber mecanismos institucionales que aseguren una compatibilización en los otorgamientos y en la fiscalización del uso;
3. Cabe a cada Estado establecer los criterios de dispensa de outorga para determinados usos;
4. Debe haber articulación plena y permanente compatibilización entre todos los otorgamientos evacuados en los varios niveles de Gobierno.

c) *Promover la aplicación legal y normativa de cada uno de los usos múltiples de agua:*

1. Entre los "usos múltiples" debe ser considerado también al agua como cuerpo receptor de desagues domésticos y de residuos industriales líquidos;
2. Promover nuevas normas referentes a los usos múltiples de recursos hídricos, siempre que sea necesario;
3. Compatibilizar de forma sistemática las normas legales y técnicas

Recuadro 5 (continuación)

referentes a los usos múltiples de los recursos hídricos.

d) *Asegurar la compatibilización sistemática de los usos múltiples de la agua:*

1. Garantizar la preponderancia del uso para las primeras necesidades de la vida sobre todos los demás;
2. Compatibilizar cualitativamente los usos múltiples de los recursos hídricos, llevando en cuenta inclusive su uso como cuerpo receptor de residuos domésticos y de residuos industriales líquidos;
3. Compatibilizar sistemáticamente los usos múltiples del agua desde el punto de vista de la oferta y de la demanda de recursos hídricos;
4. Crear mecanismos institucionales que garanticen una permanente coordinación de los agentes sectoriales involucrados.

e) *Monitorear el régimen de las aguas superficiales, meteóricas y subterráneas:*

1. Gerenciar en forma integral las aguas subterráneas y superficiales;
2. Monitorear cualitativa y cuantitativamente el proceso de recarga de acuíferos, y controlar la infiltración de contaminantes en el suelo.

f) *Asegurar el monitoreo y el control permanente de la ocurrencia de eventos críticos a los cuerpos de agua:*

1. Perfeccionar los mecanismos de prevenciones de sequías y de inundaciones;
2. Promover articulaciones con las administraciones locales, teniendo en mente mejorar y adecuar las

directrices municipales de ocupación de las tierras con relación a los problemas de contaminación, erosión e inundaciones;

3. Promover la articulación con los organismos públicos y privados responsables por manejo, preservación y conservación del suelo agrícola, de forma de impedir o atenuar la ocurrencia de problemas relevantes de contaminación azolve de los cuerpos de agua.
4. Estimular e inducir la ocupación de zonas de inundación exclusivamente para actividades compatibles;
5. Controlar la explotación, particularmente mineral, del fondo y de las márgenes de los cuerpos de agua.

g) *Asegurar que las acciones planeadas y efectuadas sobre los recursos hídricos tomen en consideración las peculiaridades económicas, sociales y ambientales de cada región y de cada cuenca:*

1. Respetando el concepto de "cuenca hidrográfica", como la adopción de una unidad de planeamiento o de gerenciamiento debe considerarse las peculiaridades regionales;
2. Promover acciones de recuperación o rehabilitación de los recursos hídricos en cuencas cuya intensidad de utilización han excedido los niveles adecuados.
3. Promover acciones coordinadas y controladas en los nuevos usos de recursos hídricos en cuencas o manteniendo niveles aceptables

h) *Mantener una acción permanente y consistente en lo que concierne al uso*

Recuadro 5 (continuación)

múltiplo de los recursos hídricos para las futuras generaciones:

1. Los estudios orientados al largo plazo deben considerar las perspectivas de nuevas tecnologías y de nuevos hábitos de vida y patrones de consumo.
 2. Considerar en que forma se comprometen las actividades de largo plazo con cada decisión sobre el corto plazo.
- i) *Compatibilizar las acciones orientadas a controlar la relación entre la cantidad y la calidad de las aguas.*
 - j) *Al tomar decisiones sobre el uso de las aguas continentales debe tenerse presente como ello afectará las aguas del mar.*
 - k) *DesDesarrollar y aportar estudios y técnicas orientadas a la atenuación de pérdidas y a la racionalización de consumo de recursos hídricos.*
 - l) *Promover, aportar y difundir el desarrollo tecnológico. En el campo de los recursos hídricos debe ser apoyado tanto en el perfeccionamiento de tecnologías disponibles, como en investigación de tecnologías alternativas.*
 - m) *Promover la educación, el entrenamiento y el perfeccionamiento de los recursos humanos en gerencia, planeamiento, proyectos, construcción y operación en el campo de los usos múltiples de recursos hídricos.*

Fuente: Julio Cerqueira Cesar Neto. Política de Recursos Hídricos (Instrumento de Cambio), Pioneira, Editora de la Universidad de Sao Paulo-Colección Nuevos Umbrales, Sao Paulo, Brasil, 1988.

A nivel de formulación de políticas sectoriales se aplican principios similares. Así Fernando Peralta,^{11/} como una contribución personal en materia de política de riego en Chile sostiene, por ejemplo que "Deben existir unas bases y unas líneas matrices que, sin llegar a constituirse en una planificación asfixiante, conformen el marco en que pueda desenvolverse la iniciativa privada. De allí que es de la mayor conveniencia que participe el sector privado en todas las instancias de esta política, desde su propia gestación".

Para dicho autor "cualquier política en general y la de riego en particular debe corresponder a la expresión de una voluntad. En primer lugar, se debe hacer algo, lo que se traduce en una definición de qué, por qué, y para qué del riego. En seguida, como aspecto secuencial y secundario, se define el quién, cómo, cuándo y dónde." El mismo autor indica que hay factores comunes a una política de riego que tienen el consenso de especialistas tales como:

- "Es necesaria una inversión de la comunidad, a través del Estado, para la creación y mantención de la infraestructura básica de riego (obras mayores) por ser obras de interés general.
- Se requiere una acción concertada, ya sea en forma implícita o explícita, de los sectores público y privado, que trabajan para conseguir objetivos comunes, aunque puedan tener diversidad formal.
- La política de riego forma parte de una estrategia de desarrollo del conjunto del país, en particular de la actividad agrícola y territorial. Los mayores frutos de una política de riego se obtienen en el largo plazo, por lo que se requiere de una gran visión de futuro y de una fuerte dosis de generosidad para quienes la plantean o les toca trabajar en ella, puesto que es muy difícil que las personas o las administraciones alcancen a ver el fruto de sus desvelos.
- Es preciso plantear una descentralización administrativa para su mejor aplicación".

En el próximo acápite se hace una revisión sobre como se formulan y que estructura tienen las políticas de aguas, en los países de la región.

5. Recomendaciones para la formulación de políticas de recursos hídricos

De la revisión de las diferentes declaraciones de políticas de agua, tanto de carácter colectivo como individual, se aprecia que no hay ciertamente consenso sobre como "calificar" un política de aguas en los países de la región.

Los enunciados de política responden a las formas de pensar de individuos o grupos de individuos que en mayor o menor grado expresan sus creencias personales sobre objetivos y formas de alcanzarlos. La mayoría de las declaraciones leídas son esbozos de intenciones, acompañados con diversos grados de profundización, de algunas ideas sobre como lograr alcanzar las metas.

Retomando la secuencia elaborada de pasos requeridas para conducir los procesos de gestión para el desarrollo (ver la sección 3 del presente documento) y comparándola con las sugerencias de política analizadas se confirma que estas podrían ser sustantivamente mejoradas de seguirse dicha secuencia.

La razón de ello es simple. En el método, las declaraciones de políticas de intención se hace en el paso II (criterios) y IV (objetivos). Las declaraciones de políticas de ejecución se hacen sin embargo solo en el paso VIII cuando se diseñan las estrategias. Esto se hace después y solamente después de haberse realizado la evaluación y diagnóstico del ámbito, la identificación de restricciones para alcanzar los objetivos y haberse diseñado soluciones.

Pasar directamente de la declaración de políticas de intención a la de políticas de ejecución implica solamente dos cosas:

Que aquélla persona o grupos de personas que formulan las políticas han detectado los obstáculos y las soluciones para superarlas con el fin de alcanzar los objetivos de su política en determinado ámbito para lo cual han hecho un análisis riguroso de las situaciones existentes.

Que aquellos que formulan las políticas CREEN CONOCER las situaciones, obstáculos y soluciones para formular sus políticas y por lo tanto las plantean como una propuesta de intención sin estar seguros de su efecto. Plantean una HIPOTESIS que luego debería ser comprobada.

En el segundo caso lo más frecuente es que quienes formulan la política creen firmemente que ya tienen clara la solución que se necesita. Conocen una solución y buscan el lugar y el momento para aplicarla. Sus soluciones pueden ser desde un simple cambio de nombres y organigramas de las instituciones pasando por la propuesta de una reorganización total de las dependencias públicas hasta las de sugerir modificaciones sustantivas del rol público y privado y las leyes vigentes.

Ambas formas de formulaciones de políticas son aceptadas en la región, prevaleciendo largamente la forma menos rigurosa inclusive hasta el nivel de promulgación de leyes. Esto significa que se disponen de muchas políticas de intención y pocas de ejecución.

En pocos casos las hipótesis escondidas en una política de intención son lo suficientemente comprobadas para convertirse en políticas de ejecución antes de ser convertidas en una ley. Si bien es aceptable disponer de una política de intención, no es aceptable en cambio aprobar "una ley de intención". Las leyes promulgadas sobre políticas de intención no comprobadas se deben modificar constantemente o no se cumplen, con el consiguiente costo y desconcierto entre los usuarios del agua y los propios funcionarios encargados de aplicarlos.

Por otro lado debe recordarse que muchas políticas de agua no tienen éxito porque nacen como subsidiarias de otras políticas, como las de estatización en la década del 70 y de privatización en los 90; así como de leyes de regionalización y hasta de reformas agrarias también en la década del 70. Si en estos casos no se respetan las particularidades del agua y de las cuencas de captación las leyes nacen con mayores deficiencias que las anteriormente vigentes, hechas en forma más independiente, y que por lo mismo perduraron por muchos más años que las actuales.

Lo que se trata es entregar al lector una forma de detectar o más bien evaluar si una propuesta de política de agua cumple con los requisitos mínimos para su aplicación, sin contraponer los objetivos económicos y de equidad con los objetivos de uso eficiente de los recursos hídricos.

Para lograr esta meta se debe partir por tener un consenso sobre como calificar las políticas de agua en forma homogénea. Una forma de hacerlo es fijando cuales son los ATRIBUTOS que le confieren a un determinado tipo de declaraciones el rango de "declaración de políticas de agua" tanto de intención como de ejecución. También se hace necesario fijar los REQUISITOS que le confieren una de las dos categorías.

A manera tentativa se sugieren los siguientes considerandos (que una vez probados y cuantificados podrían convertirse en atributos) para calificar una declaración como política de agua:

- Que la declaración de políticas de agua, sea de intención o de ejecución, tenga una estructura que contenga por lo menos los tres aspectos que señala Irving Fox: reglas básicas, principios de organización y procedimientos fundamentales.
- Que la declaración de nuevas políticas se haga considerando claramente las ventajas y desventajas de la aplicación de las políticas previamente vigentes. De ninguna manera se espera que una nueva política empeore la situación o no permita que una política recientemente promulgada pruebe su efectividad.
- Que la prueba de las hipótesis implícitas en una política de intención se haga aplicando métodos rigurosos tal como el señalado en la secuencia de procedimientos de gestión ^{12/}. Este es un requisito esencial para pasar de la intención a la ejecución.
- Que la declaración sobre políticas de aguas tenga en cuenta las restricciones impuestas por el comportamiento y requerimientos del medio ambiente en general y del agua en particular.
- Que la declaración sobre políticas de agua tenga en cuenta las políticas económicas vigentes en el país. Ambas políticas, la de agua y la económica deben ser compatibilizadas (ver más abajo la ampliación de este punto).

- Que se señale cual será el sistema de organización que aplicará las políticas y sobre todo cuales son los instrumentos económicos que se utilizarán para que el sistema funcione, independientemente si es público, privado o mixto.
- Que conjuntamente con la declaración de política, se acompañe un anteproyecto de ley y reglamentos que permitirán darle la continuidad requerida al sistema de gestión para garantizar su efectividad, adaptación y legitimidad.
- Que se indique quienes participaron en la elaboración de la política y quienes lo harán en su posterior aplicación así como la forma en que se tomaron las decisiones. Se deberá señalar el rol de cada actor y su participación relativa en el proceso.

La compatibilización entre los objetivos económicos y los objetivos hídricos es un aspecto esencial que se amplía a continuación, debido a su importancia central en los momentos en que se tiende a aplicar una economía social y de mercado. Ambos objetivos pueden alcanzarse en la medida que se establezca claramente el comportamiento de cada sistema y se diseñen mecanismos de compatibilización.

Para ampliar este punto se ha recurrido a un trabajo efectuado por A. Erhard Cassegrain y J.F. Margat:^{13/} que titularon acertadamente "La esquizofrénica racionalidad del agua", el cual ha servido de base para sustentar las ideas que se exponen a continuación.

- En materia de recursos hídricos la racionalidad entre el óptimo económico y el óptimo uso del agua es diferente. El óptimo económico se obtiene dando apertura a la competencia y la rivalidad. El óptimo hídrico se obtiene siguiendo un proceso objetivo, calculado y pensado con la participación y acuerdos entre los actores involucrados, incluyendo al estado.
- Lo anterior no significa que la aplicación de instrumentos económicos no sean útiles y prioritarios para alcanzar objetivos de óptimo uso del agua. Los instrumentos económicos son medios a la vez correctores y propulsores de esfuerzos del conjunto de usuarios, sobre todo para combatir fenómenos adversos a todos ellos, como inundaciones, sequías, contaminación o evacuación de aguas de lluvia en centros urbanos.
- Las demandas de agua tienen un doble efecto en la oferta. Por un lado extraen o sacan agua del medio (rio, pozo) y la utilizan en diferentes formas y por el otro lado también la restituyen en mayor o menor cantidad y calidad (al mismo rio u otro, a la napa del subsuelo). Esta es una interacción doble que no es común a todos los recursos que se comercializan en un mercado. Debido a esto, en la economía del agua no basta pensar en la eficiencia de "extracción" y "uso" sino que también se debe considerar la eficiencia de la "devolución".
- Los trabajos en el tema hídrico deben ser ejecutados por grupos técnicos interdisciplinarios para poder establecer estas interacciones (ver Recuadro 6). Si no se dispone de estudios integrales, los usuarios o actores involucrados en los procesos de decisión no pueden conocer el efecto de sus decisiones. El mercado no detecta las situaciones globales en un sistema hídrico a partir de la percepción de cada usuario. Los estudios interdisciplinarios proporcionan las bases para las transacciones entre los usuarios del agua.

Recuadro 6

La interdisciplinariedad como base para formular políticas articuladas

"El análisis de sistemas trasciende el alcance restringido de las disciplinas individuales. El conocimiento científico suele venir ahora en paquetes denominados química, economía o paleontología; pero el mundo no está dividido así. Cualquier fenómeno o decisión para resolver un problema real involucra muchas ciencias al mismo tiempo. Lo mejor que se puede decir para cada disciplina tomada en forma aislada es que, al abstraer y analizar solo un aspecto de un problema, proyecta un fenómeno del mundo real en una pantalla plana. La representación puede ser reconocida pero nunca es auto suficiente.

Los estudios inter- o transdisciplinarios han resultado ser mucho más complicados de lo que se esperaba cuando se comenzó a hablar de análisis de sistemas hace casi 50 años. Gran parte de lo que se ha venido reclamando como interdisciplinario es solo multidisciplinario; en el sentido que los autores se refieren a varios factores al explicar un problema, como factores económicos y sociales operando en forma más o menos independiente en una situación dada, pero fallan en explicar que interconexiones tienen entre sí. O un estudioso lleva a cabo un análisis puramente económico y luego señala las posibles deficiencias o puntos débiles con relación, por ejemplo, a los efectos de las políticas en el comportamiento de su modelo. Las atribuciones de "residuos" a otras disciplinas, como factores extraños, como interferencias con relación a la disciplina que es tomada como central, es poco útil si no se puede determinar cuando y como van a operar esos factores de interferencia.

Las constantes llamadas a la

interdisciplinarios no se materializa debido a la forma como se organiza la vida académica o de investigación. Las disciplinas se practican en departamentos separados, con presupuestos separados y con asociaciones nacionales y revistas científicas separadas por disciplinas. Cada departamento tiene su propio criterio de selección de estudiantes, aislándolos entre sí desde el inicio de los estudios especializados y dándoles vocabularios propios. Los estudiantes son seleccionados, separados y les son conferidos títulos que confirman su especialización. Luego son contratados o no, sus investigaciones reciben fondos o no los reciben y todo ello en base al juicio de especialistas de la disciplina que escogieron. Los trabajos dentro de su disciplina son juzgados por expertos de su propia especialidad, todos, críticos y criticados, animados por la misma lealtad a un cuerpo común de pensamiento.

El dominar el cuerpo de pensamientos de una cualquiera de las modernas disciplinas académicas es ya bastante difícil por lo que pocos son capaces de dominar dos. Siendo esto así los estudios interdisciplinarios muchas veces son el refugio de aquellos que no conocen ninguna disciplina en forma exhaustiva. Todo lo expuesto explica porque es tan complejo ejecutar estudios interdisciplinarios pero, no por ello se pueden eludir. La formulación de políticas en materia de recursos hídricos es esencialmente un trabajo con bases interdisciplinarias.

Fuente: Nathan Keyfitz, "Interdisciplinary analysis in four fields", Options, IIASA, Austria, junio 1991.

Todo esto lleva a las siguientes observaciones en materias de formulación de políticas de agua en las cuales muchas veces se fragmenta el recurso hídrico (fluido) separándolo arbitrariamente (por sectores usuarios, por sectores reponsables de su control, por usos de tipo consuntivo o no, por la fuente donde se capta el agua, superficial o subterránea y otros). Se atomiza arbitrariamente el sistema hídrico y en consecuencia se dirige también en forma parcelada la gestión de un sistema integrado.

Según los autores citados las recomendaciones para la formulación de políticas hídricas para no violar o ignorar la integridad de los sistemas hídricos son las siguientes:

1. No basta con racionalizar la entrega de la cantidad y calidad de agua (a cada usuario) si no se considera la forma como se va a restituir al medio (cantidad, calidad, lugar y tiempo). La restitución del recurso puede tener efectos tanto negativos como positivos (una gran cantidad de aguas de residuo doméstico disminuye la concentración de elementos químicos aportados por residuos líquidos de empresas y sirve para su transporte).

2. No funciona el concepto de "economía del agua" en el sentido material en el cual lo ideal es minimizar la cantidad de agua que se extrae del sistema o la que se usa en un proceso. Si el agua se reutiliza en otros procesos puede ser más rentable usar más agua en el primer proceso (e.g. el uso de poca agua para riego en algunas partes implica un mayor costo y aumentar la concentración de sales en los suelos. Si el agua puede ser captada, tratada y reutilizada más abajo podría ser más rentable utilizar más agua en el primer proceso).

3. No basta con asignar usos del agua por sectores (doméstico, agrícola, industrial) si no se consideran sus interacciones. Esto lleva a una confrontación separada de tipos de demandas con el sistema de oferta (agua subterránea para riego, agua de río para industria, sección de río para asociación de regantes, material del cauce a los municipios). Se separa arbitrariamente las unidades físicas del sistema de oferta en función de los diferentes usos tal como se hace al dividir un río en secciones asignadas a diferentes juntas de usuarios ignorando que efectos tiene su interdependencia a lo largo del cauce. En esta forma de enfoque las demandas de agua a veces se proyectan sólo por tipologías de oferta de recursos (demanda de aguas subterráneas para la ciudad, demanda de agua del río para la industria).

4. Las demandas se evalúan casi siempre en base a cantidad y no en calidad como si ambas fueran separables. Se ignora la interacción cantidad-calidad en cada uno de los puntos de restitución de agua al sistema principal. Se ignora el hecho que sacar agua o restituir agua implica cambios en calidad y en la capacidad de absorción del medio de determinados contaminantes.

5. El valor del uso (como insumo en un proceso productivo) es muchas veces asignado en forma independiente de la interacción extracción-uso-restitución. Por ejemplo, cuando se fija un valor al agua no se asigna, en forma preventiva, un costo por los contaminantes que va a verter a un cauce al restituir una cierta cantidad (no se cobra por el uso de transporte y a veces diluyente de residuos que se hace del agua además de su uso en algún proceso productivo).

Los efectos externos o "externalidades" negativas, como la contaminación producto del uso del agua como elemento de transporte de desechos, son eventualmente "internalizados" bajo la primicia que el contaminador paga.

Esto es correcto, pero usualmente cuando se aplica esta regla es porque han pasado varios años en que la industria a dañado el medio y hay quejas de algunos usuarios. Para evitar esto se deben tomar medidas preventivas tanto en el cobro como en la aplicación de medidas de descontaminación. Al disociarse al inicio esta situación se produce un "tiempo muerto" entre el momento que se contamina el agua y el momento que se inicia su limpieza. Lo que sucede es que no se considera desde un inicio que el usuario no sólo iba a usar el agua en su producción ... sino que también iba a usarlo como transporte de sus residuos, aspecto que podía ser calculado y cobrado al comienzo, inclusive calculando el costo alternativo para la fábrica de usar camiones para transportar sus desechos en lugar de usar el agua y el cauce.

Todo lo anteriormente expuesto se agrava exponencialmente en el momento que los sistemas de gestión de oferta del agua, que son igualmente fragmentados, no tienen mecanismos de coordinación. Unos se ocupan de la calidad del agua (como los ministerios de salud), otros de la extracción de áridos (como los municipios o los ministerios de minería), otros de las defensas fluviales, otros del agua subterránea, otros de otorgar derechos de uso y así sucesivamente. La falta de coordinación deja muchos espacios vacíos en la gestión.

Esto explica también por qué muchos "planes" o "escenarios" efectuados por estas entidades no hacen más que extrapolar las fragmentaciones expuestas. Por ejemplo, cada sector proyecta su demanda pero no se concilian sus efectos en una cuenca para comprender como eso afecta la oferta y la interacción entre las demandas.

De allí que son escasas las proposiciones de disminuir demandas por sugerencia del propio sector que hace su plan en forma independiente. Todos reclaman que necesitan el "máximo" y si pueden se apropiaran preventivamente de la mayor cantidad posible de derechos de agua. Se entra en pugna por lo que se necesita hoy y por si acaso, lo que se necesitará mañana.

Por este motivo casi ninguna política sectorial busca revertir las tendencias de las demandas tales como reasignar industrias en lugares más apropiados. Sólo se busca satisfacerlas. No se balancea la opción de actuar a la vez sobre las ofertas y las demandas por que no existe un sistema de gestión integrado que dependa primordialmente de los propios usuarios y que les sugiera medidas de beneficio tanto individual como colectivo para lograr economías de escala.

Cuando no se dispone de políticas de gestión integral se confunde la racionalidad técnica con la económica y ésta a su vez con la racionalidad financiera. En lugar de optar por una racionalidad en la selección de objetivos que arbitren las situaciones competitivas (la gestión del agua es una gestión de conflictos) se termina en una racionalidad técnico-financiera útil y racional para cada sector, pero, irracional vista en su conjunto, al punto de ocasionar mayores pérdidas a cada uno de ellos. (mayores costos de regulación, captación, control de fenómenos extremos y de descontaminación)

La maximización del beneficio económico e hídrico de cada sector destruye el óptimo del conjunto. El resultado final es una pérdida social, económica y ambiental para todos. Existe una confusión si se entiende la economía del agua como una "economía material" del recurso. Parece ser racional economizar agua y por lo tanto reducir el consumo. Es también racional escoger la solución de abastecimiento de agua menos cara (en el sentido financiero). Estas dos nociones si se toman como parte de un mismo objetivo son contradictorias y a veces incompatibles.

Cuando no hay un sistema integrado de gestión, también ocurre que los beneficios generados por un actor para otros usuarios del agua (como la reducción del efecto de las inundaciones o sequías gracias a la construcción de un embalse para una estación hidroeléctrica no le son ni reconocidos ni pagados. En cambio los efectos negativos de la presa si le son cobrados por los afectados.

La gestión del agua y la gestión económica por eso deben verse "desde arriba" en forma integral y no por partes. Si se analizan fragmentos se puede llegar a la errónea conclusión que "optimizando" materialmente cada uso del agua se "optimiza" la economía. En la práctica la economía se encontrará en su nivel mejor cuando se analice el conjunto del sistema.

La selección de los instrumentos económicos de gestión mas adecuados solo puede hacerse dentro del concepto de esta integralidad. Esto es importante debido a que:

- i) Los indicadores económicos son los únicos medios para sintetizar en una cifra todas las facetas que se encuentran involucradas en una decisión de acción.
- ii) Las negociaciones o transacciones entre los actores que usan el agua se realizan esencialmente por intermedio de acuerdos económicos.
- iii) La corrección de las desviaciones debido a mercados imperfectos, inequidad, falta de consideraciones ambientales y otros puede realizarse mayormente vía instrumentos económicos aprobados por los propios usuarios.

Las corporaciones o agencias de cuencas por otro lado solo pueden asegurar su funcionamiento en la medida que el manejo económico y financiero del sistema esté asegurado vía estos instrumentos. Son los propios usuarios, con el apoyo y participación del estado, quienes deben asegurar el buen funcionamiento del sistema via sus contribuciones. Por ello las agencias de cuencas son verdaderas agencias financieras.

En resumen; por todas las razones expuestas; es que sólo vía sistemas integrados de gestión del agua y de la economía a nivel de cada sistema hídrico es que se puede hacer que el manejo económico-financiero sea realmente "óptimo", en el sentido global y no parcial, para el hombre, el entorno y su crecimiento económico.

Referencias:

1/ Para disponer de un extenso análisis sobre la formulación de planes de aprovechamiento de aguas en los países de la región se recomienda la lectura del documento de la CEPAL LC/G.1391 SES. 21/20) publicado el 22 de Enero de 1986. Dicho documento, elaborado por Axel Dourojeanni y Medardo Molina, presenta un análisis comparativo de la formulación de los planes de ordenamiento de recursos hídricos en los países de la región. Una versión resumida de este trabajo fue publicada en la serie Estudios e Informes de la CEPAL, Número 77, en Septiembre de 1990.

2/ La situación de escasez de agua en Lima, Perú ha sido tratada en el documento de la CEPAL LC/G.1522 del 16 de Mayo de 1988 denominado "Orientaciones para Analizar los Procesos de Gestión de Recursos Hídricos en América Latina y El Caribe". Una versión resumida de dicho documento fue publicada por Axel Dourojeanni en la publicación "Debate Agrario" no. 5, en Lima Perú en 1989.

3/ En el Documento LC/G.1733 de la CEPAL, denominado "Propuesta para el Ordenamiento de los Sistemas de Gestión del agua en los Países de la Región", publicado el 5 de Junio de 1992 en Santiago, Chile, se presenta un análisis detallado de los sistemas de gestión del agua. Este informe fue también publicado por la Escuela de Administración de Negocios para Graduados (ESAN) de Lima Perú. (Axel Dourojeanni, Propuesta para el Ordenamiento de los Sistemas de Gestión del Agua en los Países de América Latina y el Caribe. Cuadernos de Difusión de la ESAN, Año 1, Número 1, Marzo de 1992).

4/ Axel Dourojeanni "Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable (aplicados a microrregiones y cuencas). Doc. 89/05/Rev.1. Serie Ensayos. 452 Páginas. ILPES, Santiago de Chile. Una versión resumida del documento se encuentra, con el mismo título, en el Doc. LC/R.1002/Rev.1 de la CEPAL, publicado en Santiago, Chile el 26 de Septiembre de 1991.

5/ Enciclopedia Hispánica, Encyclopaedia Britannica Publisher, INC., 1990-1991, Kentucky, Estados Unidos.

6/ Enciclopedia Internacional de Ciencias Sociales, Edición Española, Dirigida por David Sills, Aguilar S.A. Ediciones, Volumen 8, Página 351, 1976, Madrid, España.

7/ Irving K. Fox, "Problemas de Política Hídrica", Trabajo presentado en el panel de expertos de Naciones Unidas, realizado en Buenos Aires, Argentina, en 1970 por el Prof. Irving Fox, Director Asociado de Centro de Recursos Hídricos de la Universidad de Wisconsin, Madison, Wisconsin, U.S.A. El documento ha sido publicado en la revista "Recursos Hídricos" Vol. 1, No. 3 del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Secretaria de Estado de Recursos Hídricos del Gobierno Argentino. Buenos Aires, 1970.

8/ Axel Dourojeanni, Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable, Op.Cit.

9/ Axel Dourojeanni y Juan Gómez, Sistema de Gestión del Agua en la Cuenca del Río Mapocho. Anales del Seminario sobre Gestión de los Recursos Naturales Renovables en la Cuenca del Itata. Universidad de Concepción y Gobernación Provincial de Ñuble, Chillan, Chile, 22 de Noviembre de 1991.

10/ Es importante, para formular políticas hídricas, leer la experiencia de planificación de los recursos hídricos de Venezuela. Esta se encuentra publicada en un libro de 444 páginas elaborado por dos de sus principales promotores, Srs. Pedro Pablo Azpurua y Arnaldo J. Gabaldón.

El libro se titula Recursos Hidráulicos y Desarrollo, publicado por Editorial Tecnos, S.A. (O Donnell 27, Madrid-9), España, 1975.

11/ Fernando Peralta Toro, "Ideas para la Discusión de una Política de Riego", Su aplicación en el caso de Chile, Ediciones Tacora Ltda. Santiago de Chile.

12/ Axel Dourojeanni, Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable, Op. Cit.

13/ A. Erhard-Cassegrain y J.F. Margat, "Schizophrenic rationality and water resources utilization", Comisión Económica para Europa, Seminar on Rational Utilization of Water, Leipzig, Alemania, 17-22 de septiembre de 1979 (WATER/SEM.6/R.20).

Anexo 1

Políticas, planificación y ordenación

- Cada país debe formular y mantener en examen una declaración general de política en relación con el uso, la ordenación y la conservación del agua, como marco de la planificación y ejecución de programas y medidas concretos para la eficiente aplicación de los planes. Los planes y políticas de desarrollo nacional deben especificar los objetivos principales de la política sobre el uso del agua, la que debe a su vez traducirse en directrices y estrategias, subdivididas, en lo posible, en programas para la ordenación integrada del recurso.
- Los arreglos institucionales adoptados por cada país deben permitir que el desarrollo y la ordenación de los recursos hídricos se realicen en el contexto de la planificación nacional y que exista una coordinación real entre todos los órganos encargados de la investigación, el desarrollo y la ordenación de los recursos hídricos. El problema de crear una infraestructura institucional adecuada debe mantenerse constantemente en estudio, y se debe considerar la posibilidad de establecer eficientes dependencias centrales encargadas del agua para asegurar una coordinación apropiada.
- Cada país debe examinar y mantener en estudio las estructuras legislativas y administrativas existentes relativas a los recursos hídricos, a la luz de la experiencia compartida, debe sancionar, cuando sea adecuado, una legislación orgánica para adoptar un enfoque coordinado respecto de la planificación del uso del agua. Si el marco constitucional del país lo permite, puede ser conveniente que las disposiciones relativas a la ordenación de los recursos hídricos se combinen en un instrumento jurídico único. La legislación debe definir las normas de la propiedad pública del agua y de las grandes obras de ingeniería hidráulica, así como las disposiciones referentes a los problemas de propiedad de las tierras y todo litigio que de ello pueda surgir. Debe ser suficientemente flexible para admitir futuros cambios en prioridades y perspectivas.
- Los países deben hacer los esfuerzos necesarios para adoptar medidas que permitan obtener la participación efectiva del público en el proceso de planificación y adopción de decisiones que comprendan a los usuarios y a las autoridades públicas. Esa participación puede influir constructivamente en la elección de planes y políticas. Si es necesario, la legislación deberá disponer esa participación como parte integrante del proceso de planificación, programación, ejecución y evaluación.
- El concepto y el contenido de la tecnología apropiada relacionada con el desarrollo y la ordenación de los recursos hídricos deben considerarse en el contexto de cada situación socioeconómica en particular y de los recursos de que disponen. Los países en desarrollo necesitan crear la capacidad tecnológica en los planos nacional y regional. Debe darse prioridad a las tecnologías que impliquen un reducido costo de capital y al uso de materias primas y recursos locales teniendo en cuenta los factores ambientales. Los países desarrollados deben acelerar el proceso de transferencia de experiencia, asistencia técnica y capacitación a los países en desarrollo. Los países desarrollados deben alentar y mejorar las condiciones para la transmisión de información y conocimientos técnicos. Es necesario asimismo que haya transferencia de tecnología entre los propios países en desarrollo.

Fuente: Naciones Unidas, Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua, Mar del Plata, 14 a 25 de marzo de 1977, Doc. E/CONF.70/29, New York, 1977.

Anexo 2

Conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente (CIAMA)

PRINCIPIOS RECTORES

Se precisa una acción concertada para revertir las actuales tendencias de consumo excesivo, la contaminación y las amenazas crecientes derivadas de la sequía y las crecidas. El Informe de la CIAMA formula recomendaciones para que se adopten medidas en las esferas local, nacional e internacional, teniendo presente cuatro principios rectores.

Principio Nº 1 *El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente*

Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca hidrológica o un acuífero.

Principio Nº 2 *El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles*

El planteamiento basado en la participación implica que los responsables de las políticas y el público en general cobren mayor conciencia de la importancia del agua. Este planteamiento entraña que las decisiones habrían de adoptarse al nivel más elemental apropiado, con la realización de consultas públicas y la participación de los usuarios en la planificación y ejecución de los proyectos sobre el agua.

Principio Nº 3 *La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua*

Este papel primordial de la mujer como proveedora y consumidora de agua y conservadora del medio ambiente viviente rara vez se ha reflejado en disposiciones institucionales para el aprovechamiento y la gestión de los recursos hídricos. La aceptación y ejecución de este principio exige políticas efectivas que aborden las necesidades de la mujer y la preparen y doten de la capacidad de participar, en todos los niveles, en programas de recursos hídricos, incluida la adopción de decisiones y la ejecución, por los medios que ellas determinen.

Principio Nº 4 *El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico*

En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos.

Distr.
RESTRINGIDA
LC/R. 1143/ Rev. 1
10 de Septiembre de 1992
ORIGINAL ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

BASES CONCEPTUALES PARA LA FORMULACION DE PROGRAMAS DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS *

Por : AVEL DOUROJEANN.

* El presente trabajo fue preparado por la División de Recursos Naturales y Energía.

Este documento no ha sido sometido a revisión editorial.

92-9-1384

RESUMEN

El presente documento analiza los variados conceptos que se asocian a la temática de la gestión del agua a nivel de cuencas hidrográficas. Dicho análisis se ha preparado como una base para la formulación de proyectos y la evaluación económica de las acciones conducentes al manejo de cuencas.

La elaboración del documento obedece a la necesidad de precisar algunas definiciones que se utilizan en el campo del agua así como racionalizar la utilización de los términos por parte de organismos nacionales e internacionales, municipios, organismos no gubernamentales y centros de educación. Responde al pedido específico de estos organismos.

El trabajo aporta una revisión de los diferentes enfoques, definiciones y acciones de manejo de cuencas en los países de América Latina y el Caribe. Se explican las tres fases de un proceso de "desarrollo" de cuencas, forma como se traduce literalmente el concepto en inglés de "river basin development". Dichas fases son: a) previa (ordenamiento), b) intermedia (habilitación) y c) permanente (manejo) de los recursos de la misma.

Se destaca que el llamado manejo de cuencas (watershed management) y la administración del agua (water resources management) forman parte de la fase de acciones de tipo permanente en un proceso de desarrollo de cuencas (river basin development). Se incluye un extenso análisis con relación a las dificultades de interpretación y traducción de los términos en inglés al español.

Se resalta que las acciones de manejo de cuencas y de administración del agua son acciones que se deben ejecutar en forma permanente en el tiempo. El manejo de la cuenca, entre otros, se señala que es una forma indirecta de manejar el agua, en cambio la administración del agua es un forma directa de manejar el agua. Ambas son acciones complementarias para controlar el balance hídrico (compatibilización oferta-demanda de agua) en una cuenca.

Se explica como las acciones de manejo de cuencas y de administración del agua están asociadas al concepto de sustentabilidad ambiental porque se basan en aplicar técnicas de preservación, tratamiento, protección, recuperación y otros medios de conservación de recursos así como de operación, mantenimiento, reparación y protección de las obras hidráulicas necesarias para utilizar eficientemente el agua.

Las acciones de manejo de cuencas son por definición parte de las acciones de gestión ambiental dado que toda acción de manejo de cuencas se hace con la finalidad de contrarrestar efectos

ambientales negativos así como para lograr efectos ambientales positivos. Parte de estos efectos positivos, pero no todos, pueden ser evaluados por intermedio de la cantidad, calidad, lugar y tiempo en que el agua es captada y escurre de una cuenca.

La calidad del agua es el factor más importante para determinar el estado de conservación de los recursos de la cuenca. Puede afirmarse que si el agua de una cuenca puede ser bebida sin tratamiento, y sin consecuencias actuales y futuras para el hombre, significaría que más del 50% de los problemas ambientales estarían solucionados en esa cuenca, inclusive los de contaminación atmosférica. Esto explica a la vez la dificultad y la importancia de ejecutar acciones de manejo de cuencas.

Los llamados programas o proyectos de manejo de cuencas, en razón a lo expuesto, son un conjunto de acciones que se realizan con fines de contribuir a la sustentabilidad ambiental en una cuenca.

Si bien en su forma original, el manejo de las cuencas "de captación" (catchment area) se centraba en obtener resultados sobre la descarga de agua, hoy en día las acciones de manejo de cuencas engloban todas aquellas actividades que permiten mantener la sustentabilidad ambiental en la cuenca, en particular la calidad del agua. Además incluye todas las acciones que ayudan a evitar, mitigar o controlar fenómenos extremos como sequías, inundaciones y deslizamientos de tierras.

Se destaca que es el efecto del conjunto de las acciones sobre las descargas de agua, basadas en el manejo de los recursos naturales en la cuenca, lo que les confiere la connotación de programas o proyectos de "manejo de cuencas" y no solo el hecho que las acciones se realicen dentro de una cuenca.

En el documento se hace un listado de las acciones más usuales que se ejecutan en programas y proyectos de este tipo. Estas acciones se dividen en dos grupos. En el primer grupo se incluyen aquellas acciones que tienen un carácter de intervención directa en el medio, tal como la construcción de un dique. En el segundo grupo se incluyen aquellas acciones que actúan indirectamente en el medio, tal como la realización de un programa de capacitación, el otorgamiento de créditos o la organización de la población que habita en una cuenca.

Se recuerda que las acciones directas pueden ser exclusivamente de manejo con fines de protección, preservación, recuperación, control de recursos pero que, la mayoría, se ejecutan como complemento o parte de las actividades de aprovechamiento de los recursos de la cuenca con fines de producción, extracción o industrialización o simplemente de ocupación del territorio.

1. Conceptualización y enfoques de manejo de cuencas

El presente documento expone el resultado de un análisis comparativo de terminologías utilizadas con relación a las cuencas hidrográficas de la región. Su finalidad es sugerir una sistematización de las acciones que conforman los programas y proyectos denominados de "manejo de cuencas". Consiste en un aporte inédito que facilita el uso de la terminología vinculada al desarrollo sustentable, en general, y al manejo de cuencas en particular.

Los profesionales que trabajan en áreas de desarrollo así como de administración, aprovechamiento, manejo, ordenamiento o protección de cuencas tienen dificultades para conceptualizar el alcance y los objetivos de las acciones que se realizan bajo los variados enfoques de dicha temática. Uno de los términos, el de **manejo de cuencas**, es uno de los más elusivos dado a que está sujeto a diversas interpretaciones en América Latina y el Caribe.

Las interpretaciones en uso tienen varias entradas o formas de calificar a dichas acciones. Estas calificaciones contienen los siguientes elementos de juicio:

- La acción genérica: desarrollar, ordenar, habilitar, aprovechar, gestionar, administrar o manejar.
- El sujeto o los sujetos de la acción genérica: La cuenca o zona de captación (catchment) o recepción del agua (watershed) incluyendo los elementos y recursos naturales y construidos que la conforman y/o el agua o los recursos hídricos; incluyendo los cursos de agua y las obras hidráulicas y conexas construidas por el hombre.
- Los fines específicos que se persiguen con la acción genérica: suministrar agua, conservar recursos, producir bienes, proteger recursos o controlar algún fenómeno extremo.
- El objetivo final o de más alto nivel: el desarrollo sustentable, el mejoramiento de la calidad de vida, el crecimiento económico u otro similar.

Las mayores discrepancias entre los usuarios del término radica en las diferentes orientaciones que implícitamente le dan a los términos que utilizan (desarrollar, aprovechar, ordenar, manejar, administrar u otro similar) y la falta de aclaración si lo están aplicando a todos los recursos naturales o construidos, sólo al agua, a la cuenca o al hombre que habita en ella.

Para comprender el proceso deductivo seguido para analizar los conceptos sobre manejo de cuencas es necesario señalar primero las fases, en el tiempo, en que se dividen los procesos de gestión en

una cuenca para aprovechar y conservar sus recursos, en particular el agua, con fines de desarrollo del hombre.

Dichas fases son (ver Cuadro 1):

Fase Previa (ordenamiento): Elaboración de estudios (inventarios, evaluaciones y diagnósticos) y formulación de proyectos de inversión. Es una fase orientada al ordenamiento o planificación, sustentación y diseño de soluciones y estrategias para llevarlas a cabo.

Fase Intermedia (habilitación): construcción de obras de ingeniería y obras auxiliares de servicio, ejecución de proyectos de diversa índole (forestales, riego y drenaje, control de inundación y otros). Es una fase orientada a la ejecución de lo planificado.

Fase Permanente (manejo): Administración, operación, mantenimiento, reparación y mejoramiento de **obras hidráulicas** y manejo, recuperación, preservación y conservación de **recursos naturales o cuencas**. Es un fase orientada a la administración del agua y al manejo de los recursos naturales presentes en la cuenca.

Cada fase tiene una terminología propia, en especial cuando se califica la acción genérica:

El término "desarrollo" engloba las tres fases. El "desarrollo" de una cuenca o del agua comprende por lo tanto las fases previa, intermedia y permanente en un proceso de ordenamiento, habilitación y manejo de los recursos de una cuenca para satisfacer las demandas del hombre y la sustentabilidad ambiental.


El término de "gestión" se aplica de preferencia para referirse a los procesos de dirección, orientación o conducción del desarrollo en la cuenca. Dicha gestión es responsabilidad de todos los actores involucrados o afectados por dicho desarrollo.

Los términos de "aprovechamiento" o "construcción", usualmente se aplican para indicar que se van a realizar acciones que forman esencialmente parte de la segunda fase del proceso de desarrollo. Esta segunda fase se califica como "de ejecución" cuando forma parte de un proyecto de inversión. Todos los procesos de puesta en valor de recursos de una cuenca, sean las tierras, los bosques, el agua, la fauna o los minerales, forman parte de esta fase.

En cambio los términos "administración", "manejo", "operación" y también el de gestión se aplican mayormente para indicar que se van a hacer acciones correspondientes a la fase periódica o permanente. En esta fase lo que se hace es tratar de utilizar en la mejor forma posible las inversiones previamente efectuadas. Esta

Cuadro 1

Acciones directas en los procesos de gestión para el aprovechamiento del agua con fines de desarrollo

Fases que indican la temporalidad de las acciones	Acciones principales	Complementos de las acciones
Previas	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaboración de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inventarios ● Evaluaciones ● Diagnósticos
	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaboración de proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nivel de prefactibilidad ● Nivel de factibilidad ● Nivel de definitivo
Intermedias	<ul style="list-style-type: none"> ● Ejecución de proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Diseño para ejecución ● Ejecución y pruebas ● Monitoreo
Permanentes	<ul style="list-style-type: none"> ● Administración del agua (<i>"Water resource management"</i>) (manejo de los sistemas hídricos construidos) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Organización de usuarios del agua ● Operación y mantenimiento de obras hidráulicas ● Reparación y mejoramiento de obras y equipamiento
	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejo de cuenca (<i>"Watershed management"</i>) (manejo de los recursos de las cuencas) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Organización de los usuarios de la cuenca ● Ordenamiento del uso de los recursos ● Preservación y protección de recursos ● Recuperación y conservación de recursos
		
<p>Resultado: compatibilización de ofertas y demandas de agua y sustentabilidad ambiental en las cuencas</p>		

Fuente: Axel Dourojeanni, CEPAL, 1992.

fase se sustenta en un sistema estable de organización de los usuarios.

El manejo de la cuenca y la administración del agua forman parte de la fase calificada de permanente. No se debe olvidar sin embargo que para llegar a manejar una cuenca o administrar el agua se debe realizar normalmente acciones en las fases previas e intermedia, tales como reforestar o construir obras hidráulicas como reservorios. Como parte del manejo de la cuenca se manejarán los bosques reforestados y como parte de la administración del agua se operarán los reservorios.

Cabe destacar que en el presente documento se reservan los términos de operación, mantenimiento y reparación a las acciones que se realizan sobre las obras y máquinas construidas por el hombre y, en cambio, se reserva el empleo de los términos manejo, conservación y recuperación a las acciones que se realizan sobre los recursos y elementos naturales o una cuenca.

Gran parte de los términos acotados como gestión, manejo o administración tienen obviamente múltiples aplicaciones. Su significado varía según las situaciones en que se utilice. Por este motivo quien emplee cualquiera de los términos mencionados debe precisar a que se refiere.

El uso de los modelos verbales debe seguir las mismas reglas que las de un modelo matemático. Una frase incompleta es como una fórmula incompleta. Por ejemplo, al manifestar que se planea hacer la "gestión de una cuenca" no es claro lo que se pretende. Sin embargo si se expresa que lo que se planea es "dirigir un proceso de gestión para captar y utilizar el agua de una cuenca con fines de abastecer de agua potable a una población" se clarifican los objetivos implícitos en la declaración anterior.

El manejo de la cuenca, tal como se ha expuesto, corresponde a la fase periódica o permanente en un proceso de gestión para el desarrollo en cuencas. El manejo de la cuenca es una forma abreviada de decir "el manejo de todos los recursos naturales y construidos presentes en la cuenca". Se espera además que la sumatoria de todas las acciones de manejo produzcan algún resultado evaluable a nivel de la cuenca.

Estos "manejos" incluyen por ejemplo, el manejo de nieve, manejo de escorrentía, manejo de suelos, manejo de bosques, manejo de fauna, manejo de fenómenos extremos y otros. El resultado evaluable a nivel de cuenca, además de los incrementos en seguridad y producción, se obtiene por medio de la descarga de agua de la cuenca.

El manejo de una cuenca dentro de este marco tiene por lo menos dos alcances distintos según los autores:

a) Un alcance limitado al agua:

En esta percepción el manejo de los recursos naturales de la cuenca se hace con el exclusivo fin de actuar sobre la captación y escurrimiento del agua en cantidad, calidad, tiempo y lugar de ocurrencia. Es un complemento a las acciones de administración del agua.

En este sentido las acciones de manejo de una cuenca permiten actuar en forma indirecta sobre el comportamiento del agua; en cambio, el manejo o administración del agua es una forma directa de actuar sobre el comportamiento del agua.

El "manejo" es orientado a lograr efectos en la descarga de agua, tales como retardar o acelerar la escorrentía superficial, aumentar los flujos de escorrentía subsuperficial o subterránea y reducir el aporte de sedimentos a embalses. Es la versión hidrológica-forestal que considera a la cuenca esencialmente como una "zona de captación" del agua.

b) Un alcance extendido a todos los recursos de la cuenca:

En este caso el manejo de la cuenca se hace con el fin de proteger y conservar todos los recursos que se encuentran en la cuenca a fin de garantizar la vida de sus habitantes y una producción sostenida en el tiempo.

Incorpora la ejecución de acciones que, además de producir un efecto en la descarga de agua, están orientados, por ejemplo, a preservar variedades genéticas, manejar fauna y conservar el paisaje. Es una forma más completa de visualizar las acciones de manejo de cuencas que la versión exclusivamente hidrológico-forestal.

Cabe mencionar que la ejecución de acciones de manejo de cuencas, cualquiera que sea el alcance que se le dé, es una forma importante de contribución a la sustentabilidad ambiental. De hecho no puede hacerse lo que algunos denominan "gestión ambiental" sin considerar acciones de manejo de cuencas hidrográficas.

2. El uso de los términos de manejo de cuencas en la región

El empleo de la frases y términos de manejo de cuencas es amplio en los países de la región y cada día aumenta más. La frase ya no es reservada para uso de forestales ni hidrólogos. Hoy se encuentra en manos de alcaldes, comuneros, agricultores, geógrafos, planificadores regionales, funcionarios públicos, funcionarios internacionales, miembros de organismos no gubernamentales y en general en todos aquellos interesados en el medio ambiente. Esto sin embargo no significa que todos estén de acuerdo sobre lo que implica.

En primer lugar no todos los interesados en el tema utilizan la misma terminología para referirse al mismo conjunto de acciones que se realizan en una cuenca. Para algunos están "gestionando" la cuenca, para otros están "administrando" la cuenca, para otros están "ordenando" la cuenca, y para otros están "manejando" la cuenca, y así sucesivamente, a pesar de que esencialmente hacen lo mismo.

En segundo lugar a pesar de usar el mismo término, por ejemplo administrar la cuenca o manejar la cuenca, hacen cosas diferentes. Algunos que señalan que van a administrar la cuenca sólo se refieren a que van a administrar la distribución del agua y otros que dicen que van a manejar el agua en la práctica manejan las cuencas.

El concepto de manejo de cuencas, por lo motivos anteriores, abarca una vasta gama de definiciones que se han agrupado en:

i) Acciones de manejo de cuencas que se han hecho combinando algunas medidas conservacionistas con otras de protección.

Es la modalidad con mas ejemplos en América Latina y El Caribe, aun cuando son muy escasos los casos en que se ha medido el efecto producido por la aplicación de las medidas a nivel de una cuenca. Esta modalidad es tan antigua como los trabajos efectuados en épocas prehispánicas en el Perú. Resurge a partir de una evolución de los conceptos de conservación de suelos, difundidos desde 1930 en la región, a uno de manejo de cuencas. El término de manejo de cuencas comienza a ser utilizado en la región desde fines de 1960. Uno de los centros de difusión de este enfoque es la Universidad Estatal de Colorado ubicada en Fort Collins, EEUU.

Las acciones que se han realizado bajo este enfoque son, por ejemplo, construir terrazas o andenes, utilizar los suelos según su capacidad y fomentar prácticas conservacionistas de cultivo. Combinan prácticas mecánico-estructurales de pequeña envergadura para controlar cárcavas, estabilizar taludes o controlar torrentes con prácticas de conservación agronómicas, silvícolas y pastoriles.

ii) Acciones de manejo de cuencas que se han hecho con un fin casi exclusivamente proteccionista.

Es otra modalidad bastante difundida en la región. En estos casos los trabajos se orientan exclusivamente a la protección de los recursos (naturales y contruidos) y el hombre contra fenómenos extremos, sobre todo inundaciones, deslizamientos y alteraciones en la calidad del agua. Esta modalidad contiene un alto porcentaje de obras de ingeniería o mecánico-estructurales.

Los responsables de estos trabajos son múltiples: municipios, empresas de hidroelectricidad, empresas de ferrocarriles, servicios

de caminos, servicios forestales, compañías mineras, usuarios de agua en agricultura, empresas de agua potable y sistemas de defensa civil por citar solo algunos.

Es el tipo de trabajo que normalmente se ejecuta para defender obras construidas mas que para defender los recursos naturales de una cuenca. Incluye acciones control de torrentes, diques para controlar inundaciones, control de depósitos de relaves, control de avalanchas, estabilización de caminos y carreteras, construcción de presas para mitigar inundaciones y otras obras de este tipo.

iii) Acciones de manejo de cuencas que se han hecho como parte de programas de desarrollo regional, microrregional y municipal.

Son raros los casos en que se efectuado programas de manejo de cuencas como parte del desarrollo regional a no ser que dicho desarrollo incluya un componente importante de aprovechamiento del agua y de desarrollo rural.

En los programas de aprovechamiento de recursos hídricos de grandes cuencas, como las del Cauca en Colombia, es común que se incluya un componente importante de manejo de cuencas, sobre todo si es para reducir el aporte de sedimentos a embalses o contribuir a reducir inundaciones.

Bajo el concepto de desarrollo rural integrado, sobre todo cuando se incluyen programas forestales, también se han realizado algunas acciones de manejo de cuencas en gran escala. Esto se hace extensivo en algunos proyectos forestales y de riego en zonas de alta montaña que siguen un patrón similar a los de un proyecto de desarrollo rural integrado.

A nivel municipal esta surgiendo en forma muy incipiente y reciente el interés en ordenar, habilitar y conservar las cuencas y microcuencas 1/ que se encuentran en su jurisdicción. Forma parte de la corriente ambientalista actual y promete ser un factor muy importante en la gestión ambiental de los municipios ubicados en zonas de montaña.

De esta somera 'revisión destacan por lo menos los siguientes vacíos:

- No se conoce aun una cuenca relativamente importante en superficie donde se halla ejecutado el ordenamiento total del uso de los recursos de la misma y que sirva de modelo. Existen sin embargo muchos programas que tienden al manejo integral de la cuenca, sobre todo en Colombia.
- En casi todos los casos revisados no se mide el efecto de la aplicación de las medidas de manejo de cuencas en la descarga de la cuenca. No existen cifras que indiquen cuanto

se ha reducido el aporte de sedimentos con medidas conservacionistas en un cuenca relativamente importante. Solo las hay para microcuencas experimentales y parcelas de escorrentía.

- No existen programas de manejo de cuencas para cuencas que abastecen con agua a ciudades importantes, en los cuales se halla logrado un efecto significativo en el mejoramiento o en la conservación de la calidad de agua captada por la cuenca.
- Son muy escasos los sistemas de gestión coordinados para manejar cuencas en la región. Hay en general conflictos interinstitucionales, vacíos legales y una falta generalizada de acopio de información por cuenca. Cada institución o usuario hace estudios en forma independiente e interviene en las cuencas sin pasar por un mecanismo de coordinación.

Por lo expuesto se observa que en los países de la región hay problemas para definir lo que es manejo de cuencas. Esto se constata en las ponencias presentadas en eventos sobre manejo de cuencas.

En estos eventos todo cabe bajo la terminología de manejo de cuencas, desde un programa de reforestación hasta un análisis geomorfológico con percepción remota, pasando por programas de incentivos de participación local. Basta con decir que el trabajo "se realizó en una cuenca" para que sea aceptado. Esto no contribuye ciertamente a mejorar el conocimiento en la materia.

De esta forma es posible encontrar que algunos dicen que manejan cuencas por el solo hecho de construir dos o tres diques de piedra en el curso de un torrente. En cambio otros, sobre todo los teóricos, llegan a decir que no se hace un verdadero "manejo de cuencas" si no se ejecuta un programa equivalente al de un programa de desarrollo regional o rural integrado.

En las ponencias también se verifica que, al margen de planteamientos teóricos, son muy escasas las investigaciones sobre el efecto de las medidas de manejo en el comportamiento hidrológico de la cuenca, sobre todo en materia de calidad de agua y transporte de sedimentos.

Las definiciones sobre "manejo de cuencas" en vigencia reflejan las escuelas profesionales donde son elaboradas (ingenieros forestales, ingenieros agrícolas, hidrólogos, ingenieros civiles, ecólogos, biólogos, científicos sociales, antropólogos, etc.), el ámbito, país o región, donde se aplica y el grado de conocimiento o "alcance" de quien formula la definición.

- Vertientes sin desembocadura al mar o cuencas endorreicas.
- c) Caracterización de cuencas por su posición relativa dentro de una cuenca mayor:
 - Cuencas altas (parte alta de la cuenca, lo que no debe confundirse con cuencas de alta montaña).
 - Cuencas bajas (en oposición a la ubicación de las anteriores).
- d) Caracterización por su tamaño relativo (conflictivo y casi imposible de precisar):
 - Cuencas muy grandes.
 - Cuencas grandes.
 - Cuencas medianas.
 - Cuencas pequeñas.
 - Microcuencas.
- e) Caracterización por su relación con límites político-administrativos :
 - Cuencas internacionales.
 - Cuencas binacionales.
 - Cuencas nacionales.
 - Cuencas estatales, bi-estatales, etc.
- f) Caracterización por su balance hídrico en condiciones actuales:
 - Cuencas balanceadas (la oferta y las demandas de agua son compatibles).
 - Cuencas deficitarias o críticas (poca oferta y mucha demanda de agua).
 - Cuencas con exceso (muchas oferta y poca demanda de agua).
- g) Caracterización por su aporte de agua a centros urbanos:
 - Cuencas municipales (captan agua primordialmente para poblaciones).
- h) Caracterización por su densidad poblacional:
 - Densamente pobladas.
 - Medianamente pobladas.
 - Escasamente pobladas.
- i) Caracterización por su uso experimental.
 - Cuencas experimentales.
 - Cuencas unitarias.
 - Cuencas pares.
 - Cuencas Múltiples.
 - Cuencas Bench Mark.
 - Cuencas Piloto.

Las caracterizaciones pueden hacerse así hasta el infinito, de acuerdo a cada autor u organización nacional o internacional que las utiliza, lo cual muchas veces genera estériles polémicas para definir rangos que precisen cada una de dichas denominaciones.

La relatividad de cada caracterización, adecuada a veces sólo a una pequeña región dentro de un país, hace inoperante pretender definir tales rangos. En la práctica basta con que el especialista precise con detalle qué es para él o para su institución cada una

Las limitaciones impuestas por la agencia donde se elabora el término, sobre todo si son corporaciones públicas o ministerios con tareas sectorializadas son importante causa de las desviaciones en las definiciones.

Muchas agencias nacionales o internacionales, y hasta las facultades universitarias, no permiten que una definición vaya más allá de su reglamento de funciones. En otros casos, a la inversa, tratan de realizar labores que corresponden a otras dependencias aduciendo que el término manejo de cuencas los autoriza a dirigir todo el desarrollo y aprovechamiento de los recursos de dicho territorio, en particular del agua.

Las definiciones sintéticas actualmente empleadas en la región para definir manejo de cuencas no son usualmente suficientes para comprender su alcance, por ejemplo se utilizan las siguientes:

1. "Es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca, con el fin de controlar la descarga de agua de la misma en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia".2/
2. "Es el conjunto de técnicas que se aplican para el análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas".3/
3. "Es una acción de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca, teniendo como fin la conservación y/o el mejoramiento de la calidad medio ambiental y los sistemas ecológicos".4/
4. "Es la gestión con un sentido empresarial-social que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida".5/

Además de las variadas interpretaciones sobre lo que significa "aprovechamiento, desarrollo, ordenamiento, protección y manejo de cuencas" en América Latina y el Caribe existen también otros puntos de conflicto en materia de terminologías. Estos conflictos se refieren a las maneras más adecuadas de "clasificar" o "titular" las cuencas con algún nombre.

Se emplean muy relajadamente muchos nombres que sólo son útiles si vienen acompañados de una explicación. Así se tiene:

- a) Caracterización de cuencas por su relieve (orografía):
 - Cuencas de montaña y de alta montaña.
 - Cuencas de llanos, pampas o praderas.
- b) Caracterización de cuencas por vertiente:
 - Vertientes del Pacífico, del Atlántico, del Caribe.
 - Vertientes a un lago determinado u "hoya", como las del Titicaca.

de sus afirmaciones (tamaño en km², densidad de población en hab/km², uso del agua de la cuenca, etc.) en lugar de limitarse a hablar de "grandes" cuencas, cuencas "altamente pobladas", etc.

Para saber entonces qué se está haciendo o se piensa hacer en una cuenca se debe conocer algo más que el título o los objetivos declarados en una propuesta. Esencialmente se deben conocer qué acciones se van a ejecutar bajo la cobertura del título escogido por el responsable del trabajo y en que ámbito se piensa ejecutar.

Para descifrar e interpretar por lo tanto qué entiende cada autor por lo que es un estudio o proyecto de "manejo de cuencas" es necesario leer todo el informe, estudio, propuesta o el documento que corresponda. La labor de interpretación además no es fácil porque gran parte de los autores presentan los objetivos de sus trabajos en forma confusa: mezclan objetivos, no especifican quién los formula, no utilizan términos apropiados y en general no siguen un patrón uniforme de trabajo.

Al no disponerse de información ordenada no se puede verificar si la propuesta de manejo de cuencas contiene los elementos necesarios para definirla como tal. Dado que en cada uno de los países de la región latinoamericana y del Caribe se usan lenguajes diferentes para referirse a los mismos objetivos, esta labor es aún más complicada.

Urge por lo tanto lograr un consenso entre los que trabajan en este campo para establecer unos parámetros mínimos de referencia para presentar estudios de manejo de cuencas. En el anexo 1 se presenta un guía que sirve para formular programas de manejo de cuencas siguiendo una secuencia establecida en un método que incluye la participación de los actores involucrados en el proceso.^{6/}

Finalmente, es necesario también ser cauteloso en descifrar el verdadero alcance de otros términos que últimamente acompañan a los títulos de programas o proyectos sobre cuencas o agua. Entre ellos tenemos los de "integral", "holístico", "participativo", "sustentable", "interdisciplinario", "multisectorial", "múltiple" "global" y otros calificativos similares que muchas veces no pasan de ser meros agregados en la carátula (cosméticos) pero que no se reflejan en el trabajo o las acciones en ejecución.

3. El origen de las definiciones de manejo de cuencas utilizadas en la región

Gran parte de los autores emplean el término de manejo de cuencas sin detenerse a pensar en lo que significa. Otros adoptan alguna de las definiciones e interpretaciones que ya existen en el

"mercado" sin modificarla y otros introducen alguna nueva versión sin alterar sustantivamente las frases originales.

Este camino es usualmente poco práctico puesto que se sustenta en aceptar definiciones y conceptos "importados" de otras condiciones, en lugar de constatar primero las realidades y necesidades del espacio donde se realiza el estudio y luego inferir de dichas realidades una definición correspondiente con los objetivos y acciones a realizar.

La adopción de una definición se complica, además, porque gran parte de las disponibles sobre desarrollo así como sobre aprovechamiento, manejo, ordenamiento y protección de cuencas --que se emplean en América Latina-- tienen como origen una traducción literal de términos acuñados originalmente en el idioma inglés para los cuales no se dispone de palabras equivalentes en español.

Como resultado de esta falta de claridad en los términos, y de las frases construidas, ocurren a veces interferencias en la asignación de funciones y en la ejecución de actividades y formulación de proyectos de manejo de cuencas entre organismos tanto nacionales como internacionales.

Así algunas organizaciones forestales, encargadas de hacer manejo de cuencas, pretenden dirigir el aprovechamiento del uso múltiple del agua en las cuencas. Otros dicen que administran los recursos de una cuenca limitándose en la práctica a la gestión del agua de un río o por tramos de este. Lo que entonces parece ser algo banal, como una pobre traducción, puede originar conflictos jurídicos e interinstitucionales.

Para analizar el origen idiomático de los términos que se aplican en el campo del agua en América Latina y el Caribe se debe partir por recordar las principales terminologías utilizadas en el idioma inglés vinculadas al campo del agua^{7/}, las cuales son:

Con relación a las cuencas hidrográficas:

a) **"River Basin Development"**: Término usualmente traducido en la región al español como desarrollo de cuencas hidrográficas aun cuando también se traduce como aprovechamiento de cuencas.

Las acciones que se ejecutan como parte de un proceso de "river basin development" se agrupan en tres grandes áreas ya mencionadas en el capítulo I : Las acciones previas o de ordenamiento del uso de la cuenca, las acciones intermedias o constructivas y las acciones permanentes o de manejo.

De estas tres fases las polémicas en cuanto a traducción son las correspondientes a la fase intermedia o constructiva (habilitación, construcción) y a la fase permanente (manejo, operación, administración):

- Las acciones de la fase intermedia o constructivas en un proceso de desarrollo en cuencas abarcan todo tipo de acciones tendientes a habilitar o "arreglar" la cuenca para satisfacer las necesidades del hombre en materia de energía, comunicación, de agua y otros recursos. En esta fase se construyen obras hidráulicas, caminos, viviendas y servicios.
- Las acciones de tipo permanente, que tienen un carácter operativo, como las de "Watershed Management", se realizan para conservar y mantener los sistemas naturales y construidos en producción, así como controlar los fenómenos extremos que se presentan en la cuenca.

b) **"Watershed Management"**: término traducido al español como Manejo y a veces Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas. Dicha traducción es poco fiel a su versión original y es el objetivo central del presente análisis. Es, como se señala en el párrafo anterior, una "acción compuesta de muchas acciones" que corresponde a la fase permanente dentro del proceso de gestión para el desarrollo o aprovechamiento integral de cuencas.

Con relación al agua:

a) **"Water Resources Development"**: es un término equivalente al de "river basin development", con la diferencia que circunscribe las acciones a actuar sobre el agua producida por la cuenca y no sobre todos los recursos de la cuenca. Se traduce al español como desarrollo de recursos hídricos o aprovechamiento de recursos hídricos. El aprovechamiento del agua es una parte de las acciones para el aprovechamiento (integral) de las cuencas. La aceptación oficial de la traducción de "water resources" como recursos hídricos es por lo menos un paso adelante para interpretar este término.

b) **"Water Resources Management"**: término traducido al español como gestión o administración de recursos hídricos o del agua. En general esta traducción refleja su versión original y por lo tanto tiene pocas complicaciones. Lo único que debe aclararse es si la aplicación del término es para administrar un solo uso o uso múltiples y si administra sólo la oferta de agua o también la demanda.

A continuación se analiza por qué varias de las traducciones al español actualmente en uso en la región, de las términos anteriores, no reflejan necesariamente su versión original en inglés. Esto es palpable sobre todo en la traducción e interpretación del significado del término manejo de cuencas:

- Una de las primeras razones es que en el idioma español no se puede establecer claramente la distinción entre "watershed" y "river basin" con el sólo empleo del término "cuenca" o "cuenca hidrográfica", con lo cual surge la primera confusión con respecto a la envergadura del área donde se puede y debe realizar acciones de manejo de cuencas.
- La segunda confusión surge porque se traduce "management" del inglés al español indistintamente como manejo, gestión, ordenamiento, administración; en circunstancias que la traducción correcta de "management" sería únicamente "gestión".
- El tercer aspecto no resuelto es que la aplicación del término "development" al campo del agua no siempre significa lo mismo que "desarrollo" en español. De hecho, "River Basin Development" o "Water Resources Development" traducido como "desarrollo de cuencas" o "desarrollo de aguas" no tiene el mismo significado en español que en el idioma inglés.
- La cuarta dificultad es originada por la forma poco consistente con que se construyen expresiones y frases juntando dos o tres términos. Algunos consideran, por ejemplo, que es lo mismo "manejar una cuenca" que "manejar el agua en una cuenca" o que es lo mismo "administrar un río" que "administrar un sistema hídrico".
- La quinta dificultad no es con respecto a las traducciones si no a las diferencias geográficas, ecológicas, sociales y económicas donde se acuñaron los términos de river basin development, watershed management y otros, con relación a las situaciones en América Latina y El Caribe.

Comentarios con respecto a los términos "watershed" y "river basin":

La falta de una terminología en español que distinga una cuenca grande de una chica origina situaciones confusas. Una vez una institución propuso hacer el "manejo de la cuenca del río Amazonas". Esto realmente resulta poco convincente como propuesta^{8/} debido a que las acciones que implica un manejo de cuencas se hacen sumando el efecto de acciones llevadas en subcuencas.

En todo caso pensar en hacer un proyecto para manejar cuencas tan grandes es tanto o mas complicado que querer en la actualidad alcanzar la sustentabilidad ambiental en varios de los países de la región cuya superficie y complejidad es inferior a la de la cuenca del Amazonas. Esto queda aún mas evidente cuando se observa que prácticamente ninguna cuenca, ni siquiera relativamente pequeña, ha

sido realmente "manejada" aun en América Latina, inclusive cuando su principal objetivo es suministrar agua a grandes centros urbanos.

Quizás se podría evitar la confusión de tamaños de cuencas asociando el término "river basin" con el de "hoya hidrográfica", y el término de "watershed" con el de "cuenca hidrográfica", pero inclusive ello no refleja claramente la distinción que se hace en inglés entre "river basin" (cuenca de un río relativamente grande o principal) y "watershed" (cuenca de captación o cuenca de cabecera de una cuenca mayor).

En el idioma español lamentablemente se esta obligado a aplicar los términos como manejo o desarrollo por igual el término de cuenca irrespectivamente de su tamaño. Esto es válido si se hace por lo menos una distinción de alcances a la hora de proponer "manejarlas". Si algún día la humanidad puede decir que está manejando la cuenca del Amazonas estaríamos cumpliendo un sueño de sustentabilidad ambiental. Al menos por ahora se piensa que se debe ser más modesto.

Comentarios con respecto al término "management":

El término "management" tiene también dificultades en su traducción y aplicación cuando se asocia con espacios o recursos. Las traducciones libres de "management" en gestión, manejo, administración y operación tienen diferentes connotaciones que no se toman en cuenta en su utilización.

Gestionar el desarrollo de una cuenca no es lo mismo que manejar una cuenca. Tampoco es lo mismo la gestión de los recursos hídricos que la operación de un sistema hídrico, ni tampoco es igual administrar una cuenca que administrar el agua en una cuenca. En estos casos sólo basta que el que pone los nombres seleccione la mejor frase en función de lo que planea hacer.

Por ejemplo "manejar una cuenca" se refiere al manejo (algo manual o ejecutado físicamente) de los recursos naturales de la cuenca a fin de conservar los recursos e influir favorablemente en la captación y descarga del agua. En cambio, la gestión o la administración de una cuenca, o el agua de la misma, se refiere a la conducción de procesos con fines de satisfacer demandas de uso múltiple y controlar los fenómenos adversos.

Comentarios con respecto al término "development":

En inglés el término "development" aplicado a las cuencas y al agua, significa algo equivalente a puesta en valor de los elementos y recursos naturales de la cuenca, en particular el agua, mediante la habilitación de sistemas que permitan aprovecharlos y conservarlos. Este término se traduce al español como "desarrollo"

En el idioma francés no se estila traducir "river basin development" como desarrollo de ríos o cuencas. Se prefiere el término de "Aménagement de Basin" o sea "arreglo u ordenamiento" de cuencas, que incluye la planificación, la proyección, la construcción y la operación de sistemas hídricos en cuencas para "arreglarlo" a las necesidades del hombre con fines de fomentar su desarrollo.

Lamentablemente, en español el término ordenamiento tiene una connotación pasiva ligada a planificar o asignar usos. Esto no refleja todo lo que implica la fase ejecutiva de un proceso orientado al aprovechamiento y control del agua en una cuenca. De hecho el término ordenamiento se aplica en español para indicar que se va a ejecutar la primera fase de un proceso de desarrollo en cuencas.

Por lo explicado, al decir que se va a "desarrollar una cuenca" no traduce las implicancias del término "development" en inglés ni tampoco aclara qué se pretende hacer "desarrollando una cuenca". Al usar el término "desarrollo" en español y aplicarlo a una cuenca se crea por lo tanto un vacío en la traducción y en una expresión, por consiguiente, poco práctica para comunicar lo que se piensa realizar.

Inclusive en español la expresión no suena bien. No es claro como se podría, literalmente, "desarrollar una cuenca". En cambio sí se entiende que se puede habilitarla, ordenar su uso, aprovecharla o manejarla. Por ello no es muy recomendable utilizar la traducción literal de "river basin development" al español como desarrollo de cuencas sin aclarar lo que esto significa.

Podría también aceptarse que al decir "desarrollo de cuencas" se está queriendo manifestar "aprovechamiento y conservación de los recursos naturales disponibles dentro de una cuenca con fines de desarrollo del hombre que habita o depende de los recursos de esa cuenca". Dicho "desarrollo del hombre" implicaría, entre otros, mejorar su calidad de vida en función del uso del agua y la conservación de los recursos de la cuenca.

Se presenta la misma dificultad de entendimiento cuando se traduce literalmente "water resources development" como "desarrollo de recursos hidráulicos o hídricos". Los recursos hídricos, como las cuencas, tampoco se "desarrollan" sino que "se aprovechan" o se "conservan". Aparentemente en este caso se utiliza el término "desarrollo" como una forma abreviada de "aprovechamiento y control del agua con el fin de contribuir al desarrollo del hombre (no del recurso)".

En lugar de "desarrollo de cuencas o del agua" podría entonces decirse "desarrollo del hombre en cuencas u otro espacio" o "desarrollo del hombre en función del aprovechamiento de los recursos hídricos". Por ahora la costumbre de uso sigue

prevaleciendo sobre la exactitud de la expresión y es posible que no cambie. Ello puede aceptarse en la medida que se comprenda el significado implícito de dichas denominaciones.

Comentarios con respecto a la asociación de términos:

En estos casos no sólo se complica traducir un término, sino que la asociación que se hace entre términos como "management" o "development" y por ejemplo el lugar donde se va a realizar o a los recurso que se va a aplicar lo hace aún menos comprensible. Si bien en el idioma inglés es común asociar dos términos ("two words sentences") para describir algo, en español ello no es tan simple. Mas vale entonces describir lo que se desea en lugar de reducirlo también a dos palabras.

Comentarios con relación a las diferencias entre los lugares donde se gestaron los nombres y los lugares donde se aplican:

A lo anterior se agrega la dificultad de que --aun si se dispusiera de una traducción fiel-- las definiciones originadas en países nórdicos de habla inglesa no necesariamente reflejarían las situaciones particulares que hay en las cuencas hidrográficas de América Latina y el Caribe.

El profesional que trabaja en manejo de cuencas en muchas regiones de América Latina y El Caribe se encuentra con lugares casi inaccesibles habitados sea por comunidades campesinas con tradiciones centenarias de cultivo sea con invasores recientes sin título de propiedad que se dedican al corte y quema o con la presencia de zonas conflictivas y de alto riesgo.

En estas condiciones se necesitan instrumentos de trabajo muy diferentes a los que se emplean en los lugares donde se definieron las acciones.

En materia técnica por ejemplo se debe detener inmediatamente una "hemorragia" de pérdida de suelos con prácticas sencillas en lugar de dedicarse a medir la erosión al detalle (por ejemplo aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos) para saber cuál sería la alternativa "óptima".

En materia de clima se debe lidiar con situaciones extremas en zonas de alta montaña, a gran altura, o en zonas tropicales para los cuales no ha recibido entrenamiento específico ni existen guías de trabajo.

A esto se agrega que los programas se deben diseñar con poca información para aplicar métodos aprendidos en otras latitudes. Los equipos interdisciplinarios son escasos y las condiciones de trabajo de campo muy precarias. No existen ciertamente muchos usuarios organizados en gran parte de América Latina y El Caribe para trabajar en programas de manejo de cuencas. Si los municipios

intervienen en esta tarea sería un paso muy importante para facilitar la participación de la población local.

Debe tenerse muy claro además, que los programas deben aplicarse en gran escala cubriendo simultáneamente extensos territorios, si se quiere tener algún resultado cuantificable. Para alcanzar esta cobertura no existen aun ni recursos, ni organizaciones, ni estructura estatal y prácticamente ninguna estabilidad que permita conducir un proyecto de manejo de cuencas por un mínimo de 10 años.

Los proyectos piloto no bastan para manejar las cuencas en la región. Si se quiere tener resultados tangibles se debe atacar simultáneamente amplios frentes en base al apoyo a los intereses de la población local y aplicando técnicas simples que den resultados inmediatos dejando las acciones más complejas y que requieren de investigaciones para aplicarlas a futuro.

Debido a estas situaciones existentes en la región es que no es simple "importar" y "nacionalizar" conceptos. Para un estudiante que asistió a una universidad en el norte de América le puede ocurrir que más del 60% de lo aprendido sobre manejo de cuencas o gestión de recursos naturales sea inaplicable en las condiciones imperantes en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe.

Esto obliga a que en cada país se adapten o elaboren programas propios. Esto es poco común en América Latina y El Caribe donde la enseñanza a nivel de post-grado en gestión de recursos naturales es muy reducida. Algunas de las instituciones que han avanzado en este sentido son el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Centroamérica y el Centro Interamericano de Aguas y Tierras (CIDIAT) en Mérida, Venezuela y recientemente la Universidad Nacional de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ) también en Venezuela.

4. La evolución de los conceptos que sustentan las acciones en cuencas

Los enfoques sobre desarrollo, administración, ordenamiento, manejo y aprovechamiento de cuencas han evolucionado en los países de la región, 9/ al igual que en otras partes del mundo.

De una visión centrada en el control del agua con fines de control de fenómenos extremos y usos sectoriales se pasó paulatinamente a considerar al uso múltiple del agua, el manejo de las zonas de captación y la conservación de los recursos naturales para finalmente plantear acciones de desarrollo integral del hombre en la cuenca.

A pesar de los avances prácticos y teóricos logrados en la región es aun relativamente infimo lo que se ha hecho para plasmar sistemas de gestión capaces de conducir procesos de gestión para el desarrollo del hombre en cuencas mediante la habilitación integral de las mismas y su manejo. Ni siquiera se ha logrado establecer sistemas de gestión estables para el uso múltiple del agua a nivel de cuencas de importancia para los centros urbanos principales de muchos países.

El auge de la temática ambiental --con aspiraciones como las del "desarrollo sustentable" o, como parte de lo anterior, la "sustentabilidad ambiental"-- no han modificado aún los sistemas tradicionales de gestión sectorial y parcializada de los recursos en las cuencas.

La evolución de los enfoques para satisfacer las necesidades del hombre en las cuencas a seguido los siguientes pasos:

i) La habilitación de sistemas hídricos.

El desarrollo del hombre en cuencas se sustenta en gran medida en el ordenamiento, diseño, construcción y operación de obras tanto hidráulicas como de servicios y apoyo (transporte, comunicaciones) para satisfacer demandas múltiples de agua. La finalidad de la habilitación de los sistemas hídricos es evitar que el agua se convierta en una restricción para el desarrollo.

Este enfoque es tan antiguo como la humanidad. Los objetivos iniciales de las obras hidráulicas fueron las de satisfacer demandas sectoriales de agua y controlar fenómenos extremos como inundaciones. Se construyeron embalses, tomas, canales, desagües y otros sistemas de captación, regulación, distribución y evacuación de agua. Luego surgió el auge de la construcción de sistemas hidroeléctricos, presas y transferencias de agua de una cuenca a otra así como la explotación de agua subterránea en gran escala.

A la fecha existen multitud de obras para controlar la oferta de agua tanto superficial como subterránea en gran parte de las cuencas de la región. A pesar de ello, en muchas cuencas, se está muy lejos de administrar adecuadamente estas obras para satisfacer demandas de uso múltiple y evitar fenómenos extremos.

El control de la calidad de agua es sin dudas el problema mas grave que debe ser solucionado sobre todo en las cuencas altamente pobladas e industrializadas.

ii) La administración del agua.

Estas actividades se ha ejecutado en todas las cuencas desde el momento en que se construyeron obras para captar y utilizar el agua. Entre estas obras se puede incluir el primer pozo que construyó o utilizó el hombre. En un principio se administraron las

ofertas y las demandas en forma comunal o individual pero para varios usos a la vez. Luego, la sectorialización ha dominado la gestión del uso del agua. En varios países de la región es tradicional que esto siga igual. Cada sector interviene, en estos casos, en forma individual en la regulación de la oferta de agua de la cuenca.

La tendencia actual sin embargo es aceptar la necesidad de retornar a un sistema corporado para administrar el uso múltiple del agua en una cuenca. Esto no impide que cada usuario administre en forma autónoma los derechos de agua que le correspondan, como lo puede hacer una empresa de agua potable. Implica sin embargo que cada usuario contribuya a manejar la oferta de agua de la cuenca, entre ellos el control de las descargas de agua, y que se atenga a respetar reglas de bien común, tales como las de no contaminar el agua o no alterar los cauces naturales de agua.

iii) Al manejo de cuencas. 10/

La línea de actividades de manejo de cuencas de captación se inició con un enfoque hidrológico-forestal. La idea fue que se podía ejercer alguna influencia en el comportamiento hidrológico de una cuenca si se "manejaba" o alteraba el uso de la tierra en la misma. En esta línea son conocidos los estudios del efecto de cambios de cobertura vegetal en la deposición de la nieve, en la erosión y en general en la escorrentía superficial y subterránea de una cuenca, sea por acción deliberada o natural, como el causado por algunos incendios forestales.

La estrecha relación entre las acciones de manejo de los recursos naturales de las cuencas y la conservación de los mismos a hecho que la mayoría de los programas de manejo de cuencas se asimilen mas a un programa de conservación que a uno de "captación" de agua. Debido a este motivo muchos de los actualmente llamados programas de manejo de cuencas tienen mas énfasis en la conservación de todos los recursos de la cuenca que en el control mismo de la descarga de agua. Son programas orientados a proporcionar "sustentabilidad ambiental" a la cuenca.

iv) A la utilización de cuencas hidrográficas como equivalente de una región o microrregión.

En este caso la adopción del ámbito de una cuenca u hoyo hidrográfica como unidad de gestión para ordenar las actividades que mejoren la calidad de vida del hombre o lo "desarrollen" tiene su origen en la relación estrecha que existe entre el agua y las necesidades del hombre.

La construcción de importantes proyectos hidráulicos en muchas zonas remotas con poca o nula presencia anterior ni del estado ni

de inversiones privadas o públicas, asoció desde un inicio dichos proyectos con las corrientes de desarrollo regional.

Al comienzo los planes de desarrollo de muchas regiones se elaboraron después de que se había efectuado o decidido hacer, por ejemplo, un proyecto de riego o una hidroeléctrica. Se hicieron solo para capitalizar servicios existente o para paliar los cambios bruscos originados por la construcción y las migraciones.

Posteriormente se ha intentado invertir el esquema y programar la ejecución de acciones de desarrollo regional en forma coordinada con la ejecución de acciones de aprovechamiento hídrico.

Hasta donde se ha podido evaluar, es aparente que, aun habiéndose planificado ambas metas en forma coordinada, la usual falta de recursos de los diferentes sectores involucrados no ha permitido llevarlas a cabo como planificado. Esto significa que si al final de la ejecución de una obra hidráulica existe un camino es por que servía esencialmente a la construcción de las obras y no por que era prioritario para el desarrollo regional, salvo que sus objetivos hallan sido coincidentes.

Los cuatro grupos de actividades listadas: Habilitación de obras, administración de aguas, manejo de cuencas y desarrollo integrado tienen un evolución desigual en los países de la región. Inclusive dentro de un mismo país se pueden encontrar sistemas hídricos bien manejados y programas de manejo de cuencas avanzados junto a situaciones caóticas.

Esto revela diferentes situaciones que se deben, entre otros, a la poca coordinación entre las instituciones que intervienen en una cuenca. Esto ocasiona conflictos de competencia entre las entidades y sobre todo vacíos en la ejecución de tareas.

La mayoría de las entidades busca sacar las ventajas de sus ubicación y derechos de agua, sin preocuparse de lo que puede ocurrir aguas abajo por contaminarla al utilizarla ni sentirse co-responsable de controlar fenómenos como inundaciones o drenaje urbano.

A la inversa, muchas obras que sirven a un bien común no reciben un compensación por parte de los beneficiados. Las empresas deben pagar los impactos negativos derivados de construir y operar sus obras hidráulicas pero no reciben ingresos por generar impactos positivos.

A pesar del gran interés demostrado en varios países, para eliminar la descoordinación entre los diferentes organismos que intervienen en una cuenca, ésta subsiste. En muchos países aún no se han creado sistemas estables de gestión o administración del agua en cuencas o sistemas hídricos.

Existen algunas corporaciones en Colombia y en el Brasil que actúan a nivel de cuencas con éxito pero no todas tienen la misma evolución. Por este motivo la idea de crear corporaciones de cuencas para administrar el agua con fines de uso múltiple sigue siendo un anhelo en varios países de la región durante 1992.

Como consecuencia de la falta de una organización coordinadora a nivel de cuencas es que son muy pocos los llamados proyectos de manejo de cuencas que se circunscriben a ejecutar lo que en teoría engloba este concepto.

La razón es simple: si no hay un sistema establecido y claro de gestión que dirija el desarrollo de la cuenca en sus etapas sucesivas, y que de esa forma asigne a cada interventor el rol que le corresponde realizar, cada uno de los actores realiza un poco de todo.

La falta de autoridades corporadas de cuencas, de planes de ordenamiento y de inversiones en habilitación de la cuenca explica por qué muchos de los proyectos titulados como de "manejo de cuencas" incluyen acciones de planeamiento, construcción, administración de agua, desarrollo regional o construcción de obras y en general cualquier actividad.

En algunos casos ocurre que un proyecto calificado como de manejo de cuencas sobrepasa sus atribuciones y estaría mejor catalogado como de ordenamiento y habilitación integral de la cuenca. En otros casos, sin embargo queda muy por debajo de las expectativas creadas por el título limitándose a la ejecución de algunas actividades de control de torrentes o rehabilitación de terrazas.

Por los motivos expuestos es que para calificar o evaluar un proyecto titulado como de manejo de cuencas se debe partir por analizar cada propuesta calificada con este nombre con el fin de:

1. **Determinar si el programa de manejo de cuencas esta inserto en un plan de ordenamiento de la cuenca.** Determinar si existe una autoridad corporada de la cuenca que reúne a los usuarios. Determinar de que manera funciona la coordinación de acciones en la cuenca, su legalidad, tiempo de establecido y representatividad.
2. **Establecer cuáles son las acciones planteadas en el proyecto, que aplicadas en forma ordenada, dan como resultado la capacidad de "manejar una cuenca" y qué se entiende por tal "capacidad".** Por ejemplo con relación al control que se ejerce sobre la cantidad y calidad del agua o sobre la producción y conservación de los recursos en la cuenca.

3. **Determinar qué cobertura territorial tienen las acciones que se han programado ejecutar para "manejar la cuenca".** Por ejemplo expresado en porcentaje de zonas a ser reforestadas con relación al total de la superficie de la cuenca a ser manejada.
4. **Calcular qué porcentaje de la población de la cuenca está involucrada en el programa.** Por ejemplo indicar en qué forma la población local participa y se beneficia de las acciones y qué porcentaje de las acciones de manejo depende de actores que viven fuera de la cuenca.
5. **Establecer en qué tiempo se ha planificado ejecutar las acciones de manejo de cuencas.** Qué porcentaje relativo hay entre el tiempo dedicado a las acciones de corto plazo (proyectos de uno a dos años) y las acciones de largo plazo (establecimiento de sistemas de producción y conservación con un mínimo de 10 años de apoyo)

Sólo cuando se conocen las respuestas a estas preguntas se estaría en posibilidad de calificar un programa o proyecto denominado de "manejo de cuencas" y saber en qué categoría o nivel de avance se encuentra. Además sirve para determinar si el proyecto de manejo de cuencas forma o no parte de un proyecto de "river Basin Development".11/

5. Las acciones que conforman el manejo de cuencas

Las acciones de manejo de cuencas se pueden clasificar en directas e indirectas según el efecto que se logra en la cuenca con su aplicación.

Las acciones directas son las que alteran o modifican físicamente la cuenca y sus recursos como una reforestación.

Las acciones indirectas son todas aquellas que contribuyen a que se puedan ejecutar las acciones directas. Las más conocidas son organizar la población local, entrenar funcionarios públicos, otorgar créditos, otorgar servicios y otros similares.

Las acciones directas de manejo de cuencas se pueden agrupar a su vez, de acuerdo a sus fines, en dos grupos:

En el primer grupo se pueden poner las acciones cuyo único propósito es evitar situaciones negativas.

En el segundo grupo se incluyen acciones que tienen el doble propósito de evitar situaciones negativas y contribuir a favorecer las situaciones positivas.

Las acciones directas de manejo de cuencas que contribuyen a evitar las situaciones negativas son las que tienen como objetivo el control, mitigación, prevención, combate y protección contra fenómenos no deseados de origen natural o causados por el hombre.

En este grupo se encuentran la mayoría de las acciones de manejo de cuencas de carácter proteccionista como las de control de erosión, control de inundaciones, control de deslizamientos, control de incendios forestales, control de calidad del agua, control de vertimientos en lagunas de alta montaña, control de escorrentía, control de relaves y otras acciones defensivas.

Las acciones de manejo de cuencas cuyo objetivo es evitar situaciones negativas y al mismo tiempo contribuir al aprovechamiento de los recursos son los de preservación, conservación, rehabilitación, mejoramiento y tratamiento de los recursos naturales y construidos por el hombre.

Gran parte de estas acciones se ejecutan asociadas con procesos productivos. Por ejemplo la conservación de recursos genéticos, el manejo de la fauna silvestre, el manejo de suelos, el drenaje de tierras agrícolas, el lavado de suelos, la forestación con fines de protección y producción, el cultivo en contorno, el manejo agrosilvopastoril son ejemplos de prácticas mixtas de manejo y aprovechamiento.

El manejo de (los recursos) de la cuenca y el aprovechamiento (de los recursos) de la cuenca incluyen un gran cantidad de acciones complementarias. No es de extrañarse, por lo tanto, que en un proyecto de manejo de cuencas se incluyan acciones productivas que contribuyen al manejo de la cuenca. Lo ideal sería que fueran inseparables puesto que ello aumenta la rentabilidad de un proyecto.

En el cuadro 2 se presentan las acciones directas vinculadas a los procesos de manejo de cuencas, a los de aprovechamiento de las cuencas hidrográficas y a ambos. En dicho cuadro, en el lado izquierdo se han listado verticalmente algunos proyectos, actividades, prácticas o tareas conocidas en manejo y aprovechamiento de cuencas.

En la primera fila se han dispuesto los objetivos que se pretenden lograr con la ejecución de dichas acciones. Dichos objetivos pueden ser solo de manejo de cuencas (controlar, proteger, preservar, ordenar, recuperar, conservar); solo de aprovechamiento (producir, extraer, transformar) o para ambos propósitos.

Cuadro 2

Cuadro que gráfica las acciones directas vinculadas al manejo de cuencas

Acciones directas vinculadas al manejo de los elementos y recursos naturales en una cuenca										
Sustentabilidad ambiental ...		↔	↔	↔	↔	...	Crecimiento económico		
Gestión integral en cuencas					Aprovechamiento de cuencas					
Ejemplos de acciones directas	Manejo de cuencas			Conservación "Utilización racional"	Utilización	Producción y transformación			Explotación y extracción	Degradación y destrucción
	Preservación y reservas	Recuperación y rehabilitación	Protección y vigilancia			Producción y transformación	Explotación y extracción	Degradación y destrucción		
• Manejo de parques y reservas										
• Protección de fauna en extinción										
• Control de erosión de suelos										
• Control de inundaciones										
• Rehabilitación de tierras										
• Conservación de suelos										
• Manejo de fauna silvestre										
• Aprovechamiento de recursos hídricos										
• Pesca deportiva										
• Riego y drenaje										
• Piscicultura										
• Generación de hidroenergía										
• Extracción de minerales										
• Evacuación de desechos tóxicos										

Desarrollo integral en cuencas

Fuente: Axel Dourojeanni, CEPAL, 1992.

Los objetivos de aprovechamiento de los recursos presentados en el cuadro son:

- Utilización de los recursos.
- Producción y transformación de recursos.
- Explotación y extracción de recursos.
- Degradación o destrucción de recursos.

Los objetivos de manejo de cuencas listados en el cuadro son:

- Preservación de recursos.
- Recuperación y rehabilitación de recursos.
- Protección y vigilancia.
- Conservación de recursos.

Tal como se mencionó, en la columna izquierda del cuadro 2 aparece un listado de acciones directas, puestas a título de ejemplo y de ninguna manera exhaustiva, que empieza con la de manejo de parques y reservas. En esta columna se listan de arriba hacia abajo tres grupos de acciones.

- El primer grupo corresponde a acciones que contribuyen directamente al manejo de cuencas. La lista incluye las acciones comprendidas entre manejo de parques y reservas hasta la rehabilitación de tierras.
- El segundo grupo corresponde a las acciones mixtas de manejo y aprovechamiento de cuencas ilustrado por el listado comprendido entre la conservación de suelos y la generación de hidroenergía.
- Finalmente el grupo tres está conformado por acciones exclusivas de aprovechamiento ilustrado sólo con los ejemplos de extracción de minerales y evacuación de desechos tóxicos.

Es en base a la asociación entre las medidas de manejo de cuencas y sus efectos en la producción o reducción de fenómenos no deseados que se puede sustentar económicamente un proyecto de manejo de cuencas.

Como se infiere del listado de acciones no existe "un" proyecto de manejo de cuencas, si no un "conjunto de proyectos.

Cada proyecto se debe evaluar económicamente en forma separada y luego en función de sus efectos combinados. Algunos proyectos de manejo de cuencas no son auto suficientes para sustentarse económicamente por si mismos o lo son a muy largo plazo por que no se pueden claramente asociar con un proceso productivo o con la defensa de algún sistema.

Las acciones técnicas de manejo de cuencas, asociadas o no a acciones productivas, tienen como fin implícito aumentar la resistencia de los recursos naturales contra los efectos negativos de un agente (por ejemplo aumentar la resistencia del suelo a la erosión favoreciendo que mantenga una buena textura y estructura) o a disipar la energía del factor causante (por ejemplo disipando la energía de la escorrentía superficial mediante cobertura vegetal y surcos en contorno). Entre los agente potencialmente negativos, se tienen las actividades del hombre, el agua, el fuego, el clima, los químicos y las plagas por citar algunos.

Como parte de las acciones de manejo de cuencas es por lo tanto usual combinar acciones preventivas, defensivas, curativas y ofensivas tal como se hace en la medicina para combatir enfermedades. Por un lado se trata de aumentar la resistencia del hombre a enfermedades, curarlo si esta enfermo (recuperarlo) y por el otro se trata de eliminar la fuerza o evitar los agentes causantes de su enfermedad (protegerlo).

Hay otras opciones, como evitar al máximo los riesgos tratando de no exponerse a situaciones peligrosas (como no construir en zonas inundables o no sembrar cultivos susceptibles a plagas o heladas), aceptar parte del riesgo en forma calculada, almacenar reservas (seguros) y realizar otras acciones complementarias similares a las que se emplea para mitigar los efectos de una situación médica no deseada.

En el centro del cuadro 2 se aprecia la clásica vinculación entre conservación y utilización de recursos, antiguamente conocida como el "uso racional de los recursos", imagen idealizada de equilibrio entre crecimiento económico y sustentabilidad ambiental. Esta imagen no reconocía aún los extremos en que usualmente se llega en la pugna entre preservar y destruir.

En el cuadro 3 se señalan las acciones "indirectas" que se deben normalmente ejecutar para lograr la gestión integrada en una cuenca. Con este cuadro se recuerda que en la formulación de programas y proyectos de manejo de cuencas no es suficiente señalar las actividades técnicas o "directas" que se deben ejecutar.

De lo indicado se desprende que un proyecto o programa de manejo de cuencas abarca un conjunto de acciones orientadas a darle sustentabilidad ambiental a una cuenca donde al mismo tiempo se aprovechan sus recursos.

El alcance de la definición variará en función del conjunto de acciones que se planean ejecutar para manejar la cuenca así como de la cantidad de acciones de manejo que se beneficiaran con el acompañamiento de medidas de aprovechamiento.

El cuadro 4 presenta un listado de acciones que en conjunto permiten manejar una cuenca. En las filas del cuadro se precisa el

Cuadro 3

Cuadro que gráfica las acciones indirectas vinculadas al manejo de los elementos y recursos naturales y su relación con el concepto de manejo de cuenca

Acciones indirectas vinculadas al manejo de los elementos y recursos naturales							
Interventores				Receptores			
Estado	Organismos no-gubernamentales	Organismos internacionales	Otros	Empresas	Campesinos	Organizaciones locales	Otros
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Administración de recursos y personas ✓ Aplicación de normas de acción pública y privada ✓ Apoyo logístico ✓ Búsqueda de fuentes de financiamiento ✓ Contraloría nacional y otros ✓ Entrenamiento de técnicos y profesionales ✓ Desarrollo tecnológico ✓ Descentralización y regionalización ✓ Educación e investigación avanzada ✓ Formulación de políticas públicas internacionales ✓ Formulación de políticas públicas nacionales ✓ Investigación teórica y aplicada ✓ Legislación y reglamentación pública ✓ Manejo económico (macroeconomía) ✓ Monitoreo de cumplimiento de normas ✓ Organización de usuarios ✓ Organización y racionalización pública ✓ Otorgamiento de créditos ✓ Otorgamiento de incentivos ✓ Otorgamiento de servicios sociales a la población ✓ Otorgamiento de servicios técnicos especializados ✓ Otorgamientos de uso de recursos ✓ Planificación sectorial y multisectorial ✓ Presupuestación ✓ Reforzamiento institucional ✓ Relaciones funcionales entre sectores ✓ Cualquier otra acción que permita la ejecución de las actividades directas 				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso a capacitación ✓ Acceso a créditos ✓ Acceso a educación ✓ Acceso a financiamiento ✓ Acceso a información ✓ Acceso a insumos ✓ Acceso a mercados ✓ Acceso a programas de extensión rural ✓ Acceso a resultados de investigación avanzada ✓ Acceso a servicios de comercialización ✓ Acceso a servicios sociales ✓ Acceso a servicios técnicos especializados ✓ Acceso a tecnologías ✓ Acceso al uso de recursos naturales ✓ Participación en la elaboración de políticas públicas ✓ Participación en la elaboración de normas de acción pública y privada ✓ Participación en la organización social ✓ Participación en la planificación sectorial y multisectorial ✓ Participación en los procesos de gestión local ✓ Participación en presupuestación ✓ Recibimiento de apoyo logístico ✓ Recibimiento de incentivos ✓ Cualquier otra acción que permita la ejecución de las actividades directas 			

Fuente: Axel Dourojeanni, CEPAL, 1992.

Cuadro 4

Acciones directas que dan origen al "manejo de cuencas"

Finalidad de la acción (ejemplos)	Ordenamiento monitoreo	Medios vegetativo-culturales (preservación, rehabilitación, manejo, zonificación, recuperación, conservación)	Medios mecánico-estructurales (construcción, equipamiento, operación, mantenimiento, reparación, mejoramiento)
Manejo de nieve			
Control de avalanchas, aludes y deslizamientos			
Control de depósitos de relaves mineros			
Control de erosión y aportes de sedimentos			
Control de transporte y deposición de sedimentos			
Control de efectos de construcción de caminos			
Control de lagunas			
Control de torrentes			
Control de escorrentía superficial			
Control de inundaciones			
Sistemas de drenaje urbano			
Ordenamiento del uso de zonas inundables			
Drenajes de zonas agrícolas			
Control de erosión de riberas			
Control de trasvases de agua			
Control de efectos de obras hidráulicas			
Ordenamiento de extracción de áridos en cauces			
Control de las variaciones hidráulicas en cauces			
Cambio de usos de la tierra			
Control de explotación de aguas subterráneas			
Manejo de recarga de aguas subterráneas			
Conservación de suelos			
Manejo de fauna silvestre			
Control de contaminación del agua			
Control de calidad del agua			

Cuadro 4 conclusión

Finalidad de la acción (ejemplos)	Ordenamiento monitoreo	Medios vegetativo-culturales (preservación, rehabilitación, manejo, zonificación, recuperación, conservación)	Medios mecánico-estructurales (construcción, equipamiento, operación, mantenimiento, reparación, mejoramiento)
Control de plagas en cauces	■	■	
Control de usos de agua	■		
Combate a la desertificación	■	■	■
Control de erosión eólica	■	■	■
Control de la deforestación	■	■	
Control de destrucción de plantas nativas	■	■	
Protección de la fauna silvestre	■	■	■
Protección de paisajes	■	■	■

Fuente: Axel Dourojeanni, CEPAL, 1992.

efecto que se espera con su aplicación. En el cuadro no se pretende indicar el tipo de interacción que existe entre ellos.

6. Requisitos para la presentación de soluciones de manejo de cuencas

La presentación de propuestas técnicas de solución en manejo de cuencas debe respetar algunos criterios referidos a la descripción, detalle, integración y otros aspectos que permiten que dichas soluciones puedan ser ejecutadas. Para tener una comprensión de lo que esto implica se ha hecho el siguiente listado de requisitos básicos que debe tener la presentación de soluciones en cualquier plan, programa o proyecto de manejo de cuencas:

i) Descripción: Respetar la consistencia en terminologías y forma de redacción con que se presenta cada propuesta de solución. Determinar si se tiene o no un trato uniforme al presentarlas.

ii) Integración: Explicar la relación o interrelación entre las varias propuestas o si son simplemente una lista de propuestas sin explicar, cómo se vinculan entre sí y con los objetivos.

iii) Detalle: Asegurar la consistencia en el nivel de detalle con que se presentan las propuestas de solución, por ejemplo, cada programa, proyecto, actividad, práctica y tarea debe tener un trato uniforme de desagregación.

iv) Rigurosidad: Asegurar la consistencia en el trato de la información y datos cuantitativos que sustentan cada propuesta.

v) Jerarquización: Asegurar la consistencia en la agrupación de las propuestas de solución desde las globales o generales hasta las específicas; por ejemplo, no poner con el mismo nivel jerárquico una propuesta para hacer un "programa de control de inundaciones" con uno de "construcción de espigones", que forma parte del anterior.

vi) Interdependencia: Asegurar qué consistencia hay en la relación entre propuestas de solución; por ejemplo, no poner como propuestas de solución independientes "ordenar el uso del suelo", "conservar el suelo" y "proteger el uso del suelo", en circunstancias que las tres acciones pertenecen a una secuencia interrelacionada. Además es importante señalar que dependencia técnica hay entre las propuestas, por ejemplo entre un programa de control de erosión y la construcción de una presa aguas abajo.

vii) Agrupación: Agrupar las propuestas de solución según uno o más criterios explícitos, por ejemplo, por tiempo de ejecución; por ámbitos físicos de ejecución (cuena, ladera, distrito, piso, altitudinal); por tema o área temática responsabilidad de ejecución

(campesinos, ministerios, proyectos); por modalidad de ejecución (mano de obra local, habitantes y usuarios, compañías constructoras); por modalidad de administración (administración directa, contratación de compañías, participación local directa, etc.).

Pocos autores se dan el trabajo de asegurarse que sus propuestas de solución cumplan con esta lista de requerimientos. La forma de presentación y redacción de las propuestas de solución es un aspecto importante que es usualmente ignorado en la elaboración de programas o proyectos de manejo de cuencas:

a) La deficiencia más notoria es que no se usa una terminología uniforme para respetar las jerarquías relativas de cada propuesta dentro del mismo estudio.

Esta jerarquía, por ejemplo, indicaría que cada uno de los términos con que se denomina una acción lleva implícito una priorización.

Dicha jerarquía es la siguiente:

Plan = conjunto de programas.
Programa = conjunto de proyectos.
Proyecto = conjunto de actividades.
Actividades = conjunto de prácticas.
Prácticas = conjunto de tareas.
Tareas = conjunto de pasos.

En los estudios revisados sobre cuencas sin embargo los términos programas, proyecto, subproyecto, actividad, práctica y otros aparecen en forma indistinta y sin mayor preocupación por respetar su jerarquía relativa.

En un estudio, por ejemplo, se califica una propuesta de solución como "subproyecto". Esta misma propuesta aparece luego calificada, dos líneas más abajo como "la tarea..." y luego "la actividad señalada...". Se utilizan mas adelante, para referirse a lo mismo, otros términos como estrategias, líneas de acción y tratamientos, contribuyendo a dificultar la jerarquización de las propuestas.

Por ejemplo si se acepta que el término "programa" supera en jerarquía a los términos "proyectos" y éste a su vez a los de "actividades", "prácticas" o "tareas" no es recomendable decir que una actividad consiste de varios programas.

También debe distinguirse el tiempo de ejecución implícito en cada término. Por ejemplo es preferible reservar el término de "programa" al conjunto de acciones de carácter continuo en el tiempo, sea en forma periódica o permanente, tal como un programa de manejo, educación o de vigilancia.

Los "proyectos de inversión" en la práctica forman parte de un programa. Los proyectos tienen por definición una duración específica en el tiempo por corresponder a una fase de ejecución. Su objetivo es realizar tareas puntuales que refuercen o permitan mejorar los programas de carácter continuo.

En los estudios, sin embargo, esta diferencia no es tomada generalmente en cuenta cuando se presentan las propuestas y se utilizan indistintamente los términos de programas y proyectos, sin referirlos a su permanencia en el tiempo.

Una vez que se consiga un acuerdo de jerarquía de las "acciones" (ver cuadro 5, parte central) se pueden combinar sus diferentes nombres (plan, programa, proyecto, y otros) con términos que califican lo que se piensa hacer. Por ejemplo "plan de protección...", programa de recuperación de tierras..." y otros.

En manejo de cuencas, y en general en todo proceso conducente al desarrollo sustentable, las acciones se asocian con calificativos que indican: i) su aplicación a evitar efectos no deseados y sus causas (declaración de lo que se quiere evitar, por ejemplo controlar la erosión de los suelos); ii) a su aplicación a lograr efectos deseados en recursos valorizados por el hombre (declaración de lo que se quiere lograr, por ejemplo conservar los suelos); iii) a ambos.

En el cuadro 5 se presenta en forma separada estas dos formas de expresión de acciones de manejo de cuencas. En el lado izquierdo están los calificativos usados para decir lo que se desea evitar y en el derecho aquellos que indican lo que se quiere lograr.

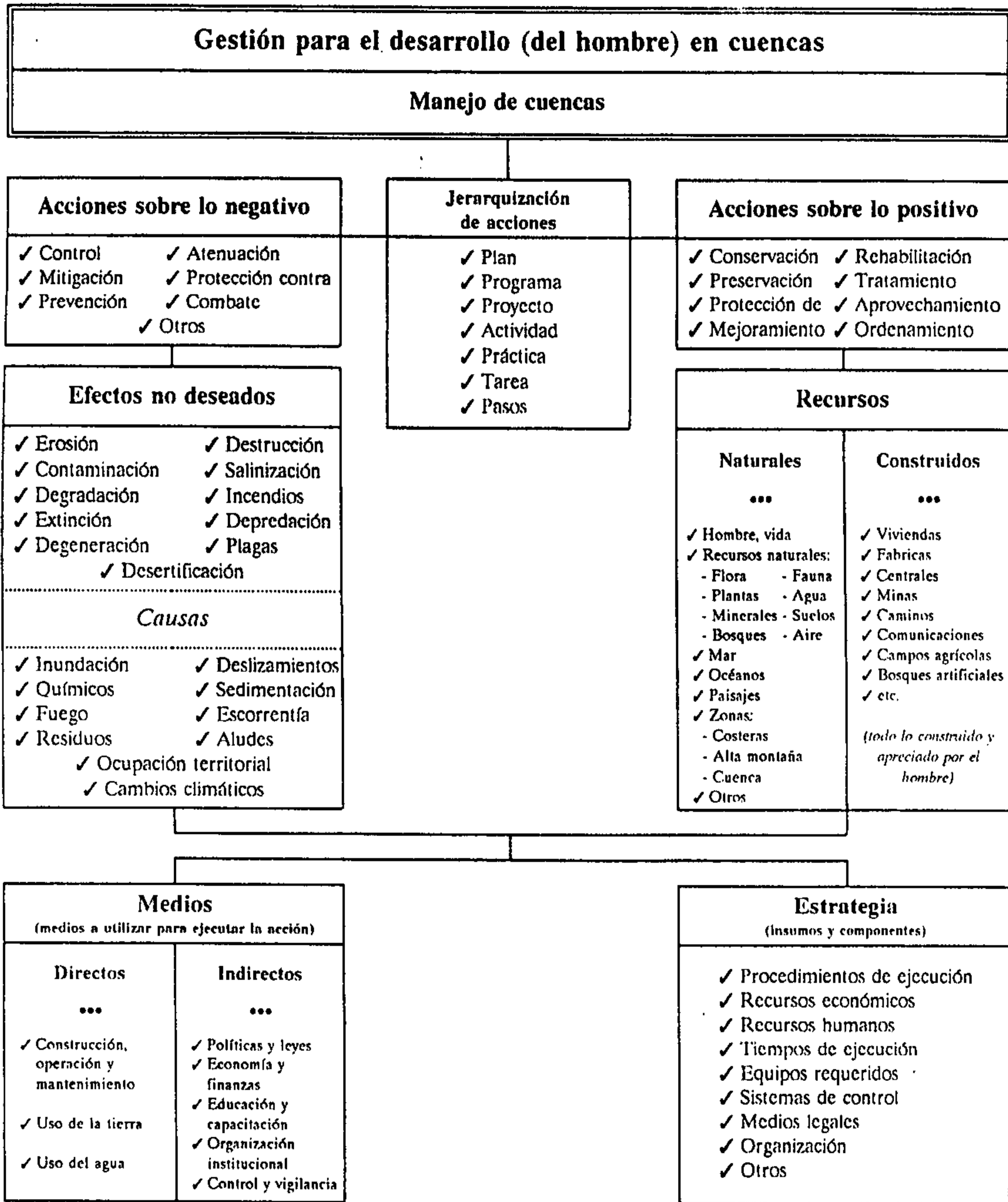
En el cuadro 5 se aprecia que los calificativos más comunes aplicados a efectos y causas no deseados son los de control, mitigación, prevención, atenuación, combate, defensa o protección contra ... Los calificativos aplicados a recursos deseados en cambio son los de conservación, preservación, tratamiento, mejoramiento, ordenamiento, etc. Los términos que se pueden aplicar indistintamente a efectos no deseados y recursos son los de gestión y manejo.

En general estos calificativos llevan implícito una jerarquía relativa, siendo los de gestión y manejo los de orden superior. Luego le siguen los términos aplicados a recursos (conservación, mejoramiento, etc.), luego los aplicados a los de control de causas y al último los términos aplicados a efectos no deseados.

Por ejemplo, "manejar los suelos" es una propuesta de orden superior a los de "proteger los suelos" y ésta a su vez superior al de "controlar la erosión de los suelos". Esto se debe a que una propuesta de "manejo de suelos" implica que se harán acciones de protección de los mismos y como parte de esta protección se harán prácticas de control de la erosión.

Cuadro 5

Acciones directas de manejo de cuencas



Fuente: Axel Dourojeanni, CEPAL, 1992.

A partir del cuadro 5 se pueden obtener los títulos que se deseen para construir propuestas de solución de carácter técnico o "directas" tomando en cuenta la relativa jerarquía entre dichas propuestas.

Como ejemplo se ha seleccionado una jerarquización de acciones en un programa de manejo de suelos. La jerarquización de propuestas de solución con referencia al manejo del suelo es la siguiente: (este listado está ordenado de mayor a menor orden de agregación de acciones relativas al manejo de suelos):

Proponer un plan de "mejoramiento de la calidad de vida", o de "desarrollo sustentable". Como parte de éste proponer un programa o proyecto de "manejo de cuencas" y a su vez como parte de éste proponer un programa de "manejo de suelos", el cual a su vez incluye un proyecto o actividad de "protección de suelos", el que a su vez incluye un proyecto o actividad de "control de erosión", el cual incluye una actividad de "control de escorrentía", la cual incluye una práctica de "construcción de terrazas", la cual incluye una tarea de "surcado en contorno".

Lo mismo se puede hacer aplicado al manejo de la fauna, la vegetación o la cuenca en general.

A estas expresiones que de por sí implican una jerarquización de acciones se las puede ampliar y mejorar añadiendo una descripción del lugar y de las estrategias y medios que se piensa utilizar para ejecutarlas. Con esto se puede paulatinamente completar el "árbol" de acciones.

Como se aprecia, la utilización de las terminologías presentadas en el cuadro 5, facilita la selección de nombres para las propuestas de solución directas en el área de manejo de cuencas y de desarrollo sustentable en general.

La sistematización de la presentación de las propuestas ayuda a respetar los demás requisitos que deben tener para ser consistentes en su descripción, el detalle, la coordinación, la jerarquización y la integración.

Cumpliendo con estos requisitos se dispone de una base consistente para proceder a evaluar el costo y la efectividad de cada una de las acciones de manejo de cuencas. También pueden evaluarse en forma agrupada para compararlas con los beneficios que en conjunto ejercen sobre las medidas de aprovechamiento de los recursos de la misma.

El no seguir un mínimo de rigurosidad en la presentación de soluciones de manejo de cuencas, sobre todo en cuanto a su consistencia y explicación de interdependencia, ha sido causal de muchos fracasos en la sustentación de proyectos y en su conducción.

b) La integración o correlación entre las propuestas de solución no es clara en la mayoría de los estudios revisados (ver Cuadro 6).

Un tendencia observada es, por ejemplo, presentar detalladamente una o dos propuestas técnicas tal como la reforestación o el riego, y luego mencionar que el programa o proyecto debe ir "obviamente" acompañado de apoyos de crédito y asistencia técnica, sin detallar cómo se ejecutarán estas acciones "obvias".

c) Otra situación común es encontrar un listado sin mayor cuantificación ni explicación de las relaciones que tienen entre sí, de propuestas de solución comunes o generales para regiones deprimidas que se pueden escribir sin realizar ningún estudio.

Por ejemplo "mejorar la educación", "conservar los suelos", "mejorar los caminos" y otras generalidades similares son propuestas de solución que no aportan nada al diseño de una estrategia si no se explica en detalle lo que se requiere en cada caso.

d) En general las propuestas se presentan sin establecer las relaciones que existen entre ellas.

Los autores de los trabajos tiene problemas para "integrar" y establecer las relaciones entre las propuestas de solución en estudios de cuencas y microrregiones, por cuanto no las formulan siguiendo un método de trabajo interdisciplinario.

Siguiendo un método de trabajo como el presentado en el documento "Framework for regional planning in developing countries" del Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI) o la secuencia presentada en el documento "Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable" se facilita el proceso de integración de disciplinas.^{12/}

Es necesario comenzar el ejercicio siguiendo métodos de trabajo similares a los indicados, o esos mismos, si se quiere obtener resultados realmente "interdisciplinarios" y no sólo "multidisciplinarios".

e) Otra deficiencia, que se aprecia en algunos de los estudios revisados, es la poca rigurosidad con que se detallan las varias propuestas de igual nivel jerárquico.

Mientras que en algunas propuestas el autor detalla hasta el tiempo y costos para hacerla, en el mismo estudio, otra propuesta de igual jerarquía apenas aparece enunciada.

Cuadro 5

NOMBRE DADO A LAS ACCIONES VERSUS MAGNITUD DEL ORDEN

Caso	Orden			
	1ª	2ª	3ª	4ª
1. Jubones (Ecuador)	Objetivos particulares	Actividades	Acciones	---
2. Río Blanco (Rep. Dominicana)	---	---	Prácticas a nivel de cuencas y fincas	---
3. Lebrija (Colombia)	Programas	Actividades	Prácticas	Tareas
4. Aguacatal (Colombia)	Programas generales	Actividades específicas	---	Tareas
5. Desarrollo de la sierra (Perú)	Actividades	Acciones	Programas complementarios	---
6. Proyecto de Rehabilitación zonas deprimidas (Perú)	Proyectos	Subproyectos	Actividades	Subactividades
7. Ambaná (Bolivia)	Soluciones	Soluciones técnicas	Soluciones de organización	Programas complementarios
8. Informe del viaje de estudio (Honduras)	Actividades	Acciones	---	---
9. Alto Magdalena (Colombia)	Componentes básicos	Programas específicos	---	---
10. Río Cañete (Perú)	Planes preliminares	Proyectos propuestos	Actividades	Obras contempladas/ tareas
11. San Miguel y Putumayo (Ecuador y Colombia)	Ideas de proyectos	Subproyectos componentes	Acciones	---
12. Río Paute (Ecuador)	Programas	Acciones	Prácticas o tareas	---
13. Río Mala (Perú)	Línea de acción	Subproyecto o subactividades	Prácticas o tareas	---
14. Río Negro (Colombia)	Programas	Proyectos específicos	---	---

Fuente: Elaborado por Axel Dourojeanni y Jaime Sánchez, CEPAL, 1988.

aprovechamiento de los recursos de la cuenca. Por ejemplo no es lo mismo evaluar acciones de control de erosión en forma aislada que hacerlo para proteger un embalse que está siendo construido aguas abajo. En el primer caso sólo se hacen acciones de protección mientras que en el segundo se combinan acciones productivas con acciones conservacionistas.

- Al tipo de estrategia con que se piensa ejecutar el programa o proyecto de manejo de cuencas. Esto depende de la importancia de la cuenca, población que se beneficiaría del programa, tenencia de la tierra, ubicación geopolítica y otros. La participación de la población, su nivel socioeconómico, la tenencia de tierras, el clima y características de la cuenca y otros diferencian el tipo de estrategia a ser realizado.

Lo importante en el diseño de cualquier programa de manejo de cuencas es equilibrar todas estas opciones. Los expertos en el tema deberán ser por lo tanto cautos antes de emitir sus opiniones en las discusiones sobre definiciones de aprovechamiento, manejo, ordenamiento o administración de cuencas. Más que el título de una propuesta sobre cuencas son los objetivos y el conjunto de acciones programadas las que la definen mejor

Para el autor del presente trabajo el término de manejo de cuencas debe reservarse para todas las acciones que tiendan a conservación, preservación, recuperación, protección y control en general de los recursos naturales, bienes construidos y el hombre habitante de la cuenca con el fin de evitar los efectos negativos resultantes del uso de dicha cuenca. Estas acciones--orientadas en su conjunto a la "sustentabilidad ambiental"--pueden realizarse con fines exclusivamente proteccionistas o preservacionistas aun cuando en general se hacen asociados a actividades de aprovechamiento.

Desde el punto de vista técnico toda acción de manejo de cuencas se hace con fines de tener un impacto ambiental positivo. Desde este punto de vista no se podría hablar de "estudiar los impactos ambientales negativos de un proyecto de manejo de cuencas" a no ser que se haga un estudio de los efectos colaterales negativos originados al aplicar una medida de protección, conservación o preservación.

Ello existe como en la medicina, donde se deben controlar los efectos colaterales negativos al tratar de curar un paciente con determinados tratamientos. Por ejemplo al tratar de construir represas para controlar inundaciones se generan impactos no deseados en otros recursos.

Al evaluar económicamente algún programa de manejo de cuencas se debe disponer de una lista completa de los proyectos,

actividades, prácticas y tareas que lo conforman, tanto de acción directa como de acción indirecta.

Igualmente se necesita saber la relación entre las acciones de manejo y las de aprovechamiento. Es decir se necesita también un listado completo de los programas de aprovechamiento que existen o se piensa ejecutar en la cuenca. Para encontrar el tipo de soluciones para manejar una cuenca se puede seguir la secuencia presentado en el anexo 1, ya mencionado anteriormente.

La evaluación consiste en determinar los costos de las acciones de manejo (solas o asociadas a sistemas de aprovechamiento), buscando seleccionar las acciones de costo mínimo y mayor efectividad. Esto implica que se calcule el costo de cada acción y sus eventuales beneficios.

Conociendo costos unitarios y efectos unitarios para cada una de las actividades, prácticas o tareas de manejo de cuencas podrían compararse con los beneficios que causan o causarán a los sistemas de producción, obras construidas o por construirse y en general con cualquier uso actual o futuro de la cuenca o recursos provenientes de la misma.

En síntesis, un evaluador de proyectos de manejo de cuencas podría ejecutar su labor si pudiera responder a las siguientes interrogantes:

1. **¿Cuál es el conjunto de acciones necesarias de manejo para que su efecto combinado produzcan el efecto deseado en la cuenca?**

Este aspecto es necesario para saber cuál es el costo marginal de incluir más acciones y qué efecto marginal tiene cada una de ellas. Por ejemplo si se desea controlar la erosión en una ladera y reducir el aporte de sedimentos a un embalse se puede: i) sembrar pastos ii) construir terrazas y sembrar pastos; iii) construir un canal de desviación del agua de escorrentía sobre la ladera, construir terrazas y sembrar pastos y así sucesivamente.

Es posible que la primera acción, sembrar pastos, reduzca el 80% de la erosión y aporte de sedimentos con un costo que represente el 10% del total de las tres inversiones. La decisión de construir terrazas primero y luego un canal de desviación quizás no tendría justificación económica para proteger el embalse. Podría sin embargo eventualmente justificarse si además se cultiva en la ladera.

2. **¿Cuál es el costo unitario de cada acción de manejo de cuencas y cuál es su efecto unitario en la reducción de los efectos no deseados, sus causas o en la conservación de los recursos?**

Si la práctica de manejo de cuencas está asociada a un aprovechamiento, por ejemplo drenaje de un campo, se debe saber

también cuánto es el beneficio de tal aprovechamiento. Esto implica que se debe disponer de esta información. La información de tipo "unitario" es la base para realizar el trabajo anterior. Dicha información solo puede obtenerse si se dispone de descripciones de cada práctica.

En términos económicos y financieros lo que normalmente sucede es que cuánto más inversiones (agrícolas, urbanas, centrales de hidroenergía) se han hecho en una cuenca, más "rentable" resulta manejarla puesto que defiende también grandes inversiones y los costos que esto origina se distribuyen entre mayores beneficiarios aptos o dispuestos a pagar.

De allí que normalmente las priorizaciones de cuencas favorezcan siempre a aquéllas con mayores inversiones en infraestructura y que abastezcan a grandes centros urbanos con agua, energía y producción agrícola; y no a aquéllas con mayor población local de escasos recursos.

En un estudio realizado por el autor del presente trabajo se encontró sin embargo que; ha pesar de la mayor justificación económica de invertir en cuencas donde existen mayores obras hidráulicas, viviendas y caminos; ningún de los proyectos evaluados de aprovechamiento múltiple del agua en una cuenca ha programado invertir más del 10% del total del costo de dichas obras en actividades de manejo de la cuenca donde captan las aguas.

En la mayoría de las cuencas importantes de la región el promedio de inversión efectiva en acciones propias de manejo de cuencas es de menos del 1% del total invertido en obras hidráulicas en la misma cuenca lo cual induce a plantear algunas de las siguientes hipótesis:

- no es rentable ejecutar acciones de manejo de cuencas.
- no se está previniendo los efectos que causará en un mediano plazo el no conservar los recursos de la cuenca.
- no se sabe aún como calcular la rentabilidad de tales inversiones,
- se sabe como calcular la rentabilidad pero no se tiene información,
- No hay autoridades que se responsabilicen del tema.

La inexistencia generalizada de autoridades de cuencas en gran parte de los países de la región y el hecho de que la mayoría de las acciones de manejo de cuencas debe ser efectuada por los propios usuarios que no se encuentran organizados explica también la falta de posibilidades de realizar inversiones en manejo de cuencas: No hay interlocutores válidos, ni personería jurídica, ni responsables para solicitar y recibir préstamos ni subsidios.

Debido a este hecho lo normal es que, en un inicio, los proyectos de manejo de cuencas deban centrarse en crear o reforzar

la capacidad institucional de los usuarios con el fin de poder hacerlos sujetos de créditos, capacitación y otros servicios, para que luego ellos incorporen prácticas de manejo en su trabajo de aprovechamiento de la cuenca.

A juicio de quien redacta este documento este paso se ha dado rara vez en algunos proyectos, habiéndose preferido realizar trabajos técnicos en cuencas piloto --con participación de consultores, estudiantes universitarios e investigadores-- mas que de los propios habitantes. Menos aun se ha pretendido invertir para crear la capacidad institucional necesaria con el fin de aplicar los resultados de cuencas piloto en gran escala.

Las cuencas menos favorecidas son sin, duda, aquellas cuencas alejadas sin inversiones importantes --salvo algunos cultivos escasos; altamente degradadas por corte y quema y cultivos en máxima pendiente que necesitan urgentemente medidas de protección y recuperación desde un punto de vista social y ambiental-- pero que demuestran poca rentabilidad para ser priorizadas con proyectos que se sustentan en un análisis costo/beneficio y que además tienen una población invasora sin títulos de propiedad, dispersa y sin estructura social organizada.

Por último cabe tener en cuenta que si bien las cuencas hidrográficas ofrecen ventajas como ámbitos de base para cualquier proceso de gestión descentralizada para el desarrollo del hombre son muy pocas las que llegan a satisfacer todas las condiciones necesarias para conducir tales procesos, principalmente para tratar aspectos políticos, sociales y económicos.

Debido a ello quien planifica ejecutar programas de manejo de cuencas debe asegurarse que el mismo se ejecute asociado a un programa de aprovechamiento de los recursos de la cuenca y que ambos formen parte de un programa de habilitación integral de la cuenca o de la región donde se ubica.

Notas

1/ Fondo de Desarrollo Rural Integrado (DRI) "Guía para la Gestión Ambiental Municipal, Módulo 2, Protección y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Villa de Leyva, Colombia, abril de 1992.

2/ Robert E. Dils, "Watershed management", notas de clases, Fort Collins, Colorado, U.S.A., 1967.

3/ Recopilación de definiciones de la ponencia de: Eduardo Seminario, "El manejo de cuencas", Anales del Seminario-Taller sobre Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, CATIE, Turrialba, agosto de 1986.

4/ Ibid.

5/ Axel Dourojeanni y Luis Oberti, "Principios para elaborar un plan de protección de cuencas", Boletín Técnico No. 11, Dirección General de Aguas y Suelos, Ministerio de Agricultura y Alimentación, Lima, Perú, 1979.

6/ En el anexo 1 del presente documento se presenta una de estas guías basada en la utilización de un método presentado en el documento "Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable (aplicados a microrregiones y cuencas)" de Axel Dourojeanni, publicado por el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) en Santiago de Chile en 1991.

7/ Para tener una idea de la evolución de la terminología sobre desarrollo de recursos hídricos en inglés se recomienda la lectura del artículo denominado "National Water Resources Administration", elaborado por James W. Fesler y publicado como capítulo 21 en el documento "Economics and Water Public Policy in Water Resource Development" editado por Stephen C. Smith y Emery N. Castle, Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A., 1965

8/ En términos prácticos sólo es posible "manejar" cuencas enormes como la del ^Plata o del río Amazonas sólo si se manejaran primero los recursos naturales que influyen en la descarga de todos y cada uno de sus afluentes y que ello tenga algún efecto en la descarga total del agua de toda la cuenca en cantidad, calidad y frecuencia. Al menos por ahora eso resulta bastante utópico, por decir lo menos, sobre todo si en toda América Latina y El Caribe prácticamente no existen cuencas aún enteramente manejadas.

9/ Axel Dourojeanni y Mario Lenzi, "Estrategia para el desarrollo y manejo de la región andina: Una propuesta de acción a nivel de cuenca hidrográfica", Anales del Seminario-Taller sobre

Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, CATIE, Turrialba, 20-23 de agosto de 1986.

10/ Axel Dourojeanni, "Planeamiento de cuencas para su manejo, protección y conservación", Anales del Segundo Seminario Nacional de Hidrología, Ed. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), Lima, 1973.

11/ En este trabajo se ha hecho énfasis únicamente en el alcance de las acciones de manejo de cuencas (punto 1 del listado de preguntas), quedando aún por analizar cómo tratar los indicadores de cobertura territorial, población y tiempo de ejecución. Tampoco, por lo mismo, se han determinado las categorías en que podrían ubicarse los programas de manejo de cuencas en función de dichos indicadores.

12/ Axel Dourojeanni, "Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable (aplicados a microrregiones y cuencas)", Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Documento 89/05/Rev.1, Serie Ensayos, Santiago, Chile, octubre de 1990.

Anexo 1

SECUENCIA TENTATIVA DE PASOS PARA LA SISTEMATIZACION DE ACCIONES DE MANEJO DE CUENCAS */

1. **Identificar la cuenca que será objeto de acciones de manejo y obtener información básica.** Recopilar bibliografía, recorrer la cuenca con diferentes medios según sus dimensiones, obtener mapas, fotografías e informes existentes. El objetivo de este primer paso es obtener una primera visión de las condiciones del lugar, su historia, personas involucradas en las actividades en la cuenca, estado de las vías de comunicación y otros.
2. **Identificar los actores involucrados en el manejo y aprovechamiento de la cuenca, tanto endógenos como exógenos al ámbito, pero con influencia en la cuenca.** Es útil elaborar cartillas donde se ponga en forma ordenada los datos de cada actor para tener luego un acceso fácil a los archivos. Recuérdese que en los pasos siguientes no debe perderse la conexión entre los actores y los problemas, los actores y los objetivos, los actores y los obstáculos y soluciones y lo actores y las estrategias para llevar a cabo las soluciones.
3. **Inventariar las acciones directas o técnicas e indirectas o gerenciales pasadas, presentes y proyectadas en la cuenca, que conozcan y manifiesten los diferentes actores listados.** Catalogar y clasificar estas acciones. Ubicar geográficamente las acciones técnicas o directas en mapas de la cuenca y en listados que indiquen si son estudios, proyectos, ejecución de obras, mantenimientos de estructuras o manejo y conservación de los recursos. Anotar igualmente las acciones indirectas o gerenciales realizadas en forma ordenada (hacer cuadros relacionando cada acción relacionándolas con las organizaciones involucradas, las líneas de crédito en uso, las inversiones realizadas, la capacitación dada a los usuarios y otros datos que permitan conocer que se está haciendo en la cuenca en materia de manejo y aprovechamiento de sus recursos.

*/ Sustentado en el documento "Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable, aplicados a microrregiones y cuencas" de Axel Dourojeanni. Doc. 89/05/Rev.1 Serie Ensayos. CEPAL-ILPES, Fax 208 0252 , Casilla 179-D Santiago de Chile.

4. **Recoger los "criterios" que cada actor tiene con relación a la ejecución de acciones de manejo de cuencas así como con relación a sus actividades de aprovechamiento de la cuenca.** Estos criterios se refieren a sus opiniones a favor, neutrales o en contra de las acciones así como sobre sus intereses personales o institucionales con relación a lo que eventualmente se tratará de fomentar en la cuenca. Es útil disponer además de las funciones oficiales de las diferentes entidades que intervienen en la cuenca y sus formas de coordinación para actuar en la cuenca (si las tienen). Recuérdese que los criterios de los actores son los que determinan su visión de los problemas. Viene a ser el modelo contra el cual comparan las situaciones.
5. **Recopilar y catalogar todos los "problemas" de manejo de la cuenca que manifiestan los actores.** Catalogar los problemas manifestados por cada actor, determinar la frecuencia con que se manifiesta y el lugar y condiciones donde ocurre. Recordar que lo que es un problema para uno de los actores (e.g como para agricultores que tienen su único canal de riego contaminado por gérmenes patógenos o productos químicos) no necesariamente lo es para los otros actores (e.g como para el hospital o industria que contamina dicho canal de riego arrojando sus desperdicios o residuos industriales). Clasificar el listado de problemas separando los problemas vinculados a aspectos técnicos y físicos de los problemas vinculados a aspectos gerenciales.
6. **Una vez en poder de una lista de problemas, manifestados por los actores, se debe proceder a describir detalladamente cada uno de ellos así como la relación que tienen entre sí y con los actores.** Para realizar esta labor es conveniente recopilar la información en base a fichas elaboradas de acuerdo a cada tipología de problema detectado en las entrevistas con los actores. Los problemas directos o técnicos se deberán verter en un mapa o mapas de la cuenca separando aquellos que son comunes a todos los usuarios de la cuenca (usualmente a nivel de cursos de aguas o cauces) de los que son pertinentes a cada propietario u ocupante de la tierra (usualmente a nivel de laderas, terrazas o planicies). Los problemas de tipo indirecto o gerenciales se relacionarán con las instituciones responsables de crearlos o solucionarlos.
7. **El siguiente paso consiste en convertir la lista de problemas (situaciones hacia las cuales los actores manifestaron su inconformidad) en objetivos claramente establecidos por ellos mismos.** Para dar este paso se pueden seguir dos alternativas complementarias: inferir los objetivos a partir de la lista de problemas o inferir objetivos a partir de modelos de calidad de vida. Una vez en poder de una lista de objetivos se le pregunta a los propios actores lo que desean como objetivos. Ambas listas se cotejan luego en un trabajo compartido entre

asesores y usuarios. Recuérdese que los usuarios normalmente son más proclives a decir lo que no quieren pero eso no significa que tengan claro sus objetivos. La lista final de objetivos debe ser priorizada, en especial con respecto a los objetivos colectivos. **La lista de objetivos priorizados es la base para iniciar y realizar los diagnósticos dirigidos en la cuenca (necesario para ser efectivos y ahorrar tiempo y recursos).**

8. **A continuación se deben realizar los inventarios, evaluaciones y diagnósticos dirigidos a verificar la factibilidad de alcanzar los objetivos señalados en el paso anterior.** En el terreno se verifican los problemas en mayor detalle así como el potencial de solucionarlos. Las soluciones para alcanzar los objetivos se entiende que involucran tanto acciones directas o técnicas como indirectas o gerenciales. La finalidad de las evaluaciones y diagnósticos dirigidos es conocer cuáles son los **obstáculos** que se deben superar para alcanzar los objetivos y cuál es el **potencial** que existe para ello. La evaluación y el diagnóstico de la cuenca puede hacerse siguiendo las técnicas presentadas en el capítulo VI del texto de referencia. No se debe confundir evaluación con diagnóstico. La evaluación significa comparar una situación con un patrón de referencia. El diagnóstico es una explicación del porqué lo observado difiere del patrón de referencia. El diagnóstico es la base par determinar los tratamientos de la cuenca (más conocidos como soluciones).
9. **Todos los obstáculos (o restricciones) deberán ser codificados y descritos en cartillas similares a los de la descripción de problemas.** La diferencia entre un obstáculo (o restricción) con un problema es que cuando se describe un obstáculo éste se hace con relación a un objetivo conocido. Una vez en conocimiento de los obstáculos, se debe poder relacionar cada obstáculo con el actor o actores que lo ocasionan (si ello es así), con el actor(es) responsable(s) de superarlo, con él actor(es) que debe pagar por el trabajo y con quiénes deben ejecutar las acciones. El trabajo ordenado para detectar los obstáculos es la base para generar soluciones con el fin de superarlos.
10. **El paso siguiente consiste en generar propuestas o alternativas de soluciones para cada uno de los obstáculos detectados.** Para ello se debe jerarquizar y clasificar todas las propuestas de solución. Con relación a las acciones técnicas debe seguirse el siguiente procedimiento:
 - a) **Elaborar un manual con todas las prácticas codificadas.** Esto implica disponer de un listado codificado de las prácticas tanto de tratamiento de tierras (land treatment measures), como de tratamiento de cauces (Watershed structural measures). Las medidas de "tratamiento de

tierras" son mayormente vegetativas y culturales en cambio las medidas de "tratamiento de cauces" son mayormente mecánico-estructurales.

- b) **Elaborar una tabla listando todas las medidas de tratamiento que se piensa realizar a nivel de cauce.** Para ello se debe elaborar también un mapa como elemento de apoyo a la tabla donde se ubiquen las medidas de tratamiento. Dado que estas medidas son complejas será necesario calcular en forma independiente el costo de cada tratamiento estructural y su efecto en el control de la descarga, calidad de agua y retención de sedimentos. Incluyen medidas de control de torrentes, control de inundaciones, tratamiento de agua, estabilización de taludes, control de deslizamientos, control de cárcavas y otros similares.
- c) **Elaborar un cuadro que identifique las prácticas recomendadas para cada tipo de uso de la tierra, su código de referencia al manual donde se encuentra descrito, la frecuencia de aplicación, las hectáreas que cubre y el costo unitario de cada práctica.** Esta tabla es esencial para poder calcular los costos que tiene la aplicación de las soluciones técnicas que se recomiendan, en donde se van a aplicar, quienes son los usuarios de la tierra y otros.
- d) **Elaborar el listado de las actividades indirectas o gerenciales que se deben realizar para poder ejecutar los tratamientos recomendados.** Recuérdese que cada tratamiento que se recomiende necesita de un conjunto de acciones para que pueda ejecutarse, tal como capacitación de los usuarios, otorgamiento de créditos, organización de los servicios de apoyo, coordinación de instituciones y otros y que esto implica un costo importante del programa o proyecto de manejo de la cuenca.

11. **La evaluación de los beneficios se debe hacer con relación al efecto conjunto de la aplicación de las acciones de manejo de cuencas (meta de mediano o largo plazo ya que se necesita un mínimo de 10 años para lograr efectos visibles en la descarga de agua de la cuenca, tanto en calidad como en cantidad) así como en relación a cada un de las prácticas recomendadas, principalmente las de tratamiento de tierras.** Para calcular los costos se debe disponer de costos unitarios de cada medida de tratamiento. Los beneficios se deben calcular en dos partes:

- i) **Beneficios que se obtienen en el lugar donde se aplica, por ejemplo cuando se mejoran pastos, se construyen terrazas o se reforesta se obtiene un beneficio "in situ" de aumento de producción y conservación de suelos.**

- ii) Beneficios que se obtienen aguas abajo del lugar donde se aplicó el tratamiento, esencialmente por reducción de aporte de sedimentos, aumento del flujo base, mejoramiento de calidad del agua y otros.

Nota: Los cálculos económicos sólo se podrán hacer si se dispone de información ordenada y clasificada con relación a cada medidas de tratamiento. Dado que en manejo de cuencas intervienen una serie de medidas no hay forma de elaborar presupuestos para grandes áreas sin trabajar con costos y efectos unitarios y combinados. Esto significa que un banco, por ejemplo, que hace préstamos para manejo de cuencas debe fomentar la elaboración de manuales de prácticas de tratamiento tal como se señala en este documento así como la medición de los costos y efectos unitarios y combinados de las medidas de tratamiento.

**" ANALISIS MULTIOBJETIVO
EN EL DESARROLLO DE LOS
RECURSOS HIDRICOS "**

1- Introducción

El tema de esta ponencia es la gestión de los recursos hídricos. El trabajo se desarrolla en torno al caso del Proyecto Canal Laja-Diguillín, sin embargo, el enfoque es de validez general, ya que se desarrolla sobre dos líneas comunes a muchas situaciones:

- a) la necesidad de efectuar una planificación integrada de los recursos hídricos, que tenga en consideración los aspectos ambientales en un sentido extenso (natural y socio-económico);
- b) la oportunidad de introducir políticas de gestión racionales que permitan, entre otras cosas, superar restricciones normativas absoletas y contraproducentes.

El contexto es el de un sistema hídrico en actividad desde hace ya decenas de años, en el cual se propone la realización de un gran canal de riego para transferir agua a la cuenca adyacente, provocando reacciones de protesta de parte de diversos grupos sociales involucrados. La finalidad del trabajo es mostrar cómo es posible plantear una planificación integrada del recurso hídrico (incluyendo el ambiente) a través del Análisis Multiobjetivo y el uso de un modelo matemático de optimización, que permita la identificación y la cuantificación de los conflictos existentes.

El trabajo es la aplicación de disciplinas típicas del Análisis de Sistemas (optimización, esquema de control, Análisis Multiobjetivo), no obstante, presenta innovaciones tanto a nivel conceptual (definición del objetivo "satisfacción de la demanda hídrica de los usuarios aguas abajo", a nivel de usuario individual, a través de la adopción de una regla de repartición óptima), como a nivel teórico-algorítmico (gestión contra al riesgo de un embalse multiuso para la producción de energía hidroeléctrica y abastecimiento hídrico).

2- El Sistema Físico

El sistema considerado está formado por el lago Laja, el río Laja, el río Biobío aguas abajo de la confluencia con el Laja y sus respectivos usuarios. La Fig.2-1 corresponde a una esquematización del Sistema. El lago Laja recibe los afluentes (a) de su cuenca, posee un volumen embalsado (S) y se le extrae un caudal (r).

La materialización del aprovechamiento hidroeléctrico del Laja está constituida por las centrales Abanico, El Toro y Antuco, que conjuntamente poseen una potencia instalada de 836 MW, constituyendo así una reserva estratégica de gran importancia dentro del Sistema Interconectado Central (SIC). La extracción total r desde el lago está formada por el caudal filtrado subterráneamente, dando origen al río Laja (Ojos de Agua), la extracción a través de la Bocatoma El Toro y aquellas eventuales efectuadas a través de un Túnel de Vaciado. El Sistema hidroeléctrico aprovecha además, aportes adicionales de agua de la hoya hidrográfica del curso superior del río Laja, siendo el río Polcura el más importante (w en la Fig.2-1).

Entre la salida del Sistema Hidroeléctrico y Tucapel existen una serie de canales de riego, que en conjunto tienen derechos de

agua por aproximadamente 90 m³/s. Con el fin de simplificar el análisis, éstos se han agregado representándolos por una gran derivación ubicada en Tucapel, lugar donde tiene su bocatoma el Canal Laja, que es el de mayor envergadura. En Tucapel tendría su origen también, un nuevo gran canal de riego, el Canal Laja-Diguillín.

A aproximadamente 45 Km aguas abajo de Tucapel se encuentra el Salto del Laja, una de las atracciones naturales más imponentes de la VIII Región, entorno a la cual se ha desarrollado una importante actividad turística. Para mantener esta atracción es necesario entonces, asegurar un mínimo caudal (Q_s) en el río Laja en el Salto.

El río Laja recibe a lo largo de todo su curso los aportes distribuidos constituidos por retornos de riego, esteros y aportes de la napa, que se han representado con a_1 y a_2 en la Fig.2-1.

Finalmente, el río Laja desemboca en el río Biobío. Este último recibe, ya aguas arriba de la confluencia con el Laja, las descargas de industrias, principalmente de la celulosa y el papel, que provocan serios problemas de contaminación, agravados aun más por la gran cantidad de efluentes civiles e industriales concentrados en la zona baja entre Chiguayante y la desembocadura. El río Laja influye positivamente en este problema, ya que aporta importantes caudales de dilución durante los períodos críticos de estiaje. Por ello podría ser necesario definir un mínimo caudal (Q_L) que el río Laja debe aportar al Biobío para mantener las concentraciones de los contaminantes dentro de ciertos rangos, previamente establecidos.

3- Gestión del Sistema Laja

Tal como se anticipara en la introducción, el punto central de este trabajo es la gestión integrada de los recursos hídricos. Dentro de este ámbito, muchas veces es necesario prescindir de ciertas restricciones impuestas por la legislación vigente, con el fin de ver si existe un manejo diferente que produzca ventajas globales dentro del sistema. Es decir, en este caso se sustituye el Convenio Dirección de Riego-Endesa, que regula las extracciones desde el lago, por una política de gestión formalizada y aplicable, evaluando la satisfacción que ésta produciría sobre los diferentes usuarios (energía, riego, etc.) del sistema. Tal política estará formada principalmente por 2 partes:

- a) una política de manejo del lago: una regla que establezca el caudal r_t , que debe ser entregado según sea:
 - el instante t
 - el volumen embalsado S_t
 - el estado hidrológico de la cuenca (precipitaciones, espesor capa de nieve, etc.)
 - la demanda eléctrica e_t
 - la demanda de riego d_t
- b) una regla de repartición que establezca las erogaciones a los

distintos usuarios aguas abajo según:

- las demandas de los diferentes distritos
- el estado hidrológico de las subcuencas (precipitaciones, temperaturas, etc.)
- aportes distribuidos a lo largo del río Laja

Es importante notar que la extracción r_t debe ser físicamente factible, es decir, $l(S_t) \leq r_t \leq L(S_t)$, donde $l(S_t)$ es el mínimo caudal que se puede extraer desde el lago cuando el volumen es S_t (corresponde a las filtraciones) y $L(S_t)$ es la máxima extracción posible, osea, operando al máximo el Túnel de Vaciado y la Bocatoma El Toro, que se suman a las filtraciones.

Para comprender mejor el concepto de Política de Gestión se presenta la Fig.3-1, respecto a la cual se hace referencia a continuación. El embalse está representado por un bloque, en el cual uno de los ingresos corresponde a los afluentes al lago, mientras que el otro a la extracción total r_t ; la salida en cambio, coincide con el estado del embalse, es decir, el volumen embalsado S_t en el instante t . Los afluentes al lago son a su vez la salida del sistema "cuenca del embalse", dotado de un estado (espesor de la capa de nieve, profundidad de la napa, etc.) y cuya evolución está determinada por ingresos de tipo meteorológico no controlables (precipitaciones, temperatura, etc.). El bloque a la izquierda representa el decisor, osea, aquella persona, ente u organismo que maneja el embalse. Para hacer esto, él dispone de información (t , S_t , d_t , una previsión de los afluentes al lago a_t y la demanda de potencia e_t al sistema Laja), adopta una cierta regla (presente en el bloque del decisor) y produce una entrega total r_t . Obviamente, el proceso es dinámico y se repite en cada instante de tiempo con nuevos valores de las variables en juego.

En un instante t , el volumen S_t , al cual corresponde a una carga hidráulica dada sobre las turbinas de la Central El Toro y la entrega r_t , determinan una cierta producción de energía hidroeléctrica (ver pto. 4.1) que contribuye a la satisfacción del usuario hidroeléctrico. Los usuarios aguas abajo (regantes o no) son en cambio, insensibles a S_t , pero su satisfacción no está únicamente determinada por r_t : en efecto, se debe definir cómo se reparte el recurso r_t a la salida del lago, entre los diferentes usuarios. Esta es la función del bloque "Regla de Repartición", que constituye un segundo bloque decisional que determina la entrega a cada usuario individual, dada una entrega total r_t y la demanda de cada uno, además de la situación hidrológica del río en dicho instante. Se observa que tal bloque está ya incluido (ver *) en el bloque Política de Manejo del Lago, porque para decidir de la mejor forma cuánto entregar de éste, es necesario saber cómo se repartirá el recurso entre los diferentes usuarios. Con Política de Gestión Integrada se entiende entonces, el conjunto de Política de Manejo del Lago más la Regla de Repartición.

Es importante notar que en el problema Multiobjetivo, el prefijo "multi" se refiere inicialmente a todos los usuarios (hidroeléctrico, usuarios de riego individuales actuales y futuros, Salto del Laja, calidad del Biobío aguas abajo); ahora en cambio, una vez establecida una regla de repartición, el

problema se reduce a un problema a dos objetivos: satisfacción del usuario hidroeléctrico y satisfacción de los usuarios aguas abajo. La satisfacción de estos últimos puede, en efecto, ser considerada como un único objetivo, porque ella se ha definido habiendo adoptado la política de repartición.

4- Definición de los Objetivos

4.1- El Sistema Hidroeléctrico del Laja (α)

Uno de los objetivos a satisfacer dentro del Sistema lago Lajarío Laja es la generación de energía hidroeléctrica. La Fig.4-1 muestra un esquema del Sistema Hidroeléctrico del Laja. En él se observa que la extracción total r , está compuesta por 3 partes: las filtraciones naturales l , que junto a la eventual extracción del Túnel de Vaciado u_2 , alimentan a la Central Abanico, mientras que el caudal u_1 es extraído para la generación de energía en la Central El Toro. Estos caudales, junto al aporte adicional del río Polcura son, aprovechados nuevamente para abastecer a la Central Antuco.

Se debe entonces, decidir en cada instante para valores de S, r, w dados, cómo repartir la entrega total r entre u_1 y u_2 (l no es controlable), para maximizar la potencia ($M(S, r, w)$), o sea, optimizar el Sistema Hidroeléctrico. La solución a este problema es intuitiva: dado que la caída de la Central El Toro es apreciablemente mayor que la de la Central Abanico, la máxima potencia M se genera extrayendo a través de la Boctoma El Toro todo el caudal $r-l$ que debe ser cubierto por El Toro y el Túnel de Vaciado. Esto mientras dicho caudal sea menor que la máxima extracción físicamente factible por El Toro $Q_T(S)$, para un volumen embalsado S ; en caso contrario se extrae dicho máximo, es decir,

$$u_1^0 = \min [Q_T(S); (r-l)] \quad (4.1-1)$$

La formalización rigurosa del problema puede verse en [1]. Se define ahora el grado de satisfacción del usuario hidroeléctrico como:

$$\alpha = M/e \quad (4.1-2)$$

donde M es la máxima potencia generable por el sistema para valores de S, r, w dados y e es la demanda de potencia eléctrica del SIC al Sistema Laja. Entonces, la decisión u_1^0 que maximiza la potencia M , maximizará también el indicador α .

4.2- El Sistema Usuarios Aguas Abajo (β)

El Sistema Usuarios Aguas Abajo está caracterizado por tres usuarios de riego que poseen demandas de agua d_j ($j=1,2,3$) más dos usuarios con demanda no consuntiva: Q_S del Salto del Laja y Q_L del río Laja en la confluencia con el río Biobío (ver Fig.4-2). Los caudales u_j entregados a cada uno de ellos buscan satisfacer dichas demandas. Se presenta entonces, el problema de decidir la repartición del recurso R entre los diferentes

usuarios. Se definen para ello los indicadores β_i como el grado de satisfacción del usuario i , es decir:

$$\beta_1 = u_1/d_1 ; \beta_2 = u_2/d_2 ; \beta_3 = u_3/d_3 \quad (4.2-1)$$

$$\beta_S = u_S/Q_S ; \beta_L = u_L/Q_L$$

Entonces, para un conjunto cualquiera de decisiones u_i adoptado, se obtienen los diferentes valores β_i de cada usuario. Pero, ¿se podrá mejorar tal satisfacción? Un criterio para responder a tal interrogante es imponer a cada usuario una satisfacción no menor que β y maximizar el valor de β . El problema se puede formalizar como un problema de programación matemática:

$$\begin{array}{ll} \text{max } \beta & (4.2-2a) \\ \text{s.a.} & \\ u_1 = \beta d_1 & (4.2-2b) \\ u_2 = \beta d_2 & (4.2-2c) \\ u_3 = \beta d_3 & (4.2-2d) \\ u_S = R + a_1 + a_2 - u_1 - u_2 - u_3 & (4.2-2e) \\ u_L = u_S + a_2 & (4.2-2f) \\ u_1 + u_2 \leq R + a_1 & (4.2-2g) \\ u_1 + u_2 + u_3 \leq R + a_1 + a_2 & (4.2-2h) \\ \beta - u_S/Q_S \leq 0 & (4.2-2i) \\ \beta - u_L/Q_L \leq 0 & (4.2-2j) \end{array}$$

Las 5 primeras restricciones son de definición, las 2 siguientes de disponibilidad de recurso, mientras que las 2 últimas de satisfacción de los usuarios no consuntivos. Se observa entonces que hay 6 incógnitas : $\beta, u_1, u_2, u_3, u_S, u_L$ y 5 ecuaciones de igualdad, lo que demuestra que estamos frente a un problema decisional, es decir, de optimización. Además, al tener un grado de libertad, puede ser resuelto por un método de búsqueda monodimensional como por ejemplo, el método de la bisección [2]. Hasta este punto se han definido los dos objetivos del problema: maximizar α y maximizar β . En ambos casos se puede plantear el problema inverso o dual; encontrar la mínima decisión x^α (o x^β) que permita lograr un grado de satisfacción α (o β) dado.

5- El Manejo del Lago contra el Riesgo: Optimización Multiobjetivo

5.1- Planteamiento General

La gestión (control o regulación) de un sistema está destinada, en general, ya sea a evitar eventos extremos de insatisfacción de

los usuarios (aversión al riesgo), o bien, a obtener el mejor comportamiento medio a largo plazo (optimización del comportamiento medio). Por el rol estratégico que desempeña el Sistema Laja dentro del SIC y considerando las dramáticas consecuencias que tienen años particularmente secos sobre los distritos de riego, es que se enfrenta el problema de la gestión en términos de aversión al riesgo o según la terminología aceptada, resolviendo un problema de "control min-max" [3]. Más adelante pueden integrarse los resultados de este análisis con la optimización del comportamiento medio (ver [4]).

Hasta este punto se han considerado sólo los problemas estáticos de maximizar la potencia M o maximizar β . Ahora es necesario resolver el problema dinámico impuesto por la siguiente interrogante: ¿qué manejo del lago permite garantizar los grados de satisfacción α y β en el tiempo? Donde α es el mínimo α_t sobre todos los instantes de tiempo t y, análogamente, β es el mínimo β_t . El problema se descompone en 2 fases:

- a) evaluar los "conflictos" existentes entre los diferentes objetivos, cuantificando los niveles de satisfacción técnicamente alcanzables de los diversos usuarios (Frontera de Pareto)
- b) encontrar las políticas de manejo del lago que permitan alcanzar los niveles α y β determinados en (a)

El presente trabajo se concentra en la resolución de la primera fase. Para aclarar la idea principal se observa la Fig.5-1. La curva representada en el espacio de los objetivos α y β se llama Frontera de Pareto y representa el conjunto de las soluciones técnicamente posibles y eficientes. Cada uno de sus puntos, por ejemplo A, se caracteriza por el hecho de que no es posible encontrar otras soluciones (puntos) técnicamente posibles y tales que logren mejorar contemporáneamente todos los objetivos. La región a la izquierda de la frontera está constituida por puntos correspondiente a soluciones factibles, pero ineficientes; por ejemplo, el punto P está "dominado" por todos los puntos del área achurada, porque a éstos corresponden valores de ambos objetivos mejores que los correspondientes a P.

Es importante también el significado del punto U, llamado "utopía", de coordenadas $(\bar{\alpha}, \bar{\beta})$. Si se olvida por un momento al usuario β , sería posible entonces, satisfacer independientemente al usuario α al máximo, obteniendo $\bar{\alpha}$. Análogamente, olvidando a α se puede satisfacer β al nivel $\bar{\beta}$. El punto utopía corresponde entonces, a la satisfacción independiente de los objetivos.

La resolución del subproblema (a) es equivalente a determinar si existe un volumen de inicio de año (o ciclo) S_0 , tal que se cumplan las siguientes restricciones en cada instante t del período considerado (50 años) para los valores de α y β dados:

$$M(S_t, r_t, w_t) / e_t \geq \alpha \quad (5.1-1a)$$

$$\beta^0(r_t, w_t, a_t^i, d_t^j) \geq \beta \quad (5.1-1b)$$

$$S_{t+1} = S_t + (a_t - r_t) \Delta \quad t=0, 1, 2, \dots, n \quad (5.1-1c)$$

$$S_T \geq S_0 \quad (5.1-1d)$$

$$l(S_t) \leq r_t \leq L(S_t) \quad (5.1-1e)$$

$$r_t = U(S_t, a_t^i, w_t, e_t, d_t^j) \quad (5.1-1f)$$

$$S_t = S_0 \quad \text{para } t=0 \quad (5.1-1g)$$

Las 2 primeras restricciones se refieren a la satisfacción de los objetivos a niveles α y β dados; la Ec.(5.1-1c) es la ecuación de estado del embalse: el volumen en el instante $t+1$ será igual al volumen en el instante t más la diferencia entre afluentes y extracciones durante el intervalo $[t, t+1]$, el paso temporal Δ es en este caso un mes; la restricción (5.1-1d) introduce el concepto de ciclo: sólo si el volumen al final del ciclo es al menos igual al de inicio, el sistema es sustentable en el tiempo, además, es importante notar que el período T puede ser mayor que un año (embalse multianual); (5.1-1e) impone que la extracción sea físicamente factible; la Ec.(5.1-1f) define la política de manejo del embalse (ver Cap.3).

En este punto es necesario definir la "Política Apretada" como aquella que decide siempre entregar el mínimo gasto posible que satisface las restricciones recién expuestas. Así, si con tal política no hay solución, entonces no existe solución.

5.2- Algoritmo min-max

El algoritmo que aquí se describe tiene por objeto resolver la fase (a) del problema descrito en el pto. 5.1, es decir, encontrar la Frontera de Pareto. Esta se obtiene resolviendo secuencialmente los 2 pasos que se describen a continuación:

Paso 1: - calcular $\bar{\alpha}$ considerando sólo al Usuario Hidroeléctrico
 - calcular $\bar{\beta}$ considerando sólo al Usuario Aguas Abajo

Solución 1: - se ocupa el método de bisección con α entre 0 y 1 (idem para β)
 - para cada S_0 tentativo:

- se simula es sistema (ecuación de embalse)
- se verifican si se cumplen las restricciones
- se ocupa la política apretada (primero sólo para el Sistema Hidroeléctrico y luego sólo para el Sistema Aguas Abajo)

Paso 2: - para valores de α entre 0 y $\bar{\alpha}$ buscar el máximo $\beta(\alpha)$ factible ($0 \leq \beta(\alpha) \leq \bar{\beta}$), osea, la cuantificación de conflicto

Solución 2: - análoga a la Solución 1, considerando simultáneamente ambos objetivos

6- El Programa OPTIMA

El esquema teórico de control min-max del lago Laja, descrito en el punto precedente, se ha traducido en un modelo de optimización, cuyo objeto es justamente, determinar la Frontera de Pareto $\beta(\alpha)$.

El modelo se ha implementado en un programa de cálculo para PC escrito en Turbo Pascal y llamado OPTIMA. El programa está organizado en subrutinas. Las funciones ejecutadas por las subrutinas están representadas en la Fig.6-1 (α y β se consideran fijos). Con respecto a esta misma, la interpretación es la siguiente:

- EXI resuelve el problema de encontrar para el α y el β dados, si existe un S_0 tal, que las restricciones contenidas en el círculo relativo a VIN, sean respetadas;
- VIN verifica justamente, para un S_0 dado, si las restricciones son respetadas; esto significa efectuar una serie de simulaciones, (apenas no se satisface un ciclo, VIN sale del ciclo de simulación y devuelve el control a EXI);
- M calcula simplemente la máxima potencia M_t , dada la tripleta (S_t, r_t, w_t) , adoptando la regla de repartición óptima;
- BETAMAX calcula el máximo β obtenible para el sistema aguas abajo, dado el vector $|r_t \ w_t \ d_t \ a_t|$; implementa entonces, la Ec.(4.2-2);
- UALFA calcula la mínima entrega necesaria para satisfacer al Usuario Hidroeléctrico al nivel α fijado;
- UBETA calcula, análogamente, la mínima entrega necesaria para satisfacer a los Usuarios Aguas Abajo al nivel β fijado;
- RMIN calcula, finalmente, la mínima entrega necesaria para satisfacer a los usuarios a los niveles α y β fijados respectivamente;

La estructura del programa OPTIMA es la que muestra en la Fig.6-2. La subrutina ALFASUP tiene la función de determinar el máximo independiente α del objetivo α , la subrutina SOLV α tiene, en cambio, la función de determinar el valor máximo eficiente $\beta(\alpha)$, dado un $\alpha \in (0, \bar{\alpha})$, donde los α son determinados disminuyendo α a un paso fijo a partir del máximo α hasta cero. Las flechas indican una llamada de subrutina; se ponen también en evidencia, los ciclos existentes, entre los cuales aquéllos respecto a t , respecto a α son ciclos en estricto sentido, mientras que los demás, son procesos de búsqueda monodimensional (siempre bisección, aparte del caso de S_0).

7- Conclusiones

El principal resultado que se obtiene con el presente análisis está constituido por la Frontera de Pareto. Como se ha visto, la satisfacción de los dos objetivos no es independiente, porque hay restricciones físicas y de disponibilidad de recurso hídrico, osea, el punto "utopía" de la Fig.5-1 no se puede alcanzar en la práctica y por ello es que se dice que existe un conflicto. La esencia del Análisis Multiobjetivo es precisamente, cuantificar dicho conflicto, encontrando las parejas (α, β) eficientes que

pertenecen a la frontera.

La Frontera de Pareto, además de su significado intrínscico, se presta para una serie de indagaciones extremadamente importantes sobre el funcionamiento del sistema. En primer lugar, evaluar la contrapartida a las ventajas derivadas de la realización del Canal Laja-Diguillín: el aumento de producción agrícola, de utilidades y la ocupación pueden ser confrontadas con las desventajas causadas a los actuales usuarios del sistema considerado. Esta evaluación puede ser utilizada, por ejemplo, para rediscutir la capacidad del canal y con ello su demanda, en el intento de encontrar negociaciones aceptables.

Un uso diferente es en cambio, aquel relativo a la determinación de los "precios sombra" de las demandas no consuntivas Q_S y Q_L , que caracterizan al Salto del Laja y la calidad del Biobío, respectivamente. Por ejemplo, el aumentar Q_S (osea, la satisfacción estética del Salto del Laja) puede traer consigo un costo en términos de seguridad contra los eventos extremos a nivel global del Sistema.

8- Referencias Bibliográficas

1. Nardini, A., Montoya, D., Planteamiento de un modelo decisional para la gestión integrada del Sistema lago Laja-río Laja (con respecto al proyecto Canal Laja-Diguillín), Serie Monografías Científicas EULA Chile (en trámite)
2. Baldissera, C., Ceri, S. y A. Colorni, Metodi di Ottimizzazione e Programmi di Calcolo, Clup, Milano 1983
3. Orlovski, S., S. Rinaldi y R. Soncini-Sessa, A min-max approach to reservoir management, Water Resour. Res., 20(11), 1506-1514, 1984.
4. Nardini, A., C. Picardi y R. Soncini-Sessa, On the integration of risk aversion and average-performance optimization in reservoir control, Water Resour. Res., 28(2), 487-497, 1992.

Fig.2-1
Esquema simplificado del Sistema Físico

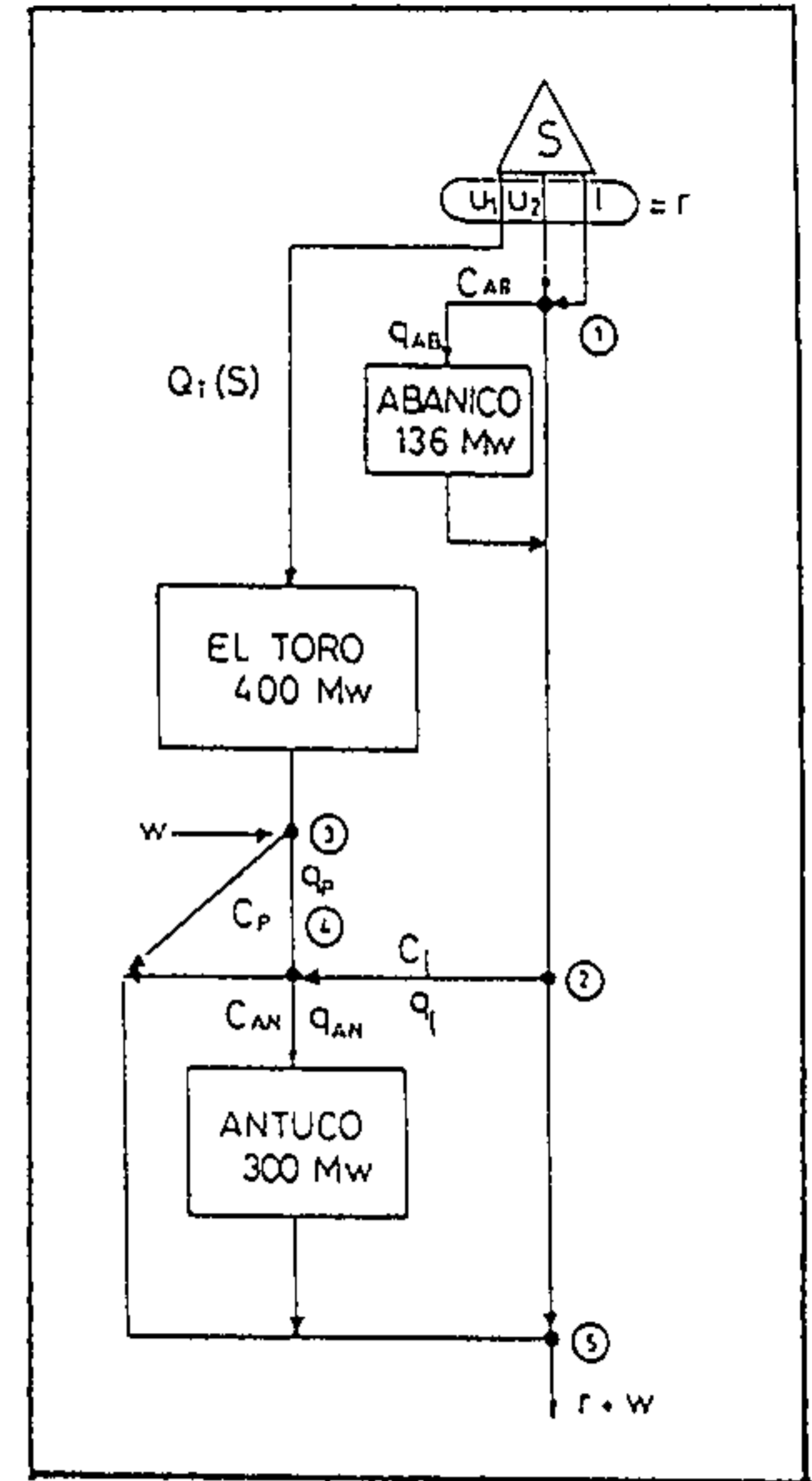
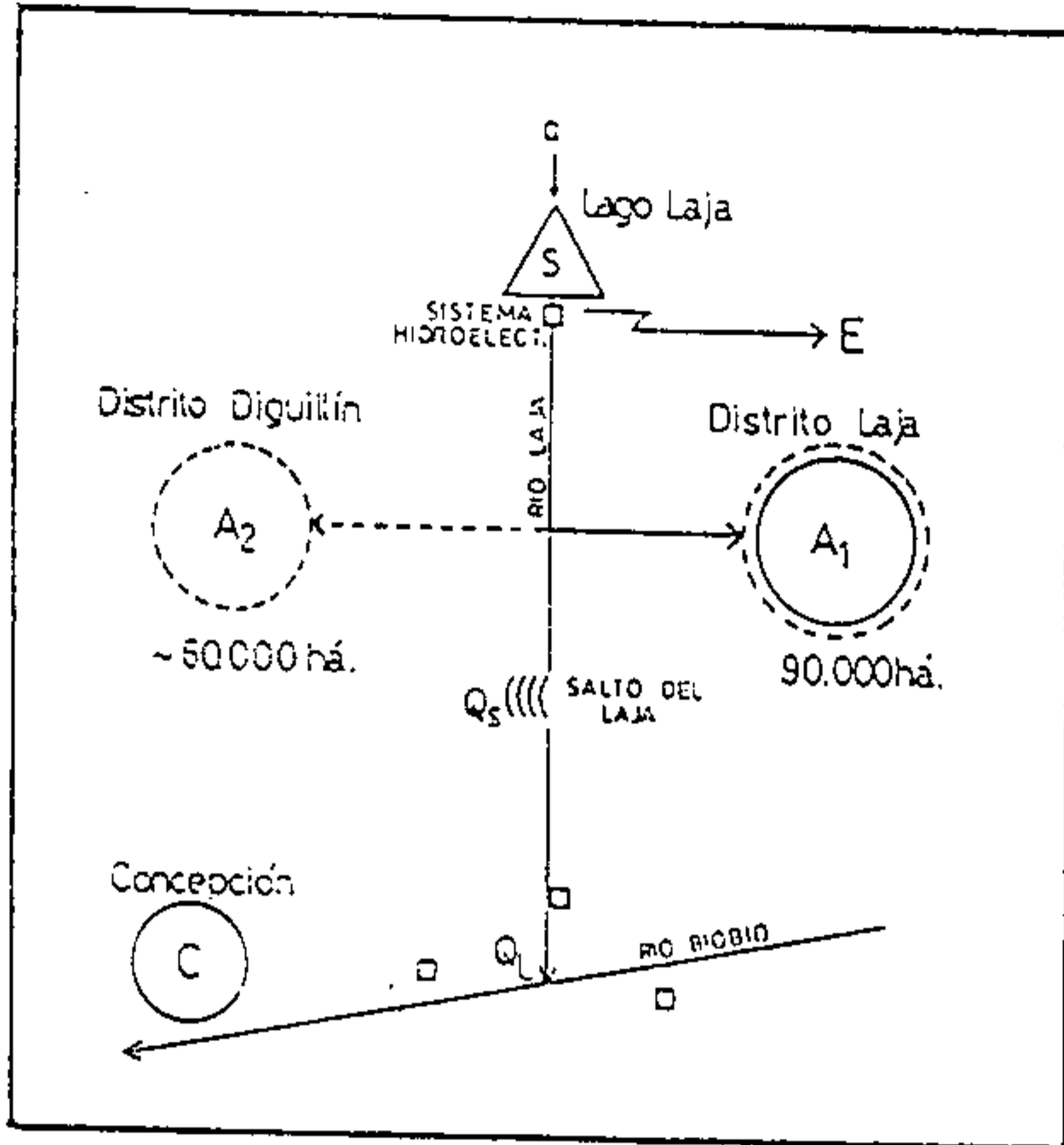


Fig.3-1
Esquema de Gestión

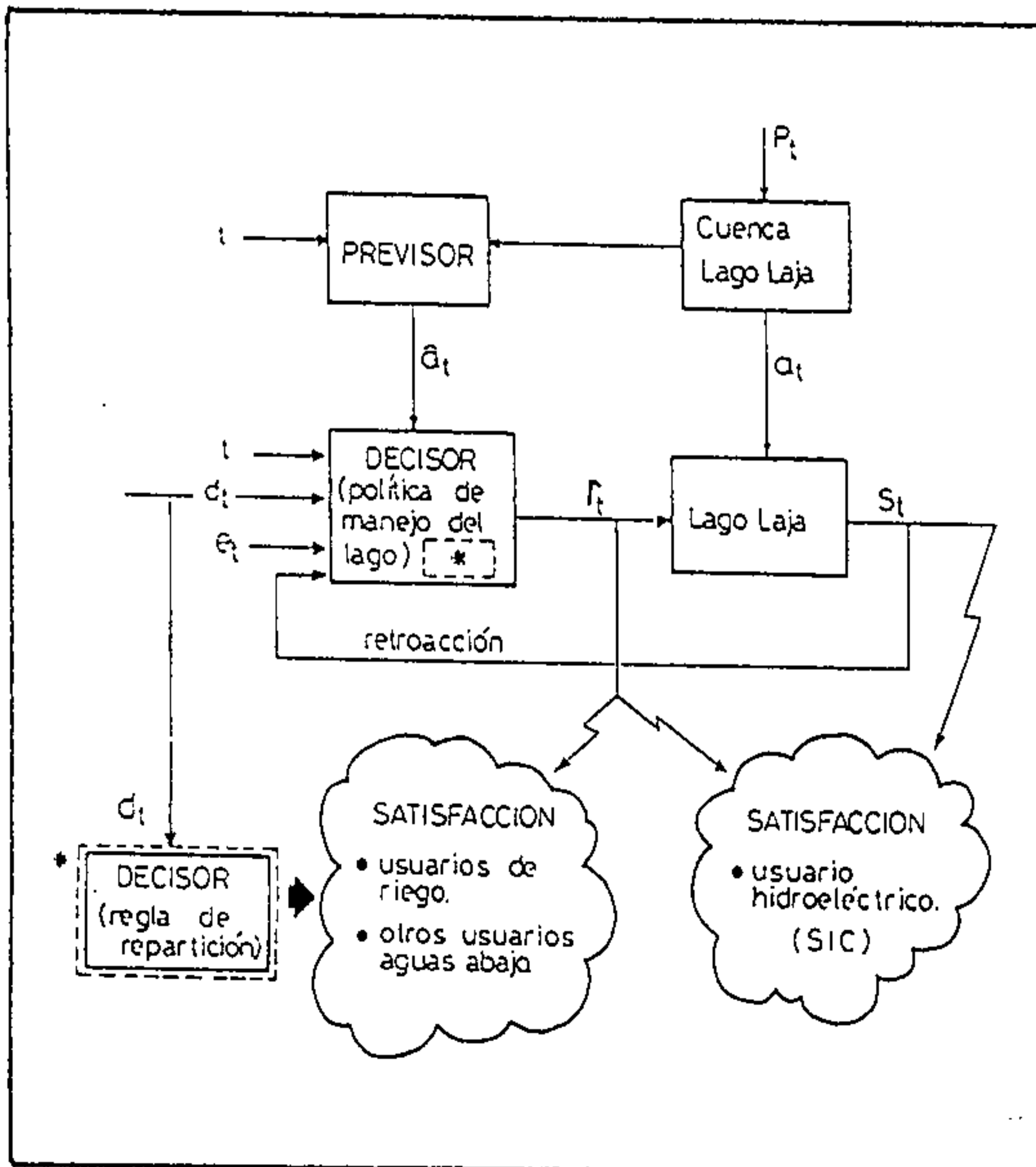


Fig.4-2
El Sistema Usuarios Aguas Abajo

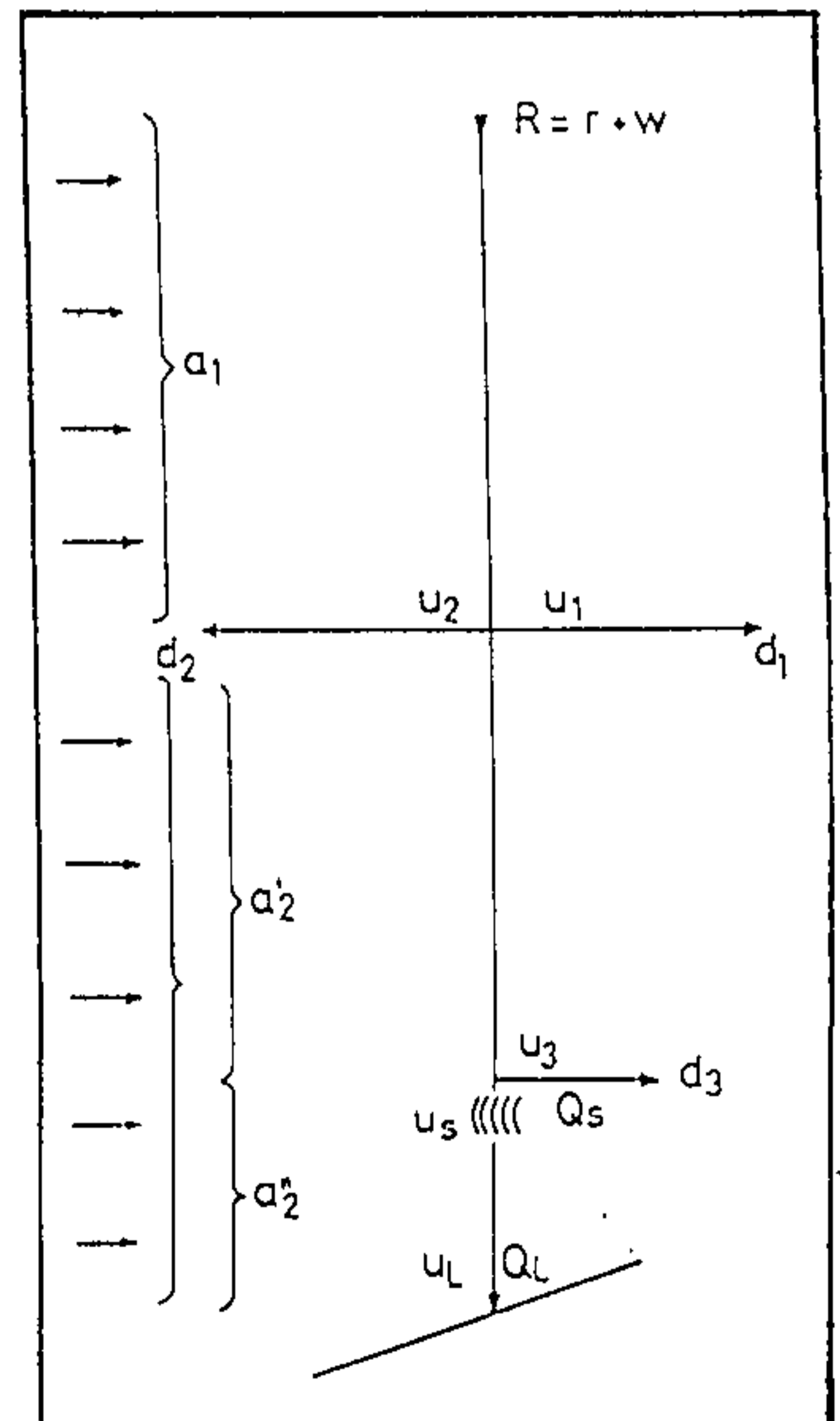


Fig.5-1
Frontera de Pareto

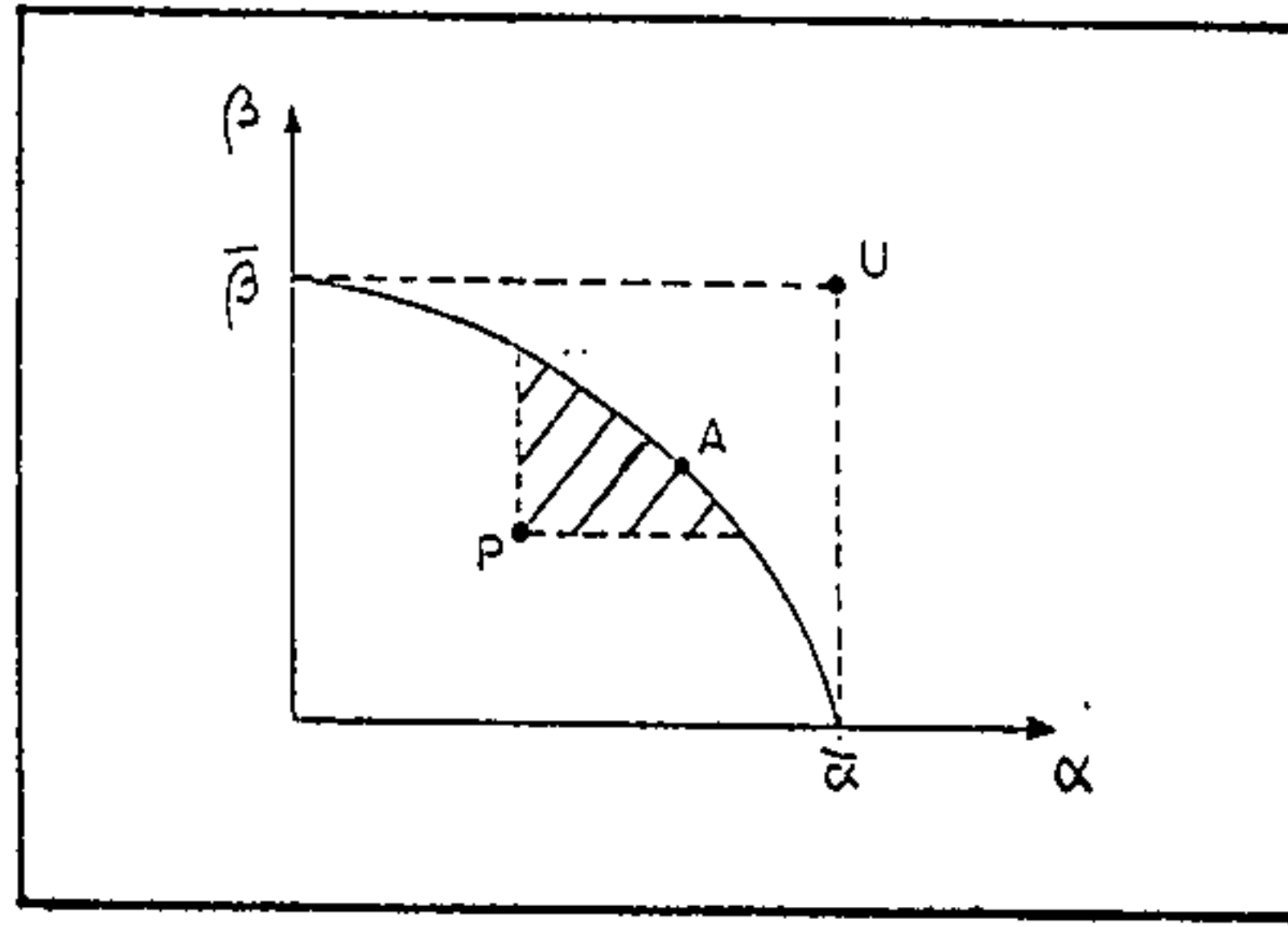


Fig.6-1
Subrutinas de programa OPTIMA

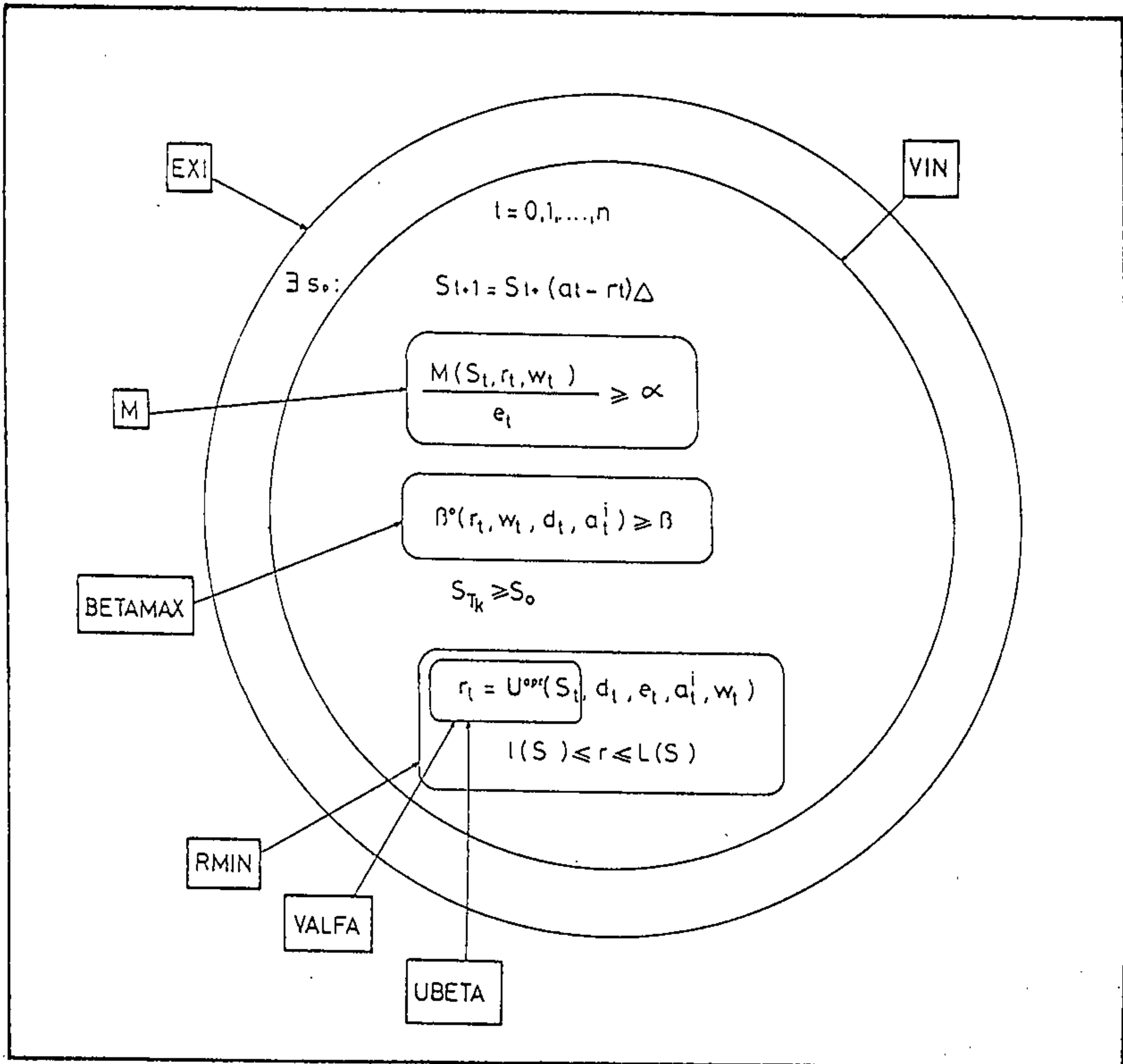
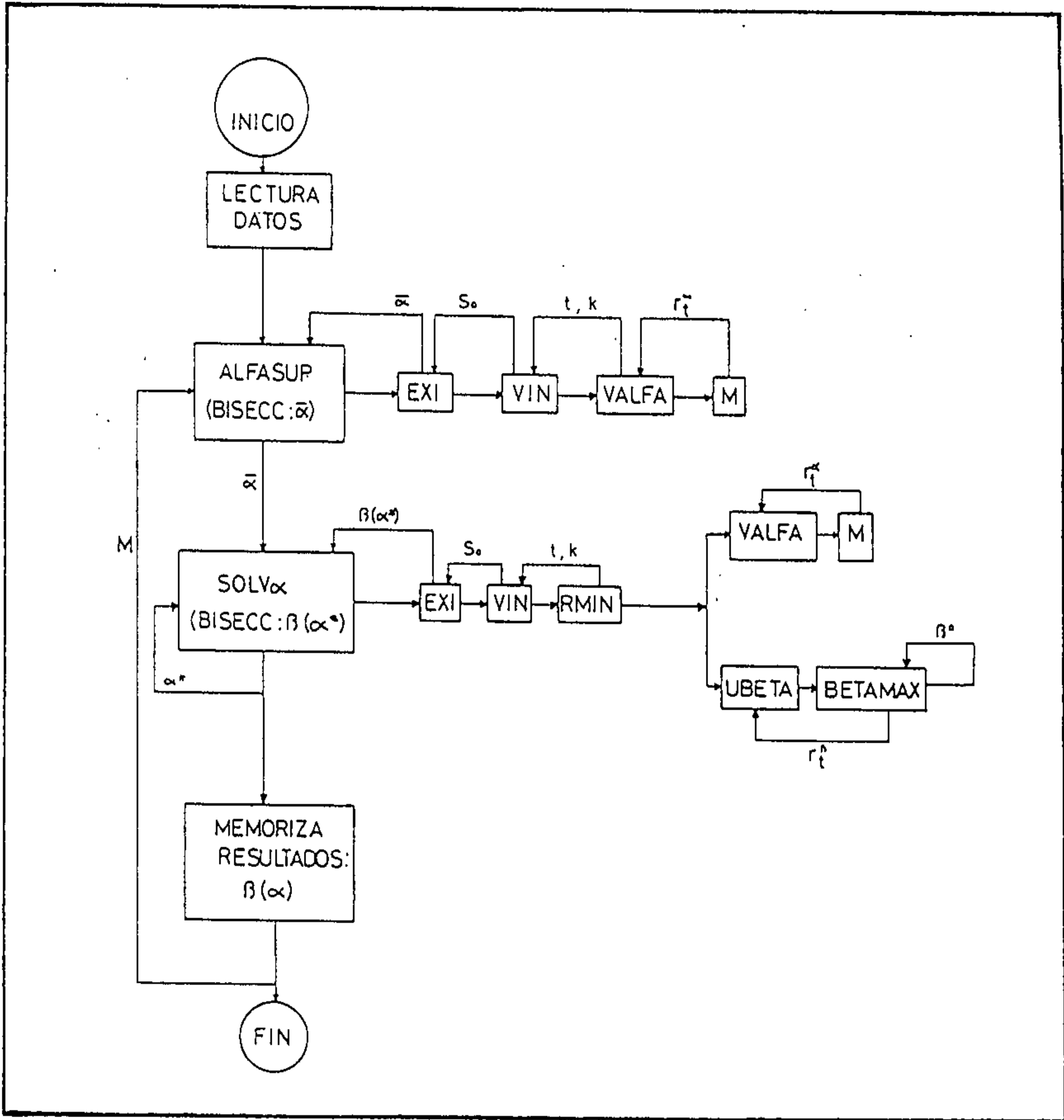


Fig.6-2
Estructura del programa OPTIMA



ZONA COSTERA Y CONTAMINACION INDUSTRIAL

AUTORES

**Dr. Dagoberto Arcos Rojas
Luis Furet Cárcamo
Sergio Nuñez Elías**

**Instituto de Investigación Pesquera
Octava Región S.A.**

Octubre, 1992.

**USO Y MANEJO DEL RECURSO
AGUA POR EL SECTOR
INDUSTRIAL Y SU RELACION
CON LA PROTECCION
DEL MEDIO AMBIENTE**

ZONA COSTERA Y CONTAMINACION INDUSTRIAL

Dr. Dagoberto Arcos Rojas, Luis Furet Cárcamo y Sergio Nuñez Elías
Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A.
Casilla 350, Talcahuano.

I.- INTRODUCCION

Los mayores problemas de degradación ambiental y contaminación marina, en general, se observan en cuerpos de aguas semicerrados (bahías), fundamentalmente como consecuencia de las condiciones dinámicas del cuerpo de agua, de su capacidad productiva, y de los conflictos derivados de los usos múltiples que se verifican en estos sistemas.

Considerando el uso múltiple que se ha dado a la zona costera de la Octava Región, y al gran desarrollo industrial, se ha considerado importante analizar la situación de esta zona costera, específicamente en las bahías de Concepción, San Vicente, Coronel y Lota, respecto de los efectos que puede tener la contaminación industrial sobre ellos.

El presente estudio comprende un análisis de los efectos ambientales producto de la evacuación de residuos industriales líquidos (RIL), provenientes de las actividades de industrias procesadoras de pescado ubicadas en la zona costera de Bahía Concepción; industrias procesadoras de pescado, industrias metalmecánicas, del acero, químicas y otras ubicadas en la zona costera de Bahía San Vicente e industrias pesqueras y carboníferas de las bahías de Coronel-Lota, tomando en consideración las características físicas y químicas, oceanográficas y ecológicas del medio ambiente costero.

II.- DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El estudio se consideró bajo dos puntos de vista: (a) tomando en cuenta el cuerpo de agua receptor en forma global y (b) considerando sectores específicos de cada bahía, denominados zonas de probable impacto o impacto primario, y sectores adyacentes a estas zonas. Las áreas de probable impacto corresponden a aquellos sectores que integran todos los efluentes, emisarios o descargas, de las industrias consideradas en la investigación. Además, se incluyen zonas consideradas como control o referencia.

Los objetivos del estudio fueron:

- * Realizar una caracterización de los residuos líquidos industriales (RIL), que son evacuados al ecosistema costero en diferentes sectores de las bahías de Concepción, San Vicente, Coronel y Lota.

- * Realizar una caracterización del ecosistema costero en diferentes sectores de las bahías de Concepción, San Vicente, y Coronel - Lota.

Para cumplir con los objetivos planteados, el estudio comprendió dos fases. La primera correspondió a la descripción de las características químicas, físicas y microbiológicas de los residuos líquidos que son evacuados a cada cuerpo de agua. La segunda fase, incorporó estudios en terreno, considerando períodos invernal y estival, sobre: (a) oceanografía, (b) evaluación del estado de la columna de agua, (c) comunidades intermareales y submareales; (d) análisis granulométrico y de materia orgánica total de los sedimentos inter y submareales y (e) cuantificación de sustancias contaminantes en sedimentos (litorales y sublitorales) y organismos.

El detalle de los sitios de muestreo (estaciones de muestreo) de cada uno de los tópicos considerados en el estudio, se presenta en las Figuras 1 (a, b, c, d).

III.- RESULTADOS

En virtud de la vasta información que ha generado el presente estudio, aquí se presentan solo los resultados relevantes en relación a la caracterización global de los efluentes, un análisis resumido de las características oceanográficas, del estado de la columna de agua, de los principales aspectos ecológicos del bentos litoral y sublitoral y de la caracterización de la biota y sedimentos litorales y sublitorales de las bahías consideradas.

1. Caracterización Global de Carga de Contaminantes a los sistema bajo estudio.

1.1. Bahía Concepción.

En Bahía Concepción los efluentes de las industrias pesqueras se ubican básicamente en tres sectores: (a) Sector Rocuant, (b) Sector de Tomé y (c) Sector Puerto Pesquero de Talcahuano. En el primer y segundo sector, se realizan los procesos de reducción de harina de pescado; en tanto que en el puerto Pesquero de Talcahuano, la principal actividad es la descarga de materia prima. En muchos casos, las descargas de residuos se realizan en lugares distantes de las plantas, así como también directamente al alcantarillado público.

La carga total de residuos líquidos evacuados por la industria pesquera en Bahía Concepción, es la sumatoria de las cargas de los procesos de producción que se realizan en los tres sectores antes mencionados y, el porcentaje de participación en la carga total de las distintas variables cuantificadas para cada sector, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Carga total de residuos vertidos a la Bahía Concepción provenientes de los procesos productivos de la actividad pesquera industrial y porcentaje de participación en la carga total de las distintas variables cuantificadas, para cada uno de los tres sectores estudiados en Bahía Concepción.

Parámetro Medido	Carga Total/8 h'	Unidades	Porcentaje de Participación		
			A	B	C
DBO ₍₅₎	66.353,53	kgO ₂ d ⁻¹	94,80	2,86	2,34
DQO	97.085,88	kgO ₂ d ⁻¹	92,59	2,16	5,25
Ión Amonio	436,46	gd ⁻¹	82,72	15,61	1,67
Nitritos	69,49	gd ⁻¹	94,29	3,94	1,77
Nitratos	125,25	gd ⁻¹	93,96	5,89	0,15
Fosfatos	1.068,02	gd ⁻¹	91,50	2,95	5,55
Carbono Org. Part. (COP)	7.475,41	kgd ⁻¹	85,65	4,67	9,68
Grasas/Aceites Totales	21.233,30	kgd ⁻¹	92,55	2,29	5,16
Sólidos Totales	1.226.716,42	kgd ⁻¹	97,76	0,59	1,67
Sólidos Suspendidos	27.521,96	kgd ⁻¹	86,04	3,64	10,32
Sólidos Filtrables	932.367,21	kgd ⁻¹	97,75	0,57	1,68
Sólidos Volátiles	246.434,34	kgd ⁻¹	96,98	0,78	2,24
Sólidos Residuales	964.160,25	kgd ⁻¹	97,87	0,53	1,60

* El cálculo de Carga Total se realizó sobre un valor normalizado de 8 horas Sectores Estudiados; A: Rocuant, B: Tomé, C: Puerto Talcahuano

1.2. Bahía San Vicente.

En Bahía San Vicente, los vertimientos de residuos industriales líquidos, se realizan en diversos sectores comprendidos entre el Estero Lengua y Punta Liles. La carga total de los distintos compuestos cuantificados para las diversas actividades industriales (pesquera, acero y metalmecánica, químicas y otras), que se desarrollan en esta bahía, y el porcentaje de participación de las distintas actividades industriales en la carga total de las distintas variables cuantificadas en Bahía San Vicente, se presenta en la Tabla 2.

1.3. Bahías de Coronel-Lota.

Las principales actividades industriales que se desarrollan en las bahías de Coronel-Lota, son la pesquera y la carbonífera, estando más desarrollada la actividad pesquera en Coronel.

Tabla 2. Carga Total de los residuos industriales líquidos que la actividades industriales vierte a Bahía San Vicente y el porcentaje de participación de cada una de ellas en la carga total de las distintas variables en Bahía San Vicente.

Parámetro Medido	Carga/8h	Unidades	Porcentaje de Participación		
			A	B	C
DBO(5)	66.345,53	kgO ₂ d ⁻¹	94,45	4,74	0,81
DQO	105.020,25	kgO ₂ d ⁻¹	92,89	6,46	0,65
Ión Amonio	1.787,96	gd ⁻¹	54,43	43,46	2,11
Nitritos	161,78	gd ⁻¹	28,14	57,97	13,89
Nitratos	534,26	gd ⁻¹	40,24	56,03	3,73
Fosfatos	1.252,84	gd ⁻¹	85,33	12,36	2,31
Carbono Org. Part.(COP)	17.435,37	kgd ⁻¹	53,40	45,09	1,51
Grasas/Aceites Totales	42.644,21	kgd ⁻¹	78,64	20,01	1,35
Sólidos Totales	1.402.939,86	kgd ⁻¹	97,72	1,51	0,77
Sólidos Suspendidos	42.207,58	kgd ⁻¹	78,48	17,77	3,75
Sólidos Filtrables	1.061.210,40	kgd ⁻¹	97,99	1,15	0,86
Sólidos Volátiles	267.325,37	kgd ⁻¹	96,42	2,42	1,16
Sólidos Residuales	1.098.999,10	kgd ⁻¹	97,94	1,36	0,70
Mercurio Total	0,2533	kgd ⁻¹	*	23,02	76,98
Plomo Total	9,2250	kgd ⁻¹	*	97,01	2,99
Cadmio Total	0,3196	kgd ⁻¹	*	86,55	13,45
Níquel Total	13,2960	kgd ⁻¹	*	4,86	95,14
Hierro Total	2.365,0	kgd ⁻¹	*	99,47	0,53
Cromo Total	1,0780	kgd ⁻¹	*	43,23	56,77
Zinc Total	9,1110	kgd ⁻¹	*	91,46	8,54
Fenoles Totales	181,21	kgd ⁻¹	*	15,31	84,69
Hidrocarburos Totales	382,87	kgd ⁻¹	*	21,96	78,04

Las cargas fueron normalizadas a un turno de 8 horas.

* = No cuantificado

A: Pesqueras, B: Acero, Metalmecánica y asociadas, C: Químicas.

La carga total de contaminantes vertidos por estas dos actividades industriales en las bahías de Coronel y Lota, las cuales son tomadas como un solo cuerpo de agua receptor debido a su proximidad, evidente continuidad geográfica y similitud de las condiciones oceanográficas y, el porcentaje de participación de las distintas actividades industriales en la carga total de las variables cuantificadas en bahías de Coronel-Lota, se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Carga Total de los residuos industriales líquidos que la actividades industriales vierte a las bahías de Coronel-Lota y el porcentaje de participación de las distintas actividades industriales en la carga total.

Parámetro Medido	Carga/8h	Unidades	Porcentaje de Participación Pesqueras	Participación Carboníferas
DBO(5)	288.655,32	kgO ₂ d ⁻¹	100,00	*
DQO	401.345,17	kgO ₂ d ⁻¹	83,67	16,33
Ión Amonio	831,59	gd ⁻¹	82,09	17,91
Nitritos	127,78	gd ⁻¹	80,23	19,77
Nitratos	308,46	gd ⁻¹	28,21	71,79
Fosfatos	4.611,41	gd ⁻¹	99,55	0,45
Carbono Org. Part.(COP)	66.917,61	kgd ⁻¹	100,00	*
Grasas/Aceites Totales	138.235,03	kgd ⁻¹	97,17	2,83
Sólidos Totales	3.260.086,03	kgd ⁻¹	94,32	5,68
Sólidos Suspendidos	278.689,30	kgd ⁻¹	73,04	26,96
Sólidos Filtrables	2.271.717,44	kgd ⁻¹	95,31	4,69
Sólidos Volátiles	766.764,06	kgd ⁻¹	92,15	7,85
Sólidos Residuales	2.002.578,16	kgd ⁻¹	93,82	6,18
Mercurio Total	0,0259	kgd ⁻¹	*	100,00
Plomo Total	1,0850	kgd ⁻¹	*	100,00
Cadmio Total	4,8825	kgd ⁻¹	*	100,00
Níquel Total	0,4670	kgd ⁻¹	*	100,00
Hierro Total	34,5640	kgd ⁻¹	*	100,00
Cromo Total	0,2760	kgd ⁻¹	*	100,00
Zinc Total	1,0560	kgd ⁻¹	*	100,00
Fenoles Totales	199,792	kgd ⁻¹	*	100,00
Hidrocarburos Totales	538,980	kgd ⁻¹	*	100,00

Las cargas fueron normalizadas a un turno de 8 horas.

* = No cuantificado

2. Caracterización Oceanográfica de los cuerpos de agua bajo estudio.

La caracterización oceanográfica de las bahías de Concepción, San Vicente y Coronel-Lota, se realizó mediante observaciones eulerianas y lagrangianas, efectuadas en época estival e invernal, concluyendo en los patrones de circulación de cada una de las bahías.

2.1. Bahía Concepción.

Los estudios oceanográficos realizados en Bahía Concepción, se centraron en las zonas donde se desarrolla la mayor actividad industrial, es decir, el sector comprendido entre el puerto de Talcahuano e Isla Rocuant y, el sector de Tomé.

Así, en el sector de Talcahuano, con un volumen de $8,75 \times 10^{13}$ cm³ y, con un tiempo de residencia de 1,36 días, presenta un patrón de circulación en sentido antihorario, con dos capas que se mueven en sentido opuesto. La capa superficial presenta un

movimiento que es saliendo del área de estudio (alejándose de la costa) y por el estrato de fondo el movimiento es a entrar al área de estudio (hacia la costa).

Además, se determinó que el punto de máximo transporte de agua se encuentra en las proximidades del Faro Belén.

Respecto al patrón de circulación en el sector Tomé, con un volumen de $1,99 \times 10^{13}$ cm³ y un tiempo de residencia de 0,7 días, también presenta dos capas que se mueven en sentidos opuestos, desplazándose la capa superficial hacia el norte, siguiendo la línea de costa y la capa subsuperficial lo hace hacia el sur y suroeste.

2.2. Bahía San Vicente.

En Bahía San Vicente, se detectó la presencia de una termoclina permanente entre 4 y 8 m de profundidad, tanto en verano e invierno, presentándose una estratificación en el sector cercano a la boca de la bahía, en tanto que hacia el interior la tendencia es a la homogenización.

Al igual que en Bahía Concepción, aquí se encontró la presencia de dos estratos, que tienen un patrón de circulación en sentido antihorario en verano. En el estrato superficial, el agua entra al interior de la bahía por el lado suroccidental y sale por el costado noreste. La capa subsuperficial muestra un giro antihorario mas cerrado, sacando agua desde el centro de la bahía.

En invierno, la circulación se invierte y el agua superficial entra ^{por} el sector nororiental presentando un giro en sentido horario y sale por el lado suroccidental. Se determinó además, que existiría un flujo compensatorio hacia el interior de la bahía.

El volumen total de Bahía San Vicente alcanza a $1,03 \times 10^{13}$ cm³, con un tiempo de residencia de 0,41 días.

El punto de máximo transporte de agua, se encuentra en el sector noreste, en la cercanías de Punta Pardo.

2.3. Bahías de Coronel-Lota.

En Bahía Coronel se detecta la presencia de una termoclina permanente entre 4 y 6 m y entre 2 y 6 m de profundidad en Lota, tanto en verano como en invierno, con una estratificación en el sector de la boca de cada bahía, tendiendo a la homogenización hacia el interior.

El patrón de circulación en verano es en sentido antihorario en ambas bahías, con al menos dos capas que se mueven en forma perpendicular. Por el lado suroriental, el agua entra hacia el interior de la bahía y sale por el costado nororiental. La capa subsuperficial muestra un giro horario. En el período invernal, la circulación se invierte y el agua entra por la capa subsuperficial y sale por la superficie en bahía Coronel, ocurriendo lo opuesto en bahía Lota.

El volumen total de las cuencas alcanza a $5,2 \times 10^{13}$ cm³, con un tiempo de residencia de 1,1 días para el caso de Coronel y de $7,6 \times 10^{12}$ cm³, con un tiempo de residencia de 0,95 días para el caso de Lota.

En las dos bahías, el viento, oleaje y la línea costera, determinan el patrón de circulación en ambos períodos de estudio.

Los puntos de máximo transporte de agua para estas bahías, se encuentra en el sector noroeste de ellas, es decir en Punta Puchoco y en Punta Lota, para el caso de Coronel y Lota respectivamente.

3. Caracterización de la Columna de Agua.

La caracterización de la columna de agua en las bahías estudiadas, implicó en algunas de ellas la determinación de aproximadamente 28 parámetros.

Se encontró en todas las bahías la existencia de un gradiente de dispersión, desde las áreas fuentes de impacto hacia las zonas más alejadas de ellas. También se observó que los parámetros que mejor indican el efecto de la actividad pesquera en la columna de agua de todas las bahías estudiadas son el oxígeno disuelto, el ión amonio, las grasas y aceites totales y la transparencia, que además corresponden a los parámetros más alterados.

En Bahía Concepción, los niveles de materia orgánica son altos debido a la alta productividad de la bahía y al material orgánico particulado (detritus).

El área que presenta mayor alteración en esta bahía es la comprendida entre el Puerto de Talcahuano y el sector de Rocuant, que corresponde a una extensión de 41 km². En el sector de Tomé, los niveles de contaminación son menores, sin ser menos importantes por el uso turístico-recreacional que posee su zona costera.

En Bahía San Vicente, los estudios indican que el mayor problema de contaminación se encuentra en el área del Puerto, siendo afectada principalmente por materia orgánica.

Las concentraciones de metales pesados en esta bahía no son de riesgo, siendo las concentraciones bajas o en rangos detectados para otras zonas que no están sometidas a vertimientos específicos.

Respecto de Coronel-Lota, junto con los contaminantes orgánicos detectados también en las otras bahías, aquí se detecta la presencia de material particulado fino y fenoles, producto de la actividad carbonífera, la cual produce impactos locales. En Lota, destacan también los niveles de DQO y Coliformes, producto de desechos domésticos que son vertidos junto con los desechos industriales.

4. Caracterización del Bentos Litoral y Sublitoral.

4.1. Comunidades Litorales

La evaluación de las comunidades bentónicas litorales y las características de sus sedimentos consideró playas con sustratos arenosos y rocosos en cada una de las bahías.

En todas las bahías estudiadas, los cambios en las características abióticas entre el período invernal y estival fueron más notorios en las playas arenosas, con valores más bajos en invierno, excepto en San Vicente donde solo en la localidad de El Soldado se registraron cambios estacionales.

Es importante destacar que los crustáceos, fueron los que predominaron en la mayoría de las localidades con sustrato arenoso, con excepción de aquellas localidades donde existe contaminación de tipo orgánico, puesto que en estos casos los organismos dominantes o exclusivos fueron los gusanos poliquetos, como ocurre en la localidad de Rocuant.

Existe una variación estacional (disminución en invierno) tanto en el número de especies presentes en playas arenosas como en su abundancia, en casi todas las localidades estudiadas. Mientras que en playas rocosas la composición de la biota cambia en las diferentes estaciones, y los índices de diversidad son elevados en invierno y verano, para el caso de las localidades estudiadas en Bahía San Vicente.

En general, los índices de diversidad son bajos, fluctuando entre 0,45 y 1,30 tanto en invierno como en verano, siendo similares a los encontrados para las playas de la región en los últimos diez años.

En resumen, las playas estudiadas en Bahía Concepción se encuentran en un estado de equilibrio post perturbación, excepto Lirquén y Rocuant, que se encuentran aun perturbadas. En las playas de Bellavista y Cocholgue se observa una leve recuperación del estado de las comunidades. En Bahía San Vicente se presenta una condición de perturbación en Caleta Infiernillo, debido a la ausencia de especies y, en menor grado, en las localidades de Caleta El Soldado, Huachipato y Lengua. Por último, en Coronel-Lota, las playas de Lo Rojas y ENACAR presentan claros signos de perturbación.

4.2. Comunidades sublitorales

En Bahía Concepción, el análisis de la composición, abundancia y distribución de la macroinfauna bentónica marina sublitoral, específicamente en el área de Talcahuano, centro de la bahía y localidad de Tomé, se aprecian diferencias estacionales en el número de especies encontrados (49 = verano, 36 = invierno). Cabe resaltar la existencia de defaunaciones, tanto en invierno como en verano, en las estaciones de muestreo más cercanas al puerto de Talcahuano y a la localidad de Tomé.

Las formas dominantes para ambos períodos de estudio, son los poliquetos Carazziella carrascoi, Cossura chilensis y Mediomastus branchiferus, los que también han sido los organismos dominantes de acuerdo a otros trabajos realizados en el área (Carrasco y Gallardo, 1983). Estas pocas formas son, en general, las responsables de las marcadas dominancias ecológicas y de los deprimidos valores de diversidad específica que se observan en la bahía.

Las curvas de k-dominancia combinadas (donde se grafica el ranking de las especies en la abcisa, versus el porcentaje acumulativo de la abundancia en número e en biomasa, Warwick, 1986) indican para las estaciones cercanas a las fuentes potenciales de impacto (Talcahuano y Tomé) una situación de ambiente perturbado por estresores ambientales.

El análisis de la composición, abundancia y distribución de la macroinfauna bentónica marina sublitoral de diferentes áreas de Bahía San Vicente, indica diferencias estacionales en el número de especies encontradas (40 = verano, 29 = invierno).

La abundancia numérica de la fauna analizada decreció desde aproximadamente 15.000 individuos/0,3 m² (verano) a 7.300 individuos/0,3 m² (invierno).

Cuatro especies son dominantes (en abundancia) ecológicamente, y son responsables de los deprimidos valores de diversidad específica y otros índices ecológicos. Las biomásas se consideran bajas, no existiendo antecedentes previos que posibiliten una adecuada comparación.

Al analizar las curvas de k-dominancia para verano e invierno, en Bahía San Vicente, indican una situación de alteración y perturbación, causada por estresores ambientales en estaciones de muestreo cercanas a la costa o cerca de la cabecera de la bahía. En estaciones ubicadas en el centro de la bahía, estos índices indican áreas con menor (verano) y mayor grado (invierno) de perturbación, ya que se trataría de estaciones ubicadas en la zona de transición postecotonal entre el foco de mayor perturbación (cabecera noreste) y las condiciones poco perturbadas (boca de la bahía).

En las bahías de Coronel-Lota, la macrofauna bentónica sublitoral se compone de 41 formas diferentes en la época de verano, valor superior al de invierno (37 especies). A pesar de ello, los valores medios del número de especies por época del año no son estadísticamente significativos.

La abundancia numérica de la fauna bentónica bajó desde valores superiores a 15.000 ind./0,3 m² (verano) a 10.690 ind./0,3 m². En el período estival, las biomásas estimadas en el estudio, fuera de las estaciones defaunadas, estuvieron sensiblemente deprimidas en sus valores medios.

Las formas numéricamente dominantes tanto en verano como en invierno, son los gusanos poliquetos Magelona phyllisae, Aricidaea pigmentata y Cossura chilensis. Las formas mencionadas son las responsables de las altas dominancias ecológicas observadas y de los deprimidos valores de diversidad específica.

Al evaluar los resultados que entregan las curvas de k-dominancia es posible establecer que la estación más cercana a las dos estaciones defaunadas (cerca del puerto de Coronel y en la parte norte de esta bahía) se encuentra moderadamente perturbada. La estación ubicada en la boca de la bahía muestra una condición sanitaria normal en verano y, una situación de perturbación moderada en invierno.

5. Análisis de Contaminantes en Sedimentos y Organismos

El análisis de diversos contaminantes seleccionados fue realizado en agua de orilla, sedimentos y organismos litorales, en diferentes sectores de las bahías de Concepción, San Vicente y Coronel-Lota.

Respecto del contenido de materia orgánica en sedimentos, los valores encontrados se presentan inferiores a los reportados en estudios previos en las bahías estudiadas, no superando en la mayoría de los casos el 1%, con excepción de bahías Coronel-Lota, que presenta valores relativamente altos en enero y octubre.

Los valores de hidrocarburos aromáticos totales variaron en las bahías estudiadas entre 0,0 y 6,4 ppm, valor comprendido en el rango de valores señalado por otros autores para estas áreas (Alcázar et al ,1986).

Los mayores contenidos de elementos traza, en muestras de sedimentos, se encontraron en las estaciones más cercanas al puerto de Talcahuano, y en el sector central de cada bahía, en los casos de San Vicente y Coronel-Lota. Los valores están en el rango de concentraciones encontrados por otros autores para estas áreas o similares a los reportados en estudios anteriores en la zona del Golfo de Arauco.

Los valores de hidrocarburos totales en P. purpuratus colectados en las bahías de San Vicente y Coronel-Lota, se encuentran en el rango reportado por otros autores para Bahía Concepción (Alcázar op cit.) y para la misma especie en la Bahía de Quintero (V Región) (Andrade et al., 1989). El contenido de mercurio en P. purpuratus es similar al reportado en un estudio (1985) para A. ater (molusco bivalvo filtrador).

Las concentraciones de coliformes totales en agua de orilla son similares y presentan las mismas características de variación a las reportadas en estudios anteriores en Bahía Concepción. En tanto que en las otras bahías las concentraciones de coliformes totales y fecales en agua de orilla son menores a un estudio reportado para las mismas áreas en 1980.

La calidad microbiológica parece ser un problema importante en Bahía Concepción. Las mayores concentraciones de coliformes totales y fecales se registran en verano, cuyos niveles transgreden largamente las normas de calidad microbiológica de las aguas. En San Vicente y Coronel-Lota, no existen antecedentes comparativos en relación al contenido de coliformes en organismos filtradores, sin embargo, los valores obtenidos son bajos, siendo los mayores ubicados en el área de Lengua.

Los niveles de coliformes totales y fecales reseñados en estudios anteriores en Bahía Concepción, para la especie blanco P. Purpuratus, se encuentran dentro del rango registrado en el presente estudio. En Coronel-Lota los valores se muestran altos durante enero a marzo, coincidiendo con las mayores concentraciones en agua de orilla.

El contenido de mercurio, cadmio, plomo, cobre y hierro en Bahía San Vicente, es similar al reportado por estudios anteriores para A. ater (molusco bivalvo filtrador).

IV. CONCLUSIONES

Los principales vertimientos realizados por la industria pesquera en las bahías de Concepción, San Vicente y Coronel-Lota, son aguas de desembarque de materia prima y aguas de proceso, los cuales tienen como elementos contaminante más importantes: materia orgánica particulada y disuelta, grasas y aceites e ión amonio, que por los volúmenes vertidos producen una disminución del oxígeno disuelto, y alteración de las

variables físico-químicas de la columna de agua, con la correspondiente modificación de las comunidades de las áreas contiguas a los efluentes.

En cuanto a las actividades industriales del acero, metalmecánica, químicas y asociadas, que se desarrollan en Bahía San Vicente, tienen como contaminantes más importantes los metales pesados (zinc, plomo, hierro y cromo para el caso de las químicas), ión amonio e hidrocarburos. Pero producto de que los volúmenes vertidos son relativamente pequeños, el impacto real en el cuerpo de agua receptor es bajo.

Finalmente, la actividad carbonífera que se desarrolla en las bahías de Coronel-Lota, tiene como principal contaminante a los fenoles, polvo fino de carbón, hidrocarburos y aguas residuales domésticas, que se traduce en una baja de la calidad de la zona costera adyacente a los efluentes.

V.- BIBLIOGRAFIA CITADA

Alcázar, F., L. López y G. Leighton, 1986. Manchas de aceites y otros contaminantes e hidrocarburos disueltos y dispersos en agua de mar, p.80-108. In: Programa de Investigación, vigilancia y control de la contaminación marina por hidrocarburos del petróleo en el Pacífico Sudeste y su efecto en las comunidades y ecosistemas marinos. CONPACSE- FASE 1. Informe de Avance N° 2, Instituto de Oceanología, Univ. de Valparaíso.

Andrade, H, F. Alcázar, 1989. Efecto de dos derrames de hidrocarburos de petróleo en la bahía de Quintero, Chile. Resumen, Seminario sobre Investigación y Vigilancia de la Contaminación Marina en el Pacífico Sudeste. Cali (Colombia), septiembre 6-8, 1989, 25p.

Carrasco, F.D. and V.A. Gallardo, 1983. Abundance and distribution of the macrobenthic infauna of the Gulf of Arauco, Chile. *Inter. Revue ges. Hydrobiologie* 68: 825-838.

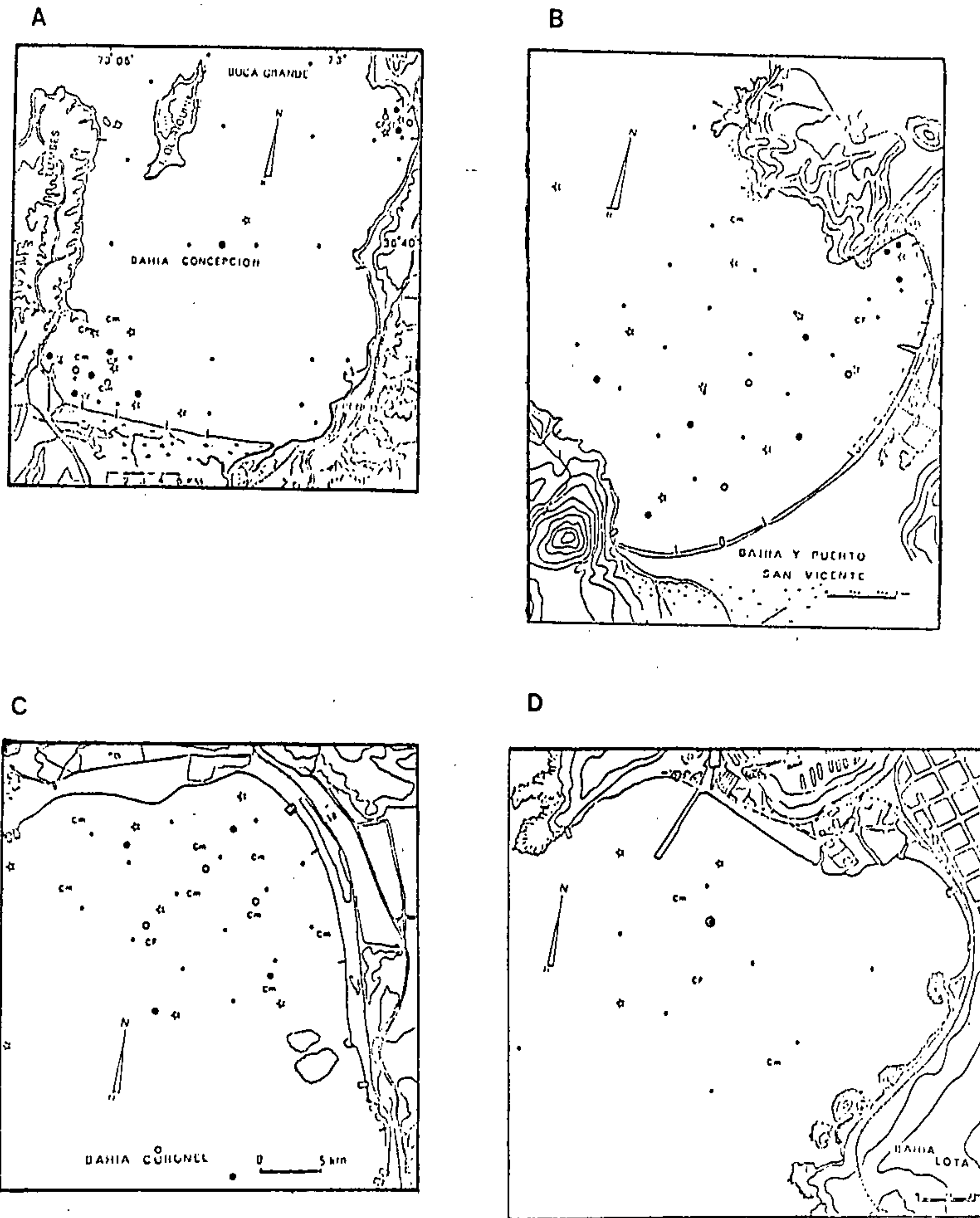


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo de los distintos estudios de terreno realizados en Bahía Concepción, San Vicente, Coronel y Lota.

- (●) Perfiles de CTD
- (CF) Correntómetro fijo
- (Cm) Correntómetros móviles
- (☆) Hidrografía columna de agua
- (—) Bentos litoral
- (○) Bentos sublitoral
- (⊙) Bentos sublitoral y determinación de concentración de contaminantes en sedimentos sublitorales
- (□) Determinación de concentración de contaminantes en organismos marinos y sedimentos litorales

**USO DEL AGUA Y GESTION
MEDIO AMBIENTE EN
FORESTAL E INDUSTRIAL
SANTA FE S.A.**

**USO DEL AGUA Y GESTION MEDIOAMBIENTAL EN
FORESTAL E INDUSTRIAL SANTA FE S.A.**

Navarrete, Pedro
Forestal e Industrial Santa Fe S.A.

Sierralta, Leonel
Grupo Santa Fe

1.- INTRODUCCION

El grado de desarrollo y de conocimientos alcanzado por el hombre en nuestros tiempos ha permitido que se tenga absoluta conciencia que sus actividades deben armonizarse con la dinámica del ambiente con la finalidad de hacerlas perdurables en el tiempo y mantener el patrimonio natural como una forma de ser consecuentes con el respeto de los derechos de las generaciones posteriores. Nuestro país no está ajeno a esta realidad y en conjunto con la ingente actividad desarrollada por la empresa privada, que ha redundado en la creación de innúmeras unidades productivas, el Estado se preocupa de disponer del marco adecuado y ordenado de normas que las regulen en cuanto a la magnitud de su impacto en el entorno natural.

Este trabajo persigue compartir la experiencia de Forestal e Industrial Santa Fe S.A. en el desarrollo de una Gestión Ambiental orientada a la prevención de los impactos a través de la integración del medioambiente con la actividad productiva. Se enfatizan aquellos aspectos relativos al impacto sobre el medio acuático. El texto se ha estructurado en dos partes : la primera analiza la problemática medioambiental inserta en el desafío que se plantea la Compañía al iniciar su actividad en Chile para, a continuación, presentar brevemente las acciones concretas planificadas, ejecutadas y por ejecutar en el marco de la política que ha decidido oriente su quehacer en este ámbito. Por último, se comparten algunas reflexiones acerca del tema, en el contexto nacional.

2.- ANTECEDENTES

Forestal e Industrial Santa Fe S.A., sociedad chilena constituida por los accionistas Grupo Royal Dutch / Shell, Scott Paper Company y Citicorp Banking Corporation - con participaciones de 60%, 20% y 20%, respectivamente - construye una Fábrica de Celulosa Blanqueada de Eucaliptus Globulus aprovechando parte de las instalaciones de un proyecto fallido, Papeles Sudamérica, en la comuna de Nacimiento ,

vecina a la ciudad del mismo nombre, Región del Bio-Bío. Las instalaciones , con una capacidad de 231.000 Toneladas/año , están construidas y operando desde Marzo de 1990.

3.- LA COMPAÑIA Y SU DESAFIO

El desafío que plantea la creación de esta Compañía puede ser resumido en la siguiente frase :

**" INICIAR , EN CHILE , LA PRODUCCION INDUSTRIAL DE
CELULOSA BLANQUEADA DE EUCALIPTUS GLOBULUS "**

Cada uno de los conceptos mencionados tiene incidencia y, en sí, representan un desafío. Así, es muy claro el reto que lleva implícito el crear algo; desde una perspectiva ambiental, resulta asimismo complejo que la actividad se desarrolle en Chile ya que no existen normas específicas y hay innúmeras entidades con las cuales hay que relacionarse para la obtención de las autorizaciones y/o permisos para operar; por otra parte, una producción industrial representa también, desde el ángulo ambiental, un reto importante dadas las magnitudes involucradas ; la obtención del producto, **CELULOSA BLANQUEADA**, involucra un proceso bastante complejo, generador de residuos de todo tipo (sólidos, líquidos y gaseosos) que deben ser adecuadamente tratados previo a su evacuación; y, por último, la materia prima corresponde a un recurso forestal de uso no tradicional en Chile para la producción de celulosa.

Planteadas así las cosas, la Compañía inicia sus actividades en 1988 adquiriendo las instalaciones de Papeles Sudamérica, un importante patrimonio forestal, hasta ese entonces propiedad de Forestal Colcura S.A., y comienza la plantación de Eucaliptus Globulus a través de la creación de otra Compañía , Forestal y Agrícola Monteáguila. Ya en ese entonces fue necesario definir una estrategia en torno al manejo del tema medioambiental que estableciera el marco dentro del cual se iba a desarrollar el proyecto de la nueva Fábrica y las actividades complementarias de explotación y plantación de bosques de Eucaliptus.

La estrategia planteada puede ser resumida en los siguientes puntos :

1. Definir principios.
2. Estudiar la condición del entorno a impactar, con énfasis en el río Bio-Bío.
3. Considerar en el diseño la mejor tecnología disponible.
4. Construir la fábrica y operarla acorde con todas las disposiciones legales. A falta de normativa específica, utilizar las normas escandinavas y/o EPA.
5. Incorporar la gestión medioambiental al máximo nivel de la organización.
6. Colaborar con la Autoridad en el establecimiento de normativas y estándares.

7. Incorporar nuevas tecnologías que, siendo económicamente factibles, signifiquen disminuir el impacto sobre el medioambiente.

4.- PRINCIPIOS

Estos están fundamentados en la siguiente concepción de Medioambiente :

"El Medioambiente es el complejo constituido por organismos vivos y compuestos inertes, incluidas sus interrelaciones, dentro y fuera de los límites físicos de la Unidad Productiva".

Los Principios que rigen el actuar de la Compañía, en estas materias, son :

1. La Compañía buscará la excelencia en el cumplimiento de sus responsabilidades, tanto aquellas relativas al giro propio de su negocio como las que impone el medioambiente.
2. La Compañía reconoce y acepta la responsabilidad de proteger el medioambiente a través del control de las actividades de sus Unidades Productivas.

5.- ACCIONES DESARROLLADAS

5.1. Diseño de la Planta

Con una inversión cercana a los US\$ 28 millones, la Fábrica tiene incorporada la siguiente tecnología :

- **Preblanqueo con oxígeno** : permite disminuir el consumo de cloro gas en las etapas de blanqueo en aproximadamente un 50% con respecto a procesos convencionales.
- **Reemplazo de cloro por dióxido de cloro** : permite reducir la formación de compuestos organoclorados.
- **Extracción oxidativa** : permite disminuir el consumo de dióxido de cloro en las etapas posteriores del blanqueo con la consiguiente reducción en la formación de compuestos organoclorados y reduce la coloración del efluente.
- **Control de derrames** : disminuye la carga contaminante del efluente que llega a tratamiento.
- **Segregación total de efluentes** : Facilita el control de los problemas en las áreas productivas y reduce el caudal del efluente general a tratar.

- **Máxima reutilización de aguas de proceso** : Disminuye el consumo de agua del río y, consiguientemente, el caudal del efluente.
- **Tratamiento primario de efluentes líquidos** : Acondiciona la calidad del efluente a los límites permisibles.
- **Tratamiento de emisiones aéreas** : Se recupera sobre un 99% de la emisión particulada y se capturan e incineran los gases malolientes.
- **Disposición de residuos sólidos** : Aquellos que presentan riesgo ambiental son confinados en un Landfill.

5.2. Gestión Medioambiental

Dentro del Organigrama del Grupo de Empresas Santa Fe, que incluye la Fábrica de Celulosa y la actual única Compañía Forestal, se encuentra la Gerencia de Seguridad, Salud y Medioambiente que, reportando directamente a la Vicepresidencia Ejecutiva, tiene la función de coordinar el accionar de las Unidades Productivas en consonancia con los Principios y relacionar al Grupo con el exterior en materias propias.

En cada Unidad Productiva se dispone de 1 Profesional de alto nivel con dedicación exclusiva al tema medioambiental; ellos se relacionan funcionalmente con la Gerencia y actúan como staff de las Gerencias de sus respectivas Unidades.

5.3. Estudios del entorno a impactar

5.3.1. Río Bio-Bío

Previo a la partida de la Fábrica se realizó un completo estudio, con muestreos periódicos durante 18 meses, a objeto de conocer el estado del sector que recibiría el efluente.

Los resultados de este Estudio Base, una de cuyas conclusiones indica que se trata de un medio natural que no debería verse afectado negativamente con la descarga de la industria dada la tecnología implementada, se contrastarán con los obtenidos de un Programa de Monitoreo periódico del río, a realizar durante 3 años, de manera que si se observan perturbaciones que provoquen stress en el medio o afecten de algún modo los usos hacia aguas abajo se adoptarán las medidas técnicas correctivas.

5.3.2. Ambiente atmosférico

Se encuentra en actual desarrollo la formulación de un Modelo de Impacto Atmosférico que permitirá conocer, para la condición meteorológica del momento y operacional de la Planta, el área afectada y la intensidad del impacto. De igual manera, esta herramienta permitirá adoptar oportunamente las acciones correctivas del caso.

5.4. Introducción de nuevas tecnologías

Ya durante la Etapa de Puesta en Marcha de la Fábrica se ha introducido un cambio importante en la tecnología ; éste es el reemplazo total del Cloro Gas por Dióxido de Cloro , en el proceso de blanqueo de la pulpa ,con lo que se reduce a un mínimo la generación de compuestos organoclorados.

6.- USO DEL AGUA

El agua es el insumo más utilizado en el proceso de producción de celulosa por métodos químicos. Está presente en todas las operaciones que tienen relación con la conversión de la madera en celulosa. Forestal e Industrial Santa Fe ha elegido el proceso conocido con el nombre de "Kraft" o "al sulfato", que se caracteriza por una alta recuperación de los productos químicos utilizados y generación del 80 % de la energía que necesita.

El abastecimiento de agua de la Planta proviene del río Bio-Bío, distante 5 km de la Planta, desde donde son bombeados unos 60.000 m³/día , flujo que cubre las necesidades operacionales y de consumo doméstico de la Planta. Este sector del río, que se caracteriza por ser muy abundante en recurso agua, se encuentra ubicado aguas abajo de la parte alta de la cuenca, que incluye los aportes del mismo río Bio-Bío y de los ríos Duqueco, Bureo y Mulchén, es decir, sus recursos de agua corresponden a los de una cuenca de una superficie del orden de los 10.000 km².

Los principales aprovechamiento de aguas arriba corresponden a derechos no consuntivos constituidos a Endesa, para la construcción de sus Centrales Hidroeléctricas, y derechos consuntivos que comprometen unos 50 m³/seg. Aguas abajo, los principales aprovechamientos son los correspondientes a la Industria de Celulosa Laja y , cerca de la desembocadura al mar, el agua potable de Concepción y el abastecimiento industrial del sector, caudales que en total comprometen unos 20 m³/seg.

Los residuos industriales líquidos son descargados después de ser adecuadamente tratados , al mismo río Bio-Bío, en un punto situado 1 km aguas abajo de la captación.

Las obras involucradas en los sistemas de captación y descarga son una Planta de Bombeo y un Difusor, respectivamente. Ambas obras han sido ubicadas en los sectores del río más favorables su operación que son, además, los que significan una menor interferencia con el cauce.

Dada la alta calidad del producto (celulosa de alta blancura), el agua debe ser sometida a un tratamiento completo (clarificación, mediante floculación, y filtración posterior) que asegure su total limpieza. Además, el agua destinada a la generación de vapor es tratada mediante procesos de intercambio iónico.

7.- REFLEXIONES

- La conservación del medioambiente es uno de los elementos fundamentales del desafío social que enfrenta la humanidad hoy en día. Debe ser así considerada y priorizada consecuentemente en cualquier actividad que se emprenda, por muy pequeña que ésta sea.

- Las normas que contenga la futura legislación ambiental chilena debieran ser consideradas como un conjunto básico y mínimo que debe cumplirse pero no como los únicos estándares a cumplir. Es en este sentido que el diálogo con las Autoridades y terceros debe ser prioritario en la Gestión Ambiental.

- La componente regional y local, considerada como el análisis efectivo de la capacidad autodepuradora del medio ambiente a impactar por una determinada actividad, debiera ser tenido muy en cuenta en el establecimiento de normas y estándares.

**USO DEL AGUA Y GESTION MEDIOAMBIENTAL EN
FORESTAL E INDUSTRIAL SANTA FE S.A.**

VERSION RESUMIDA

Navarrete, Pedro
Forestal e Industrial Santa Fe S.A.

Sierralta, Leonel
Grupo Santa Fe

Este trabajo persigue presentar la evolución de la gestión medioambiental en una nueva Compañía Industrial del sector forestal de la Región del Bio-Bío, que produce celulosa blanqueada de eucaliptus globulus desde Marzo de 1991, Forestal e Industrial Santa Fe S.A. Las actividades y filosofía involucradas en esta gestión, presentadas desde la perspectiva del impacto sobre los recursos de agua de la cuenca del Bio-Bío, derivan en un efecto muy localizado, posible de absorber por la capacidad autodepuradora del medio y absolutamente controlable.

La Gestión Ambiental de la Compañía se dimensiona al considerar el desafío planteado con su creación, que puede resumirse en: "Iniciar, en Chile, la producción industrial de celulosa blanqueada de Eucaliptus Globulus". Cada uno de los conceptos contenidos en esta frase representan un desafío en si.

La estrategia planteada por la Compañía para desarrollar esta gestión se basó en los siguientes aspectos:

1. Definición de Principios

Se considera como medioambiente al complejo constituido por organismos vivos y compuestos inertes, y sus interrelaciones, dentro y fuera de los límites físicos de la Unidad Productiva. Basada en esta definición, la Compañía buscará la excelencia en el cumplimiento de sus responsabilidades, tanto las relativas a su propio giro como las que impone el medioambiente. Reconoce y acepta la responsabilidad de proteger el medioambiente a través del control de sus actividades productivas.

2. Estudiar la condición del entorno a ser impactado.

Previo a la partida de la Planta se ha estudiado exhaustivamente la condición del río Bio-Bío, en particular, y del entorno inmediato a la fábrica, en general. Con posterioridad a la partida, los resultados se contrastan con los obtenidos de un Programa de Monitoreo, en actual desarrollo, a realizar durante 3 años hasta 1993.

3. Considerar en el diseño de la Planta la mejor tecnología disponible.

El diseño consideró una inversión de 28 millones de dólares distribuida en: innovaciones tecnológicas relacionadas con la reducción de la carga contaminante del proceso industrial (reemplazo de cloro en el blanqueo, segregación total de efluentes, alta reutilización de aguas de proceso), tratamiento primario de efluentes líquidos, tratamiento de emisiones aéreas y disposición de residuos sólidos.

4. Construir la fábrica y operarla acorde con todas las disposiciones legales y a falta de ellas referirse a normativa escandinava y/o EPA.

5. Incorporar la gestión medioambiental al máximo nivel de la Organización.

Reportando directamente a la Vicepresidencia Ejecutiva de la Compañía se encuentra la Gerencia de Seguridad, Salud y Medioambiente. La función de esta Gerencia se apoya, tanto en la Planta como en la Unidad Forestal, en el trabajo diario de profesionales de alto nivel con dedicación exclusiva al tema.

6. Colaborar con la Autoridad en el establecimiento de normativas y estándares.

7. Incorporación de nuevas tecnologías que, siendo económicamente factibles, signifiquen una disminución del impacto sobre el medioambiente.

CANALIZACION RIO BIO BIO

RECUPERACION DE LA NAVEGABILIDAD DEL BIO-BIO UTILIZANDO BARRERAS SEMIPERMEABLES DE MATERIAL VEGETAL VIVO.

Enrique Matthei Jensen.
Corporación Pro-Río, Concepción, Chile.

Los textos de hidráulica fluvial mencionan que para recuperar y mantener las condiciones de navegabilidad es preciso enangostar el cauce y sugieren la utilización de espigones, diques y malecones. Sin embargo, a través de su comportamiento se ha podido observar, que además de ser de alto costo, son vulnerables y se socaban y destruyen durante las crecidas invernales.

Con reducido gasto de dinero y de energía, el padre del autor, Don Alberto Matthei Schilling (1885-1971) fue desarrollando en el Río Laja y en el Río Claro, los principios definidos conducentes a una práctica afortunada: la creación y utilización de una barrera filtro semipermeable de material vegetal vivo de autorregeneración con óptimos resultados.

Consiste el sistema, patentado en el año 1984, -en el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en plantar especies arbóreas de distintas clases en el lecho arenoso del río, formando verdaderos tamices al paso de las aguas en las crecidas siguientes. Las especies del género Salix utilizadas se defienden con estacaones vivos formando pabellones, y son afianzadas con especies de sacrificios que se cargan y sujetan con su peso para resistir las primeras embestidas de las crecidas. Se entrelazan con otras especies de distintos calibres y calidades, a diferentes ángulos y distancias, configurando dimensiones variables transversales con respecto a su avance direccional.

Las características más sobresalientes de estas estructuras vegetales son las siguientes:

- Su bajo costo, pues en su construcción se utiliza una tecnología de baja sofisticación, gran absorbedora de mano de obra, caracterizada por su alto nivel inventivo, donde se destaca la utilización biológica, por lo tanto no altera el ecosistema, explotando fuentes de energía no dependiente de las materias primas y con escasísimo consumo energético, pues se basa en el reciclaje.

- Son ellas, barreras anfibia de evolución cíclica. Es decir, pueden permanecer una vez establecidas, en buenas condiciones tanto bajo el agua, como sobre ella, ya que las especies vegetales empleadas están capacitadas morfológica y fisiológicamente para ser instaladas en estos biótopos que deben soportar inundaciones invernales, para emerger vigorosas una vez que las condiciones climáticas lo permitan.

Al crecer y desarrollarse, van pasando de la fase permeable que tienen al comienzo, pues dejan pasar el agua reteniendo parte del material de arrastre, a semi-permeables, donde siguen resistiendo los embates de las crecidas y aumentando los depósitos de embanque en los espacios predeterminados por ellas, hasta transformarse en verdaderos diques o tranques impermeables con un desarrollo arbóreo exuberante.

Son de larga vida y mejoradoras de suelo. A medida que se van recuperando los terrenos ribereños no sólo decantan los sedimentos que provienen del arrastre, sino también el de suspensión o lúgamo, caracterizado por su fertilidad.

Estos terrenos conquistados se reforestan para afianzar su estabilidad. Se logra entonces el deseado angostamiento del cauce de los ríos, su profundización, devolviéndole paulatinamente las condiciones de navegabilidad.

Con su crecimiento y desarrollo, generan bienes explotables que permiten la recuperación total de capitales, utilidad e intereses en su ciclo de explotación. Esto, sin considerar en el resultado señalado de recuperación de capitales, las ventajas resultantes, por el aspecto de la navegabilidad totalmente aleatorio a lo anterior.

La palabra clave para entender esta labor es reciclaje, inserta en la filosofía de actuar del Conde Von Zeppelin: Las fuerzas de la naturaleza no pueden ser eliminadas, es posible hacer jugar las unas en contra de las otras.

Se ha tratado por consiguiente, de sacar provecho de esta característica tan propia del río Bío-Bío y de algunos de sus afluentes, cual es su alto grado de embancamiento. Con el empleo de una tecnología ambientalista, sencilla pero eficaz, se ha hecho jugar las aguas transportadoras de sedimentos durante las crecidas en contra de las barreras, que detienen su velocidad y ayudan a decantar el material de arrastre.

La estrategia, de acuerdo a la experiencia hasta la fecha, es una especie de "diseño acompañado", lo que en inglés se conoce como "design as you go", es decir, se va proyectando la continuidad del trabajo a medida que van surgiendo los nuevos bancos de arena después de las crecidas adosadas a las riberas, de acuerdo a los nuevos meadros que se forman en el cauce por efecto de las barreras transversales.

Vale la pena destacar la sorprendente formación, en las áreas estabilizadas, de nuevos diques, cuya altura supera a la de la barrera colindante, lo que a futuro traerá aparejado un riesgo decreciente de peligros de inundación de poblaciones ribeñas.

Esta forestación adecuada, con especies ya probadas para crecer y desarrollarse en estos ambientes sujetos a inundaciones periódicas, es una forma eficaz de estabilizar estos bancos de arena otrora erráticos. La cubierta vegetal, complejísima, empieza a abarcar desde los árboles más grandes, que con su potente sistema aprisionan la arena en un retículo sólidamente estructurado, hasta las plantas herbáceas, cuyas raíces también forman una finísima malla. Este eficaz sistema radicular, que a menudo penetra en la arena profusamente, logra formar un tupido fieltro generador de vida.

Con su rápido crecimiento y desarrollo impiden durante las crecidas invernales - porque durante las inundaciones toda la llanura aluvial se convierte en lecho del río - que la arena sea removida y ayuda a retener y recibir nuevas capas de sedimentos, también en suspensión o lúgamo, rico en nutrientes.

Se ha podido constatar que una sola avenida es capaz de retener una cifra sideral de toneladas de material de arrastre que se asienta sobre las arenas que han sido protegidas por esta cubierta vegetal adecuada. Así, en forma silenciosa y casi imperceptible, la corriente del río al desbordarse se encarga de reciclar los sedimentos que arrastra, enangostando y profundizando su cauce y recuperándose la condición de navegabilidad que tuvo hasta fines del siglo pasado.

Empieza pues a observarse la tendencia que en algunos valles privilegiados, con crecidas regulares, hizo florecer toda una civilización que comenzó apoyándose en las riberas inundables del Nilo

Estamos celebrando el cumpleaños más importante de nuestra historia. A Quinientos Años del Descubrimiento de América está en nuestras manos la posibilidad de transformar a nuestro río símbolo en un agente integrador al devolverle su condición de vía fluvial.

En cuanto a costos, estas barreras compiten en un amplio margen con respecto a los métodos tradicionales como espigones, enrocados y gaviones etc. Por tratarse de una visión general, no queremos deliberadamente anotar cifras, nos interesa sí, que el mayor número de participantes a este congreso vean el trabajo iniciado para lo cual, quisiéramos desde ya extender a cada uno de los congregados una cordial invitación a visitar el Bío-Bío más estrecho y más profundo frente a la localidad de Hualqui.

SIGNIFICACION DEL PROYECTO DE RECUPERACION DEL RIO BIO BIO EN EL DESARROLLO REGIONAL.

JORGE LE ROY VILLARROEL
ARQUITECTO
VICE PRESIDENTE PRO-RIO

SEÑORAS, SEÑORES :

Aunque de una manera general es fácil imaginar los beneficios que implica la recuperación de la navegabilidad del río Bío Bío, es importante efectuar un análisis algo más detallado que permita ampliar la información en cuanto a los efectos, directos e indirectos, que para el desarrollo regional significará al alcanzar esta ambiciosa meta, lo cual es determinante para justificar los esfuerzos que deban desplegarse para materializarla.

El proyecto implica en primer término, el otorgarle al río las perdidas condiciones de navegabilidad que tuvo en el pasado, haciendo posible la navegación en él, durante todo el año, de barcos de fondo plano y de barcazas de arrastre de alta capacidad de carga.

Significa esto el poder contar con una importante alternativa de transporte, orientada al área portuaria, en una zona donde para todos ya es conocida la crítica situación por la que, en este aspecto, está ya sometida la infraestructura actual, situación que se sabe positivamente que a corto plazo deberá agudizarse, a consecuencias del dinámico crecimiento del sector exportador vinculado a las explotaciones madereras.

En este aspecto, la alternativa fluvial brinda la posibilidad de absorber gran parte de este crecimiento de demanda de transporte, por un medio que además es más económico y de bajo o ningún efecto contaminante, lo cual representa el ahorro de importantes recursos que, de otra manera, deberá afrontar el sector público en obras camineras y ferroviarias.

En las explotaciones madereras, es sabido como el item transporte, representa casi el 60% de los costos. Sólo este hecho debe llevar a considerar la importancia que para el futuro de este rubro puede representar el alcanzar economías en este aspecto.

Desde un punto de vista operativo, cabe considerar que, de forma natural, el río tiene una posición estratégica en la región, de la cual es como su arteria principal, hacia donde pueden converger fácilmente los principales flujos de carga, para derivar a su punto de entrega, que es el frente portuario intercomunal, ya sea desde un terminal portuario en el propio río o, através de un canal, alcanzando hasta el puerto de San Vicente, para su reembarque con destino al exterior.

Es una cuestión del todo evidente que, en cuanto a las posibilidades de conexión entre el valle central y la costa, la naturaleza nos ofrece la vía más expedita para franquear el obstáculo de la cordillera de la costa: el río Bio Bio. A través de éste es posible la comunicación con las localidades del interior, de una manera muy directa y con una pendiente casi imperceptible, pudiendo alcanzarse, ya sea a través del propio río o de algunos de sus afluentes, a importantes centros de producción orientados a la exportación o a lugares extratéticamente ubicados respecto de las áreas forestales de la región.

Aparte de las ventajas comparativas que el transporte fluvial representa frente a los otros medios alternativos, debe considerarse la importancia que tiene el derivar una importante proporción de los flujos de carga, que tienen destino el frente portuario de la metropolis de Concepción, a un medio que en ningún punto de su recorrido va a producir algún tipo de perturbación ya sea en áreas urbanas o en vías terrestres, siendo de todos conocido cuán costoso es para el presupuesto fiscal, financiar las elevadas inversiones que significa el alcanzar los terminales portuarios y el evitar, en lo posible, los graves inconvenientes que implica este tráfico para el desenvolvimiento de las actividades urbanas. Evidentemente los problemas de este tipo están lejos de estar superados en su totalidad, y la tardanza en resolverlos se torna rápidamente en un factor de traba para el desarrollo.

También es necesario señalar que la idea que impulsamos no es sólo un proyecto de transporte, pues en sí tiene diversas otras consecuencias y relaciones que lo sitúan como un mega proyecto, eje del desarrollo regional.

Quisiera que consideráramos una situación que está muy relacionada, cual es el estado actual de la cuenca del Bío Bío, de cuyo territorio una superficie aproximada de las 900.000 Hás., que tienen sólo aptitud forestal, se encuentran desforestadas y afectas a la erosión que constituye la causa principal del actual embancamiento del río, aparte de ser factor importante de la violencia de sus creces.

Además de las razones que hoy día apoyan la idea de procurar un acelerado proceso de forestación en la cuenca, la alternativa fluvial se plantea como un importante incentivo para motivar ese proceso, dadas las ventajas que para ello representa las facilidades y costos de transporte que le ofrece, a su vez que para la canalización la forestación de la cuenca será de gran beneficio, por su favorable efecto ante el problema de la erosión que le afecta, aparte de colaborar en el equilibrio de las creces estacionales del río.

Otro aspecto a tener en cuenta se refiere al favorable impacto que afectará a las localidades del interior, al convertirse en polos de recepción de la carga que deba llegar a los puertos de embarque, situación que muy pronto deberá generar cambios significativos en la importancia relativa de esos centros urbanos.

Lo anterior implicaría la generación de una nueva realidad en el contexto de la Región del Bío Bío, en donde este río, casi

olvidado, empieza a jugar un importante papel, en el que localidades que languidecían semi olvidadas, se tornen principales actores que juegan un rol muy activo en la economía regional.

Considerando además que el río navegable al brindar oferta de transporte, de mercaderías y personas, a lo largo de todo su curso, implica posibilidades de desarrollo en ambas riberas, al hacer factible en cualquier punto la localización de actividades económicas de la más diversa índole, interesadas en aprovechar sus ventajas de transporte, sobre todo si éstas se vinculan o tienen interés en alcanzar los centros poblados metropolitanos o los puertos de embarque al exterior, ello permite prever que, en el mediano plazo, el río pueda empezar adquirir la forma de un eje muy activo de instalaciones de diversa índole.

Otro aspecto vinculado a esta misma idea, que quizás pueda llegar a ser de la mayor significación, se relaciona con las extraordinarias posibilidades que el río navegable abre para el desarrollo del turismo, al hacer posible la generación de circuitos de carácter recreativo y localizaciones de equipamiento complementario, orientadas a explotar tanto las bellezas que ofrecerán los recorridos, como el esparcimiento que implica la navegación en sí misma. Creemos, en suma, que el potencial turístico de este proyecto, constituye un aspecto de gran trascendencia, que puede llegar a desplegar una importante actividad de fuerte impacto en la economía regional.

Desde otro ángulo cabe hacer presente, que las obras de canalización generan fajas ribereñas que permiten el trazado de caminos en condiciones muy favorables y sin cuestas, al mismo tiempo que harán posible efectuar las tan necesarias rectificaciones, que el sinuoso trazado ferroviario actual requiere.

De esta forma el eje del Bío Bío puede llegar a constituir un complejo multimodal de infraestructura de transporte, de importancia vital para sostener un fuerte y duradero desarrollo regional.

Finalmente quisieramos indicar brevemente, que la canalización tendrá, aparte de las implicancias del transporte fluvial en sí mismo, un significativo efecto en las ciudades de Concepción y Talcahuano, al tener la posibilidad de incorporar una extensa superficie ganada al lecho del río, que en total puede alcanzar una superficie aproximada de 2.000 Há.

Esta área permitiría, en el caso de Concepción, aparte del desarrollo de una amplia faja destinada a parque y la localización de actividades recreativas, deportivas y culturales a lo largo de la ribera, la opción de una proyección urbana que, adecuadamente planificada, crearía las condiciones de una ciudad que se relaciona efectivamente con su río, en contraste con las contradictorias características actuales.

En el caso de Talcahuano, las superficies que se ganen al río estarán llamadas a ser, aparte de los requerimientos de las instalaciones fluvial-portuarias, espacios apropiados principalmente

para bodegaje y canchas de acopio, además de terrenos apropiados para el asiento de actividades industriales.

De lo que hasta aquí se ha venido expresando, cabe desprender que la recuperación del Bío Bío, no implica tan sólo un proyecto de transporte fluvial, por importante que esto sea, si no que constituye una suma de efectos que se superponen e interactúan, los que en conjunto permiten sostener que representa un proyecto de alta trascendencia, que puede llegar a ser, quizás, eje y motor principal del desarrollo de nuestra región.

Cabe finalmente señalar, que la principal característica de este proyecto, es el que no esté destinado a pertenecer a nadie en particular, no tendrá un dueño, si no que, por el contrario, será patrimonio de todos y cada uno de los habitantes de la región, quienes lo harán productivo y recibirán en definitiva sus beneficios.

MUCHAS GRACIAS.

1.- CONTENIDO DEL CONCEPTO RECUPERACION DEL RIO BIO BIO.-

Este proceso consiste en:

1.1 Recuperar terrenos en el cauce natural del río.

En efecto, el primer paso del proceso consiste en estrechar el cauce, para dejarlo con un ancho aproximado de 100 metros, a la altura de Nacimiento, y de 300 metros, frente a Concepción. Ello implica recuperar aproximadamente 10.000 hás., en dos sectores:

a) En el tramo desde Nacimiento a Hualqui, de aproximadamente 110 km., se podrían obtener alrededor de 8.000 hás., que serían forestadas con especies de protección, como sauces mimbres, y con otras comerciales, como álamos, eucaliptus, aromos, etc. Es claro que el plan de manejo de estos bosques tendría determinadas particularidades, por la múltiple función que ellos estarían llamados a cumplir.

Cabe destacar que esos terrenos serán sin duda alguna inundados en las ocasiones de crecidas, y las especies arbóreas quedarán bajo agua algunas horas o días, lo que no afecta a su desarrollo. Queda siempre lugar para las avenidas, si bien año a año las riberas van enalantándose, y a la vez el canal que se va formando se profundiza gradualmente, en una natural relación y armonía.

b) En el sector desde Hualqui a la Desembocadura, se pueden lograr nuevas 2.000 hás. más o menos. En alrededor de 3/4 partes, el método base a emplear sería el de E. Matthei, incorporando áreas con nuevas especies, ornamentales, en lo que sería un gran parque metropolitano. El resto, alledaño a la ciudad, que puede tener algún uso gradual urbano, debería compactarse y protegerse con técnicas de Ingeniería adecuadas a esos destinos.

1.2 Recuperar gradualmente el control de las crecidas.

Los estudios y trabajos en el río aumentan su conocimiento de él, permitiendo establecer patrones más o menos regulares de crecidas, lo que a su vez facilita la labor de prevención de ellas.

Al mismo tiempo la recuperación de riberas, que cada vez se enalantan más, y en las cuales las miles de raíces y raicillas van formando una trama que apreta el suelo, va formando un muro natural de contención, que resiste la erosión por el agua, y protege a las poblaciones riberanas.

1.3 Recuperar la calidad del agua y el aire.

Por una parte, la masa arbórea existente en el río actúa como una especie de filtro, reteniendo y fijando varias substancias dañinas que el agua lleva, tanto en la superficie cuanto en las napas

subterráneas. Se mejora así la calidad de este recurso.

Además, se reconoce la influencia que un gran bosque tiene para aumentar la calidad del aire. En la especie, y principalmente frente a Concepción-Talcahuano, habrían miles de hectáreas de árboles contribuyendo a paliar la contaminación atmosférica que cada día se incrementa.

1.4 Recuperar el río propiamente tal.

El estrechamiento del cauce dará alguna mayor velocidad a la corriente, y ello irá causando una progresiva y natural profundización. La experiencia de Hualqui, con todas sus limitaciones, así lo demuestra.

Ello traerá consigo la recuperación paulatina de condiciones de navegabilidad, en la forma, tiempo y modalidades que los hechos establecerán. Los estudios afirman que es perfectamente posible lograr sobre 2,50 metros de hondura en el canal, en la época estival. El río Elba, en Alemania, es ya navegable comercialmente por sobre los 1,88 metros.

Sin duda primero se abrirá gradualmente el paso a las actividades deportivo-recreativas, para más adelante poder comenzarse una creciente actividad de transporte fluvial, que permita ofrecer una vía más de acceso a los puertos de nuestros productos de exportación, principalmente forestales.

Ello importará recuperar el río, como elemento eje del desarrollo regional, como marco de la expansión urbana, como fuente de esparcimiento, como vía fluvial. El olvidado Bío Bío volverá al importante lugar, que tuvo hace poco más de un siglo.

2.- ASPECTOS ECONOMICOS DE LA RECUPERACION.-

2.1 En primer lugar, hay que destacar que la recuperación del río, especialmente con la técnica Matthei, da lugar a una inmediata y extensiva utilización de mano de obra, no calificada, y que tampoco requiere de un gran entrenamiento previo.

En efecto, las solas tareas de plantación requieren de 10 personas por hectárea, durante 4 meses. A ello hay que agregar los trabajos de cercar el cauce, por ambos lados, de establecer viveros, de movilizar y atender plantas y personas, etc., etc.

No cabe duda que un programa de este tipo ya se justifica, por las precedentes consideraciones.

2.2 Luego, el balance de costos y beneficios directos, también es positivo.

Así, aumentando considerablemente los costos que tuvo E. Matthei para el trabajo que realizó en Hualqui, se llega a costos muy cercanos a los US \$ 1.000 por hectárea, para recuperación del terreno y su plantación. Y una hectárea de bosque, en un suelo plano, con napas de agua, vecino a la vía férrea y a un camino, próximo a los puertos, y que quizás un mañana no lejano puede ser llevado a ellos por vía fluvial, tiene un valor muy superior.

En la parte de uso urbano, el Informe CEC encomendado por SERPLAC, da costos totales promedios de recuperación de alrededor de UF. 0,79 por m²., y el valor comercial del suelo en esos sectores es mayor que ese costo.

Puede decirse, entonces, que en líneas generales el proyecto casi se autofinancia, ya que hay otros costos que absorber, pero también otros beneficios que sopesar.

2.3 Se suma a la cuenta, lo que se gana en prevención y protección de las poblaciones ribereñas frente a las crecidas, y lo que éstas obtienen por mejor calidad del agua que beben y del aire que respiran. Las posibilidades de usar el río para el deporte, la recreación y el esparcimiento, mejoran la calidad de vida misma, y son elementos positivos, si bien poco medibles, en la evaluación.

Especial mención cabe aquí de la importancia de la reactivaciones de pueblos interiores, que ganan una condición de posible futuros puertos fluviales, y el desarrollo turístico y económico en general que ello puede augurar a toda el área.

2.4 Si al cabo de este proceso, en que a un ritmo impuesto por la propia Naturaleza, se van recuperando riberas, estrechando el cauce, profundizándose y volviendo a tener el río ciertas condiciones de navegabilidad, esta última condición se presenta con características más o menos regulares, las consecuencias económicas podrán ser muy importantes.

En efecto, el transporte fluvial es de menores costos que el terrestre. Luego, en tal medida, disminuirán los valores internos de los productos de exportación que lo utilicen, mejorando sus posibilidades de colocación internacional.

Por otra parte, el disponer en algún grado de una nueva vía de acceso directo, desde el centro de la Región a los puertos, especialmente San Vicente, aliviará, en la misma importante medida, la inversión en la actual y futura red vial.

El acceso a San Vicente sería por un canal de aprox. 5 km. y 50 mts. de ancho, a lo largo del estero Lengua. Por ambos lados, podrán surgir actividades de apoyo, como maestranzas, talleres, depósitos de combustible, inspecciones, etc., lo que ocasionará un polo de desarrollo especial considerable.

3.- ASPECTOS LEGALES DE LA RECUPERACION.-

Es útil destacar lo siguiente:

3.1 Que el cauce natural del río es un bien nacional de uso público. Hay que delimitarlo, para lo cual PRORIO ha sugerido que el M.O.F. haga el estudio, marque los hitos, y entregue los antecedentes al M. de Bienes Nacionales para que dicte el Decreto de rigor. Es tarea de un par de meses, que ya puede haber comenzado.

3.2 Que en tal carácter, su administración corresponde a la Municipalidad riberaña, por lo que bastaría coordinar la actuación de las intervinientes, sin necesidad de crear nuevas superestructuras.

3.3 Que cuando se recuperan, en forma definitiva y permanente terrenos en un cauce natural, usándose recursos fiscales, este nuevo inmueble pasa a ser un bien fiscal.

3.4 Que en tal carácter puede ser enajenado en favor de quien ha intervenido como contratista recuperador.

3.5 Que es menester tener presente y considerar, adecuadamente, los derechos y expectativas de los propietarios riberaños. A tal efecto PRORIO está estudiando las modificaciones legales necesarias.

4.- BASES TECNICAS DE LA RECUPERACION.-

4.1 Existe un cúmulo de antecedentes, a saber:

- a) Informe Laboratorio Central Hidráulica de Francia 1963-64
- b) Actualización. Memoria Esc. Ing.Civil U.Concepción, 1985
- c) Estudio Factibilidad Recuperación Ribera Norte, CEC, 1992
- d) Estudio Protección de Poblaciones, I.Nac. Hidráulica 1992
- e) Estudio de Enrique Matthei: Barreras Semipermeables, 1985
- f) Trabajo de recuperación efectiva 40 há. frente a Hualqui, por E. Matthei, entre 1987 y 1992.
- g) Diversos estudios sobre el río del Proyecto EULA, 1991-92

4.2 Hay, además, previsto por PRORIO, todo un Plan de Estudios, a saber:

- a) Informe Preliminar de Expertos, a realizarse en 1992.
- b) Estudios de Prefactibilidad, estimación: años 1993-1994.
- c) Estudios de Factibilidad, que se harían entre 1995-1996.
- d) Ingeniería de los Proyectos, durante los años 1997-1998.

4.3 Además, por cuanto no se contrapone con la progresión de los estudios, se está ideando un Plan Piloto de Recuperación de entre 500 y 1.000 has., en el primer sector, que podría abordarse entre 1993 y 1994.

CONCEPCION, Octubre de 1992

Aníbal Bórquez Pincheira
Presidente

**IMPACTO AMBIENTAL
DERIVADO
DEL USO DEL RECURSO
HIDRICO**

USOS DEL RECURSO AGUA DEL RIO BIOBIO E IMPACTO AMBIENTAL: MAPA DE CONTAMINACION

Oscar O. Parra (*)

Introducción

El río Biobío es considerado como uno de los cuerpos de agua en Chile que presenta características actuales y potenciales de contaminación más críticas, especialmente por el tipo y cantidad de desechos descargados en él y, los planes de uso futuro (e.g. agua potable, industrial, hidroeléctrico, regadío, recreacional, etc.) y como consecuencia de lo anterior su impacto ambiental en el Golfo de Arauco. El río Biobío constituye el elemento natural más trascendente de la región, a la cual le da el nombre, y constituye en esencia su estructura ecológica y de paisaje (Parra, 1992).

Sin lugar a dudas, el ecosistema río Biobío ha cambiado fuertemente en las últimas décadas. Esto ha conducido a una combinación de cambios en este sistema que, como resultado, el número de especies y habitats naturales ha decrecido severamente. Todo lo anterior en parte, a consecuencia de la contaminación.

Entre los proyectos de desarrollo que utilizarán el recurso hídrico del Biobío destacan el proyecto hidroeléctrico de la Central Pangué y el proyecto de riego Laja-Diguillín. Estos dos proyectos están en distintas etapas; el primero en fase de construcción y el segundo bajo inminente aprobación. Los dos proyectos significan para el ecosistema río, diversos problemas de alteración todavía no evaluados por estudios científicos. Además, debe tenerse presente la puesta en marcha durante 1991, de la Industria de Celulosa Santa Fé en el sector Nacimiento y en 1992 de la Industria de Celulosa del Pacífico (CELPAC) en el área de Minfco. El efluente de esta última evacua, inmediatamente aguas abajo de Negrete, configurando con esto una situación de particular relevancia ambiental, por la concentración de tres efluentes industriales de celulosa en el sector de Negrete y Nacimiento.

(*) Centro EULA/CHILE, Centro Universitario Internacional de Investigación y Formación en Ciencias Ambientales.

La problemática ambiental que afecta a la cuenca del río Biobío y a su área de influencia marina costera, es el reflejo del uso múltiple a que están sometidos sus recursos naturales; lo anterior debe tenerse presente al evaluar el impacto ambiental de cualquier agente ya que, en el hecho, la calidad del agua del río es el reflejo del uso del área de drenaje.

Particularmente para el área de drenaje y el sistema fluvial, deben tenerse presente, los siguientes antecedentes:

(1) Densidades de población cada vez mayores a lo largo del río y en particular cerca de la desembocadura.

(2) Aceleración de los índices de erosión de las tierras altas debido a prácticas agrícolas deficientes y a la deforestación.

(3) Mayores niveles de contaminación del agua por las diversas actividades humanas desarrolladas en la cuenca (localización de asentamientos urbanos e industriales).

(4) La desviación del río para riego o su contención (generación hidroeléctrica) también pueden tener consecuencias drásticas e inmediatas en el sistema ecológico y generar conflictos con otros usos del recurso (recreación, turismo, riego, agua potable, etc.).

Uso del recurso agua y localización de los agentes potencialmente contaminantes

La cuenca del río Biobío es la más importante del país desde un punto de vista económico (generadora de recursos naturales) y su río constituye el eje del desarrollo de la VIII Región. En la tabla 1 se presentan las principales características del río y de su hoya hidrográfica y en la tabla 2 se hace una síntesis de los principales problemas ambientales de la cuenca. La Figura 1 muestra la división de la cuenca en 15 subcuencas o subunidades territoriales definidas a través de criterios hidrológicos y geomorfológicos (Subproyectos EULA 11 y 12). La Figura 2 ilustra los principales usos del recurso agua del Biobío principalmente desde Santa Bárbara hacia aguas abajo.

Tabla 1.- Principales Características de la Cuenca del río Biobío.

Ubicación geográfica	:37' y 39' Lat. Sur 71' y 73' Long Oeste
Superficie de la Cuenca:	:24.231 Km ² (71% en VIII Región y 29% en IX Región; 45% sup. VIII Región. 24 de las 49 comunas de la Región.
Morfología del río	:(1) sector río de montaña (ritrón): 270 Km (2) sector río de llanura (potamón):110 Km curso principal orden 9 o 10.
Geomorfología (unidades de relieve)	:Cordillera Andina Depresión Intermedia Cordillera de la Costa y Llanura litoral
Climatología	:Muy variable especial y temporalmente, condicionada por mar y topografía
Fuente de alimentación	:Precipitación invernales deshielos primaverales
Nacimiento (origen)	:Lagunas Galletué e Icalma (IX Región)
Longitud cauce principal	:± 380 Km (2° de Chile)
Caudal en desembocadura	:960 m ³ /seg (x max. en invierno 1.600 m ³ /seg) (x min. en verano 200 m ³ /seg)
Arrastre de sedimentos	:Grandes volúmenes de arenas negras volcánicas y de sedimentos producto de la erosión.
Desembocadura	:Parte norte del Golfo de Arauco.
Población estimada en la cuenca	:± 900.000 habitantes.
Recursos	:(1) Cordillera Andina: Bosques nativo, Recursos Hidroenergéticos, Recreación y turismo. (2) Depresión Intermedia: Plantaciones, con especies exóticas, Agricultura, Ganadería. (3) Cordillera de la Costa y Llanura Litoral: Plantaciones, Recursos pesqueros, recreación y turismo.
Principales usos del agua	:(1) Fuente de agua potable, (2) Industria, (3) Riego, (4) Energía, (5) Receptor desechos urbanos e industriales, (6) Recreación y Turismo.
Uso de la superficie	:Agricultura y forestación (menor grado ganadería); asentamientos urbanos e industriales; recreación y turismo.

Tabla 2.- Principales problemas ambientales en la Cuenca del río Biobío.

- Deterioro de recursos naturales renovables
- Erosión y sedimentación
- Calidad del suelo
- Conflicto del uso del suelo (urbano/rural; forestal/agrícola)
- Mala calidad del paisaje
- Transporte urbano y rural
- Concentración urbana e industrial
- Contaminación urbana e industrial
- Inundaciones
- Conflictos socioculturales

Los principales usos del recurso agua del río Biobío son:

(1) **Fuente de abastecimiento de agua potable.** Alrededor de 500.000 habitantes se abastecen del río Biobío, utilizando aproximadamente 130.000 mil metros cúbicos por día ($1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$)

(2) **Fuente de agua para uso industrial.** La mayor parte de la industria de la VIII Región de Chile capta agua para sus procesos desde el río Biobío, utilizando sobre un millón de metros cúbicos por día, aprox. $11.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ (Tabla 4)

(3) **Cuerpo receptor de aguas servidas y efluentes industriales.** Un total de 17 pueblos y ciudades descargan aguas servidas directa o indirectamente sin tratamiento previo al río Biobío ($0.85 \text{ m}^3/\text{seg}$) correspondiendo a una población de alrededor de medio millón de habitantes (Coronado, 1988). Las descargas de efluentes industriales son aproximadamente $9 \text{ m}^3/\text{seg}$ de los cuales alrededor de $5 \text{ m}^3/\text{seg}$ descarga sin ningún tipo de tratamiento. En la Figs. 2 (a,b,c y d) se presentan también las principales industrias que evacuan al sistema acuático del río Biobío.

Considerando el número y tipo de industrias que actualmente descargan sus efluentes directa o indirectamente en el río Biobío, las sustancias tóxicas potencialmente presentes en sus aguas son: ácidos, alcalis, amonio, cadmio, cloro (libre), compuestos organoclorados, cromo, cobre, plomo, níquel, aceite, fenoles, sulfuros, sulfitos y zinc. Por otra parte es necesario indicar que una amplia gama de sustancias tóxicas son también descargadas en el río a través de los sistemas de alcantarillado.

(4) **Riego y Energía.** El área de la cuenca tiene un alto desarrollo forestal y agropecuario en gran parte de su extensión. Por otra parte, del río se destina $180 \text{ m}^3/\text{seg}$ para regar aproximadamente 175 mil hectáreas. Al mismo tiempo genera el 28% de la energía hidroeléctrica actual del país y con la posibilidad de incrementar esta producción varias

veces más, si es que se ejecuta el total de proyectos de desarrollo hidroeléctrico del Alto Biobío.

En la Tabla 3 se presenta una clasificación preliminar de las principales actividades y uso del territorio por subcuencas. Esto permite hacer inferencias sobre los eventuales impactos (riesgos) de estos usos sobre la calidad del agua del cuerpo de agua que drena dicha superficie.

Tabla 3.- Principales actividades y uso del territorio por subcuencas (preliminar).

Nº Y NOMBRE SUBCUENCA	ASENTAMIENTOS URBANOS	INDUSTRIAL	FORESTAL ARTIFICIAL	AGRICOLA RIEGO-NO RIEGO	RECREACION TURISMO	PROTECCION ECOLOGICA	CULTURA INDIGENA	HIDROELECTRICA
1. BIOBIO BAJO	3	3	3	0 - 1	1	2	0	0
2. LAJA BAJO	2	1	3	3 - 1	3	2	0	0
3. CLARO	1	1	2	0 - 1	1	1	0	0
4. LAJA ALTO	1	0	2	2 - 1	3	2	1	3
5. BIOBIO HUAQUI	3	2	2	2 - 2	2	1	0	0
6. TAVOLEO	1	0	2	0 - 1	1	1	0	0
7. ANGOL	2	2	2	1 - 2	1	2	0	0
8. RENAICO	1	1	2	2 - 2	1	1	0	0
9. MALLECO	1	1	2	2 - 2	2	2	1	0
10. BUREO	2	1	2	2 - 2	1	1	0	0
11. DUQUECO	1	0	1	0 - 1	1	2	3	0
12. BIOBIO CENTRAL	1	0	1	0 - 1	1	2	1	0
13. QUEUCO	1	0	1	0 - 1	1	2	1	0
14. BIOBIO PANGUE	1	0	1	0 - 1	2	3	3	1
15. BIOBIO LAGUNAS	1	0	1	0 - 1	2	3	3	1

0 = No existente

1 = Bajo

2 = Regular

3 = Alto

Calidad del agua y grado de contaminación (mapa general de la calidad del agua)

La calidad de los ríos se evalúa clasificándolos de acuerdo a su composición química o a la diversidad de la biota acuática presente (Vighi et. al 1992). Esta evaluación también puede efectuarse comparando las cantidades de sustancias tóxicas presentes con las que se sabe nocivas para la vida de los peces.

En Chile las normas legales para la calidad del agua fluvial como fuente de abastecimiento de agua potable (Nch 777, Of. 7 1) es muy general y contienen muy pocos parámetros. Por lo tanto no existen normas claras para la calidad del agua de los ríos usados como fuente de agua potable.

Es necesario entonces fijar objetivos de la calidad del agua para los ríos basados en su uso efectivo. Esto puede permitir en el caso de algunos ríos, que el objetivo a largo plazo no sería mantenerlo o mejorarlos a las normas más altas exigidas, cuales son las que se consideran para aquellos ríos que son fuentes de abastecimiento de agua potable.

La calidad del agua de un río puede estudiarse comparándola con un sistema formal de clasificación de ríos o con los "criterios" que muestra las concentraciones de la contaminación del agua fluvial en que esta se vuelve inadecuada para los diversos usos.

En cuanto al río Biobío el establecimiento de criterios de calidad del agua debe tener en consideración que corresponde a un recurso vital para la VIII Región; cual es el abastecimiento de agua potable, además de todos los otros usos que sustenta importantes actividades económicas de esta Región. Una forma eficiente para ayudar a tomar decisiones acerca de inversiones para la descontaminación del río Biobío, es la fijación de "criterios u objetivos de calidad del agua". Estos objetivos deberán depender del uso actual o a proponer para el río.

Como base de clasificación de la calidad del agua se ha considerado como referencia, en términos generales, al criterio para uso múltiple adoptado en el Plan de Saneamiento del agua de la región de la Lombardía (Italia). Este se ha basado de una síntesis de criterios y estándares de calidad para varios usos del agua propuesto por diversas organizaciones internacionales (EIFAC-FAO, U.S.A-EPA, CEE, etc),

Las clases de calidad de la formulación original (4 + 1) ha sido reducida en el mapa de la calidad del agua, a las siguientes 4 categorías:

Clase A-B: aguas en condiciones casi naturales, para todos los usos, no requiriendo tratamiento o uno muy moderado.

Clase C : Aguas ligeramente contaminadas, para todos los usos pero requiere un tratamiento previo standart.

Clase D : Aguas sensiblemente contaminadas, solo apta para algunos usos, pero requiere un tratamiento previo exigente.

Clase E : Aguas contaminadas, sin posibilidad (no aptas) para algún uso.

El mapa de la calidad del agua se ha basado en el complejo del conocimiento disponible en el Centro EULA a la fecha de la redacción de este trabajo (Parra et al. 1992). Este será periódicamente puesto al día en función de nueva información que vaya siendo incorporada al banco de datos de la calidad del agua del río Biobío, depositado y manejado en el Centro EULA-CHILE. La figura 3 (a,b,c y d) presenta el mapa general de calidad del agua, en el cual se pueden identificar los tramos clasificados.

La información utilizada para la confección del mapa son:

- Datos analíticos obtenidos mediante campañas de monitoreo de las características físico-químicas y microbiológicas (Parra et al 1992, Martínez et al. 1992).

- Datos sobre el uso del territorio en las diversas subcuencas: demografía, actividad industrial, agrícola, forestal, turística, etc. (información originada por subproyectos EULA 10, 11, 13, 14, 15, 16 y 17).

Actualmente están disponibles datos analíticos sistemáticos sobre 8 afluentes principales en sus respectivas secciones de cierre. Otra información sobre los afluentes, ya sea en las secciones de cierre como en las estaciones ubicadas en puntos relevantes del río, han sido recolectadas en una forma sistemática, por parámetros y momentos del ciclo anual particularmente significativos.

Donde ha sido posible, con un racional nivel de certeza, se han efectuado extrapolaciones sobre la base del uso del territorio (áreas regadas, demografía, área forestal, áreas de recreación y turismo etc.)

La Tabla 4 presenta las subcuencas con sus respectivas áreas, porcentajes y cantidades de habitantes. De estos se puede inferir indirectamente la presión antrópica por el recurso agua de cada subcuenca. Por otra parte en la Tabla 5 se expresan por kilómetros y porcentajes, los tramos del río según su clasificación y sus porcentajes en relación a la red hidrográfica de la cuenca.

Uso del mapa en una estrategia de saneamiento ambiental y desarrollo del territorio

En el marco de una propuesta para establecer una estrategia de saneamiento o recuperación de la calidad del agua y desarrollo del territorio en la cuenca hidrográfica del río Biobío y asumiendo como punto de referencia las cuatro categorías de calidad citadas anteriormente, los objetivos a proponer podrían ser los siguientes:

*** en un tiempo inmediato**

Recuperación del agua de clase E al menos a la clase D. Mantención del estado de calidad de las otras aguas cuanto menos al estado actual, con particular atención a la protección de las aguas de clase A-B.

*** en el tiempo mediano**

Recuperación de todas las aguas actualmente en clase E y D cuanto menos a la clase C. Áreas con particular exigencia de calidad (aprovisionamiento hídrico potable, protección

de ecosistemas particulares, etc.) deberan ser reconducidas a la clase A- B. Protección de todas las aguas clasificadas en la clase A-B.

El mapa general de calidad del agua tiene la función de individualizar los sectores de cursos de agua de la red hidrográfica en el cual una intervención de saneamiento o recuperación es mas necesario y urgente, y su continua actualización podra indicar los avances obtenidos.

Tabla 4.- Datos cuantitativos relativos a las 15 subcuencas.

N° CUENCA	NOMBRE RIO	AREA (KM ²)	% AREA TOTAL	N° HABITANTES **
1	BIOBIO BAJO	1634.9	6.75	248.059
2	LAJA BAJO	1004.3	4.14	26.291
3	CLARO	862.7	3.56	31.859
4	LAJA ALTO	2749.0	11.34	7.069
5	BIOBIO HUAQUI	1346.3	5.56	117.779
6	TAVOLEO	1275.7	5.26	8.847
7	ANGOL	1652.9	6.82	25.235
8	RENAICO	1531.3	6.32	11.554
9	MALLECO	1096.3	4.52	16.081
10	BUREO	1463.5	6.04	25.541
11	DUQUECO	1617.8	6.68	16.717
12	BIOBIO CENTRAL	1289.1	5.32	12.520
13	QUEUCO	999.4	4.12	3.350
14	BIOBIO PANGUE	2344.2	9.67	2.279
15	BIOBIO LAGUNAS	3363.8	13.88	9.294

* Area total de la Cuenca del río Biobío= 24.231 Km²

** Total de habitantes de la cuenca= 562.475 habitantes

Tabla 5.- Longitudes del río Biobío por calidad del agua y porcentaje por calidad del agua de la red hidrográfica.

CALIDAD AGUA	LONGITUDES RIO BIOBIO (km)*	PORCENTAJE DE LA RED HIDROGRAFICA (%)
Calidad A - B	206.1 - 210.3	70.23 %
Calidad C	102.6 - 105.2	17.42 %
Calidad D	60.8 - 62.6	9.02 %
Calidad E	27.5 - 29.2	3.33 %

* Por orilla de río.

Se tiene también contemplado en el proyecto EULA desarrollar mapas específicos (mapa de la calidad microbiológica, del riesgo químico de la actividad industrial y de la actividad forestal y mapa del riesgo de pesticidas agrícolas).

La existencia de estos mapas y su actualización periódica (anual) a través de un programa de monitoreo, orientará tanto al sector público y privado en la toma de decisiones de carácter sectorial en la definición de localizaciones de infraestructura y servicios de su competencia.

Todos los datos presentados en este trabajo deben ser todavía considerados de carácter preliminar, ya que todavía se está evaluando información generada por los diversos subproyectos del EULA.

Bibliografía

Coronado, M. (1988). Balance entre los flujos de agua utilizados para su potabilización y de descargas domésticas. En C. Murcia (ed.) "Uso, manejo y desarrollo de la Hoya Hidrográfica del río Biobío, pp. 149-154.

Martinez, M. (1992). Microbiología del río Biobío. Monografías científicas EULA (manuscrito).

Parra O., Chuecas L., Campos H., Arenas J. Vighi M., Vismara R.,(1992). Caracterización físico-química de la calidad del agua del río Biobío y evaluación de la posibilidad del uso múltiple. Monografías científicas EULA (manuscrito).

Parra O., (1992). El uso del río Biobío y su impacto ambiental: premisas para un manejo integral. Prorío, "Recuperación de la navegabilidad del río Biobío, pp. 134.

Rivera, S., Céspedes, J., Munari S., Paz J., 1992 Catástro de las descargas líquidas Industriales de la Cuenca Hidrográfica del río Biobío y el Area Costera Adyacente, EULA serie "Monografía Científica", vol 11, Centro EULA-CHILE, Concepción (1992).

Vighi M., Parra O., Valdobinos C. y Urrutia R. 1992. Mapa de la calidad del agua del río Biobío y afluentes principales. Monografías científicas EULA (manuscrito)

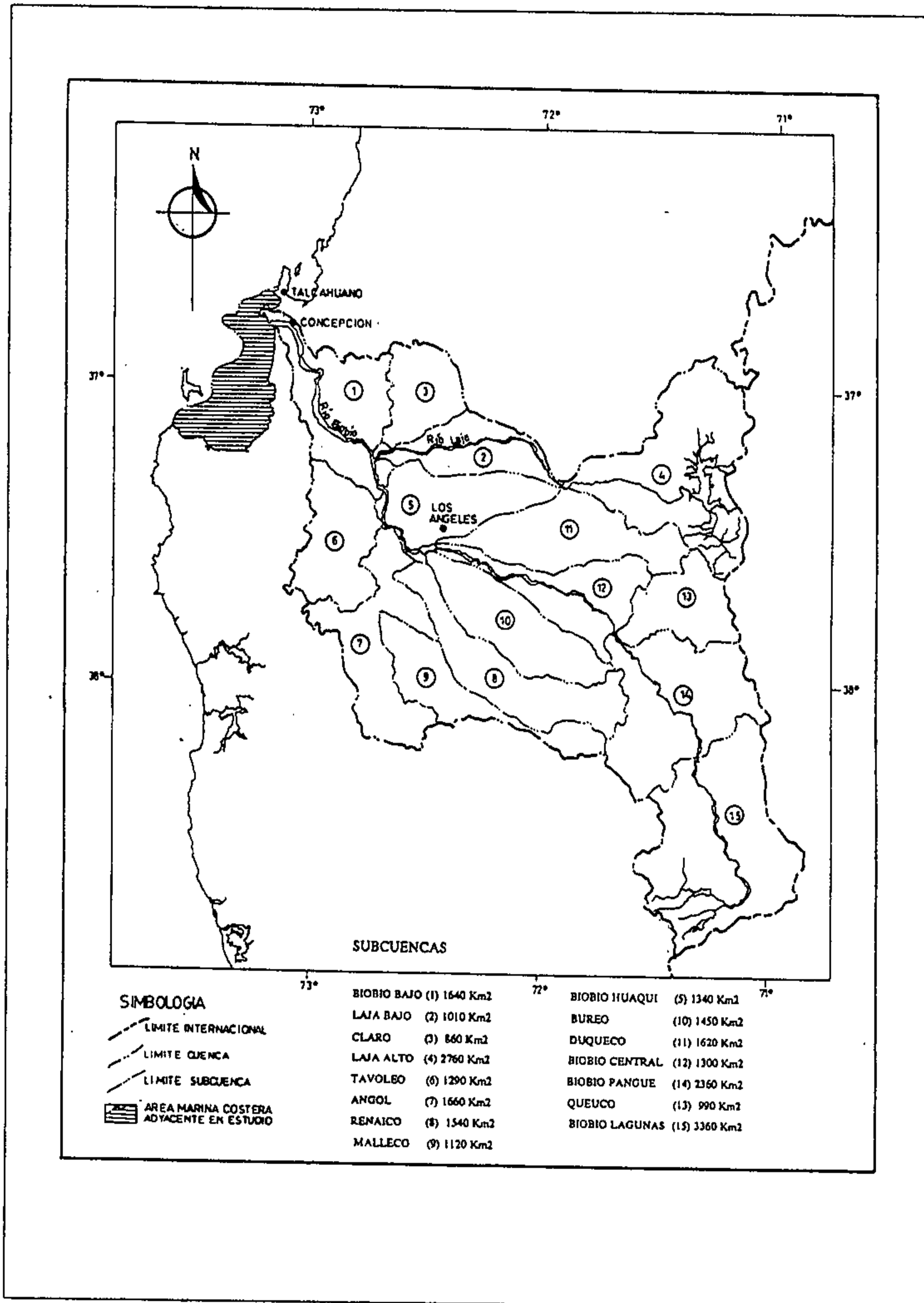


Fig. 1.- El Subsistema río Biobío.

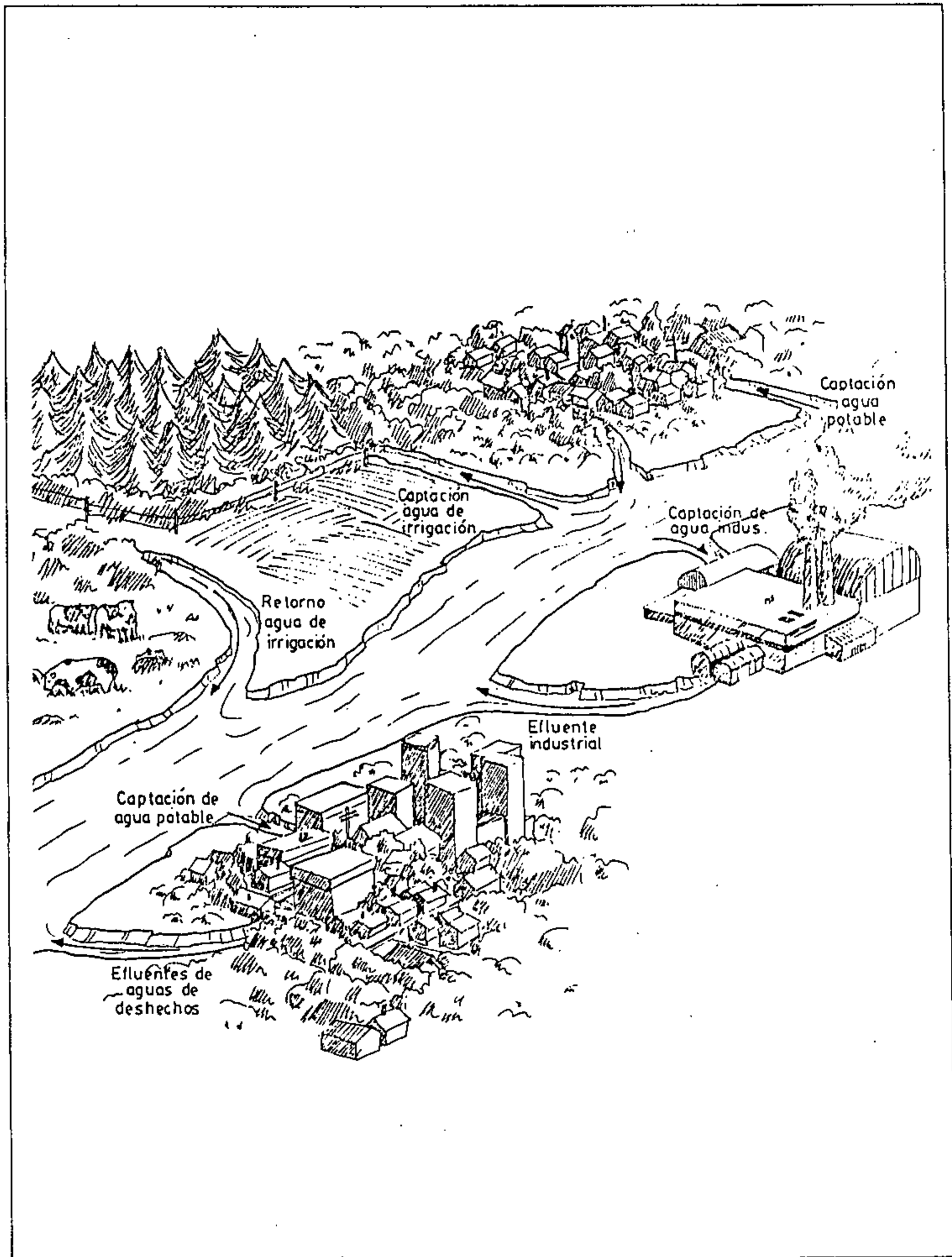


Fig. 2.- Principales fuentes de contaminantes puntuales (asentamientos urbanos e industriales) y difusas (agrícola y forestales) que están afectando la calidad del agua del río Biobío.

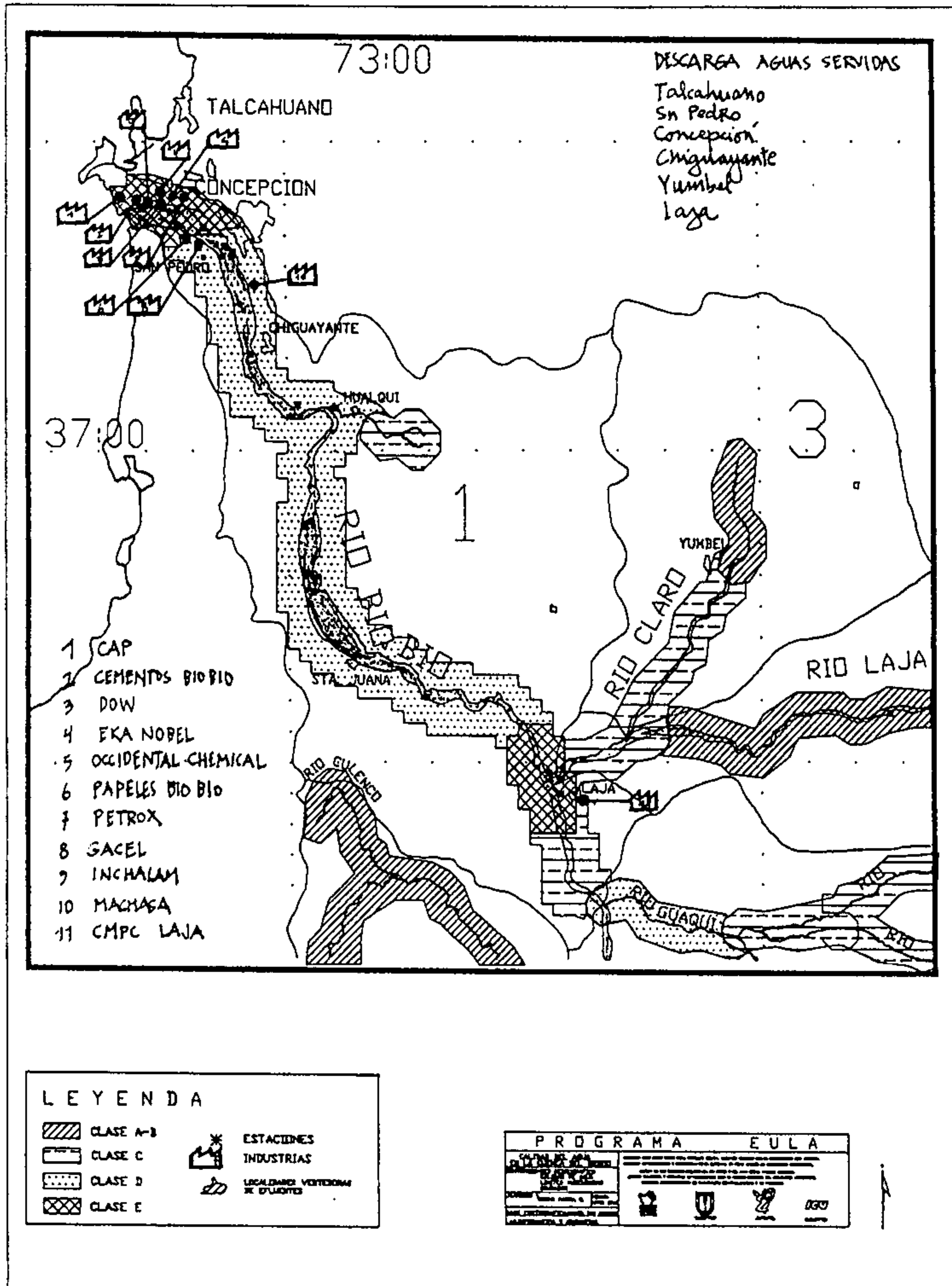


Fig. 3a.- Calidad de agua

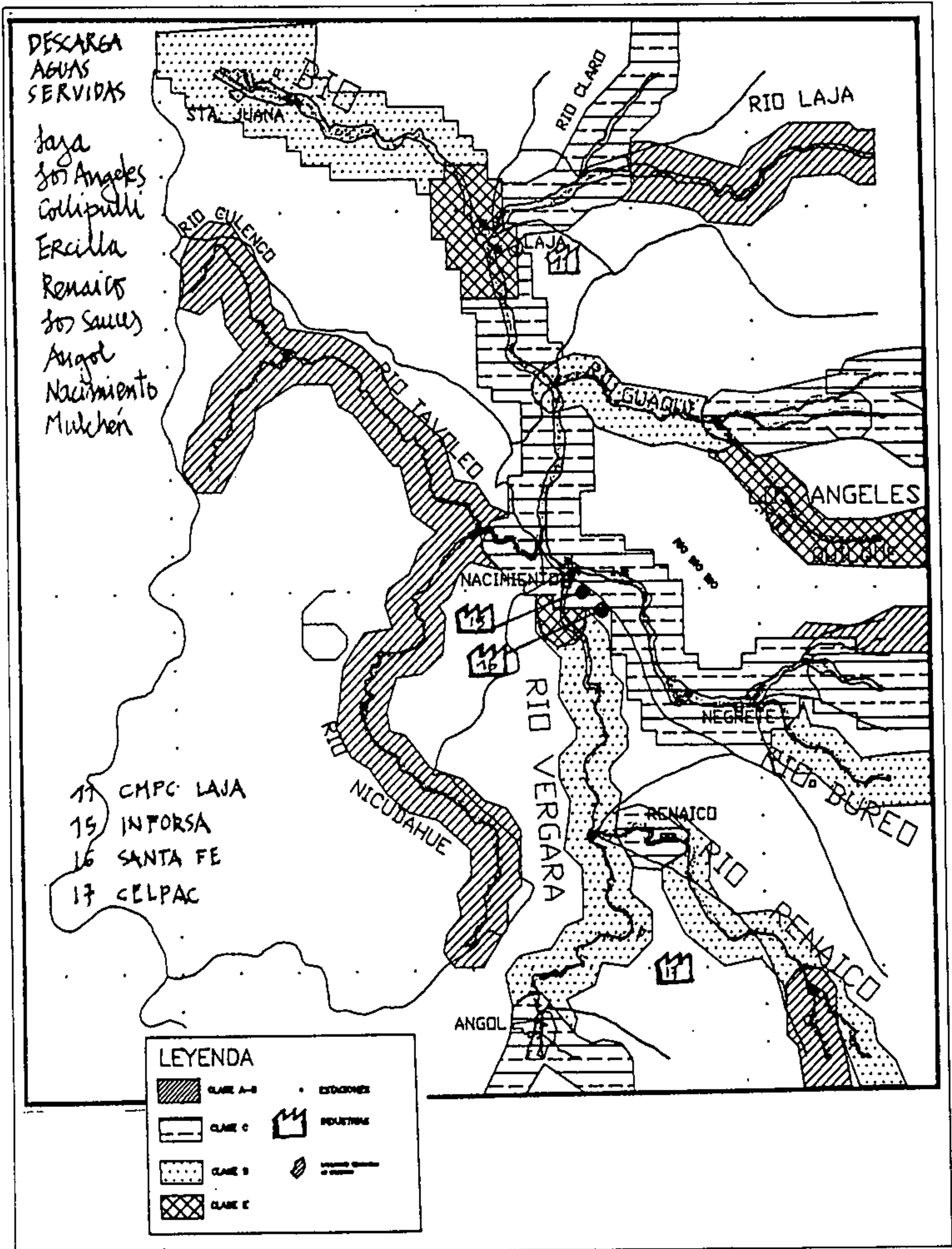


Fig. 3b.- Calidad de agua

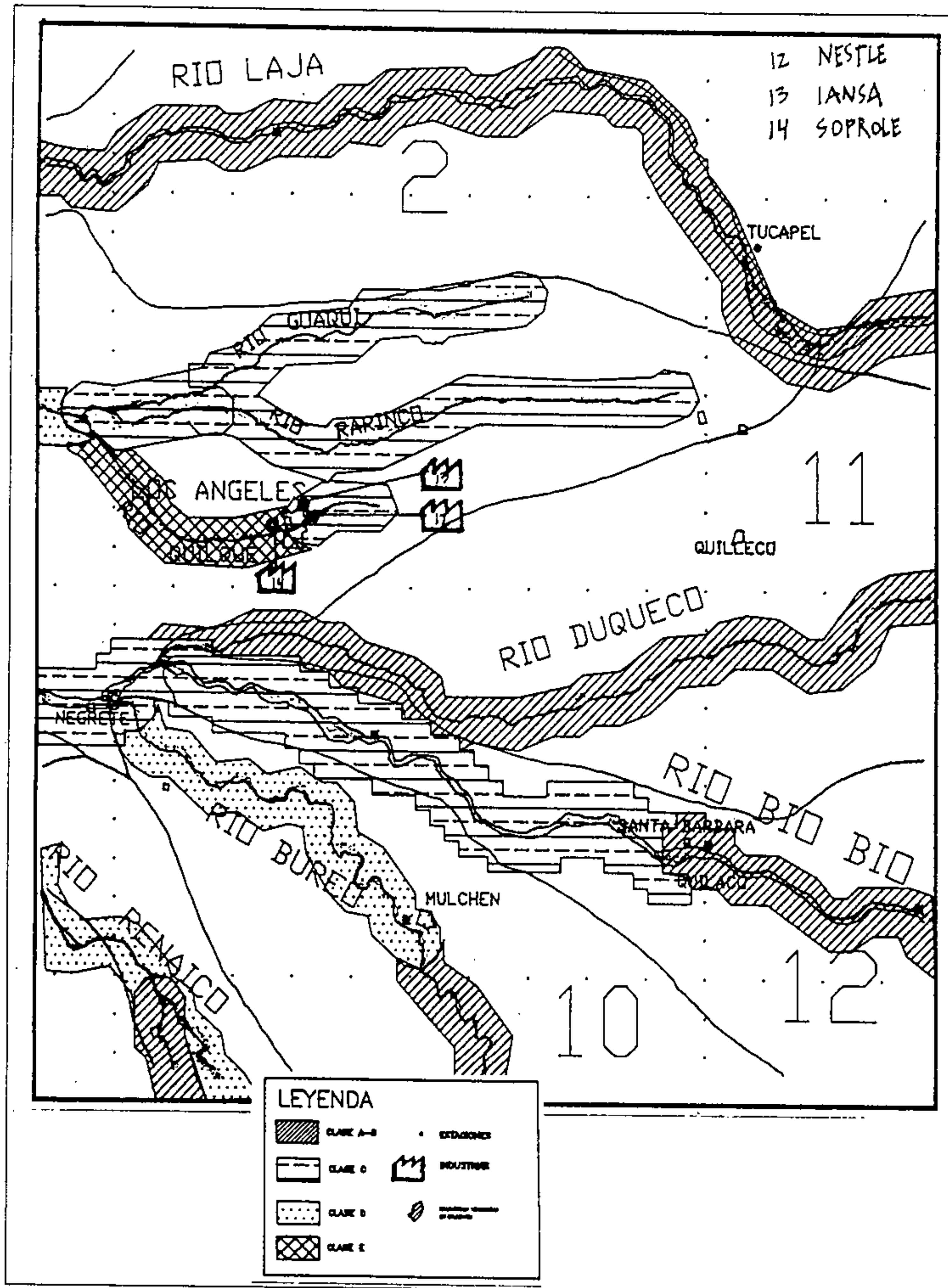


Fig. 3c.- Calidad de agua

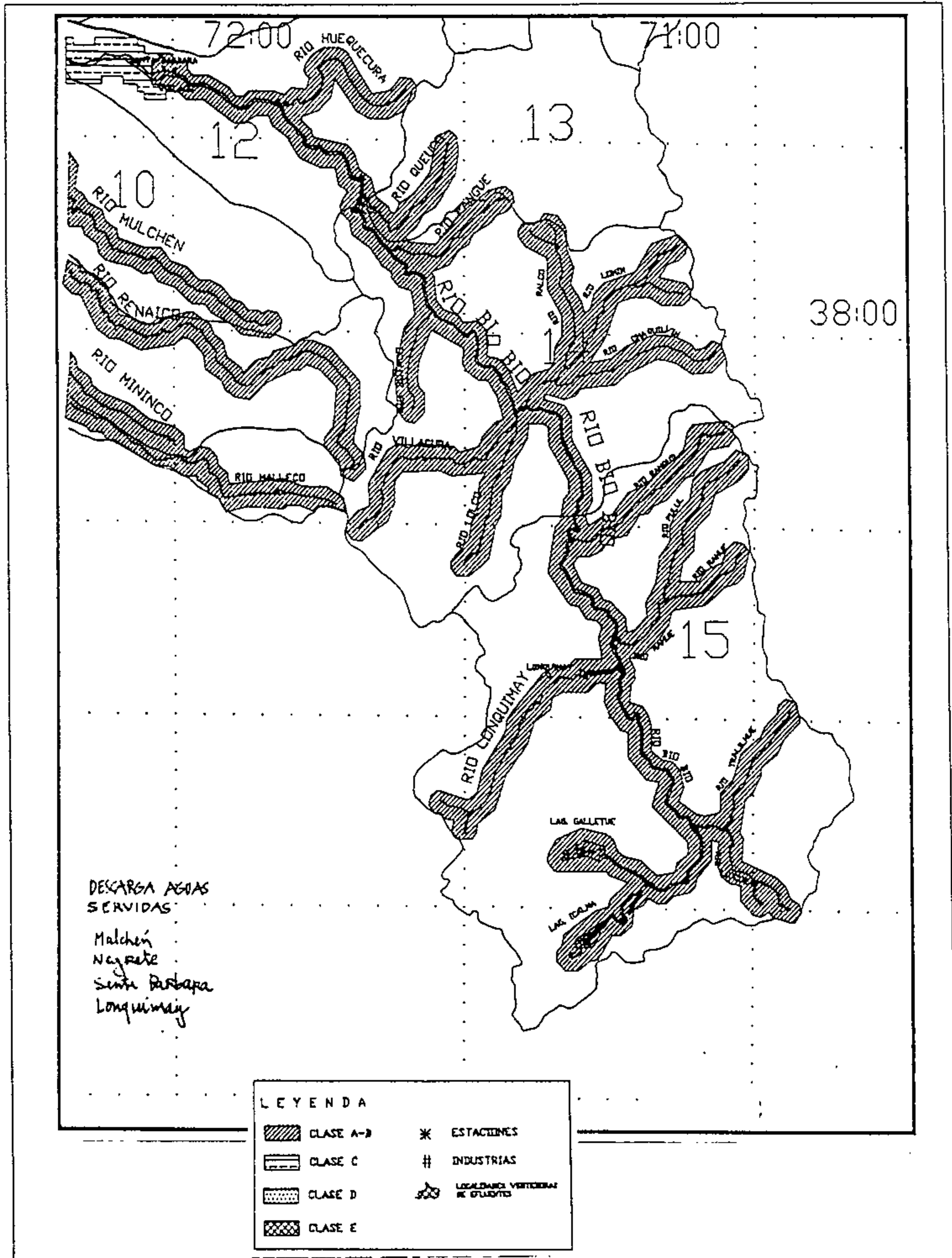


Fig. 3d.- Calidad de agua

MODELO DE CALIDAD DE AGUAS

MODELOS DE CALIDAD DE AGUAS

José L. Vargas Baecheler (1)

1. INTRODUCCION

El aumento poblacional y las consecuentes necesidades materiales del desarrollo imponen progresivamente mayores exigencias a los sistemas hídricos, ya que la intensificación de la interacción del manejo del agua en una cuenca, considerando los sectores de energía, industria, silvicultura y agricultura, se traducen en trastornos ambientales que modifican los sistemas acuáticos, manifestándose sobre la productividad de sistemas naturales y artificiales. Esta preocupación, existente desde hace algunas décadas, se ha traducido en estudiar los sistemas hídricos, desde una perspectiva más holística del manejo de hoyas hidrográficas, dando una especial significación a la dimensión ambiental, en particular en los aspectos de calidad del agua. Por ello desde una perspectiva integral del manejo de los recursos hídricos, es conveniente conocer la influencia o impacto ambiental, sobre el entorno y en particular en la calidad del agua de los cursos receptores que las obras de infraestructura, actos administrativos (otorgamiento de derechos de agua), manejo agrícola y silvícola, o cualquier proyecto de inversión en una cuenca hidrográfica producen o eventualmente producirían. Esto significa conocer, en el caso de condiciones existentes, y prever la alteración de la calidad del agua de un cuerpo dulceacuicola, que ocurriría posterior a la construcción de una obra de riego o hidroelectricidad, de la instalación de alguna industria, que evacue residuos líquidos o la incorporación de alcantarillado de aguas servidas, o mejoramiento del sistema de evacuación de algunas ciudades, traspaso de recursos hídricos de una cuenca a otra, entre muchas otras posibilidades. La herramienta adecuada para estos fines es la denominada genéricamente modelos de calidad de aguas.

Los modelos de calidad de aguas, permiten simular condiciones actuales y futuras, de tal manera, que es posible simular escenarios, que nos permiten anticipar las variaciones que sufrirán los diversos índices o parámetros de calidad de aguas, en el cuerpo acuático en estudio. El presente trabajo se restringe exclusivamente a los modelos de calidad de aguas superficiales.

2. CONCEPTOS GENERALES SOBRE MODELOS DE CALIDAD DE AGUAS

2.1. SOBRE EL CONCEPTO DE CALIDAD DE AGUA

Primeramente, es interesante hacer algunos comentarios, sobre el concepto envuelto en el término "calidad de aguas", ya que cualquier modelación, en este aspecto, que se haga, estará siempre ligado a condiciones esperadas o deseadas, para los diversos usos que el hombre les quiera dar. En general, las condiciones deseadas, están establecidas, por condiciones de uso a través de normas de uso, que establecen cantidades mínimas o máximas, según sea el caso, de sustancias o parámetros que aseguran el buen uso del recurso hídrico.

Para tener un uso de lenguaje consistente, y dado que existen numerosas definiciones, ya sea del ámbito marino trasladadas a las aguas continentales, otras propias de las aguas dulces, además de las provenientes de la etimología de la palabra y de las normas (NCh409/1 Agua Potable— Parte 1: Requisitos), que presentan definiciones desde el punto de vista del riesgo de la salud humana; entenderemos por contaminación, en este trabajo, los cambios de calidad del agua ocasionados por efecto antrópico (Meybeck 1990).

(1) Profesor Asistente. Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.
Candidato a Doctor en Ciencias Ambientales. Centro EULA—Chile. Universidad de Concepción.

De la bibliografía podemos señalar lo siguiente: por un lado, en general no hay información explícita encontrada, sobre lo que se puede entender como "agua natural" en el caso de aguas continentales, ya que puede decirse que el "agua natural" de una hoya hidrográfica, depende de su geomorfología y más precisamente de las características de los suelos que la componen, de tal manera que puede existir, y de hecho existen, cuencas con aguas muy ricas en arsénico en condición natural, de la cual erradamente se puede calificar como "agua contaminada", desde el punto de vista de la definición usada en este trabajo. Por otro lado, de acuerdo al GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution), la definición de contaminación es: "Introducción por el hombre en el ambiente acuático de sustancias o energía que puedan causar o causen, efectos dañinos o tóxicos que perjudiquen los recursos vivos, constituyan un peligro para la salud humana, obstaculicen las actividades marítimas, comprendida la pesca, menoscaben la calidad del agua y disminuyan los valores estéticos o de recreación", de tal forma, que lo que pueda causar es contaminación y lo que cause es polución, introduciendo el concepto de "capacidad asimilativa", que hace la diferencia entre ambos términos.

Meybeck (1990), señala "En ausencia total de influencia humana, la calidad química natural de un agua es el resultado de una suma de procesos geológicos, biológicos e hidrológicos universales. Las fuentes principales de materias disueltas, transportadas por los ríos, son la alteración de rocas superficiales, el lavado de los suelos orgánicos y las aportaciones atmosféricas de origen volcánico, oceánico y terrestres". El mismo autor señala, que aquellas cuencas, en ausencia de cualquier fuente de contaminación, los torrentes o pequeños ríos que drenan terrenos geológicamente homogéneos tienen una concentración media de sales muy variable de 10 a 5000 mg/l. Estos alcances hacen, por un lado que cualquier referencia universal que defina un estado natural de aguas superficiales es prácticamente imposible y por otro lado, de acuerdo a lo señalado anteriormente, "no es apropiado considerar un agua natural continental como "contaminada", simplemente porque no responde a ciertas normas de utilización (Meybeck 1990); además es interesante señalar que la composición química del agua es variable a lo largo del año, ya que los vertidos urbanos e industriales, tienen una variabilidad diaria y podría decirse incluso semanal, la actividad agrícola y por ende sus vertidos, por escorrentía, son de tipo estacional, y además, el lavado de la cuenca a través de la pluviometría típica de la cuenca es, podría llamarse de tipo episódico.

2.2. MODELOS DE CALIDAD DE AGUA

Los modelos de calidad de aguas tienen por finalidad determinar las nuevas concentraciones de contaminantes del cuerpo de agua en cada punto y a lo largo del lapso de interés, cuando las condiciones de modificación y el estado primitivo son conocidos (Castagnino 1978). De acuerdo a lo anterior, podemos establecer que un modelo de calidad de aguas es la herramienta adecuada para la predicción del comportamiento de la calidad del agua en un río u otro cuerpo de agua. Por lo tanto, corresponderá a un set de expresiones matemáticas que definen los procesos físicos, biológicos y químicos que tienen lugar en un cuerpo de agua. Las ecuaciones están basadas fundamentalmente en la conservación de la masa y/o energía, de tal forma que existen tres fenómenos: ingreso de contaminantes al cuerpo de agua desde el exterior del sistema, el transporte y las reacciones en el cuerpo de agua (Loucks et al 1982). El transporte puede ser la advección y/o dispersión, por lo tanto dependerá de las características hidrodinámicas e hidrológicas del cuerpo de agua.

Para que un modelo de calidad de aguas pueda ser aplicado confiablemente, para la predicción de las condiciones de los diversos parámetros, tiene que cumplir, obviamente, con la condición básica de reproducir aceptablemente las condiciones actuales.

El problema en sí, es fundamentalmente tridimensional (Somlyódy L. 1978) e impermanente, lo que lo hace difícil de abordar. Esta condición hace que el desarrollo de modelos de calidad de aguas sea una ciencia y un arte (Loucks et al. 1982).

Los procesos fundamentales que rigen la calidad de agua de un cuerpo acuático, ya sea fluvial o lacustre, con los hidrológicos, térmicos y bioquímicos (Nardini et al. 1990). Los procesos hidrológicos deben entenderse, como aquellos exclusivamente relativos a la hidrología del cuerpo de agua, como aquellos referidos al comportamiento hidrodinámico.

El objetivo primario del desarrollo de cualquier modelo de calidad de agua, es producir una herramienta que tenga la capacidad de simular el comportamiento de las componentes hidrológicas y de calidad de un cuerpo de agua. El desarrollo de esta herramienta para simular el comportamiento del prototipo, se hace aplicando un modelo matemático, producto de tres fases generales:

1. Representación conceptual.
2. Representación funcional.
3. Representación computacional.

La representación conceptual comprende una idealización gráfica del prototipo, considera la descripción de las propiedades geométricas que van a ser modeladas y la identificación de las condiciones de borde e interrelaciones entre las partes del prototipo. Normalmente, este proceso impone divisiones del prototipo en elementos discretos de un tamaño compatible con los objetivos que el modelo debe servir, estos elementos se definen de acuerdo a algunas simples reglas geométricas, y se diseña el modo por el cual serán conectados, tanto física como funcionalmente, como parte integrante de un todo. Una parte de esta estructuración es la designación de aquellas condiciones de borde a ser consideradas en la simulación.

La representación funcional vincula las características físicas, procesos, y condiciones de borde en sets de ecuaciones matemáticas. Esto implica la definición precisa de cada variable y sus relaciones con todas los otros parámetros que caracterizan el modelo o sus relaciones entrada-salida.

La representación computacional es el proceso por el cual, el modelo funcional es traducido a fórmulas matemáticas y procedimientos computacionales requeridos para la solución del problema.

El desarrollo de un modelo de calidad de aguas, así como de cualquier otro, debe seguir las etapas que se muestran en la FIGURA 1.

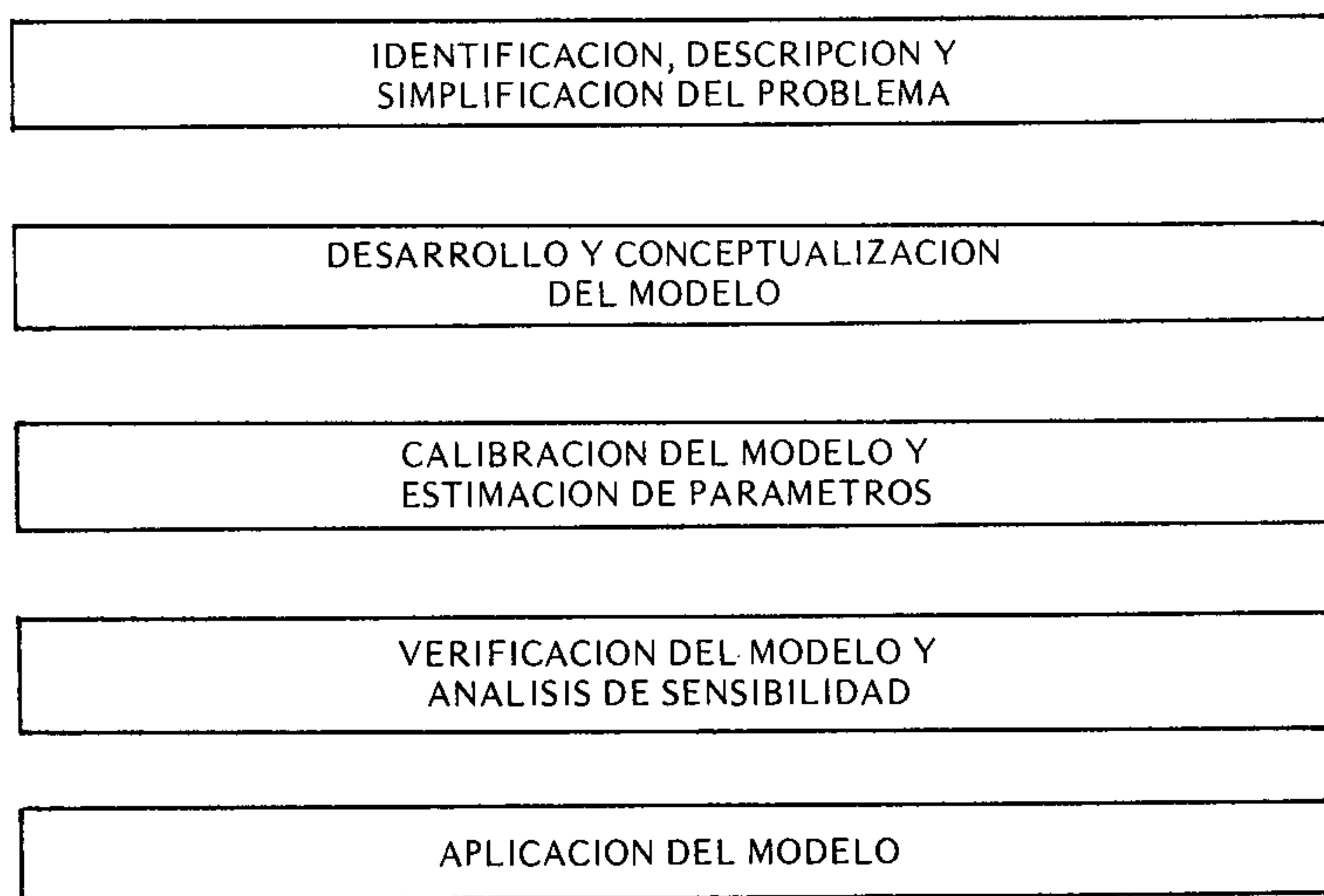


FIGURA 1 : Etapas en el desarrollo de un modelo de calidad de aguas. Modificado de Loucks et al.

La base de gran cantidad de modelos, es la ecuación de Streeter y Phelps que data de 1925, que analiza la evolución del oxígeno disuelto en un curso de agua. De la gran cantidad de modelos existentes, se pueden destacar: DOSAG, QUAL I, PIONEER I, RECEIV, SWMM, (York and Speakman 1980, Ford and Mcgehee 1979), WODA (Kraszewski et al 1984), HIDROX (Castillo 1979), QUAL II (Loucks et al 1982, Camara and Randall 1984), HIDROCAL (Espinoza y Ayala 1991) etc., se caracterizan por ser unidimensionales.

En Chile, se conocen a lo menos, trabajos en cuatro ríos, en que se han implementado modelos de calidad de aguas: el río Aconcagua (Galindo R. et al 1984), el estero Marga-Marga (Castagnino 1978), el río Maipo y Mapocho (Castillo y Oyarzún 1981, Castillo y Fuentealba 1988), el estero La Cadena (Espinoza y Ayala 1991).

A comienzos de la década de los ochenta, se desarrolló en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Concepción, un modelo en la parte baja del río Bío-Bío (Araneda y Carrasco 1982), donde se simulaba el proceso de autopurificación de acuerdo a las ecuaciones de Streeter y Phelps, como una forma de determinar la capacidad receptora máxima del río y predecir los niveles de contaminación en cualquier punto del tramo, a partir de un modelo unidimensional. Posteriormente la preocupación de modelación de calidad de aguas del río Bío-Bío a lo largo de toda su longitud, se sigue manifestando (Vargas 1986) y también el deseo de conocer su capacidad asimilativa (Chuecas 1988). Actualmente en el Centro EULA-Chile se trabajo en dos modelos para el río Bío-Bío.

3. ALGUNOS MODELOS DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

De los múltiples modelos existentes se presentan a continuación en forma muy resumida algunas de sus características y capacidades. Se comienza, con aquellos de los cuales ha habido experiencia en Chile y se finaliza con aquellos más versátiles a nivel mundial.

3.1. SIMOX

El modelo SIMOX, fue desarrollado por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), a principios de la década de los setenta, está diseñado para modelar un sistema fluvial, compuesto de un río principal, tributarios primarios y secundarios; su finalidad es simular los valores de oxígeno disuelto en complejas condiciones que pueden incluir embalses, descargas de aguas residuales, tratamientos, y entradas o salidas de agua del o al sistema. El modelo efectúa en los puntos críticos una evaluación del oxígeno disuelto OD, y de la demanda bioquímica de oxígeno, DBO. Si el OD es mejor que el que se estableció como mínimo admisible en el tramo, entonces el modelo calcula la cantidad de agua de dilución (generalmente con alto OD) necesaria para llevar el OD al mínimo aceptable.

SIMOX ha sido aplicado en múltiples cursos de agua de Latinoamérica.

3.2. HIDROX

El modelo HIDROX, fue desarrollado por el Ingeniero Jorge Castillo G. en la Sección Ingeniería Sanitaria, del Departamento de Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, a fines de la década de los setenta, permite la simulación de los indicadores de calidad del agua relacionados, con el balance de oxígeno en un sistema hidrográfico complejo.

HIDROX está orientado a la simulación de procesos que intervienen en el balance de oxígeno de un sistema hidrográfico en estado de equilibrio (steady state), efectuando el balance de los diversos factores que producen cambios en la concentración de oxígeno disuelto en un curso de agua. El modelo es capaz de simular, un sistema físico, caracterizado por una serie de cursos de agua, unidos a través de puntos de confluencia, que dan origen a un curso principal único por donde desagua todo el sistema. HIDROX, solo puede considerar descargas y extracciones puntuales; las pérdidas y aportes continuos de caudal, se deben simular en forma discreta mediante una serie de extracciones o descargas concentradas. La simulación de la calidad del agua se hace mediante relaciones de balance de masas y ecuaciones que describen las variaciones de temperaturas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y oxígeno disuelto (OD) en un tramo de río.

HIDROX entrega como resultados la distribución de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno en todo el sistema hidrográfico; también genera caudales y temperaturas a la entrada y salida de todos los puntos en que estos experimentan cambios por efecto de confluencias, descargas o extracciones.

Las relaciones que describen las variaciones de los parámetros de calidad son unidimensionales, es decir, supone que la distribución de concentraciones de OD y DBO en una sección transversal de los cursos de agua que forman el sistema es uniforme; por lo tanto las concentraciones entregadas por el modelo son representativas de las condiciones medidas de cada sección transversal.

HIDROX ha sido aplicado al sistema río Maipo – Mapocho en 1981 y posteriormente en 1988.

3.3. HIDROCAL

El modelo HIDROCAL, desarrollado por Espinoza y Ayala en 1991, integra las componentes hidrodinámicas y de calidad, correspondientes al proceso de autopurificación de una corriente de agua. Se estructura a partir de dos módulos independientes, uno que aborda la componente hidrodinámica y el otro la calidad de una corriente superficial. El modelo recibe como datos de entrada las distintas descargas de aguas servidas, retornos de riego o extracciones que puedan afectar el cauce en estudio; los resultados generados por el modelo se traducen en perfiles de concentración de los parámetros que interesen.

La caracterización de las componentes hidrodinámicas de corriente, velocidad y altura de escurrimiento, se establecen a partir de consideraciones de energía que permiten definir el eje hidráulico del escurrimiento en el cauce. La componente de calidad, se basa en los trabajos de Streeter y Phelps (1925) y posteriores.

En el modelo HIDROCAL, los parámetros se pueden englobar en dos grandes grupos, correspondientes a los módulos que lo conforman: parámetros hidráulicos y de calidad.

HIDROCAL ha sido aplicado al estero La Cadena, afluente del río Cachapoal. Este estero es el cauce receptor de las aguas servidas de las ciudades de Rancagua y Graneros.

3.4. QUAL2E

El modelo QUAL2E es un comprensivo y versátil modelo de calidad de agua fluvial, es una versión actualizada del modelo QUAL-II, que a su vez fue una extensión del modelo de calidad de agua fluvial QUAL-I desarrollado por F.D. Masch y Asociados y el Texas Water Development Board en 1970. En 1972, Water Resources Engineers, Inc. (WRE) en convenio con la U.S. Environmental Protection Agency, modificó y extendió QUAL-I para producir la primera versión del QUAL-II. En los siguientes tres años, se desarrollaron diferentes versiones del modelo en respuesta a usuarios específicos. En 1976, el Southeast Michigan Council of Governments (SEMCOG) en convenio con WRE, le hicieron grandes modificaciones y combinaron las mejores características de las versiones anteriores del QUAL-II en un solo modelo. La versión SEMCOG del QUAL-II desde 1982, fue adoptada por el EPA Center for Water Quality Modeling (CWQM). En 1983, EPA a través del CWQM, hizo un convenio con National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI), para continuar el proceso de modificación de QUAL-II, con el fin de reflejar el estado del arte en la modelación de calidad del agua. En 1985 el mejorado QUAL-II fue renombrado como QUAL2E. después de la primera versión del QUAL2E los mejoramientos han continuado hasta ahora.

QUAL2E está estructurado con un programa principal y 51 diferentes subrutinas, está escrito en ANSI FORTRAN 77.

QUAL2E es un modelo unidimensional, que puede usarse en condiciones de regimen permanente, como impermanente. Permite, de acuerdo a su estructura, múltiples descargas, extracciones y afluentes, considerados puntuales, como también caudales distribuidos. Puede simular, numerosos parámetros de calidad de aguas, como Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, temperatura, Nitrógeno orgánico, amonio, nitrito, nitrato, Fósforo orgánico, fósforo disuelto, clorofila a, coliformes etc.

QUAL2E, permite simular cualquier ramificación de un sistema fluvial unidimensional. Su utilización necesita, previamente, una formulación idealizada del sistema hidrográfico a estudiar, dividiéndolo en tramos, los cuales son sectores del río que tienen características hidráulicas uniformes, que a su vez se dividen en elementos de cálculo de igual longitud; estos elementos de cálculo pueden ser de siete

diferentes tipos de acuerdo a su ubicación y uso, entre otros, puede ser cabecera, de unión, de entrada, de salida, etc. Para cada uno de los elementos de cálculo, el balance de masa, se escribe en términos de flujo entrante en la cara de aguas arriba, descargas externas (fuentes) o extracciones (sumidero) y el flujo saliente a través de la cara de aguas abajo del elemento. De igual manera se efectúa un balance de masa para todo constituyente que transporte el río. En el balance de masa se considera, tanto el transporte y la dispersión, como el movimiento de masa a lo largo de la corriente. La masa puede ser aumentada o removida del sistema, por fuentes o sumideros externos e internos tal como fuentes bentónicas y transformación biológica. Cada elemento de cálculo se considera totalmente mezclado. De esta manera la corriente de agua puede conceptualizarse como una hilera de reactores completamente mezclados (elementos de cálculo), que están vinculados secuencialmente a los mecanismos de transporte y dispersión.

La ecuación básica que resuelve QUAL2E, es la ecuación de transporte de masa advección— dispersión unidimensional, la cual es numéricamente integrada, en el espacio y tiempo, para cada constituyente de calidad de agua. Esta ecuación incluye los efectos de advección, dispersión, dilución, reacción e interacción de constituyentes, y, fuentes y sumideros. QUAL2E asume, que la corriente de agua está en régimen permanente (steady state).

QUAL2E ha sido ampliamente usado como una herramienta de planificación en el aspecto de calidad de aguas de una corriente de agua, puede usarse para estudiar el impacto de vertidos contaminantes sobre la calidad de agua de un cauce, o identificar la magnitud y características de calidad de descargas puntuales de aguas contaminadas como parte de un programa de muestreo de campo.

3.5. WODA

El modelo WODA (Water Oxigenation Deoxygenation Assessment o agua en polaco), fue desarrollado por Andrzej Kraszewski del Institute of Environmental Engineering of the Politechnica Warszawka de Varsovia y Rodolfo Soncini—Sessa del Departamento of Electronics of the Politécnico de Milano en el año 1984. WODA es un programa flexible y comprensivo, que responde las preguntas comunes relacionadas con el oxígeno en el manejo y análisis de calidad de un río, usando el modelo de Dobbins.

WODA tiene seis hipótesis básicas:

1. Estacionariedad de condiciones hidrológicas.
2. Representación unidimensional.
3. Ausencia de dispersión longitudinal.
4. Estacionariedad de condiciones bentónicas.
5. Estacionariedad de cargas tóxicas.
6. Condiciones aeróbicas.

WODA describe el decaimiento del DBO a lo largo de un tramo debido a la sedimentación y degradación bacteriana, como también las variaciones de concentraciones OD debido a la producción de oxígeno fotosintética, aereación natural y artificial, y el consumo de oxígeno en el agua y los sedimentos. El modelo es completamente especificado por 4 parámetros (tasa de decaimiento del BOD, tasa de desoxigenación, tasa de reoxigenación, y tasa de producción de oxígeno fotosintético), los cuales deben ser satisfactoriamente estimados.

WODA ha sido aplicado a la cuenca del Rin, y a la del Arno, en Italia, entre otras.

3.6. WASP4

El sistema WASP4, (Water Quality Analysis Simulation Program 4), tiene al igual que QUAL2E, una larga historia desde el original WASP de 1983. Es un modelo dinámico para sistemas acuáticos, que considera variaciones en el tiempo de procesos de advección, dispersión, descargas puntuales y difusas. Ha sido usado para examinar la eutrofización de los Grandes Lagos, la eutrofización del estuario Potomac, la contaminación por metales pesados del río Deep en Carolina del Norte, etc.

WASP4 permite representar modelos uni, bi y tridimensionales. Consiste en dos programas separados WASP4 propiamente tal y DYNHYD4, que pueden funcionar conjunta o independientemente DYNHYD4, programa hidrodinámico, simula el movimiento del agua y WASP4 simula el movimiento e

interacción de los contaminantes al interior del cuerpo de agua, que a su vez tiene dos submodelos EUTRO4 y TOXI4 que tratan los dos principales tipos de problemas en la gestión de la calidad del agua. EUTRO4 trata la contaminación convencional, permitiendo la modelación del oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nutrientes y eutrofización; por su parte TOXI4 trata la contaminación tóxica, modelando el comportamiento de compuestos químicos orgánicos, metálicos y sedimentos.

El sistema WASP4, puede ser utilizado en problemas de calidad de aguas de diversos cuerpos de agua y puede usarse para:

- Hidrodinámica relativa a ríos, embalses y estuarios.
- Transporte de masa en lagunas, esteros, embalses, ríos, estuarios y aguas costeras.
- Interacciones cinética de eutrofización—oxígeno disuelto y sedimentos—metales tóxicos.

El principio básico, tanto del programa hidrodinámico, como el de calidad de aguas, es la conservación de la masa. El volumen de agua y la masa de constituyentes de calidad de aguas que están siendo estudiados son rastreados y calculados para todo tiempo y espacio usando una serie de ecuaciones de balance de masa. El programa hidrodinámico, también conserva momentum o energía, a través de tiempo y espacio.

DUNHYD4 es un mejoramiento del DYNHYD2 Modelo Hidrodinámico del Estuario Potomac que a su vez es una componente del Dynamic Estuary Model. DYNHYD4 resuelve las ecuaciones unidimensionales describiendo la propagación de una onda larga a través de agua poco profunda, conservando el momentum (energía) y el volumen (masa). La ecuación de movimiento, basada en la conservación del momentum, predice velocidades de flujo y caudales. La ecuación de continuidad, basada en la conservación del volumen, predice alturas de agua y volúmenes.

En el modelo de calidad de agua WASP4, las ecuaciones están basadas en la conservación de la masa, lo que requiere que la masa de cada constituyente de calidad de agua que está siendo evaluado, debe ser para una trayectoria u otra. WASP4 rastrea cada constituyente de calidad de agua, hasta su punto final, conservando la masa en espacio y tiempo. El fundamento analítico del modelo es un balance de masa que considera los constituyentes disueltos en un cuerpo de agua y que debe tener en consideración todo material que entra y sale a través de cargas continuas y difusas; transporte advectivo y dispersivo; y las transformaciones físicas, químicas y biológicas.

EUTRO4 es una versión simplificada del Potomac Eutrophication Model (PEM), y considera los numerosos procesos que pueden afectar el transporte e interacción entre nutrientes, fitoplancton, material carbonaceo y oxígeno disuelto en un ambiente acuático. EUTRO4 puede ser operado por el usuario en varios niveles de complejidad, para simular alguna o todas las variables e interacciones. Al simular solo DBO y OD, por ejemplo, el usuario puede obviar los cálculos de las variables nitrógeno, fósforo y fitoplancton. Los seis niveles que ofrece son:

1. Streeter—Phelps
2. Streeter—Phelps modificado.
3. Balance completo de Oxígeno Disuelto.
4. Cinética simple de Eutrofización.
5. Cinética intermedia de Eutrofización.
6. Cinética intermedia de Eutrofización con Bentos.

TOXI4 es un modelo dinámico que simula el transporte de químicos orgánicos y metálicos en todo tipo de sistemas acuáticos. Es capaz de simular el transporte y transformación de uno a tres químicos, y de uno a tres tipos de material particulado. TOXI4 determina la masa y concentración de sedimentos y químicos de cada segmento definiendo una red que incluye la superficie de agua, toda la masa de agua subyacente, la superficie del fondo y el fondo mismo.

4. ALGUNOS COMENTARIOS

1. Este trabajo no pretende revisar el “estado del arte” de los modelos de calidad de aguas superficiales, sino mostrar, muy escuetamente, dentro de lo permitido en las exigencias de longitud del trabajo, los modelos más importantes utilizados y desarrollados en Chile y los de mayor potencialidad y mayor uso a nivel mundial.

2. Los modelos más poderosos, QUAL2E y WASP4, por su gran capacidad de modelar múltiples constituyentes de calidad de aguas, son una muy buena herramienta para predecir el impacto en la calidad del agua, de cualquier proyecto o actividad sobre un sistema fluvial u otro cuerpo acuático, convirtiéndose en una valiosa herramienta en la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto o actividad antes mencionada. Indudablemente, su aplicación, dado la gran cantidad de muestras y mediciones a efectuar en terreno, tiene un costo oneroso, que los hace restrictivos a algunas situaciones.
3. Conceptualmente, vale más un modelo simple calibrado y validado, que un modelo muy completo capaz de simular innumerables situaciones, que solo puede calibrarse para una situación particular.
4. La aplicación de modelos de calidad de aguas superficiales, requiere conocer muy bien la variabilidad temporal natural del sistema fluvial a estudiar, de tal forma de identificar en forma clara y precisa los efectos contaminantes de un nuevo proyecto o actividad.

BIBLIOGRAFIA

1. Cepal-Pnuma. "Agua, Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina". Santiago de Chile. 1980.
2. Rinaldi S., Soncini-Sessa R., Stehfest H. y Tamura H. "Modeling and Control of River Quality". Mc Gray Hill, New York. 1979.
3. Bowie G.L. et al. "Rates, Constants, and Kinetics Formulations in Surface Water Quality Modeling" 2nd ed. EPA/600/3-85/040, U.S. Environmental, Protection Agency. Athens. 1985.
4. Fisher H.B., et al. "Mixing in Inland and Coastal Waters". Academic Press. New York. 1979.
5. Brown L.C., Barnwell T.O. "The Enhanced Stream Water Quality Models Qual2e and Qual2e-Uncas: Documentation and User Manual". EPA/600/3-87/007, U.S. Environmental Protection Agency. Athens. 1987.
6. Castillo G.J. "HIDROX. Un modelo generalizado de Simulación de calidad de Aguas". Publicación I-46. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile. 1979.
7. Espinoza C.C., Ayala R.L. "Metodología de aplicación de un modelo integrado hidrodinámico y de calidad de aguas a cursos naturales". IX Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Santiago. 1991.
8. Kraszewski A., Soncini-Sessa R. "WODA. A computer package for the identification and simulation of a BOD-OD river quality model". Clup. Milano, 1984.
9. Castagnino W.A. "Polución de agua, modelos y control". Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima. 1978.
10. Ambrose R.B. et al. "WASP4. A hydrodynamic and water quality model. Model, theory, user's manual, and programmer's guide". EPA/600/3-87/039, U.S. Environmental protection agency. Athens. 1988.
11. Loucks D.P. et al. "Water resource systems planning and analysis" Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 1982.
12. Smolyódy L. "Use and limitations of a two-dimensional mixing model for rivers". Budapest. Hungary.
13. Galindo R. et al. "Modelo de simulación de calidad del río Aconcagua aplicado a los requerimientos de desarrollo de un plan maestro de descontaminación y control de descargas residuales urbanas e industriales". XIX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS, 229-246. Santiago de Chile, 1984.
14. Meybeck M. "La contaminación de los ríos". Mundo Científico Nro. 104. Vol 10. 1990.
15. Araneda J. y Carrasco A. "Grado de contaminación producida en el río Bío-Bío, según sus usos". Informe para optar al título de Ingeniero Civil. Depto. de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. U. de Concepción. 1982.
16. Vargas J. "Plan de desarrollo del area hidráulica". Manuscrito interno. Depto. Ingeniería Civil. Universidad de Concepción. 1986.
17. Chuecas L. "El río Bío-Bío: Proyecto piloto internacional sobre contaminación de ríos en Sudamérica". C. Murcia Editor. Programa Cuenca del Bío-Bío. Origen, uso y perspectivas del río Bío-Bío, Tomo I, 51-60. Editorial Universidad de Concepción. 1988.

18. York D. and Speakman J. "Water Quality Impact Analysis" en "Environmental Impact Analysis Handbook". McGraw-Hill. 1980.
19. Ford D.N. and McGhee T.J. "A Systematic approach to mathematical water quality modeling". Proceedings of the Hydrologic Transport Modeling Symposium. New Orleans 1979.
20. Camara A.S. and Randall C.W. "The QUAL II model". Journal of Environmental Engineering. ASCE 110(5), 993-996. 1984.
21. Castillo J. y Oyarzún L. "Simulación de la calidad de las aguas del sistema Maipo-Mapocho". Publicación 1-55. Sección Ingeniería Sanitaria. Depto. Obras Civiles. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. U. de Chile. 1981.
22. Instituto Nacional de Normalización INN-CHILE. NCh. 1333.of78 modificada en 1987 "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos". 1987.
23. Instituto Nacional de Normalización INN-CHILE. NCh409/1.of84 Agua Potable- Parte 1: Requisitos. 1984.
24. Nardini A. et al. "Inquinamiento fluviale: realizzazioni e uso di modelli matematici. Uno studio di caso sull'Arno". Marsilio Editore. Venezia. 1990.

**ESTADO ACTUAL PROYECTO
EULA - CHILE**

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO EULA-CHILE

Por Oscar Parra Barrientos
Director Centro EULA-CHILE
Universidad de Concepción

INTRODUCCION:

En muchas regiones de Latinoamérica, el uso de los recursos naturales enfrenta condiciones de conflicto por no haberse encontrado un equilibrio entre el desarrollo y la conservación del medio ambiente, en el amplio concepto de sustentabilidad.

En la región del Biobío, como en el resto del país, el mal manejo de las cuencas hidrográficas provoca diversas situaciones de riesgos ambientales de gran magnitud, lo que evidencia que si bien los factores naturales juegan un rol decisivo como detonante de esas circunstancias, el uso irracional que el hombre efectúa en esos espacios, constituyen un factor complementario muy significativo.

El río Biobío, es el motor y columna vertebral del desarrollo de una extensa área poblada en nuestra región, cuya hoya hidrográfica es la tercera más extensa de nuestro país. Sin embargo existe un gran desconocimiento sobre las características y comportamiento de este importante eje fluvial, lo que avala con creces los estudios que se lleven a cabo sobre el mismo.

Mientras no enfrentemos el manejo integrado de su cuenca, de su espacio y sus recursos, estos se malgastarán o degradarán cada vez más por la presión de una población en aumento.

En esa perspectiva, se desarrollan en nuestro país, en nuestra región y concretamente, en la Universidad de Concepción, dos iniciativas globales e innovadores en materia de conservación, protección y desarrollo de recursos naturales, como son:

CENTRO EULA-CHILE: Centro Universitario Internacional de Investigación y Formación en Ciencias Ambientales.

1. El Proyecto Ejecutivo EULA-CHILE, titulado "Gestión de los Recursos Hídricos y Evaluación Ecológica de la Cuenca del Río Biobío y de la Plataforma Continental adyacente".
2. El Centro Universitario Internacional Europa-Latinoamérica de Investigación y Formación en Ciencias Ambientales, Centro EULA-Chile, que funciona desde Marzo del año 1990 en nuestra Universidad.

A efecto de mayor clarificación, es conveniente diferenciar lo que es el Proyecto EULA, un proyecto de investigación que se desarrolla en la cuenca del Bío Bío, con un plazo de término en años y el CENTRO EULA, una unidad académica de la Universidad que permanente en el tiempo, constituyen dos instancias científicas académicas que aunque enlazadas, corresponden a circunstancias académicas distintas.

PROYECTO EULA "GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO Y DEL AREA MARINA COSTERA ADYACENTE"

Objetivos del Proyecto EULA/CHILE

- Estudiar las características ambientales de la hoya hidrográfica del Biobío y del área marina adyacente y evaluar la magnitud de los recursos existentes en términos descriptivos y de productividad.
- Realizar un catastro de los desechos civiles e industriales que se incorporan a esta hoya y evaluar la magnitud de los efluentes transportado por el río y su efecto en él y sobre el área costera marina adyacente.
- Determinar las actuales y futuras necesidades de agua, para la población, la industria y la agricultura.
- Determinar el actual uso del suelo y evaluar la proyección de uso futuro.
- Analizar la actual situación urbana y evaluar la proyección de desarrollo urbano.

- Proponer un plan de manejo territorial con especial atención a los recursos hídricos y presentar una evaluación ecológica general del área marina costera adyacente.
- Forma investigadores y técnicos capaces de aplicar dicho plan de manejo y seguir en forma autónoma actividades de investigación y docencia cuando el proyecto termine.
- Proyectar estos objetivos y los resultados del programa hacia la comunidad a través de actividades de Educación Ambiental.

De esta manera, se pretende aportar el conocimiento técnico y científico básico que permita a las autoridades del gobierno regional y nacional planificar un desarrollo sostenido de la región en equilibrio con la protección de los sistemas naturales.

Esquema Conceptual del Proyecto EULA CHILE

La hipótesis de la investigación, está basada en el subsistema de las aguas continentales y marinas. Sin embargo, considerando las evidentes interrelaciones de éstas con otros subsistemas, como atmósfera, suelo, sedimentos, rocas, vegetación, y otros, es imprescindible analizar el sistema completo aunque sea en líneas globales. Desde esa etapa al concepto de "territorio", es inevitable, especialmente en consideración a la relación biótica/abiótica y en particular al uso del hombre del ambiente físico. La planificación propuesta, debe contener parámetros esenciales de manejo y por tanto, debe también considerar una acción de formación profesional y técnica, así como una educación general sobre el medio ambiente. Esta educación debiera generar una "conciencia" que sería el elemento determinante para la aceptación del desarrollo de la propuesta que se formule.

La investigación esta articulada en esas 18 áreas o subproyectos. Cada una coordinada por un investigador italiano y otro chileno, los que depende de dos responsables científicos, el Dr. Francesco Faranda, de la Universidad de Génova y el Dr. Oscar Parra de la Universidad de Concepción.

Listado de Subproyectos

Los Subproyectos (áreas) considerados son:

Subproyecto N°1: OCEANOGRAFIA FISICA

Subproyecto N°2: QUIMICA MARINA

Subproyecto N°3: PLANCTON Y PRODUCTIVIDAD EN AGUAS COSTERAS

Subproyecto N°4: PRODUCTIVIDAD TERCIARIA EN EL AMBIENTE MARINO

Subproyecto N°5: ZOOBENTOS MARINO COSTERO Y PRODUCTIVIDAD

Subproyecto N°6: FITOBENTOS Y PRODUCTIVIDAD EN LA ZONA COSTERA.

Subproyecto N°7: GEOLOGIA MARINA

Subproyecto N°8: AMBIENTES COSTEROS

Subproyecto N°9: METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

Subproyecto N°10: ECOLOGIA MICROBIANA DE AGUAS MARINAS Y DULCEACUICOLAS.

Subproyecto N°11: EVALUACION GEOLOGICA Y ECOLOGICA DEL SISTEMA TERRESTRE DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO.

Subproyecto N°12: EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA HOYA HIDROGRAFICA.

Subproyecto N°13: CALIDAD DEL AGUA DE LOS RECURSOS HIDRICOS.

Subproyecto N°14: RECURSOS HIDRICOS PARA USO URBANO, TRATAMIENTO Y VACIADO.

Subproyecto N°15: RESIDUOS INDUSTRIALES Y TECNOLOGIA NO CONTANIMANTE.

Subproyecto N°16: RESIDUOS SOLIDOS

Subproyecto N°17: ASPECTOS FISICOS, SOCIALES, ECONOMICOS Y JURIDICOS DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Subproyecto N°18: EDUCACION AMBIENTAL.

En síntesis, la información generada por los 18 Subproyectos será la base para la formulación de un plan de manejo que debera compatibilizar la conservación de los recursos naturales con las de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

A nivel práctico, deberá traducirse en el establecimiento de directrices y normas sobre el manejo de los recursos y del territorio, para que aquellos que deben tomar decisiones sobre la materia (autoridades regionales y nacionales) puedan implementar en virtud de sus conclusiones y recomendaciones.

RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

La mejor forma de obtener una visión de cuáles serán los resultados concretos del Proyecto, es revisar el Plan de Publicaciones de EULA-CHILE.

Se han programado las siguientes series de Publicaciones que serán editadas directamente con fondos del Programa de Cooperación Italo-Chilena y de la Universidad de Concepción.

- 1.- Serie "Monografías Científicas": 12 volúmenes (aprox. 3.200 pág.)
- 2.- Serie "Actas de Seminario Científicos": 6 volúmenes (aprox. 1.200 pág.)
- 3.- Serie "Publicaciones de Divulgación": 13 volúmenes (aprox. 650 pág.)
- 4.- Serie "Análisis Territorial": 18 volúmenes (aprox. 2.500 pág.)
- 5.- Serie "Propuestas de Ordenamiento": 7 volúmenes (aprox. 2.500 pág.)
- 6.- Serie "Tesis de Doctorados en Ciencias Ambientales": 24 volúmenes (aprox. 6.500 pág.)

La Serie "Monografías Científicas", consiste en publicaciones de trabajos científicos desarrollados en el contexto del Programa de Cooperación. Los trabajos presentados a esta serie, son evaluados por un Comité de Pares.

La Serie "Actas de Seminarios Científicos", contiene las conferencias y comunicaciones científicas presentadas en los "Seminarios" seleccionados entre los eventos científicos que hayan sido promovidos y organizados en el marco de las actividades del Programa EULA.

La Serie "Publicaciones de Divulgación Científica" consiste en monografías de carácter divulgativo sobre temas escogidos de la realidad ambiental de la Región del Biobío, cuya difusión hacia la comunidad se considera útil para incrementar la conciencia sobre las características y el valor del territorio en el cual se vive.

Las Series "Análisis Territorial" y "Propuestas de Ordenamiento" contiene la elaboración conclusiva del Programa en materia de uso y gestión del territorio, considerando su diversidad, articulación y desarrollo futuro.

Además se incluye en la actividad editorial del Programa EULA, la publicación interna de "Data Report" periódicos que contienen todos los datos originados y no elaborados o sólo parcialmente elaborados. También se publicarán los trabajos de los investigadores del Programa que hayan enviado estos a revistas nacionales o internacionales de su especialidad en una serie de "Recolección de Trabajos Científicos". Además se incluye una serie que contendrá el trabajo científico de las Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales.

MONOGRAFÍAS CIENTÍFICAS

- Vol. 1. **EL RIO BIOBIO Y EL MAR ADYACENTE COMO UNIDAD AMBIENTAL.**
N. Della Croce, O. Parra, J. Stuardo, A. Arrizaga, R. Ahumada, J. Chong, C. Oyarzún.
- Vol. 2. **ANÁLISIS INTEGRADO DE LOS SISTEMAS NATURALES EN EL ALTO BIOBIO: proposición de un método de planificación ecológica.** M. Mardones, E. Ugarte, A. Rodríguez, C. Barrientos, M. Rondanelli.
- Vol. 3. **METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA DE LA HOYA HIDROGRÁFICA DEL RIO BIOBIO Y LA ZONA COSTERA ADYACENTE.**
- ANÁLISIS CRÍTICOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Seguel.
 - LA RED METEOROLÓGICA EULA. N. Saavedra, J. Moreno, C. Seguel.
 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CLIMATOLOGÍA DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO EN EL MARCO DE LA CLIMATOLOGÍA DE CHILE CENTRAL. N. Saavedra.
 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PRECIPITACIÓN DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Pampaloni.
 - MODELO CLIMATOLÓGICO IMPÍRICO PARA ESTIMAR PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO BIOBIO. A. Borgeaud, N. Saavedra.
 - CLIMATOLOGÍA DE LAS HOYAS DE LOS RÍOS RARINCO Y BUREO-MULCHEN. N. Saavedra.
 - ALGUNAS VARIABLES DE LA CLIMATOLOGÍA AGRÍCOLA DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Pampaloni.
 - CLIMATOLOGÍA DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES DE LA HOYA HIDROGRÁFICA DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Pampaloni.
 - CLIMATOLOGÍA DE VIENTOS, HUMEDAD RELATIVA Y NUBOSIDAD DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Pampaloni.
 - CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA DEL GOLFO DE ARAUCO. N. Saavedra, C. Seguel, J. Moreno.
 - UN MÉTODO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA HOYA DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Pampaloni.
 - ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA METEOROLOGÍA DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO. N. Saavedra, C. Pampaloni, C. Seguel, J. Moreno.

Vol. 4. EVALUACION ECOLOGICA DEL GOLFO DE ARAUCO: 1990-1992.

- DESCRIPCION HIDROGRAFICA DEL GOLFO DE ARAUCO. M. Sobarzo, D. Arcos, A. De Maio, E. Sansone y J. Henríquez.
- METALES PESADOS EN SEDIMENTOS Y COMPUESTOS ORGANICOS EN AGUA, MATERIA PARTICULADA Y SEDIMENTOS. L. Chuecas, J. Tapia, R. Frache.
- PLANCTON Y PRODUCCION PRIMARIA EN EL GOLFO DE ARAUCO. T. Antezana, X. Vivanco, H. Gaete, V. Dellarossa, T. Zunini y L. Guglielmo.
- LA COMUNIDAD BACTERIANA DEL GOLFO DE ARAUCO, VIII REGION. M. Martínez, M. Abarzúa, K. Paredes, T. Maugerí, M. Mondaca y H. Urrutia.
- MACROBENTOS EN EL AREA DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. F. Carrasco.
- ANALISIS DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA MACROFAUNA BENTONICA DE LOS FONDOS BLANDOS DEL GOLFO DE ARAUCO. C. Valdovinos.
- EVALUACION DE LOS NIVELES DE DISTURBANCIAS DE LAS COMUNIDADES BENTONICAS DE LOS FONDOS BLANDOS DEL GOLFO DE ARAUCO. C. Valdovinos.
- ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS MACROALGAS EN EL GOLFO DE ARAUCO Y AREAS ADYACENTES. K. Alveal, H. Romo. C. Werlinger, F. Cinelli y F. Encina.
- SEDIMENTOLOGIA, MATERIA ORGANICA Y TANATOCENOSIS EN EL GOLFO DE ARAUCO. V. Pineda, I. Di Geronimo y F. Fanucci.
- COMUNIDAD DEMERSAL DEL CAÑON DEL BIOBIO. O. Aracena, O. Olivares, I. López y J. Uribe.
- ANTECEDENTES GENERALES SOBRE LA PESCA BENTONICA EN EL GOLFO DE ARAUCO, CON ENFASIS EN EL RECURSO LANGOSTINO COLORADO. V. A. Gallardo, I. Cañete, S. Enríquez, M. Baltazar, R. Roa y A. Acuña.
- DINAMICA Y EQUILIBRIO DEL LITORAL DEL GOLFO DE ARAUCO. F. Fanucci, V. Pineda, C. Amore.

Vol. 5. INTERRELACIONES RIO BIOBIO Y GOLFO DE ARAUCO 1990 - 1992.

- CARACTERIZACION OCEANOGRAFICA DEL AREA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. A. Acuña y M. Sobarzo.
- VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DEL SISTEMA DE CORRIENTES EN LA ZONA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. M. Sobarzo, M. Salamanca y J. Henríquez.
- FITOPLANCTON DEL AREA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO: COMPOSICION TAXONOMICA. S. Basualto, O. Parra y A. Acuña.

- RELACION ENTRE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y LA HIDROGRAFIA DEL AREA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. S. Basualto, A. Acuña y O. Parra.
- LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DEL AREA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. H. Gaete, A. Acuña e I. Cañete.
- CONCENTRACION Y DISTRIBUCION ESPACIAL DE METALES PESADOS Y COMPUESTOS ORGANICOS EN AGUA Y MATERIAL PARTICULADO EN EL AREA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. L. Chuecas, A. Acuña, J. Tapia, J. Carmi, R. Frache y O. Parra.
- RELACION ENTRE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON Y CONCENTRACION DE METALES PESADOS DEL AREA ADYACENTE A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BIOBIO. S. Basualto, L. Chuecas, J. Tapia y A. Acuña.

Vol. 6. ECOLOGIA DE LA BAHIA DE SAN VICENTE: 1991-1992.

- HIDROGRAFIA DE LA BAHIA DE SAN VICENTE. A. acuña, M. Sobarzo, R. Ahumada, F. Brito, y O. Díaz.
- METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LA BAHIA DE SAN VICENTE. L. Chuecas, R. Frache, J. Tapia, F. Baffi, F. Foggia y L. Abemoschi.
- METALES PESADOS Y SU RELACION CON LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON EN LA BAHIA DE SAN VICENTE. S. Basualto. L. Chuecas y J. Tapia.
- SEDIMENTOLOGIA, MATERIA ORGANICA, BIOCENOSIS Y TANATOCE-NOSIS DE BAHIA DE SAN VICENTE. V. Pineda, F. Fanucci, I. Di Geronimo y C. Valdovinos.

Vol. 7. AMBIENTES COSTEROS DEL GOLFO DE ARAUCO Y AREAS ADYACENTE. J. Stuardo, C. Valdovinos y A. Occipinti.

Vol. 8. EVALUACION Y ECOLOGIA DEL SISTEMA LIMNETICO Y FLUVIAL DEL RIO BIOBIO.

- EL USO DEL TERRITORIO Y DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO EN RELACION A LA CALIDAD DEL AGUA. O. Parra y M. Vighi.
- CARACTERIZACION FISICO Y QUIMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO BIOBIO Y EVALUACION DE LA POSIBILIDAD DE SU USO MULTIPLE. O. Parra, M. Vighi, L. Chuecas, R. Vismara, H. Campos y J. Arenas.
- MAPA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO BIOBIO Y AFLUENTES PRINCIPALES. M. Vighi, O. Parra, C. Valdovinos y R. Urrutia.

- LIMNOLOGIA DE LAS LAGUNAS DE ORIGEN DEL RIO BIOBIO: Icalma y Galletue. O. Parra, H. Campos, M. Vighi, C. Monti, W. Steffens, G. Agüero y S. Basualto.
- LIMNOLOGIA PRELIMINAR DEL LAGO LAJA. O. Parra, H. Campos, W. Steffens, G. Agüero, M. Vighi, C. Monti y S. Basualto.
- COMPOSICION TAXONOMICA DEL FITOBENTOS DEL RIO BIOBIO. O. Parra, S. Basualto, R. Urrutia y D. Avilés.
- COMPOSICION TAXONOMICA DEL ZOOBENTOS DEL RIO BIOBIO. C. Valdovinos, J. Stuardo y J. Arenas.
- FAUNA ICTICA DEL RIO BIOBIO. H. Campos, V. Ruíz, J.F. Gavilán y F. Alay.
- COMUNIDAD BACTERIANA DEL RIO BIOBIO. A. Mondaca, M. Martínez, M. Abarzúa, K. Paredes y T. Maugeri.
- DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA (GRANULOMETRIA) DE SEGMENTOS DEL CURSO SUPERIOR E INFERIOR DEL RIO BIOBIO. M. Cisternas.

Vol. 9. **HIDROLOGIA.**

- HIDROLOGIA PRELIMINAR Y BALANCE HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. D. Zampaglione, F. Godoy y L. Arumí.
- CARACTERIZACION PROBABILISTICA Y MODELOS ESTADISTICOS DE LA ESCORRENTIA EN LA CUENCA DEL BIOBIO. J.L. Arumí, P. Burlando y R. Rosso.
- MODELACION DETERMINISTICA DE LOS CAUDALES DIARIOS DEL RIO BIOBIO Y ALGUNOS TRIBUTARIOS. F. Godoy, P. Burlando, R. Rosso y M. Mancini.
- ANALISIS CRITICO DE LA INFORMACION PLUVIOMETRICA DE LA CUENCA DEL BIOBIO. J. García.
- CARACTERIZACION CLIMATICA, MORFOLOGICA Y MORFOMETRICA DE LAS SUBCUENCAS REPRESENTATIVAS EN LA CUENCA DEL BIOBIO. A. López.
- HIDROLOGIA DE CRECIDAS EN EL RIO BIOBIO. V. Aros.
- MODELOS HIDRAULICOS SEDIMENTOLOGICOS EN EL BAJO BIOBIO: ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD DE CANALIZACION. V. Aros.
- EFICIENCIA DE CONDUCCION EN LA RED DE CANALES DE LA CUENCA DEL BIOBIO. A Valenzuela.
- EFICIENCIA DE RIEGO A NIVEL PREDIAL EN LA CUENCA DEL BIOBIO. F. Holpzapfel.
- USO Y MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. L. Salgado.
- MODELO DECISIONAL PARA LA VALORACION DE LA DISTINTA UTILIZACION HIDRAULICA DEL RIO LAJA (EN RELACION AL PROYECTO DEL CANAL LAJA-DIGUILLIN). D. Montoya, A. Nardini y R. Rosso.
- MODELO PROBABILISTICO PARA LA DETERMINACION DE LA LLUVIA INTENSA A NIVEL LOCAL EN LA CUENCA DEL BIOBIO. A. López, P. Burlando y R. Rosso.

- ANALISIS SEDIMENTOLOGICO DEL RIO BIOBIO, SEGUNDA PARTE: NUEVAS ESTIMACIONES DEL TRANSPORTE HIDRAULICO DE SOLIDOS. V. Aros y L. Santana.
- INFLUENCIA DE LAS OBRAS HIDRAULICAS DEL RIO LAJA SOBRE SU REGIMEN NATURAL. V. Aros y L. Bizama.
- MODELOS NUMERICOS EN LA DETERMINACION DEL FLUJO SECUNDARIO EN CANALES Y RIOS DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO. V. Aros y F. Raiqueo.
- ESQUEMA PRELIMINAR DEL SISTEMA ACUIFERO ALUVIONAL EN LA DEPRESION CENTRAL DE LA CUENCA DEL BIOBIO. A. AGOSTINI y H. Blanco.

Vol. 10. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, SUELO, FLORA Y FAUNA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.

- DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. C. Amore, L. Montanari, A. Cecioni, S. Collao, A. Sánchez, E. Medina, J. Soto y S. Previtera.
- DESCRIPCION GEOMORFOLOGICA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. M. Mardones y E. Jaque.
- FLORA NATIVA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. E. Ugarte, C. Marticorena y R. Rodríguez.
- FAUNA NATIVA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. J.C. Ortíz, M. Riveros, H. Ibarra y V. Quintana.
- LA FORESTACION EN LA CUENCA EN LA RIO BIOBIO. J. Millán y P. Carrasco.
- EL SECTOR AGROPECUARIO EN LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. R. Gajardo.
- LA EROSION EN LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. L. Peña, B. Lo Cascio y P. Carrasco.
- SUELOS DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. P. Carrasco y L. Peña.
- USO ACTUAL DE LOS SUELOS DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. P. Carrasco, J. Millán, L. Peña y B. Lo Cascio.
- ANALISIS COMPARATIVO DEL USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LOS SUELOS. P. Carrasco, J. Millán, L. Peña y B. Lo Cascio.

Vol. 11. DESCARGAS INDUSTRIALES Y RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

I: RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS.

- CATASTRO DE LAS DESCARGAS LIQUIDAS INDUSTRIALES DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BIOBIO Y EL AREA COSTERA ADYACENTE. S. Rivera, J. Céspedes, J. Paz y S. Munari.

- APORTE DEL DQO Y SOLIDOS SUSPENDIDOS DEL SECTOR INDUSTRIAL EN LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. S. Rivera y J. Céspedes.
- LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL EN LA CUENCA DEL BIOBIO. J. Paz y J. Céspedes.
- DESARROLLO DE UNA METODOLOGIA DE SEGUIMIENTO DE CONTAMINANTES EN DESCARGAS LIQUIDAS INDUSTRIALES DE PLANTAS DE CELULOSAS. J. Céspedes, R. Ramírez, M. Pérez y J. Carmi.
- CARACTERIZACION DE LAS DESCARGAS LIQUIDAS DE DIEZ INDUSTRIAS PESQUERAS EN TALCAHUANO. S. Rivera, J. Céspedes, G. Rivera, M. Vargas y S. Madariaga.

II. EMISIONES ATMOSFERICAS.

- TECNICAS DE ANALISIS DE EMISIONES GASEOSAS. D. Klattenhoff.

III. RESIDUOS SOLIDOS.

(1) RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA FORESTAL.

- CUANTIFICACION DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE CONVERSION MECANICA DE LA MADERA. L. Reyes, R. Melo, C. Rubio y L. Paris.
- NUEVAS TECNOLOGIAS EN EL APROVECHAMIENTO DE DESECHOS INDUSTRIALES. J. Paz, V. Drapela y R. Melo.
- ESTUDIO DEL DETERIORO DE UNA PILA DE ASERRIN DE APROXIMADAMENTE 30 AÑOS. V. Caballería, L. Reyes y R. Melo.
- DISPOSICION DE RESIDUOS DE PENTACLOROFENOL Y OPTIMIZACION DE BAÑOS ANTIMANCHAS EN ASERRADEROS DE LA OCTAVA REGION. H. Poblete, R. Vargas, L. Reyes y R. Melo.

(2) RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

- CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE ONCE LOCALIDADES DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BIOBIO Y DEL AREA COSTETA ADYACENTE. J. Céspedes, L. Reyes y R. Melo.
- DISEÑO, CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA DE RELLENOS SANITARIOS PILOTOS. M. Arévalo, L. Reyes, J. Céspedes y R. Melo.

IV. AVANCES TECNOLOGICOS EN LA DESCONTAMINACION INDUSTRIAL.

- LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y EL PAPEL. TECNOLOGIA LIMPIAS. J. Paz, S. Rivera y J. Céspedes.
- CAMBIOS TECNOLOGICOS EN PROCESOS INDUSTRIALES. J. Paz, J. Céspedes y S. Rivera.

Vol. 12. ASPECTOS ECONOMICOS, SOCIALES Y CULTURALES.

- RELACION DEL DESARROLLO HISTORICO DE LA OCTAVA REGION. T. González y F. Torrejón.
- LOS PEHUENCHES, UNA VISION HISTORICA. F. Torrejón y T. González.
- LA ETNIA PEHUENCHE. F. Santos.
- INDICADORES SOCIALES, CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN LA REGION DEL BIOBIO. F. Antinao.
- COMPORTAMIENTO DEMOGRAFICO DE LAS COMUNAS Y CENTROS URBANOS IGUALES O MAYORES A MIL HABITANTES DEL CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BIOBIO. M. Pérez.
- CARACTERIZACION ECONOMICO-PRODUCTIVA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO Y VIII REGION. R. Aguilera, P. Hormazábal, R. Gajardo, F. Venegas, A. Espinoza y E. Abad.
- EL DESARROLLO DE LA REGION DEL BIOBIO, LA PRESENCIA DEL SECTOR INDUSTRIAL. A. Sánchez.
- LAS DESIGUALDADES COMUNALES A ESCALA REGIONAL. A. Sánchez.

ACTAS DE SEMINARIOS CIENTIFICOS

Vol.1. LA FORMAZIONE NELLA STRATEGIA DELLA COOPERAZIONE ITALIANA ALLO SVILUPPO: MODELLI ATUALI, VERIFICA PROSPETTIVE.

"PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PER LO SVILUPPO NELLA SALVAGUARDIA AMBIENTALE".

Vol.2. USO DEL SUELO Y DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.

Vol.3. LEGISLACION AMBIENTAL.

Vol.4. GESTION ZONA COSTERA OCEANICA.

PUBLICACIONES DE DIVULGACION

- Vol.1. **LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.** O.Parra, F. Faranda, R. Aguilera, M. Mardones y P. Hormazábal.
- Vol.2. **LOS PEHUENCHES.** F. Santos.
- Vol.3. **LOS FUERTES ESPAÑOLES DEL RIO BIOBIO.** F. Torrejón y T. González.
- Vol.4. **LA PESCA REGIONAL.** A. Arrizaga, J. Chong y C. Oyarzún.
- Vol.5. **PECES DEL BIOBIO.** H. Campos, V. Ruíz, J. Gavilán y F. Alay.
- Vol.6. **FLORA Y FAUNA NATIVA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.** E. Ugarte, J.C. Ortíz.
- Vol.7. **LA CUENCA DEL RIO ITATA.**
- METODOLOGIA PARA AFORAR CAUDALES. APLICACION A LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL CENTRO EULA. A López.
 - ANALISIS DE INFORMACION FLUVIOMETRICA. SUBCUENCA BUREO-MULCHEN. J.L. Arumí.
 - LA CUENCA DEL ITATA Y SUS PROBLEMAS. L. Salgado y A. Valenzuela.
 - HIDROLOGIA BASICA. S. Orlandini y L. Salgado.
- Vol.8. **AMBIENTES COSTEROS DE LA OCTAVA REGION.** J. Stuardo y C. Valdovinos.
- Vol.9. **EL SISTEMA URBANO EN LA REGION DEL BIOBIO.** H. Fox.
- Vol.10. **EL PAISAJE DEL AREA TRASANDINA DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.** A. Palacios.
- Vol.11. **LA ACTIVIDAD FORESTAL EN LA VIII REGION.** R. Aguilera, J. Millán y P. Carrasco.
- Vol.12. **AGRICULTURA. ¿QUO VADIS?.** R. Gajardo.
- Vol.13. **LOS PROYECTOS DE INVERSION Y LA EXTRANJERIZACION DE LA ECONOMIA REGIONAL.** P. Hormazábal y F. Antinao.
- Vol.14. **LA OCTAVA REGION EN EL MODELO DE LIBRE MERCADO.** A. Sánchez.

- Vol.15. **GUIA DE CAMPO DE LOS MOLUSCOS DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO Y DEL AREA MARINA ADYACENTE.** C. Valdovinos.
- Vol.16. **EL CLIMA Y EL TIEMPO DE LA HOYA DEL RIO BIOBIO Y ZONA COSTERA ADYACENTE.** C. Seguel y N. Saavedra.
- Vol.17. **MONITOREO GENETICO DE ALGUNAS ESPECIES ACUATICAS DE LA OCTAVA REGION.** F. Alay y J.F. Gavilán.
- Vol.18. **RESIDUOS SOLIDOS URBANOS. PROBLEMATICA Y MANEJO.** J. Céspedes y L. Reyes.
- Vol.19. **METODOLOGIA PARA AFORAR CAUDALES. APLICACION A LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL CENTRO EULA.** A. López.
- Vol.20. **ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA DE BUREO.** J.L. Arumí.
- Vol.21. **PERSPECTIVAS DE DESARROLLO EN LA CUENCA DEL BIOBIO.** A. Valenzuela.
- Vol.22. **RIESGOS SISMICOS, VOLCANICOS Y NATURALES DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.** A. Bottari, A. Cecioni y M. Mardones.

ANALISIS TERRITORIAL

- Vol.1. **EL CHILE DE HOY.** A. Witker.
- Vol.2. **LA CUENCA DEL RIO BIOBIO, EL GOLFO DE ARAUCO Y LA REALIDAD REGIONAL.** F. Antinao, M. Mardones y P. Ilabaca.
- Vol.3. **LA METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA.** N. Saavedra.
- Vol.4. **GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA.** A. Cecioni y M. Mardones.
- Vol.5. **EL SUELO.** P. Carrasco, J. Millán y L. Peña.
- Vol.6. **FLORA Y FAUNA.** E. Ugarte y J.C. Ortíz.
- Vol.7. **HIDROLOGIA.** L. Salgado, D. Zampaglione, A. Valenzuela y V. Aros.
- Vol.8. **EL SISTEMA LIMNETICO Y FLUVIAL DEL RIO BIOBIO.** O. Parra, H. Campos y M. Vighi.

Vol.9. EL SISTEMA MARINO COSTERO: GOLFO DE ARAUCO Y BAHIA DE SAN VICENTE.

- OCEANOGRAFIA FISICA. D. Arcos, A. Di Maio, M. Salamanca y E. Sansone.
- PLANCTON Y PRODUCTIVIDAD. T. Antezana y L. Guglielmo.
- MACROZOOBENTOS. S. Di Geronimo y C. Valdovinos.
- MACROFITOBENTOS. K. Alveal, H. Romo, C. Werliger y F. Cinelli.
- NECTON. O. Aracena y A. Arrizaga.
- EL CAÑON DEL BIOBIO Y SU IMPORTANCIA EN LA EVOLUCION DEL GOLFO DE ARAUCO. F. Fanucci y V. Pineda.
- ¿MICROBIOLOGIA? M. Martínez y T. Maugeri.

Vol.10. EL RIO BIOBIO Y EL GOLFO DE ARAUCO. A. Acuña, N. Della Croce, V. A. Gallardo.

Vol.11. AMBIENTE ESTUARINOS. J. Stuardo, C. Valdovinos y A. Occhipinti.

Vol.12. USO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES RECURSOS NATURALES. R. Gajardo y L. Cristi.

Vol.13. EL SISTEMA JURIDICO AMBIENTAL. A. Cervetti.

Vol.14. LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL. S. Munari, J. Paz, J. Céspedes y S. Rivera.

Vol.15. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO. R. Aguilera, J. Viveros, A. Sanchez, S. Nuti, P. Hormazábal, F. Venegas y R. Gajardo.

Vol.16. LA ESTRUCTURA URBANA. H. Fox, I. Cartes y H. Hernández.

Vol.17. LA ESTRUCTURA VIAL Y EL TRANSPORTE. I. Cartes.

Vol.18. GEOGRAFIA DEL SISTEMA TERRITORIAL DE LA OCTAVA REGION Y LA CUENCA DEL BIOBIO. F. Antinao, C. Da Pozzo y M. Pérez.

PROPUESTAS DE ORDENAMIENTO

- Vol.1. **CUADRO ESTRATEGICO TERRITORIAL DE LA RECUPERACION Y DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO, REGION DEL BIOBIO.** I. Cartes, C. Da Pozzo, H. Fox, V. Girgenti, G. Leone, L. Urbani, C. Amore, A. Di Blato, A Di Noto, L. Fasce, G. Lo Riso, M. Mardones, L. Montanari, C. Quarta- rone, G. Rodríguez, M. Woerner y A. Zelada.
- Vol.2. **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL SANEAMIENTO Y LA PROTECCION AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO BIOBIO.** D. Zampaglione, E. De Fraja F., S. Munari, R. Vismara, M. Giugliano y C. Schifani.
- Vol.3. **PLAN DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y FORESTAL.** R. Gajardo.
- Vol.4. **PLAN DE AREAS DE PROTECCION ECOLOGICA.**
- PLAN DE AREAS DE PROTECCION ECOLOGICA.
 - GESTION DE MEJORAMIENTO DEL ENTORNO PEHUENCHE Y DE SU ORGANIZACION PARA LA PRODUCTIVIDAD. F. Santos.
- Vol.5. **PLAN DE DESARROLLO ENERGETICO.** A. Olivero.
- Vol.6. **PLAN JURIDICO AMBIENTAL.** A. Cervetti.
- Vol.7. **PLAN DE GESTION COSTERA.** V. A. Gallardo.



Universidad de Concepción
Centro EULA-CHILE



CLASE MAGISTRAL

**EL MAR PRESENCIAL:
UN NUEVO CONCEPTO UNIFICADOR
DEL DERECHO INTERNACIONAL DEL MAR.**

Comandante en Jefe de la Armada

Almirante don

Jorge Martínez Busch

Jueves 22 de Octubre 1992
17,30 hrs.

Coordinación General:

Prof. Dr. Oscar O. Parra
Director, Centro EULA-CHILE
Prof. Dr. Víctor A. Gallardo
Coordinador Científico, Centro EULA-CHILE
Departamento de Oceanología

Auditorium Facultad de Ciencias
Jurídicas y Sociales
Barrio Universitario
Concepción

Informaciones:

Centro EULA-CHILE

Casilla 156-C
Fono: 041 242465 - Fax: 041 242546

PRESENTACION

Las especiales realidades geográficas de nuestro país han inspirado en el pasado reciente particulares percepciones que, a la postre, se han traducido en cambios paradigmáticos en el derecho internacional del mar y en las relaciones entre Chile y su mar.

El concepto de **Zona Económica Exclusiva**, incluido en la **Convención sobre Derecho del Mar de las Naciones Unidas de 1982**, zona que se extiende hasta las 200 millas náuticas, contadas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide el **Mar Territorial**, donde el Estado ribereño posee competencias para el uso racional o conservación, administración y tutela de los recursos naturales, tuvo su origen en la Declaración sobre Jurisdicción Marítima del Presidente Gabriel González Videla del 23 de Junio de 1947.

En estos momentos, y una vez más, nos encontramos ante un nuevo concepto, de carácter océano-político, asociado y dentro del mismo derecho internacional del mar, llamado a tener importantes proyecciones y a crear amplias perspectivas para el destino marítimo de Chile. Nos referimos al concepto de "**Mar Presencial**".

El Cdte. en Jefe de la Armada de Chile, Almirante don **Jorge Martínez Busch** es el autor de este concepto unificador, que ha sido recibido con gran interés en Chile (fue integrado en el texto de la nueva **Ley de Pesca y Acuicultura**), y en el extranjero, generando un activo diálogo en medios académicos y jurídicos internacionales.

En la realidad, esta proposición surge en momentos que se cuestiona la aptitud de los principios insertos en la **Convención de Derecho del Mar de las Naciones Unidas de 1982**, en función de la gestión, conservación, exploración y explotación de los recursos vivos marinos de la alta mar asociados a las zonas económicas exclusivas.

En efecto, los límites jurisdiccionales establecidos por esta convención no dan cuenta del carácter transnacional de la distribución de los **Grandes Ecosistemas Marinos**, (concepto contemporáneo desarrollado por la comunidad científica internacional) del océano, uno de los cuales, aparece justamente distribuido en una amplia zona frente a nuestro país, (el **Gran Ecosistema Marino de Humboldt**), coincidente en gran medida con el planteamiento implícito en el concepto de **Mar Presencial**.

La **Universidad de Concepción**, y en particular el **Centro EULA-CHILE**, han visto en los conceptos de **Grandes Ecosistema Marinos** y de **Mar Presencial**, oportunidades para plasmar la tan necesaria integración del "ser chileno" con el gran ecosistema biosférico (terrestre, aéreo, acuático continental y marino) que le sustenta y cuya gestión y tutela son fundamentales para su desarrollo socio-económico sustentable y equitativo.

El desafío involucrado en el concepto de **Mar Presencial** conlleva la exigencia de la investigación científica y de la aplicación tecnológica, en formas y medidas que superan a las tradicionales. Esto a su vez implica la formación de recursos humanos, tarea que debe ser recogida por la Universidad en estrecha colaboración con otros entes permanentes de nuestra sociedad.

En lo estrictamente marino, por ejemplo, el concepto de **Mar Presencial** implica que nuestro país requiere solucionar la carencia de un ente oceanográfico nacional de investigación científica y tecnológica, que cultive materias tales como la ingeniería oceánica, la oceanopolítica, etc., como formas de asegurar la real ocupación, defensa y tutela, por parte de Chile, de los espacios marinos y recursos naturales sujetos a la jurisdicción o influencia nacionales.

**DISPONIBILIDAD DEL
RECURSO AGUA Y
EVENTOS HIDROLOGICOS
EXTREMOS**

1. INTRODUCCION

El conocimiento de la disponibilidad de recursos hídricos a lo largo del país y de sus eventos extremos constituye un tema trascendente para su desarrollo futuro. Sin embargo resulta extraordinariamente difícil de abordar en forma rigurosa, ya que las variables hidrológicas más significativas presentan un comportamiento estocástico con una gran heterogeneidad espacial, y son el resultado de procesos físicos complejos.

Por las razones señaladas, el presente trabajo se limita a presentar algunos antecedentes que permiten ilustrar la problemática planteada. Un aspecto que se desea destacar es la necesidad de distinguir entre la disponibilidad natural de recursos hídricos y las condiciones reales de las cuencas chilenas, las cuales en una elevada proporción son el resultado de una significativa alteración de la cuenca producida por la actividad humana.

De acuerdo con lo anterior en el punto 2) y 3) se presenta la disponibilidad natural de recursos hídricos en el país, mientras que en el 4) se ilustra la magnitud de las alteraciones de los recursos hídricos como resultado de los aprovechamientos existentes.

2. RECURSOS HIDRICOS MEDIOS. REGIMEN NATURAL.

Un primer elemento que ayuda a caracterizar la disponibilidad de recursos hídricos lo constituye el análisis de los componentes del balance hidrológico, para un período suficientemente largo. La Dirección General de Aguas estudió en detalle (escala 1:500.000) el balance hídrico del país, para el período comprendido entre los años 1951 – 1980 (DGA, 1987). En dicho estudio se analizó la información de un total de 1.500 estaciones de precipitación, caudal, temperatura y evaporación. El estudio consistió básicamente en la cuantificación espacial de las componentes del balance según la expresión:

$$Q = P - E$$

Donde:

Q : Escorrentía efluente de la cuenca.

P : Precipitación media a nivel de la cuenca.

E : Flujos que retornan a la atmósfera por evapotranspiración de las plantas, evaporación desde superficies libres de aguas y otros.

Los resultados a nivel nacional y desglosado en tres grandes macrorregiones (I y II Región, III – XII Región) se presenta en la figura N° 1, expresados en unidades de láminas de agua anual y de caudal. Además, se entrega como referencia la información correspondiente a los balances hídricos a nivel de Sudamérica y mundial.

Los resultados del balance reflejan claramente la extraordinaria heterogeneidad espacial de los recursos hídricos en el país. Por esta razón, aunque la escorrentía a nivel nacional resulta sustancialmente mayor a la media mundial y similar a la de Sudamérica, las extensas áreas del Norte del país presentan tasas de escorrentía mínimas, que no alcanzan al 10 o/o del promedio mundial. Del mismo modo, mientras entre las regiones XI y XII se ha estimado un caudal total de aproximadamente 20.000 m³/s; desde la III a la X Región se obtiene un valor de 9.000 m³/s, y en la I y II de 21 m³/s.

Un mayor nivel de detalle se puede observar en las figuras N° 2 y N° 3, donde se entrega el balance hídrico desglosado por regiones. En esos antecedentes el término de escorrentía corresponde al caudal que finalmente abandona el territorio nacional, al océano o a países vecinos, después de los aprovechamientos efectuados por el hombre. Además, se presentan las pérdidas evaporativas distinguiendo entre las que se originan por la evapotranspiración real natural de la cuenca, debido directamente a las precipitaciones, la evapotranspiración adicional de las superficies regadas y la evaporación de lagos, lagunas y salares. Además, se entrega información de los caudales netos consumidos por los aprovechamientos domésticos, mineros e industriales.

La distribución de la escorrentía observada y de la precipitación a nivel de las regiones muestra un mínimo en la II región con valores de 0,9 m³/s y 44,5 mm/año respectivamente; y tendencias crecientes a partir de esa latitud hacia el norte y sur del país. En la XI región se obtiene el máximo con 10.130 m³/s y 3.260 mm/año. Como se deduce de estas cifras el rango de variación que presenta la escorrentía es aún mayor que el observado en la precipitación. Esto se debe a que la escorrentía en las zonas áridas y semiáridas del país representa una fracción muy pequeña de la precipitación, ya que la mayor parte queda en el suelo y retorna a la atmósfera. Esta situación no se presenta en zonas húmedas donde las precipitaciones y la escorrentía tiende a ser más similares.

Resulta importante destacar que la evaporación desde salares y lagos en las 3 primeras regiones del país constituye una importante componente del Balance Hídrico, comparable con el valor de la escorrentía, e inclusive en algunos casos superior. También resulta especialmente notable en esa zona la magnitud de los consumos derivados de la actividad humana (agrícolas, domésticos, mineros e industriales), en relación a la escorrentía, en especial si se recuerda que normalmente sólo una fracción de los recursos hídricos resulta técnica y económicamente aprovechable debido a su alta variabilidad temporal y espacial.

En relación a la elevada escorrentía que se presenta en la XI Región, es interesante señalar que el 63 o/o de ella corresponde a la que se genera en la zona de islas y en la vertiente occidental de la cordillera; la cual se caracteriza por su inaccesibilidad.

La distribución de la disponibilidad de recursos hídricos a lo largo del año de los diferentes ríos chilenos queda definida básicamente por el régimen de precipitaciones (estival al norte de los 26° Lat. e invernal al sur de esa latitud), la ocurrencia de precipitaciones nival y su importancia en relación a las precipitaciones totales de la cuenca y la capacidad de regulación natural de la cuenca por influencia de los recursos hídricos almacenados en acuíferos, lagos y glaciares.

FIG. N° 1 : BALANCES HIDRICOS POR MACROREGIONES NACIONAL, SUDAMERICANO Y MUNDIAL

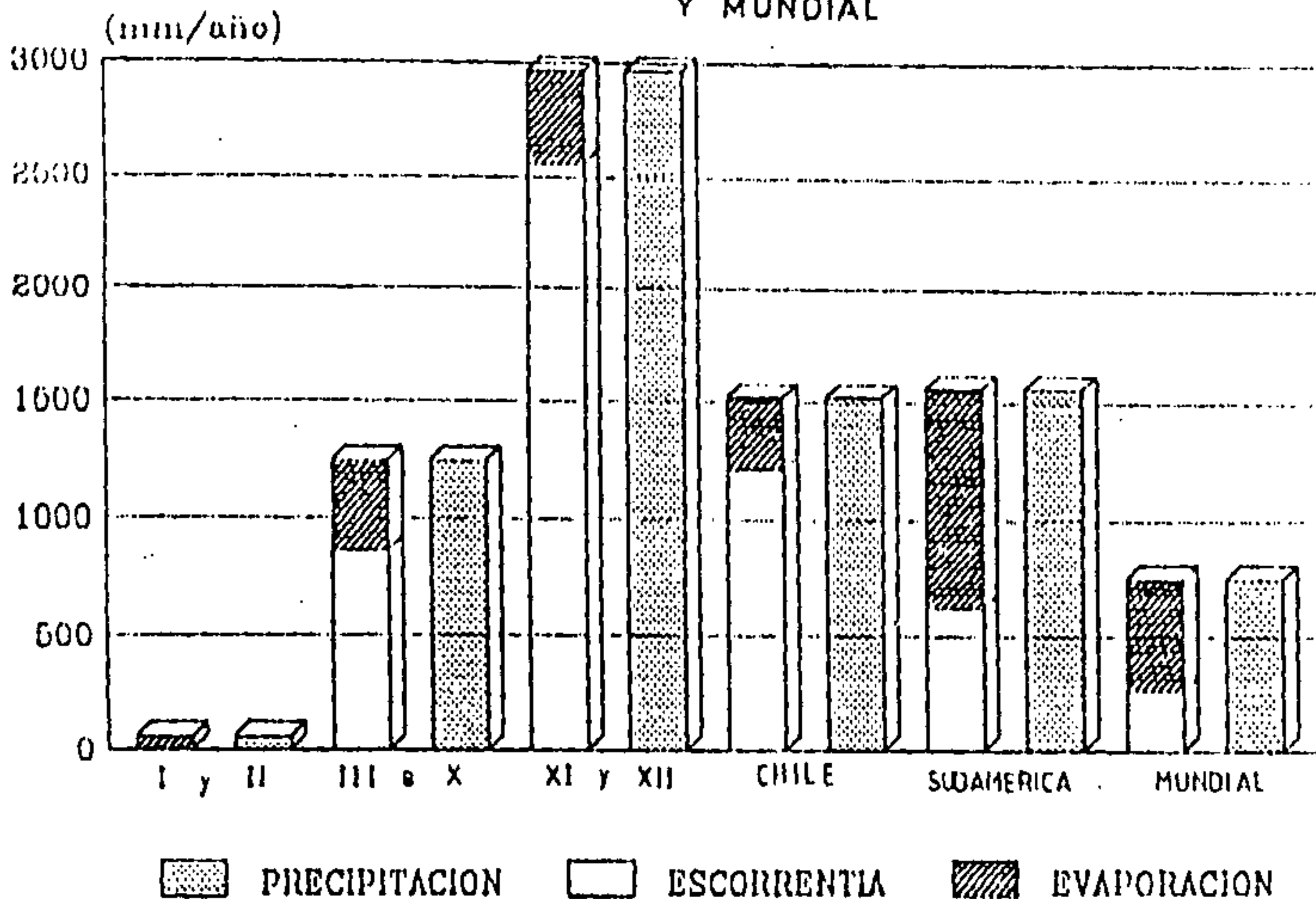


FIG. N° 2: PRECIPITACION Y ESCORRENTIA NATURAL POR REGIONES

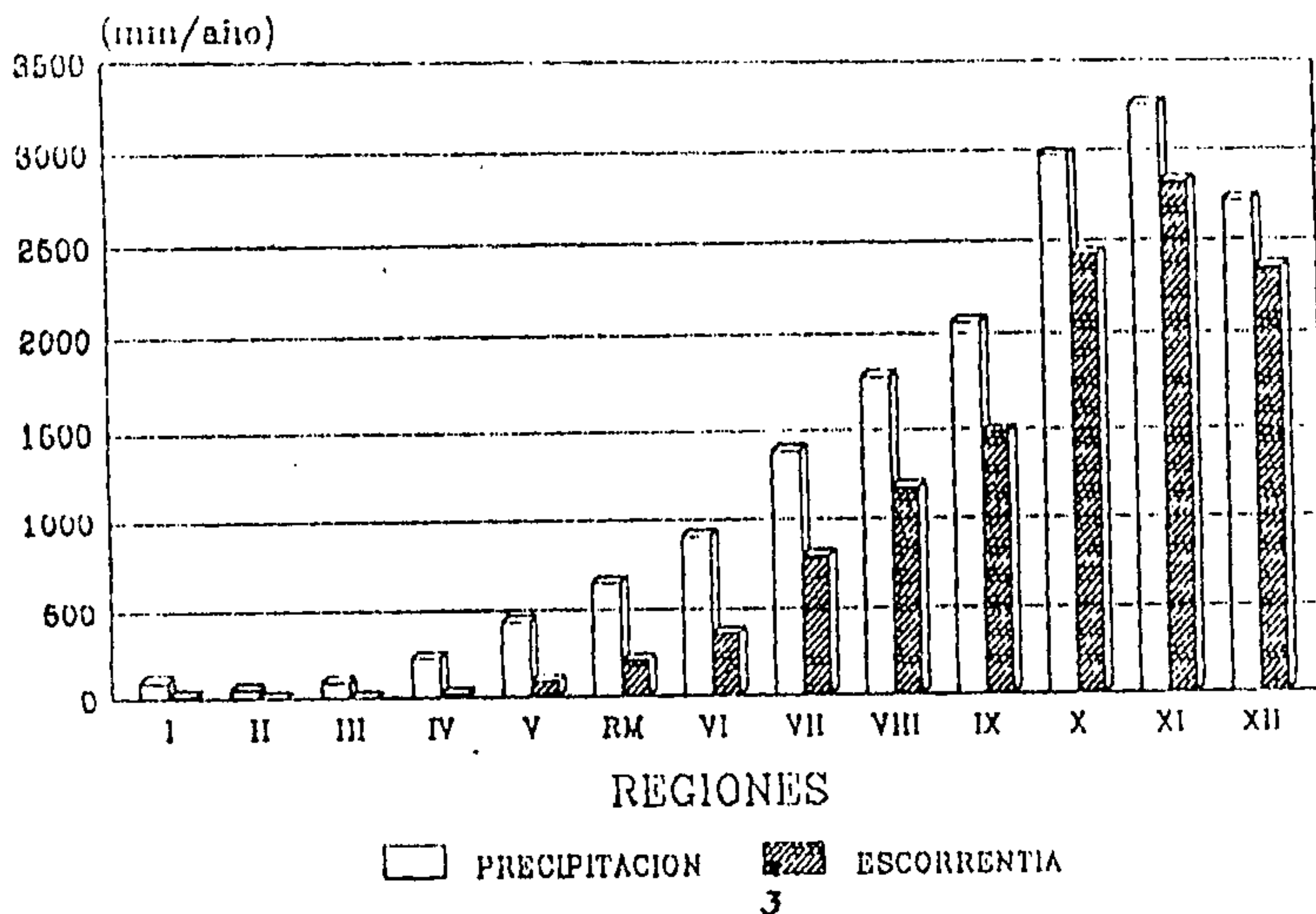


FIG. N° 3: COMPONENTES DEL BALANCE HIDROLOGICO NACIONAL

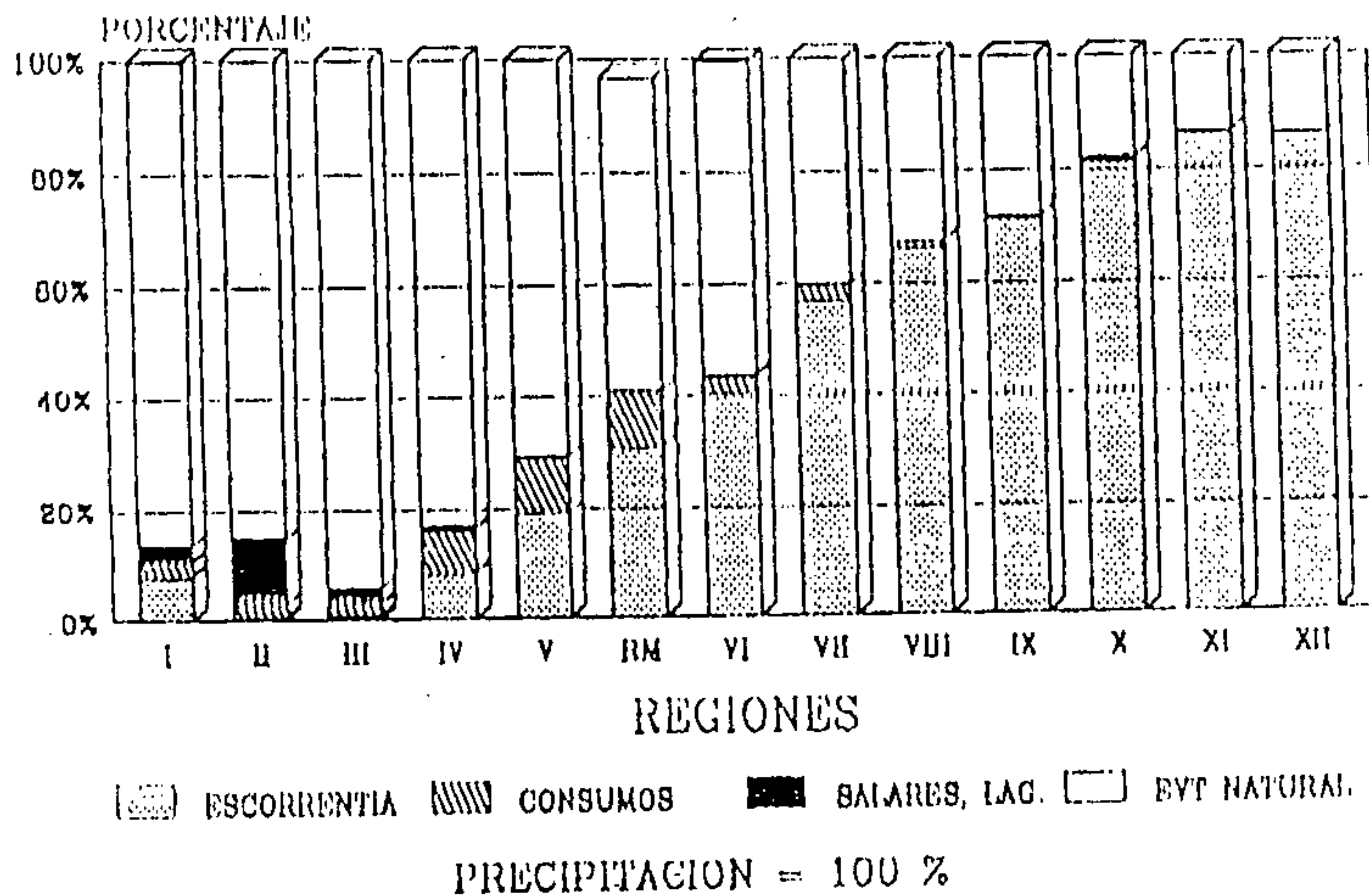


FIG. N° 4: DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LA PRECIPITACION Y EL CAUDAL EN FUNCION DE LA LATITUD

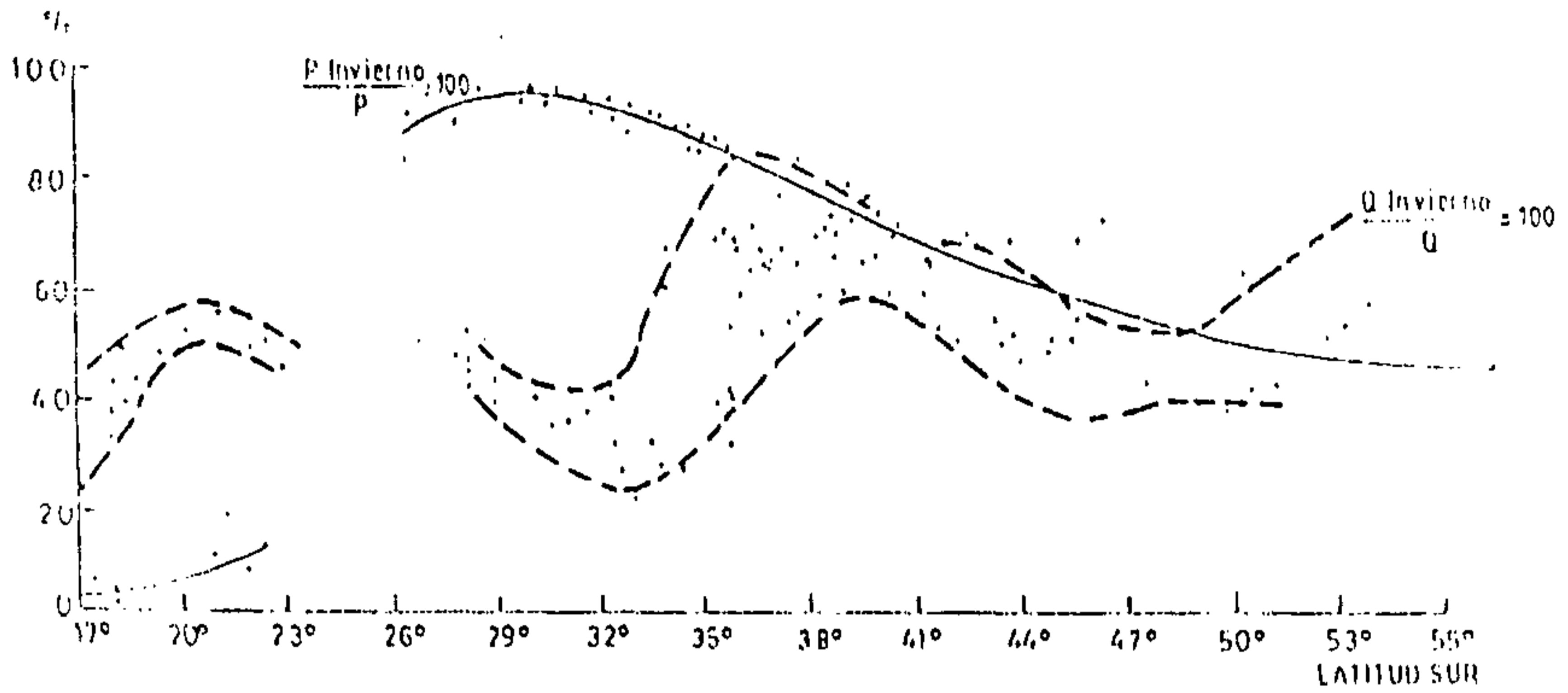


FIG. N° 5: VARIABILIDAD INTER ANUAL DEL CAUDAL MEDIO ANUAL (BENITEZ Y VIDAL 1984)

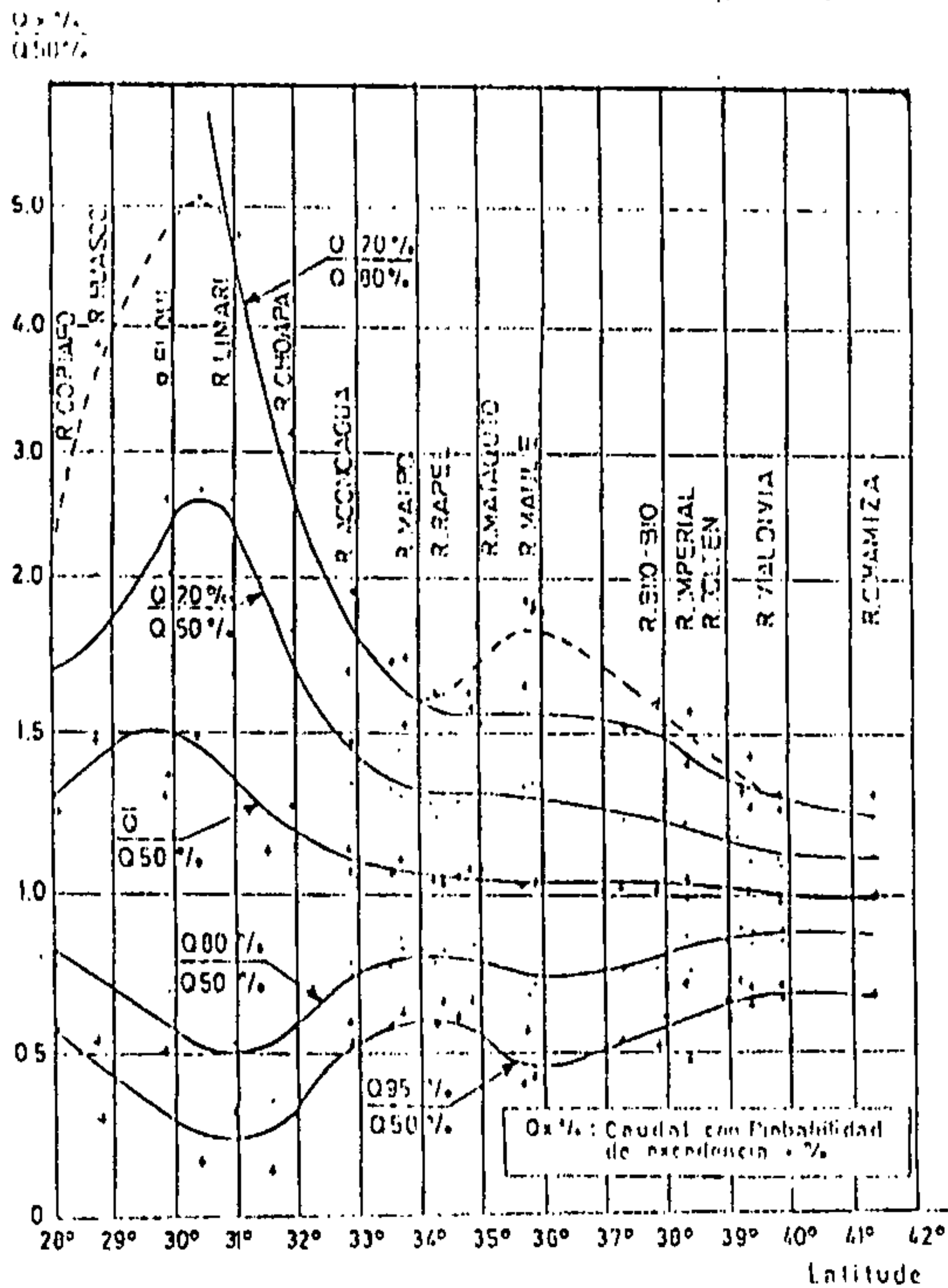
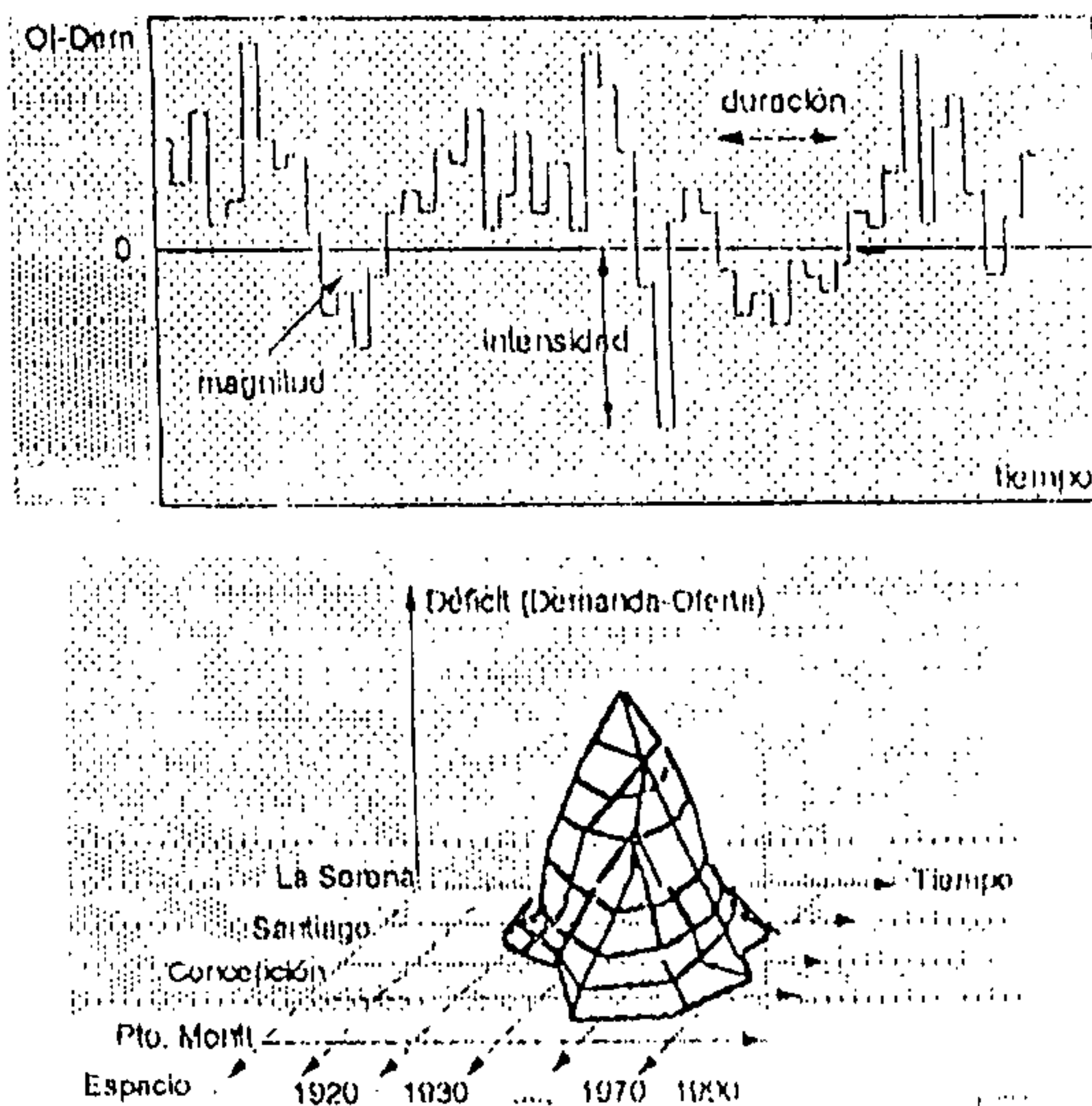


FIG. N° 6: SERIE TEMPORAL DE OFERTA MENOS DEMANDA Y SEQUIAS EN EL SISTEMA ESPACIO - TIEMPO.



Los factores señalados se combinan a lo largo del país e inclusive a lo largo del recorrido de un mismo río de manera compleja, dando origen a cuencas de régimen pluvial, pluvio-nival, nival y en algunas ocasiones a regímenes de carácter nivo-glacial.

En la figura N° 4, preparada en base a los antecedentes proporcionados por el Balance Hídrico de Chile (DGA., 1987), se puede apreciar el porcentaje de la escorrentía total anual que se presenta en los meses invernales (Abril - Septiembre) y, por contraste con la distribución de las precipitaciones, la regulación que introduce el almacenamiento de los recursos hídricos en forma de nieve y de agua subterránea, especialmente al norte de los 37° LS.

3. VARIABILIDAD HIDROLOGICA Y SEQUIAS

Los valores medios constituyen una representación muy limitada de la disponibilidad de recursos hídricos considerando la significativa fluctuación temporal de los caudales.

En el caso de Chile, con un sector importante del país ubicado en una zona de transición climática, presenta precipitaciones con una alta variabilidad interanual. De este modo, según consta en las crónicas, la existencia de períodos secos que han abarcado gran parte del territorio ha sido motivo de preocupación recurrente durante toda la vida nacional.

La respuesta de las cuencas a estas fluctuaciones se ilustra en la Figura N° 5 (A. Benítez y F. Vidal, 1984), que muestra la variabilidad interanual de los caudales entre los 28° y 42° LS. En ella se aprecia la influencia de la mayor variabilidad de las precipitaciones hacia el norte en conjunto con el efecto regulador que introducen los glaciares (33° a 35° LS), los lagos (39° a 42° LS) y las cuencas con una

elevada fracción de aportes provenientes de las aguas subterráneas. En esos casos los caudales en condiciones de sequía (Q95 o/o) representan alrededor del 60 o/o del caudal normal (Q50 o/o); mientras que en otras cuencas ese porcentaje llega a ser inferior al 30 o/o.

Una aproximación diferente a la evaluación de la disponibilidad de los recursos hídricos en condiciones extremas se orienta al análisis de los períodos de sequía, entendiendo por tales la sucesión de eventos en los que la disponibilidad de agua es inferior a los requerimientos.

Desde un punto de vista metodológico, la caracterización de las sequías resulta especialmente compleja, debido a que para ello se deben considerar las propiedades de los déficit de abastecimiento tanto en los términos temporales como espaciales. De este modo, es necesario recurrir a diversos indicadores tales como su duración, extensión, intensidad y magnitud. (Fig. N° 6).

Dependiendo del tipo de demanda cuyo déficit se desee analizar, normalmente se distingue entre sequías meteorológicas, por ausencia de precipitaciones; agrícolas, si existe falta de agua disponible en la zona de las raíces de las plantas, e hidrológicas si se presenta déficit en los caudales de los ríos.

En la Figura N° 7 se presenta un plano espacio - temporal, las sequías meteorológica en Chile Central (La Serena a Puerto Montt), para un nivel de demanda equivalente al 10 o/o de la precipitación anual entre los años 1915 y 1984. Interesa destacar en dicho diagrama la extraordinaria extensión espacial de las principales sequías del siglo (1924, 1968), las que han afectado la casi totalidad del área (Fernández, 1991).

Un estudio exhaustivo de las características estadísticas de las sequías meteorológicas, agrícolas e hidrológicas de Chile central ha sido publicado por B. Fernández (1991). Desde el punto de vista del diseño hidrológico, es interesante constatar que en dicha investigación los distintos análisis muestran que el período seco registrado en el país en torno al año 1968, corresponde a las condiciones de sequías más adversas durante el último siglo en duración, extensión, intensidad y magnitud.

Las sequías hidrológicas en comparación a las meteorológicas presentan algunas diferencias del mayor interés. Entre ellas se debe destacar que debido a la regulación natural de las cuencas, la magnitud de los déficit en los períodos secos se manifiesta con menor intensidad en los caudales que en las precipitaciones. Por otra parte, las sequías hidrológicas son de mayor duración y presentan un cierto retardo, en relación a los déficit de precipitaciones, el cual en la latitud del Río Elqui alcanza a 12 meses, mientras que en el Ñuble solamente a 3 meses (Fernández, 1991).

Es de la mayor importancia que en el concepto de sequía converge un fenómeno natural, la disminución de la disponibilidad de agua, y las demandas, que en las sociedades modernas depende de las características y magnitud del desarrollo socio-económico. Al respecto en el Cuadro N° 1, se incluyen diversos indicadores del impacto potencial de una sequía hidrológica según los datos correspondientes a los años 1924 y 1968, los cuales corresponden a los 2 años más secos del siglo en Santiago, y al año 1990.

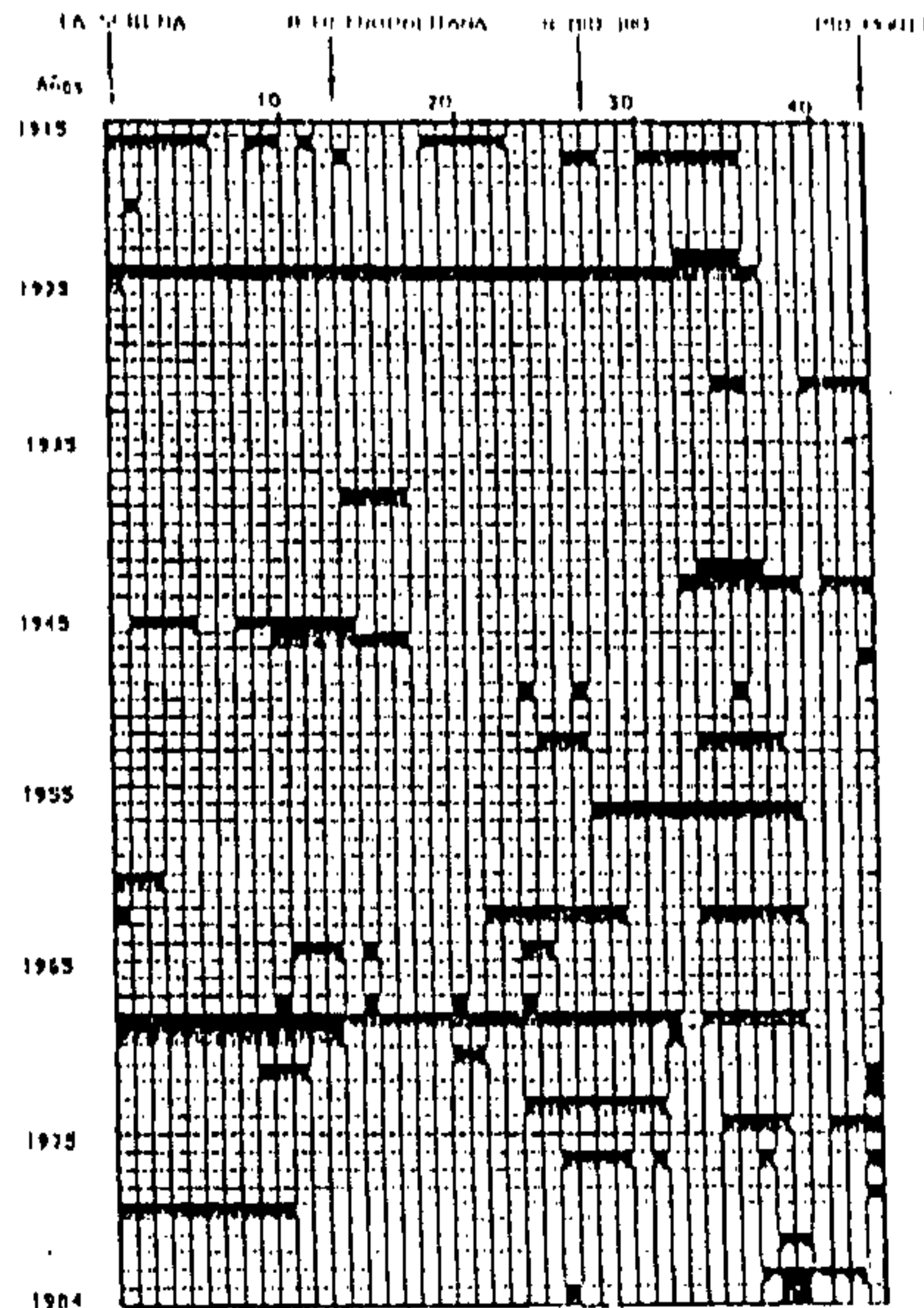
Como se puede apreciar, la dependencia del país de sus recursos hídricos muestra un aumento extraordinario, en especial debido al incremento de la población, de la generación eléctrica, al uso más intenso de los cauces como medio de transporte de aguas servidas. A estos indicadores cuantitativos se debe agregar los efectos sobre la gestión del recurso en condiciones de sequía de la subdivisión de la tierra, los cambios en los patrones de cultivos y en los requerimientos cualitativos de los productos agropecuarios y muchos otros.

CUADRO Nº 1

IMPACTO DE UNA SEQUIA. EVOLUCION DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

		AÑO		
		1924	1968	1990
Población (Habitantes)	TOTAL	4.000.000	9.000.000	12.500.000
Areas Regadas (Hectáreas)	Santiago	600.000	2.800.000	5.000.000
	Permanente	660.000	1.100.000	1.100.000
	Eventual	500.000	700.000	700.000
	Producción (*) (o/o)	-----	53 o/o	65 o/o
Hidroelectricidad (MW)	Potencia Instalada	120	860	3.000
	Porcentaje Potencia Total	40 o/o	50 o/o	57 o/o (1986)
Contaminación	Pob. C/Alcantarillado (Hab.)	-----	1.800.000	8.000.000
(*) Porcentaje de la producción de las zonas regadas sobre el valor total de la producción agropecuaria.				

FIG. Nº 7 : IDENTIFICACION DE SEQUIAS METEOROLOGICAS EN UN PLANO ESPACIO TIEMPO PARA UN NIVEL DE PROBABILIDAD 10 % EN CHILE CENTRAL.



CUADRO N° 2

CAUDALES AFLUENTES Y SOBANTES

CUENCA	Qa m3/s	Qs m3/s	Qms m3/s	Qs/Qa o/o	Qms/Qa o/o
1 Río Lluta	2,3	1,4	0,09	60,9	3,9
2 Río San José	1,5	0,0	0,00	0,0	0,0
3 Pampa del Tamagural	1,0	0,0	0,00	0,0	0,0
4 Río Loa	2,8	0,6	0,04	21,4	1,4
5 Río Copiapó	2,9	0,1	0,04	3,4	1,4
6 Río Huasco	3,5	1,7	0,30	48,6	8,6
7 Río Elqui	8,1	1,0	0,15	12,3	1,9
8 Río Limarí	15,1	7,5	0,00	49,7	0,0
9 Río Choapa	13,2	12,8	0,04	97,0	0,0
10 Río Aconcagua	38,0	30,0	0,00	78,9	0,0
11 Río Maipo	116,0	100,0	1,00	86,2	0,9
12 Río Rapel	130,0	174,0	1,00	133,8	0,8
13 Río Maule	257,0	569,0	58,00	221,4	22,6
14 Río Bío-Bío	639,0	1000,0	120,00	156,5	18,8

Qa, Qs : Caudales medios. Fuente Balance Hídrico de Chile (D.G.A.), 1987.
 Qms : Caudal mínimo diario según registro estadístico (período de control variable).

4. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y SEQUIAS. ALTERACIONES PRODUCIDAS POR EL APROVECHAMIENTO.

Un aspecto esencial para la determinación de la disponibilidad de agua y el análisis de las sequías hidrológicas en gran parte del territorio nacional, es la importancia que tiene sobre los caudales el régimen de uso y recuperaciones de los recursos hídricos a lo largo del recorrido de los ríos. Este fenómeno se ve favorecido en el país por las características geomorfológicas de las cuencas y la baja eficiencia de aprovechamiento, lo cual permite que del orden del 70 o/o de los caudales extraídos retornen al cauce hacia aguas abajo.

Como resultado de esta forma de manejo, los recursos de los tramos medios e inferiores dependen de los sobrantes que se generan en los primeros sectores. Esto significa que durante los períodos de sequía, el uso intenso y más eficiente de aguas arriba reduce drásticamente los sobrantes, generándose situaciones de aguda escasez en los sectores de aguas abajo. En consecuencia, las sequías hidrológicas presentan una elevada heterogeneidad espacial a nivel de la cuenca, mostrando en cada cauce un comportamiento marcadamente diferente.

Con el propósito de cuantificar la magnitud de las alteraciones introducidas por la actividad del hombre, se han confeccionado algunos indicadores simples que permiten visualizar la intensidad de uso de los recursos hídricos en algunas cuencas representativas del país. De acuerdo a lo anterior, en el Cuadro N° 2, se compara el caudal medio afluente al valle, el caudal medio sobrante en la desembocadura al océano y el caudal mínimo sobrante registrado históricamente, durante los períodos de sequía, correspondientes a 14 cuencas ubicadas del río Bío-Bío al norte. Además, en un segundo Cuadro (Cuadro N° 3), se presenta para las mismas cuencas los requerimientos de carácter doméstico y agrícola, agregando a modo de referencia los valores correspondientes a España y Francia. En dicho cuadro las demandas se expresan tanto en porcentaje del caudal medio afluente al valle, como en unidades físicas por unidad de caudal.

El análisis de estos antecedentes permite efectuar los siguientes comentarios:

- Las cuencas ubicadas al norte del río Aconcagua presentan, en promedio, caudales sobrantes muy reducidos, siendo en algunas de ellas prácticamente inexistentes. Esta situación resulta aún más grave si se observa que en condiciones de sequías extremas los caudales son nulos hasta la cuenca del Rapel. En esta misma zona los caudales captados son de un orden de magnitud similar al caudal afluente promedio, lo que se puede explicar solamente por el importante reuso de las aguas. Al sur del río Rapel y hasta la cuenca del Bío-Bío se puede apreciar que la situación de escasez se presenta cualitativamente diferente, ya que la existencia de sobrantes demuestra que los recursos hídricos no constituyen en términos regionales una limitante absoluta.
- La intensidad del uso de los recursos hídricos se refleja además en el valor de la población y superficie de riego que se debe abastecer por unidad de caudal. Como se comprueba en el Cuadro N° 3, dicho índice respecto a la población es extraordinariamente elevado en las cuencas del norte con aguas de buena calidad y en general se mantiene con valores altos hasta la cuenca de Santiago, descendiendo drásticamente desde el Rapel hacia el sur. Por su parte, la superficie regada por unidad de caudal no muestra tendencias muy definidas desde la cuenca del Rapel al norte, siendo las diferencias en esa zona consecuencia de la competencia de los usos alternativos, de restricciones originadas por el deterioro de la calidad del agua y de la disponibilidad de suelo. Las cuencas del sector sur (Maule y Bío-Bío) muestran claramente una mayor disponibilidad de recursos hídricos en relación al suelo que las anteriores. La comparación de estos índices con los obtenidos para Francia y España permite ilustrar la presión que se desarrolla sobre los recursos hídricos de Santiago al norte por estos tipos de aprovechamiento, situación que se agrava aún más en algunas regiones en las cuales además los usos mineros son muy significativos (II y III Región).

Todos estos antecedentes muestran que los problemas de disponibilidad de agua y sequías deben ser abordados necesariamente en el contexto de sistemas altamente intervenidos, donde los caudales son el resultado de la acción del hombre sobre el medio.

CUADRO Nº 3

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS DISTINTOS APROVECHAMIENTOS
EN ALGUNAS CUENCAS CHILENAS

CUENCA	Rap hab/l/s.	Rr hab/l/s.	Qap/Qa o/o	Qr/Qa o/o
RIO SAN JOSE	97	2,67	28,0	101,5
RIO LOA	118	0,51	31,1	19,6
RIO COPIAPO	29	2,73	8,4	104,1
RIO HUASCO	17	1,94	5,0	73,9
RIO ELQUI	28	1,86	8,0	71,0
RIO LIMARI	8,3	2,72	2,4	103,3
RIO CHOAPA	4,2	1,18	1,2	45,0
RIO ACONCAGUA	28	1,50	8,0	57,1
RIO MAIPO	38	1,72	11,0	65,6
RIO RAPEL	5	8,08	1,3	79,0
RIO MATAQUITO	1,4	0,5	0,4	19,1
RIO MAULE	2	1,11	0,6	42,2
RIO ITATA	1,6	0,4	0,5	15,3
RIO BIO-BIO	2	0,30	0,5	11,3
FRANCIA	7,2	0,12	1,4	5,4
ESPAÑA	9,4	0,73	1,0	9,3

Rap : Población por unidad de caudal medio afluente al valle.
Rr : Superficie regada por unidad de caudal medio afluente al valle.
Qap/Qa: Caudal derivado para fines domésticos, como porcentaje del caudal medio afluente.
Qr/Qa : Caudal derivado para riego, como porcentaje del caudal medio afluente.
Observación: Elaborado en base a antecedentes de Balance Hídrico de Chile (D.G.A., 1987), National Infrastructures in the field of Water Resources (Unesco, 1985) y diversos informes de la Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego y Dirección de Riego.

5. LOS DESAFIOS DEL FUTURO

El problema de los recursos hídricos en una sociedad es dinámico, ya que queda determinado por las exigencias y condiciones que impone el progreso socio-económico y cultural del país; por el desarrollo científico y tecnológico en relación a la prospección y aprovechamiento de los recursos hídricos y por la variabilidad climática.

Se espera que el desarrollo socio-económico del país tenga un significativo impacto en la magnitud de las demandas y en general en la intervención de las cuencas. En especial, en los próximos 50 años la potencia hidroeléctrica instalada podría sextuplicarse, la superficie regada con una elevada seguridad de riego aumentar en alrededor de 1.000.000 há. y los consumos industriales, mineros y domésticos aumentar a cerca del doble de su valor actual. Por su parte el avance científico técnico, junto con hacer posible un aprovechamiento más eficiente de los recursos, también puede generar nuevos requerimientos que en la actualidad no son previsibles.

Además de los cambios que se pueden esperar en el problema de los recursos hídricos desde el punto de vista de los aprovechamientos, se debe mencionar la incertidumbre en relación a las disponibilidades, como consecuencia de la variabilidad climática. Al respecto es importante señalar que estando ubicado gran parte del país en una zona de transición climática, puede esperarse que presente una elevada sensibilidad a un cambio climático global. En este sentido, resulta especialmente notable la observación de las series históricas de precipitaciones en el Norte Chico de nuestro país, las cuales presentan en promedio una fuerte disminución desde el siglo pasado.

De acuerdo a lo anterior, resulta pertinente referirse brevemente a la problemática del cambio climático global y su relación con los recursos hídricos en Chile.

Los estudios efectuados en relación a un posible proceso de calentamiento debido a la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera, entregan un incremento de las temperaturas, a nivel mundial, de 2° C - 3° C para mediados del siglo XXI. Estos estudios tienen incertidumbres significativas y su validez a una escala regional dudosa. Sin embargo, en general se estima que si se produce un cambio climático se tendría una intensificación de los procesos de desertificación en el norte chico y la zona central. Además, en base a estudios de sensibilidad con modelos de simulación hidrológica, que en las cuencas de régimen nivo-pluvial de dichas zonas, se ha demostrado que el aumento de la temperatura del aire produciría un incremento de los caudales de invierno y primavera, el cual podría alcanzar en condiciones extremas al 100 o/o, y una reducción de los caudales de verano y otoño del orden del 10 - 20 o/o. (Peña, (1989).

De acuerdo a estos antecedentes, la situación crítica con respecto a la disponibilidad de recursos hídricos de Santiago a Copiapó se agudizaría, aunque pudiera mejorar en el norte grande.

Como se puede apreciar, el tema de la evolución climática es un tema de extraordinaria trascendencia en relación al problema de los recursos hídricos durante el siglo XXI.

REFERENCIAS

- Ayala L. y H. Peña. (1991) Desastres asociados a fenómenos hidrológicos extremos. Revista Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. Vol. N° 3.
- Benítez A. y F. Vidal (1984). Estudio de las zonas nevadas de Chile entre los paralelos 28° y 42° Ldt. S. en Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Programa Hidrológico Internacional. Santiago.
- Dirección General de Aguas Balance Hídrico de Chile. (1987).
- Fernández B. (1991) Sequías en la zona Central de Chile. Esc. de Ingeniería. Depto. Ingeniería Hidráulica y Ambiental U.C.
- Peña H. (1991). Caracterización de los Sistemas Hidrológicos en Cuencas Chilenas respecto de su contaminación en Protección del medio Ambiente. Seminario AIC/TECNIBERIA/CEPAL.
- Peña H. (1989). Sensibilidad del régimen hidrológico de la cuenca superior al río Maipo a un cambio climático. IX Congreso Nacional de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica.

**PARTICIPACION DEL
ESTADO EN PERIODOS
DE SEQUIA**

Participación del Estado en Período de Sequía

Hugo Ortega Tello
Director Nacional
INDAP
Septiembre 1992

I. Introducción.

La sequía, entendida como déficit pluviométrico, que recientemente afectó a parte importante del país, se hizo sentir desde fines de 1987 y podríamos estimar su término a mediados de 1991, aun cuando los efectos de ella en algunos aspectos perduraran durante mucho tiempo más.

De acuerdo a datos estadísticos históricos, que solo se hacen más consistentes en las últimas décadas, nos permite decir que este fenómeno se presenta con una frecuencia de aproximadamente veinte años.

Este tipo de catástrofe, tal vez a diferencia de otras, tiene características muy especiales. Sus puntos de inicio y término, por ejemplo, no son muy claros en el tiempo. Pequeños déficit de agua caída al inicio de una temporada pluviométrica pueden desorientar a los agricultores, pero no son señales determinantes de la presencia de un período de sequía. En otras palabras, la tecnología actual no nos permite predecir con la suficiente anticipación fenómenos como este, de tal manera de organizarnos y así enfrentar eficientemente situaciones de este tipo. La frecuencia con que se presenta este fenómeno sí nos obliga a un trabajo en el largo plazo, sobre todo en aspectos de infraestructura, tales como redes de riego, agua potable, embalses, etc.

Otra característica, a diferencia de otras catástrofes, es que sus efectos deteriorantes se van proyectando en forma geométrica y silenciosa, creando un ambiente de alta competencia en algunas circunstancias o de alta solidaridad en otros.

Las reacciones de la población afectada son muy diversas según el tipo de problemas que causa la escasez de agua. Se podría generalizar que frente al agua para riego se crea un ambiente de competencia, frente a la escasez de agua de bebida existe una mayor solidaridad. Estas reacciones también dependen del tipo de grupo humano que enfrenta el problema. Podríamos generalizar que mientras más bajo el grupo socio-económico más solidario frente a las necesidades creadas.

La actitud de pasividad o colaboración frente a tareas comunes se podría decir que es indiferente en cuanto a los distintos estratos socio-económicos. Existen grupos que lo exigen todo sin aportar mucho y, lógicamente, para ellos suele ser una experiencia amarga aun cuando se les preste ayuda. Agradadamente suelen ser los menos. La inmensa mayoría se comporta activamente, aportando un esfuerzo propio, colaborando con el resto de la comunidad y en la mayoría de los casos terminando con una sensación positiva y de orgullo personal por lo realizado.

Para graficar esta aseveración, es interesante recordar una experiencia que constituyó el estilo de trabajo que buscó permanentemente la Comisión Nacional para la Sequía. Se trata de un grupo como de 60 familias dentro de la Provincia de Petorca, Va. Región, muy afectada por la catástrofe. Era necesario construir una bocanoma en el río y un canal revestido para abastecer de agua de bebida al grupo y también poder regar pequeñas huertas caseras de autoconsumo. Se hicieron las cotizaciones correspondientes bajo las normas que la Comisión se impuso llegando a cifras para esa obra de aproximadamente 17 millones de pesos. Comentando esas cifras con los futuros beneficiados surgió la idea de la autoconstrucción con la ayuda de un jefe de obras miembro de la misma comunidad. La obra total costó menos de cinco millones de pesos, utilizando a la propia comunidad como mano de obra. Las mujeres se encargaron de llevar, al lugar de trabajo, los almuerzos necesarios con el fin de eficientar la jornada de trabajo. Lo importante logrado bajo esta forma, además de los costos, fue la identificación del grupo con la obra, la creación de un orgullo, una dignidad, seguridad en sí mismo, elementos claves para el desarrollo permanente de esa comunidad.

Bajo esta modalidad de trabajo, se produjo un acercamiento notable entre el Gobierno y la Comunidad, relación que estuvo tan desmejorada durante tantos años.

II. El Gobierno actúa frente a la sequía.

Como la sequía se inicia a fines del año 1987 y permanece hasta 1991, son dos los Gobiernos que deben actuar frente a este fenómeno. El Gobierno Militar, durante los dos primeros años de sequía, colocó 311 millones de pesos en créditos llamados de "sustentación social" al sector de agricultores en las zonas más amagadas por el fenómeno.

Desde el año 1990 en adelante le corresponde actuar al Gobierno del Presidente Aylwin y que corresponde al tercer año de sequía, es decir, cuando este causa los mayores problemas en cuanto a agua de bebida y de regadío.

Las acciones legales e institucionales que el Gobierno adopta, en orden cronológico, son las siguientes:

- a.- Declaración de Zona de escasez de agua a la IV, V, VI, VII y Region Metropolitana el 13 de Agosto de 1990.
- b.- Creación de la Comisión Asesora y Coordinadora para la Sequía el 20 de Agosto de 1990. Esta Comisión queda integrada por los Ministerios de Agricultura, Interior, Hacienda, Economía, Fomento y Reconstrucción, Obras Públicas y Minería y presidida por el Director Nacional de INDAP del Ministerio de Agricultura.

- c.- Declaración de Zona de Catástrofe a 17 Comunas correspondientes a las Regiones III, IV y V el 29 de Octubre de 1990.
- d.- Flexibilización del Reglamento para los concursos que llama la Comisión Nacional de Riego para obras e inversiones que deban ejecutarse en las comunas declaradas en estado de catástrofe el 4 de Diciembre de 1990.
- e.- Declaración de Zona de Catástrofe a 18 Comunas correspondientes a las Regiones III, IV, V, VI y Región Metropolitana el 13 de Diciembre de 1990.
- f.- Declaración de Zona de escasez de agua a la VIII Región el 14 de Febrero de 1991.
- g.- Declaración de Zona de Catástrofe de 14 Comunas correspondientes a las Regiones III, V, VI, VII y Región Metropolitana el 15 de Febrero de 1991. Con esto se completan 49 Comunas en estado de Catástrofe.
- h.- Aprobación de una Carta de Acuerdo entre el Gobierno de Chile y el Programa Mundial de Alimentos -PMA- para apoyar al sector campesino en áreas afectadas por la sequía el 16 de Julio de 1991.
- i.- Modificación de la Ley N. 16.282 en lo relativo a normas para casos de sismos y catástrofes, en los siguientes aspectos: reemplaza "comunas afectadas" por "comunas, localidades o sectores geográficos determinados de las mismas que hayan sido afectados.

III.- Organización de la Comisión Nacional para la Sequía.

La Comisión Nacional para la Sequía constituyó un equipo de trabajo central permanente que opero desde INDAP informando permanentemente a los diferentes Ministerios que constituyeron la Comisión.

Para su operación en terreno, constituyó las Comisiones Regionales para la Sequía, presididas por los Intendentes y teniendo como Secretarios Ejecutivos a los SEREMIS de Agricultura. El Gobierno Interior, vale decir, Intendentes y Gobernadores constituían la columna central de la organización. La política central de la Comisión fue abordar los problemas a través de la participación directa de la comunidad afectada, organismos institucionales o personas naturales, de manera que las solicitudes, proposiciones de proyectos y acciones definitivas tuvieran su origen en la base y correspondieran a necesidades reales y prioritarias.

El segundo criterio o política aplicada fue la de establecer cierto orden de prioridades en el tipo de proyectos a financiar, estableciendo el agua de bebida humana en primer lugar, el agua de bebida animal en segundo lugar y en último término el agua de riego para la agricultura.

Un tercer criterio lo estableció la necesidad de optar por obras que

beneficiarán grupos humanos sobre aquellas demandas individuales y privilegiando también obras de carácter permanente. Se deshechó al máximo posible aquella ayuda que tuviera carácter de donación o limosna. En aquellas ocasiones en que se atendía a grupos de extrema pobreza se utilizó el sistema de donaciones por trabajo.

En aquellos casos en que se actuaba en áreas de escasez de agua y no de catástrofe, las entregas de fardos de pasto, por ejemplo, se daban en la categoría de crédito y/o subsidio, entendiéndose por tal cualquier alternativa. Es decir, si el pasto era revendido por el beneficiario, se aplicaba el carácter de crédito, si era bien utilizado se consideraba subsidio.

Los proyectos presentados eran canalizados desde la base a la Gobernación correspondiente, la Gobernación los enviaba a la Intendencia y desde esta a Santiago a la Comisión Nacional, quien revisaba cada una de las presentaciones y aprobaba los que se enmarcaban dentro de los criterios establecidos.

La Comisión Nacional enviaba los recursos necesarios a cada Región dentro de una cuenta especial que la manejaba el INDAP. Cada cierto período de tiempo cada Región rendía a los recursos utilizados y a su vez la Comisión Nacional rendía los recursos tanto al Ministerio de Interior como al Ministerio de Hacienda.

Los recursos tuvieron su origen en diferentes fuentes. El Ministerio de Hacienda aportó más del 50% de ellos; casi el 20% provino del Fondo Nacional de Desarrollo Regional; Obras Públicas lo hizo con el 8%; el 6% fue del Programa Mundial de Alimentos; poco más del 10% del INDAP; la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas el 0,5% y el Servicio Evangelico para el Desarrollo el 0,3%.

El total utilizado en los programas de lucha contra la sequía por parte de la Comisión Nacional para la Sequía ascendió a \$ 6.289.500.000 [Seis mil doscientos ochenta y nueve millones quinientos mil pesos].

IV.- Labor realizada por la Comisión Nacional para la Sequía.

La Comisión llevó a cabo nueve programas de acción que a continuación se describen en sus objetivos centrales y en sus logros principales.

1.- Agua de bebida humana

El objetivo de este programa fue dotar de agua de bebida a aquella población ubicada en comunas afectadas por la sequía. La distribución se hizo por intermedio de camiones aljibes, estanques estacionarios, tambores, vagones de ferrocarril, etc.

Se construyeron, habilitaron y profundizaron pozos de agua, se captaron vertientes, se construyeron y ampliaron redes de agua y se instalaron motobombas, mangueras y estanques.

Los logros fueron:

- Financiar 859 proyectos.
- Habilitar 2.577 pozos.
- Trabajar con 45 camiones aljibes.
- Habilitar 280 escuelas rurales con agua permanente.
- Beneficiar a 268.067 habitantes.
- Generar 4.753 empleos.
- Evitar la migración rural-urbana.
- Prevenir enfermedades infecto-contagiosas.

2.- Alimentación Humana.

El objetivo de este programa consistió en apoyar a la población afectada con raciones alimenticias ya sea bajo la modalidad de entrega de alimentos por trabajo, como también prolongando a los días festivos y feriados escolares la entrega de raciones alimenticias escolares y, finalmente, la entrega de leche en polvo a las mujeres embarazadas, ancianos y niños lactantes.

Los logros fueron:

- 116.024 sacos de harina de 50 Kgs. c/u entregados a cambio de trabajo de la comunidad.
- 32.322 raciones escolares distribuidas.
- 20 toneladas de leche en polvo distribuidas en 5.000 familias.
- 96 canastas familiares entregadas para 480 personas.

3.- Programa ganadero.

El objetivo de este programa fue disminuir la mortalidad ganadera a través de medidas profilácticas, suplementación alimenticia y mejoramiento de la infraestructura con la colaboración de los propios ganaderos, ya sea distribuyendo forraje, concentrado, trasladando ganado, vacunando, seleccionando ganado o estableciendo praderas suplementarias.

Los logros fueron:

- 208.360 animales vacunados.
- 419 toneladas de concentrado distribuido.
- 495.259 fardos de pasto distribuidos.
- 28.160 cabezas de ganado trasladadas.
- 27.528 pequeños ganaderos beneficiados.

4.- Programa Forestal.

El objetivo fue generar fuentes de empleo remunerado, implementando programas de conservación de recursos naturales renovables. Para esto fue necesario estudiar y elegir sectores apropiados, establecer viveros, preparar suelos y defensas fluviales y plantar.

Los logros fueron:

- 15 viveros instalados.
- 2.225 Has. forestadas.
- 5.174 empleos generados.
- 74.579 habitantes beneficiados.

5.- Mejoramiento de Riego.

El objetivo de este programa consistió en generar fuentes de empleo y lograr un máximo aprovechamiento del agua de riego disponible.

Los logros fueron:

- 16.732 empleos generados.
- 350 Km. de canales construidos y/o reparados.
- 35.397 Has. con mayor seguridad de riego.
- 105.581 habitantes beneficiados.
- La intervención de algunos ríos importantes como el Aconcagua permitió asegurar la producción hortícola, frutícola y ganadera de la región.

6.- Sanidad Ambiental.

El objetivo de este programa consistió en evitar la contaminación de las fuentes de agua de bebida disponibles y contribuir al saneamiento básico de las escuelas y viviendas rurales, construyendo casetas sanitarias y potabilizando el agua de consumo.

Los logros fueron:

- 100 casetas sanitarias instaladas.
- 43 cloradores instalados.
- 754 empleos generados.
- 2.950 personas beneficiadas.

7.- Obras Públicas.

El objetivo de este programa consistió en generar empleo para los habitantes rurales de las comunas afectadas por la sequía, a través de la construcción de caminos, reparación de escuelas, postas rurales, electrificación y construcción de sedes comunitarias.

Los logros fueron:

- 94 proyectos realizados.
- 19.193 personas financiadas.
- 1.613 empleos directos generados.

8.- Programa Crediticio.

El objetivo fue la colocación de créditos con plazos y tasas preferenciales

a las que habitualmente coloca INDAP.

Los logros fueron:

- \$1.460.732.211 colocados en 40.054 crédito

9.- Programas complementarios.

El objetivo de este programa consistió en difundir tecnologías para zonas áridas instalando, por ejemplo, paneles solares, molinos de viento, estimulación de lluvias, como también difundiendo material impreso, reportajes especializados, reuniones, charlas, etc.

Los logros fueron:

- Colocación de 5 sistemas de paneles solares.
- Colocación de 9 unidades de molinos de viento.
- Edición y distribución de mas de 30.000 unidades impresas ya sea folletos, trípticos, boletines, etc.
- 2 videos a nivel nacional.
- 5 videos a nivel regional.

A N E X O N o 1

ZONA DE CATASTROFE

REGION	PROVINCIA	COMUNAS
III	HUASCO	ALTO DEL CARMEN VALLENAR
	COPIAPO	TIERRA AMARILLA HUASCO CALDERA
IV	ELQUI	LA HIGUERA ANDACOLLO VICUÑA PAIHUANO
	LIMARI	OVALLE RIO HURTADO MONTE PATRIA COMBARBALA PUNITAQUI
	CHOAPA	ILLAPEL SALAMANCA LOS VILOS CANELA
V	PETORCA	LA LIGUA PETORCA CABILDO ZAPALLAR
	SAN FELIPE	PUTAENDO
	QUILLOTA	OLMUE NOGALES LIMACHE
	VALPARAISO	PUCHUNCAVI QUILPUE CASABLANCA SAN ANTONIO

VI	CARDENAL CARO	NAVIDAD LITUECHE LA ESTRELLA MARCHIGUE PAREDONES
	COLCHAGUA	LOLOL PUMANQUE
VII	CURICO	HUALANE LICANTEN
	TALCA	EMPEDRADO PENCAHUE CUREPTO
R. METROP	CHACABUCO	TIL TIL LAMPA COLINA
	MELIPILLA	SAN PEDRO CURACAVI ALHUE

A N E X O N o 2

CUADRO SINOPTICO DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO

FUENTES	en M \$	%
A MINISTERIO DE HACIENDA	3.520.652	56,07
B FONDO NACIONAL DESARROLLO REGIONAL	1.181.163	18,81
C OBRAS PUBLICAS	507.253	8,08
D PROGRAMA MUNDIAL DE ALIMENTACION	375.331	5,98
E INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO	642.809	10,23
F JUNTA NACIONAL DE AUXILIO ESCOLAR Y BECAS	33.292	0,53
G SERVICIO EVANGELICO PARA EL DESARROLLO	20.000	0,32
TOTAL	6.280.500	

A N E X O N o 3

DISTRIBUCION DE LOS PROYECTOS EJECUTADOS POR PROGRAMA

PROGRAMA	PROYECTOS
A MEJORAMIENTO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA BEBIDA	859
B GANADERO	18
C FORESTAL	114
D MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE RIEGO	127
E SANIDAD AMBIENTAL	25
F OBRAS PUBLICAS	94
G COMPLEMENTARIOS	10
TOTAL	1.247

**ANALISIS DE LA SERIE DE
PRECIPITACION DE LOS
ULTIMOS 60 AÑOS DE LAS
ESTACIONES DE LA CUENCA
DEL BIO BIO**

**ANALISIS DE SERIES
TEMPORALES DE
PRECIPITACION DE ALGUNAS
ESTACIONES DE LA CUENCA
DEL BIO - BIO**

**DIRECCION METEREOLÓGICA DE CHILE
Departamento de Climatología
y Meteorología Aplicada.**

INTRODUCCION

Existe preocupación en el mundo científico por los cambios climáticos a nivel global que se avecinan, como consecuencia del aumento de ciertos gases tipo invernadero en la atmósfera, introducidos por el hombre. Aumento en las temperaturas y alteraciones en los regímenes de precipitación, pueden ser las manifestaciones más características, las cuales probablemente han comenzado ya a sentirse en algunos lugares del globo. En nuestro país, las consecuencias podrían ser, aparte del aumento de las temperaturas, una disminución de las precipitaciones en la zona central y sur, como consecuencia de un desplazamiento hacia el sur de los centros de Altas Presiones Subtropicales y junto con ello también, de las trayectorias de los sistemas frontales. (El Cambio Global del Clima y sus eventuales efectos en Chile, ICSU-1989). Siendo el recurso agua, un factor tan importante para el desarrollo de un país y en particular para la Octava Región de Chile, cuyo desarrollo se basa fundamentalmente en la agricultura y en la industria maderera, es interesante averiguar si ya han aparecido señales de alteraciones en los regímenes de precipitaciones.

OBJETIVO

En este trabajo, se presentará un análisis estadístico básico de las series de precipitación de 60 años, correspondiente al período 1931-1990, para algunas de las estaciones de la Cuenca del río del Bio-Bio, con el fin de determinar la existencia de alguna posible tendencia.

MATERIALES Y METODOS

En la recopilación de la información se encontró algunas dificultades, ya que son muy pocas las estaciones que presentan 60 años de información confiable y sin lagunas. Se llegó a seleccionar cinco estaciones, que presentaban los datos más completos y confiables, y que además se encontraban uniformemente distribuidas en la cuenca, representando a la zona costera y valles interiores, aunque sin alcanzar la región cordillerana, donde no se cuenta con estaciones suficientemente antiguas. No obstante, fue necesario hacer algunos pequeños rellenos estadísticos para completar datos faltantes.

Estaciones consideradas :

	LAT	LONG	ALTURA
- Concepción, Carriel Sur	36o 50' S	73o 02' 0	10 mts
- Hualqui	36o 58' S	72o 57' 0	21 mts
- El Tambillo	37o 35' S	72o 40' 0	125 mts
- San Cristobal	37o 10' S	72o 35' 0	110 mts
- Angol	37o 48' S	72o 42' 0	72 mts

1.- Se trabajó exclusivamente con las precipitaciones del período Otoño - Invierno, (Mayo - Agosto) es decir, las que conforman más del 60 % del total anual. El objeto es eliminar así el posible ruido provocado por las precipitaciones de Primavera y Verano, bastante irregulares y de poca significación. Por otra parte, se superó con ello un problema falta de datos que se presentó frecuentemente en los meses de verano en varias estaciones. Por este motivo, tampoco se pudo obtener los verdaderos totales y normales anuales de cada estación.

2.- Se completó algunos datos faltantes y se homologaron las series mediante el método de Proporciones y Doble Masa.

3.- Con la suma de estos cuatro meses para cada año entre 1931 y 1990 se obtuvo la curva original de la serie de precipitación.

4.- Para suavizar las curvas originales, bastante irregulares por los ciclos naturales que contienen (El Niño), se aplicó un promedio móvil, resultando 20 años el período que dió mejor resultado, con lo que la serie se redujo a 40 datos.

5.- Se graficó la cantidad promedio de precipitación (Mayo - Agosto), para los períodos 1931 - 1960 y 1961 - 1990., (Períodos de 30 años considerados Normales por la O.M.M.).

6.- Para cada curva suavizada se buscó un ajuste a la recta de regresión, a fin de determinar posibles tendencias.

7.- En aquellas estaciones en que la correlación fue alta, (0.9) se aplicó una adaptación del Método de Montecarlo, para confirmar su tendencia.

1.- Totales Mensuales Mayo - Agosto. (1931-1960)
- (1961-1990).

Concepción.- El período 1931-1960, muestra totales mensuales claramente superiores al período 1961-1990, llegando en los cuatro meses considerados a un decrecimiento del 18 % .

Angol.- Los meses de Mayo y Junio, son superiores en precipitación en el primer período, en cambio en los meses de Julio y Agosto sucede lo contrario, ya que presentan mayor precipitación en el período 1961-1990. El total de los cuatro meses presenta un ligero aumento en el segundo período.

El Tambillo.- Los meses de Mayo y Junio tienen mayor precipitación en el primer período, el mes de Julio en el segundo, y Agosto se aprecia sin variaciones en ambos períodos. En total, los cuatro meses presentan una ligera disminución en el segundo período.

Hualqui.- El primer período tiene mayor precipitación en el mes de Mayo, ya que los tres meses restante aparecen más lluviosos en el período 1961-1990. Como total la estación presenta un aumento de un 8 % en las precipitación del segundo período.

San Cristobal.- Los meses de Mayo, Junio y Agosto del primer período se aprecian ligeramente más lluviosos que los del segundo, mientras en Julio sucede lo contrario. En total la estación presenta una disminución en el segundo período.

2.- Curva original y suavizada de 60 años

Concepción.- Muestra un claro decrecimiento en los valores de ambas curvas a través del tiempo, haciéndose más estable al final del período. La recta de regresión encontrada tiene una pendiente negativa con un coeficiente de correlación de 0.90, lo que determina un buen grado de ajuste.

Por el método de Montecarlo, la pendiente resulto ser significativamente distinta de cero, con un 97 % de confiabilidad.

Angol.- La serie original se muestra muy irregular sin tendencia clara aparente. La curva suavizada presenta una depresión central irregular, con valores altos en los extremos, por lo que el ajuste a una recta es muy pobre, con bajísimo coeficiente de correlación.

Hualqui.- La curva original muestra valores mínimos entorno a la década del 50, con ascenso asimétrico hacia los extremos. El coeficiente de correlación para la curva suavizada es bajo, por lo que la recta no es buena representación de la tendencia.

El Tambillo.- La curva original se ve muy irregular y sin tendencia clara. La curva suavizada presenta un claro mínimo central con ascenso hacia los extremos, en forma similar a Hualqui. La correlación lineal es muy pobre.

San Cristobal.- La curva original se aprecia muy irregular y sin tendencia clara. Sin embargo la suavizada muestra claramente la depresión central, similar a la mostrada a por Angol, Hualqui y El Tambillo. El coeficiente de correlación es también muy bajo por lo que tampoco el ajuste a una recta es bueno.

Nonquen.- Aunque en estricto rigor esta estación no pertenece a la cuenca del Bio-Bio, su análisis se presenta por su cercanía a Concepción, (13 kms), a fin de confirmar la tendencia de esta última, que resulto ser bastante diferente a las estaciones del interior. Como puede apreciarse en los gráficos, Nonquen presenta una configuración similar a Concepción, tanto en la curva original como en la suavizada, y además su coeficiente de correlación lineal también es alto, confirmando así una tendencia diferente a las estaciones ubicadas más al interior.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

De los análisis realizados se puede concluir que solo la estación de Concepción presenta una tendencia negativa clara, tanto en los períodos normales como en la serie completa, y que esta última puede ser representada con alto coeficiente de correlación por una recta. Al final del período sin embargo, este decrecimiento se debilita, apareciendo una pequeña tendencia al aumento.

Las estaciones del interior presentan curvas diferentes a Concepción pero similares entre sí, con una marcada depresión central en los valores, por lo que la correlación lineal entre los datos es muy baja. Al comparar los períodos normales, tampoco se aprecian variaciones muy definidas.

Con esta situación, es imposible afirmar con certeza la existencia de una única tendencia en las series de precipitación de la zona estudiada, ya que indudablemente el comportamiento de las series es dispar. Por un lado, las estaciones del interior, después de presentar un período central de mínima precipitación, parecen estar en fase ascendente o culminándola, (los dos últimos años fueron secos) , mientras que Concepción y Nonquen aparentemente estarían remontando recientemente del mínimo, hecho que justifica su mejor correlación lineal. Esta situación entonces, puede interpretarse como la existencia de un desfase de mínimos entre las estaciones costeras y las del interior, y que corresponderían a ciclos largos, con lo que el aparentemente claro descenso de las precipitaciones en Concepción habría que tomarlo con cautela, a causa del referido indicio de recuperación.

Por lo expuesto, parece evidente entonces, que las precipitaciones, además de tener ciclos cortos que pueden ser suavizados, presentan también otros extremadamente largos, que no alcanzan a ser determinados en las relativamente cortas series de datos disponibles, y que de acuerdo a lo presentado en este estudio, no existe fundamento suficiente como para afirmar que la precipitación esté disminuyendo en la cuenca del Bio Bio, como podría sugerirlo el cambio global.

Ante los resultados obtenidos, surge la necesidad de extender estudios similares a otras regiones del país, para comprobar si las tendencias son las mismas, incluyendo también otras variables meteorológicas, como la temperatura, presión, etc. a fin de llegar a tener una visión más completa e integrada de la situación climatológica en el país, única forma de poder aseverar de manera más categórica los posibles cambios existentes.

REFERENCIAS .-

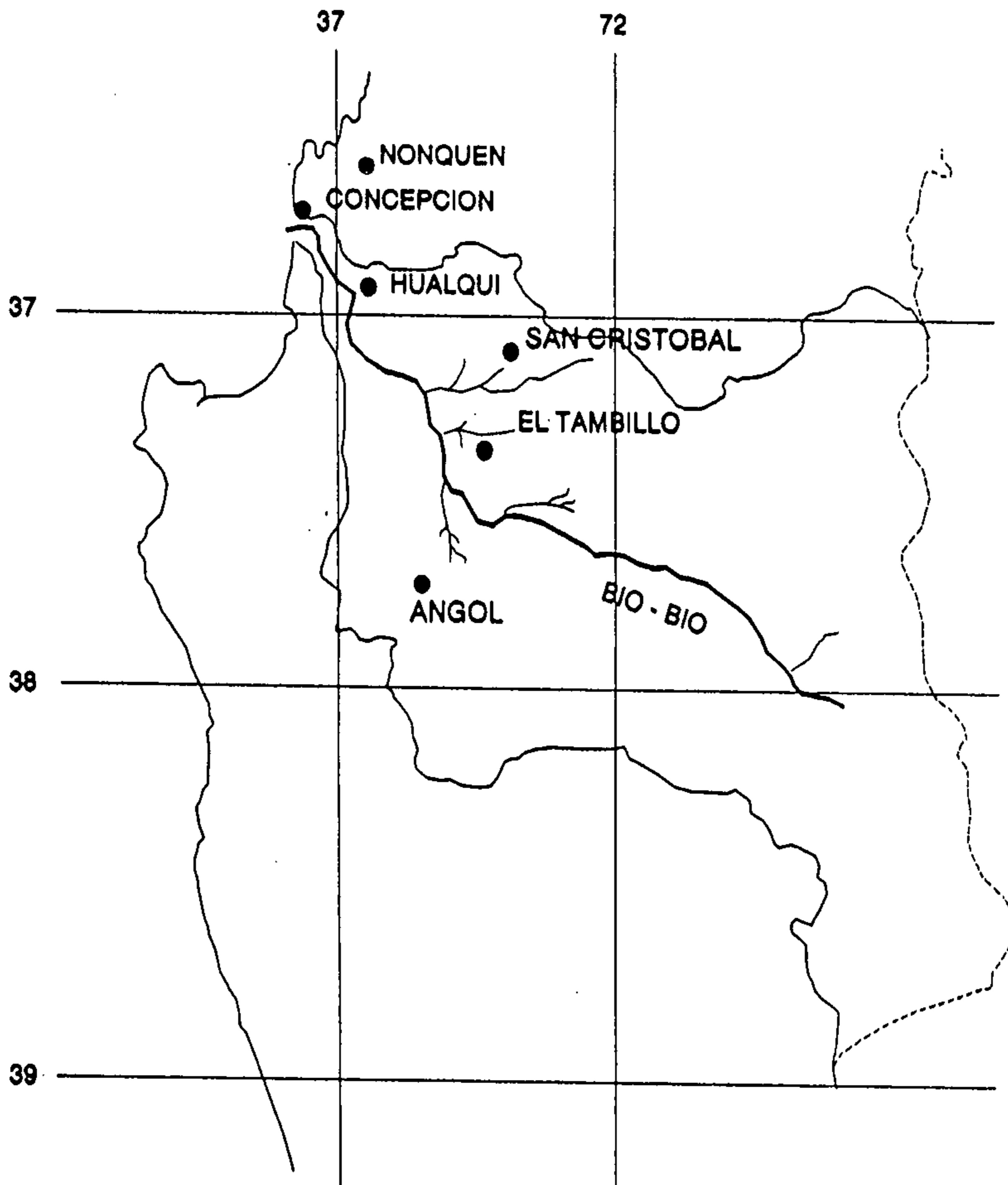
1.- COMITE NACIONAL DEL PROGRAMA INTERNACIONAL DE LA GEOSFERA-BIOSFERA. " El cambio global del clima y sus eventuales efectos en Chile". Chile - Santiago ICSU 1989.

2.- ANALISIS DE LAS SERIES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN CHILE DURANTE LOS ULTIMOS 60 AÑOS (ARANEDA M, et al U.REAL 1992)

3.- PLUVIOMETRIA DE CHILE . Direccion Meteorologica de Chile

4.- GUIA DE PRACTICA CLIMATOLOGICA OMM - 100 . Organización Meteorologica Mundial, Ginebra OMM 1990.

MAPA DE REFERENCIA DE LAS ESTACIONES ANALIZADAS



Promedios Mensuales 1931 - 1960

	CONCEPCION	NONQUEN	HUALQUI	SAN CRISTOBAL	EL TAMBILLO	ANGOL
MAY	245.2	296.5	247.9	190.8	234.0	190.1
JUN	252.2	330.2	278.9	206.1	251.9	224.8
JUL	242.2	287.7	244.9	176.4	211.3	207.9
AGO	197.6	246.0	201.9	133.5	168.8	146.8
TOTALES	937.2	1160.4	973.6	706.8	866.0	769.6

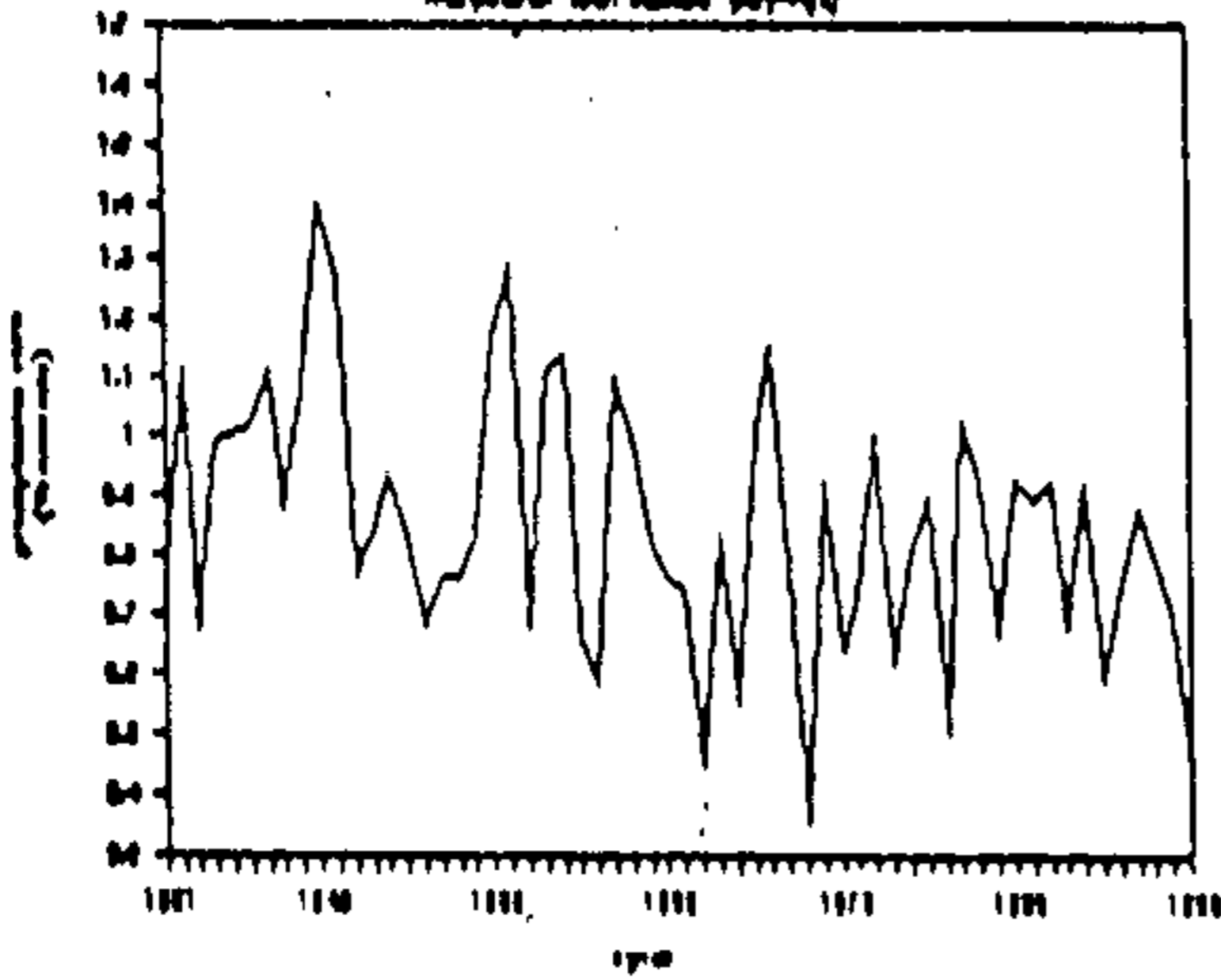
Promedios Mensuales 1961 - 1990

	CONCEPCION	NONQUEN	HUALQUI	SAN CRISTOBAL	EL TAMBILLO	ANGOL
MAY	178.3	222.4	227.1	162.8	209.4	171.1
JUN	218.2	283.9	306.1	190.7	235.8	214.3
JUL	222.1	270.6	305.4	195.0	241.7	238.6
AGO	153.2	194.5	214.4	129.7	169.2	158.2
TOTALES	771.8	971.4	1053.0	678.2	856.1	782.2

CURVAS ORIGINALES Y SUAVIZADAS

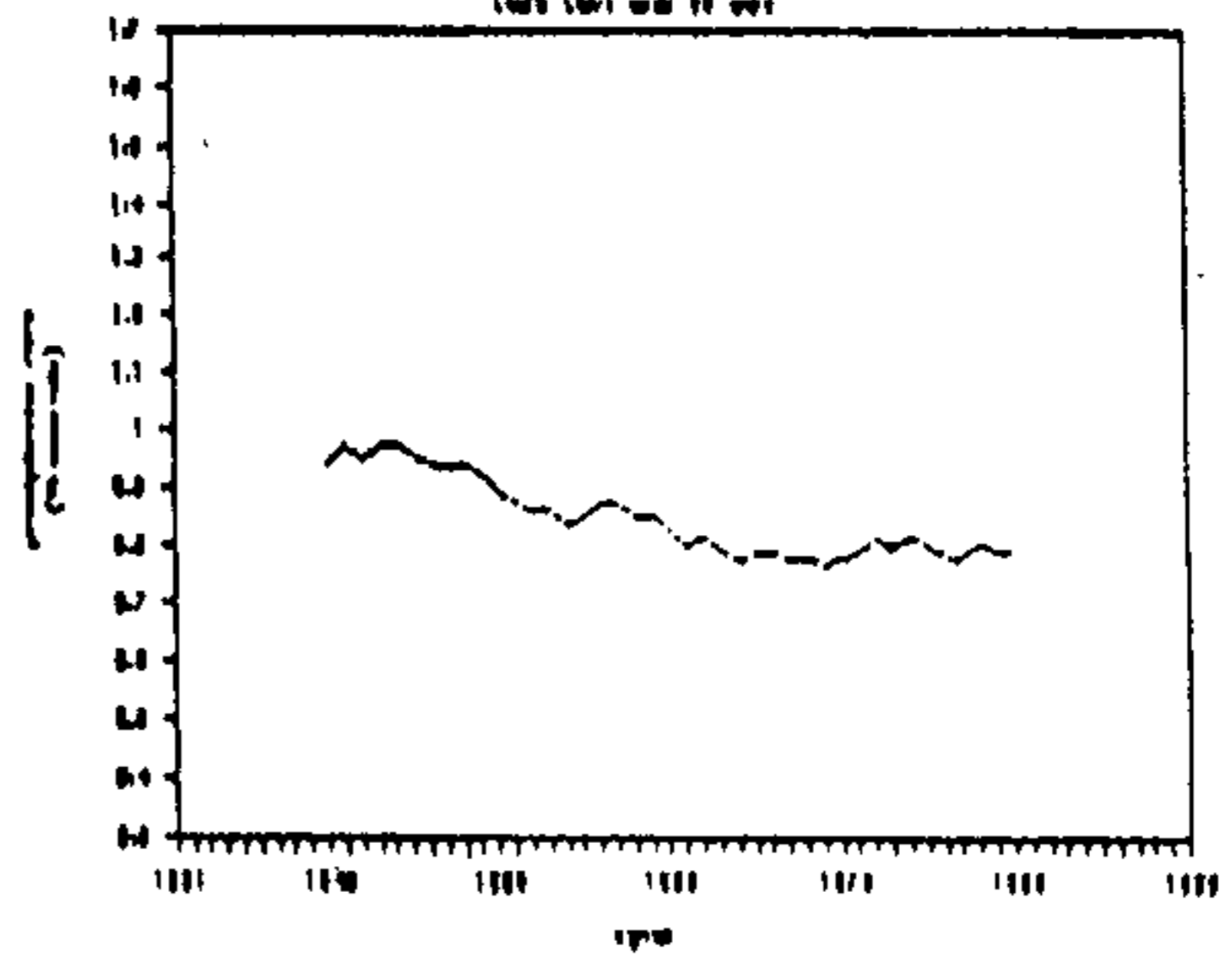
Concepción, Corriel Sur 1931 - 1990

Previsión del tiempo (mm)



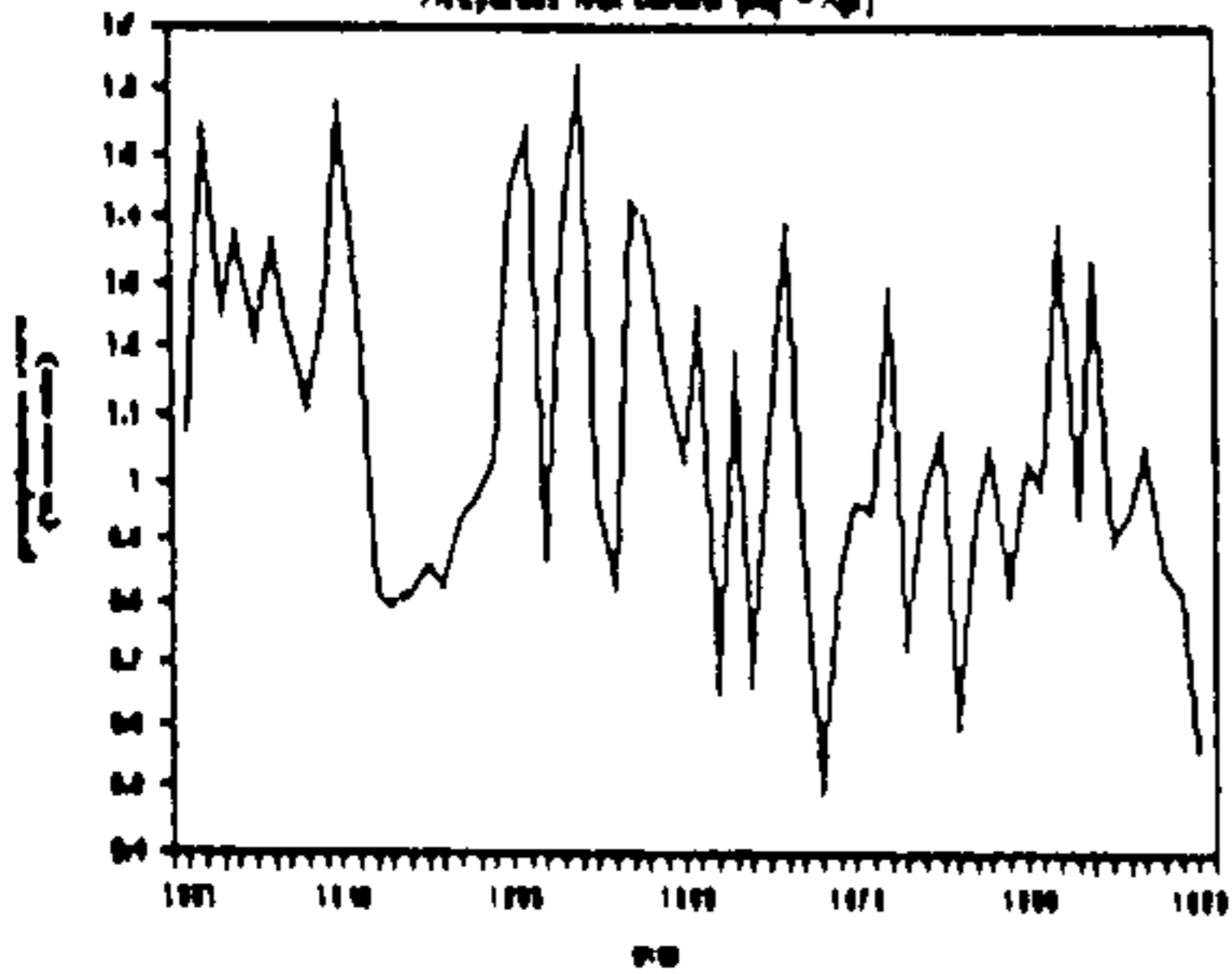
Concepción, Corriel Sur 1931 - 1990

Medio móvil de 11 años



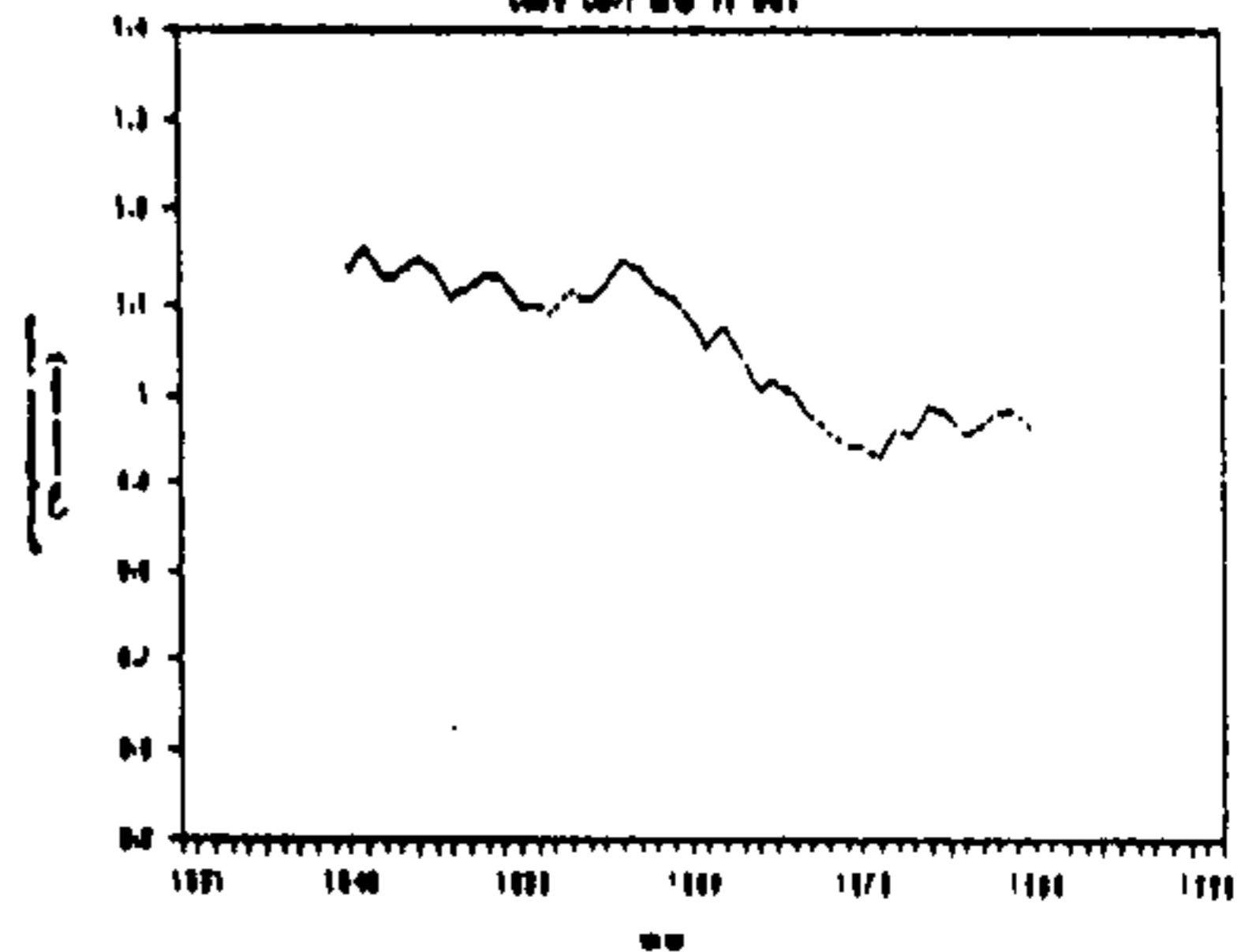
Estacion : Nonquen 1931 - 1990

Previsión del tiempo (mm)



Estacion : Nonquen 1931 - 1990

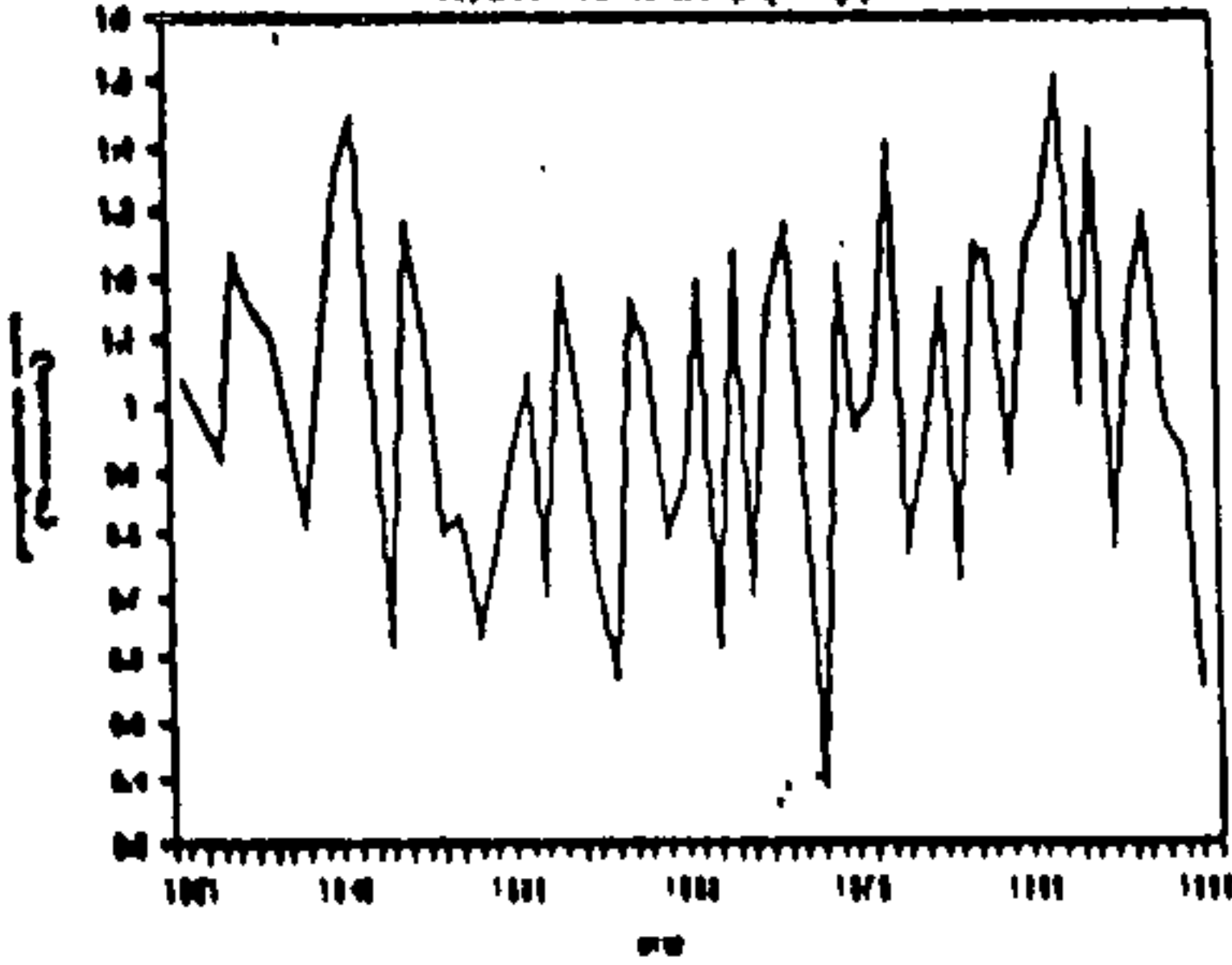
Medio móvil de 11 años



CURVAS ORIGINALES Y SUAVIZADAS

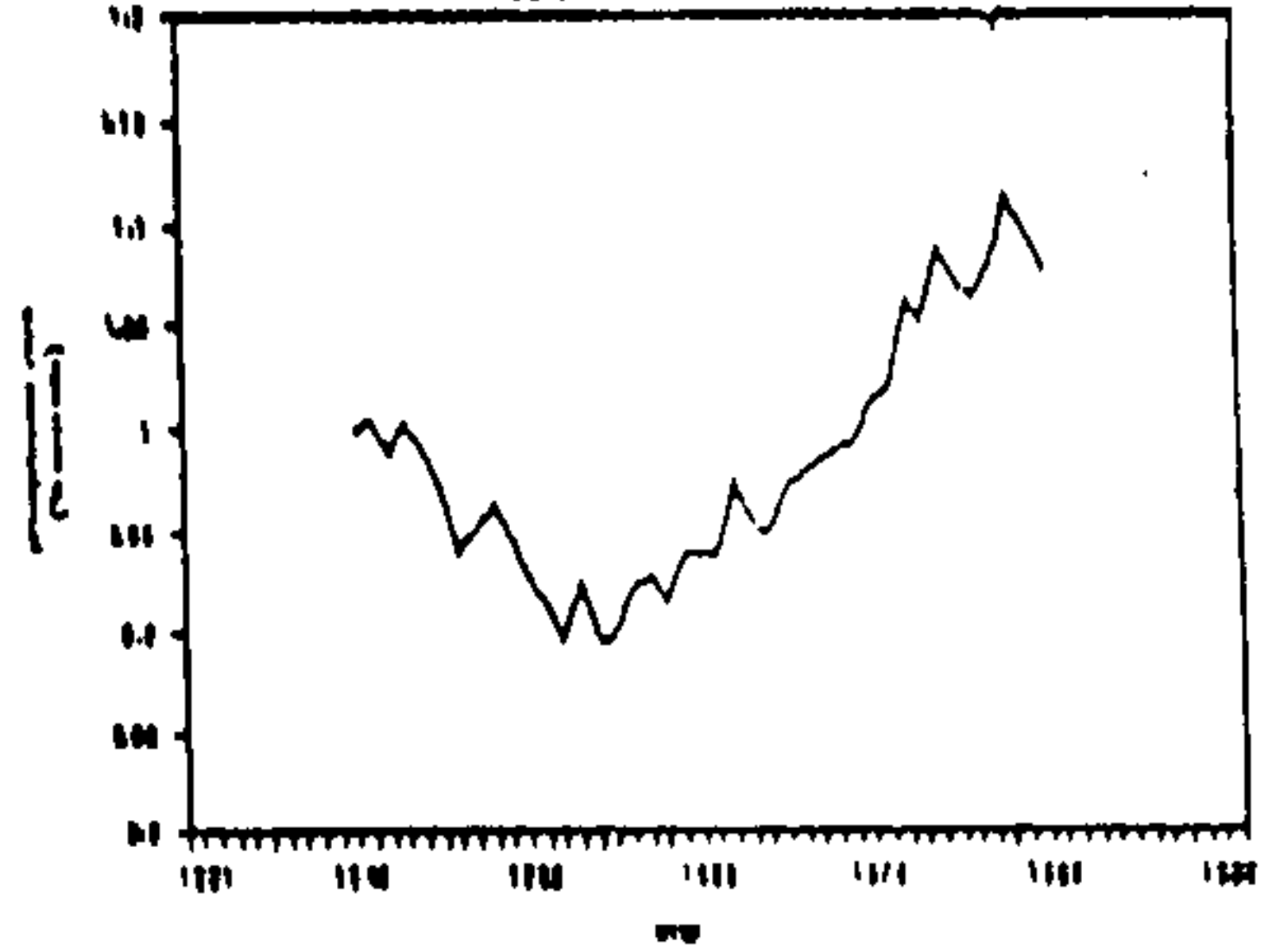
Estacion : Hualqui 1931 - 1990

Proyección Total (Anual) (May - Ago)



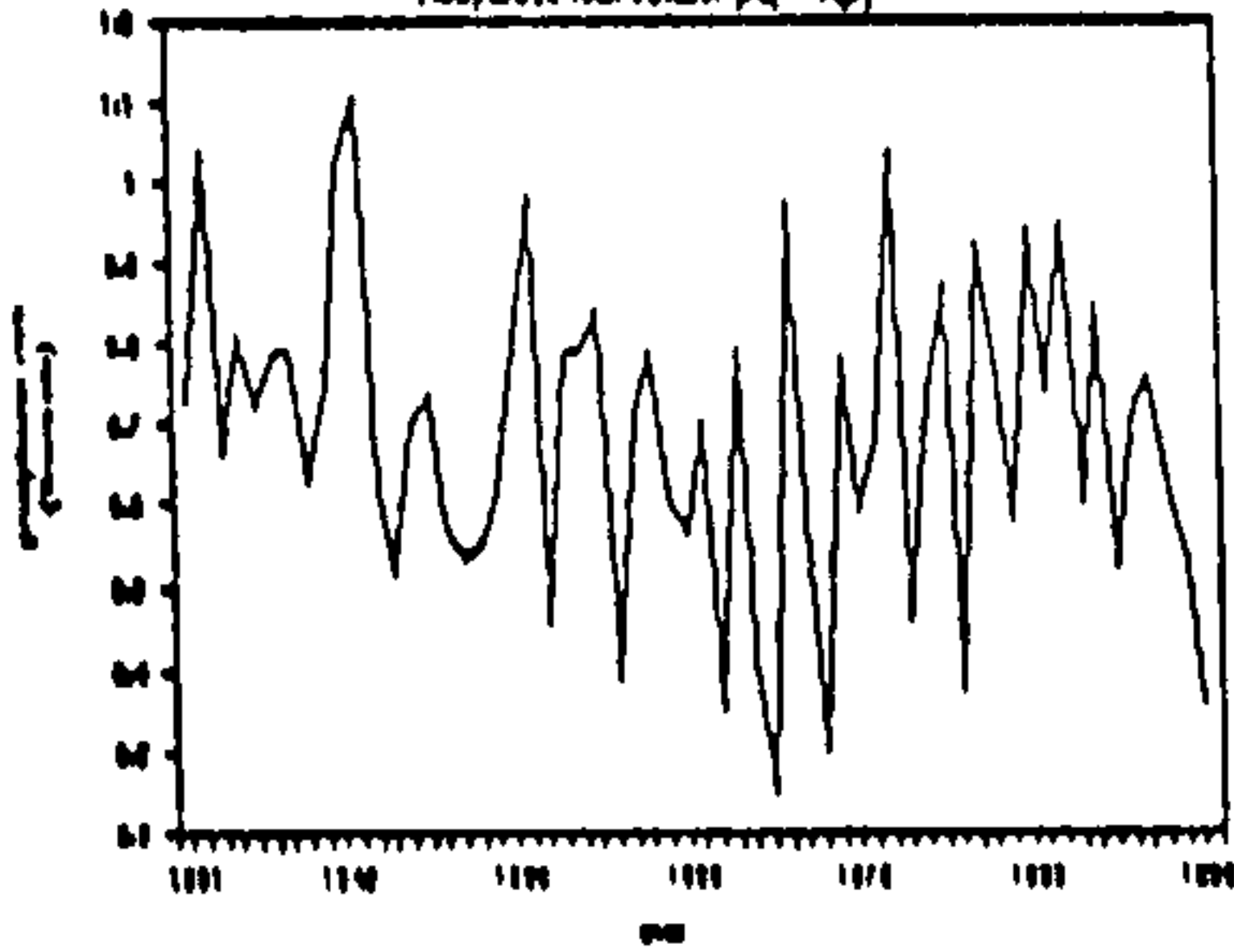
Estacion : Hualqui 1931 - 1990

Medio Móvil de 11 años



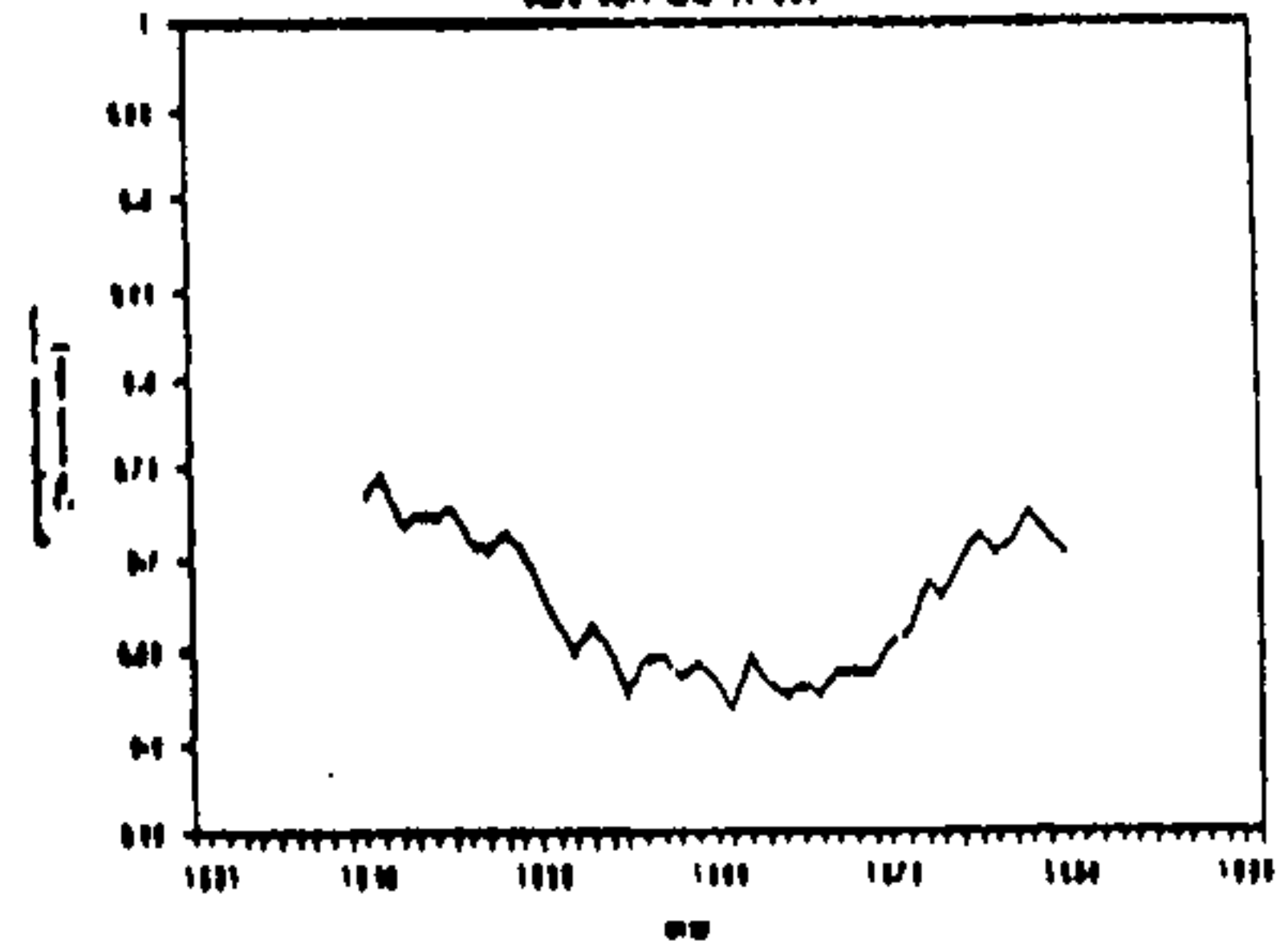
Estacion : San Cristobal 1931 - 1990

Proyección Total (Anual) (May - Ago)



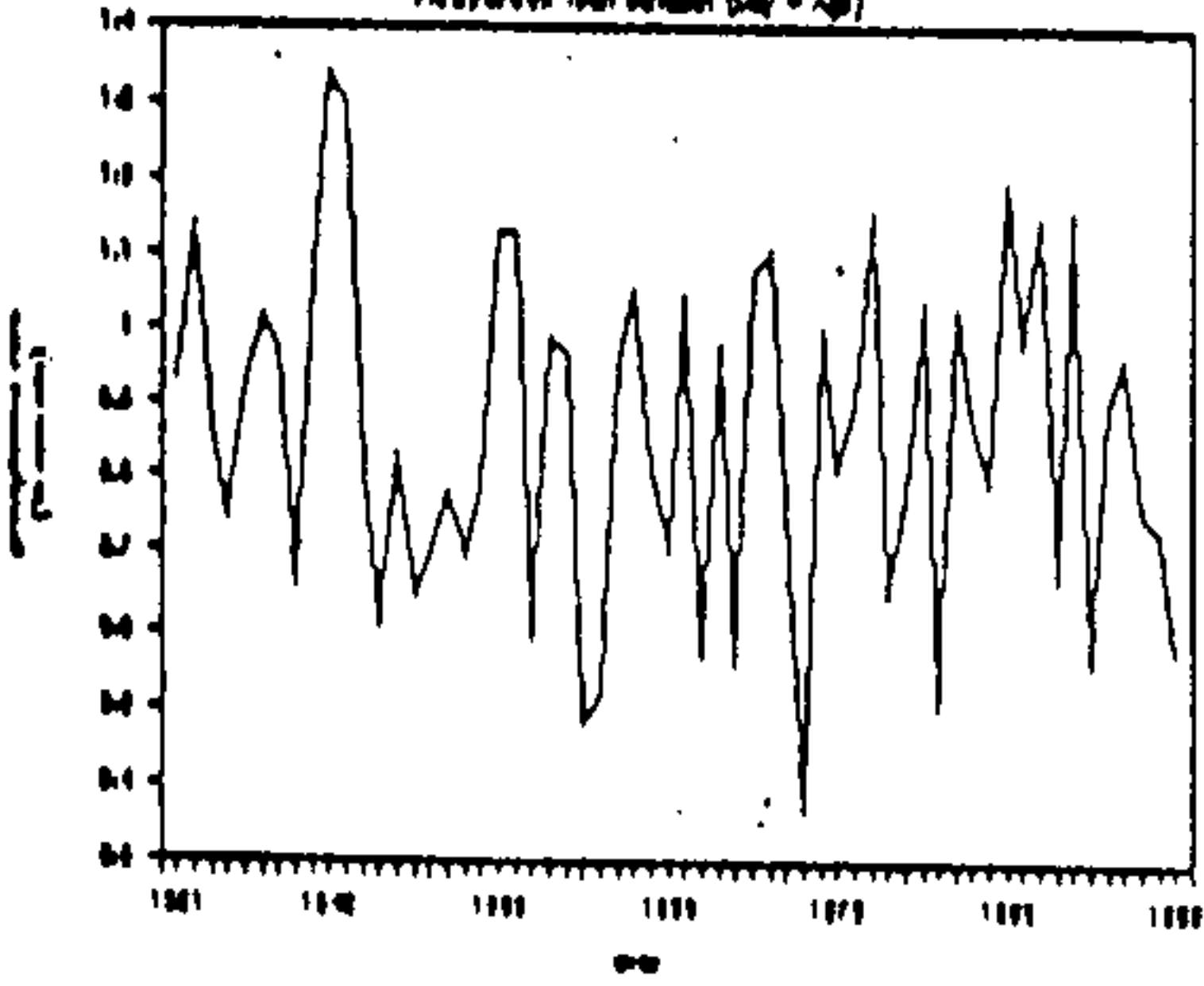
Estacion : San Cristobal 1931 - 1990

Medio Móvil de 11 años

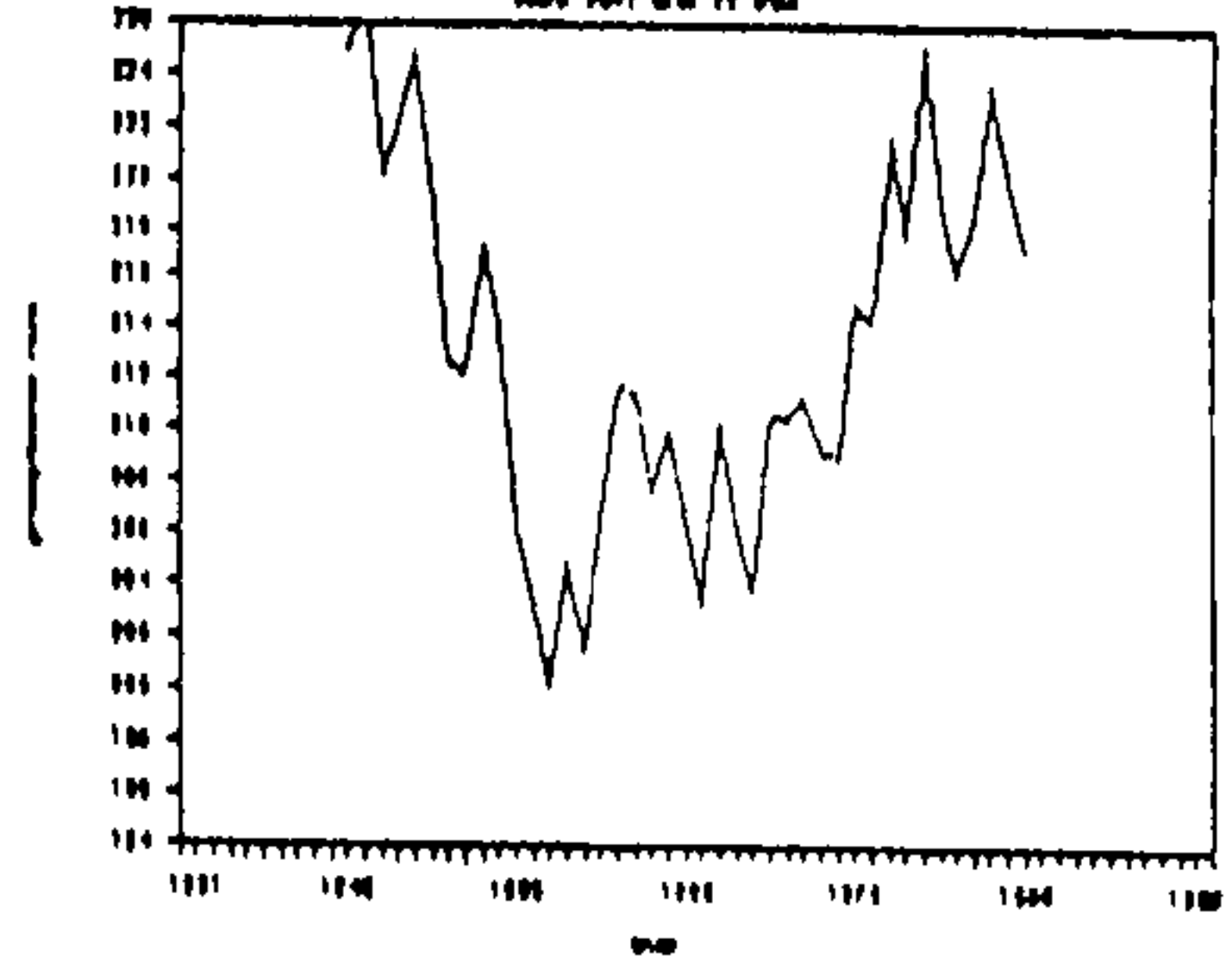


CURVAS ORIGINALES Y SUAVIZADAS

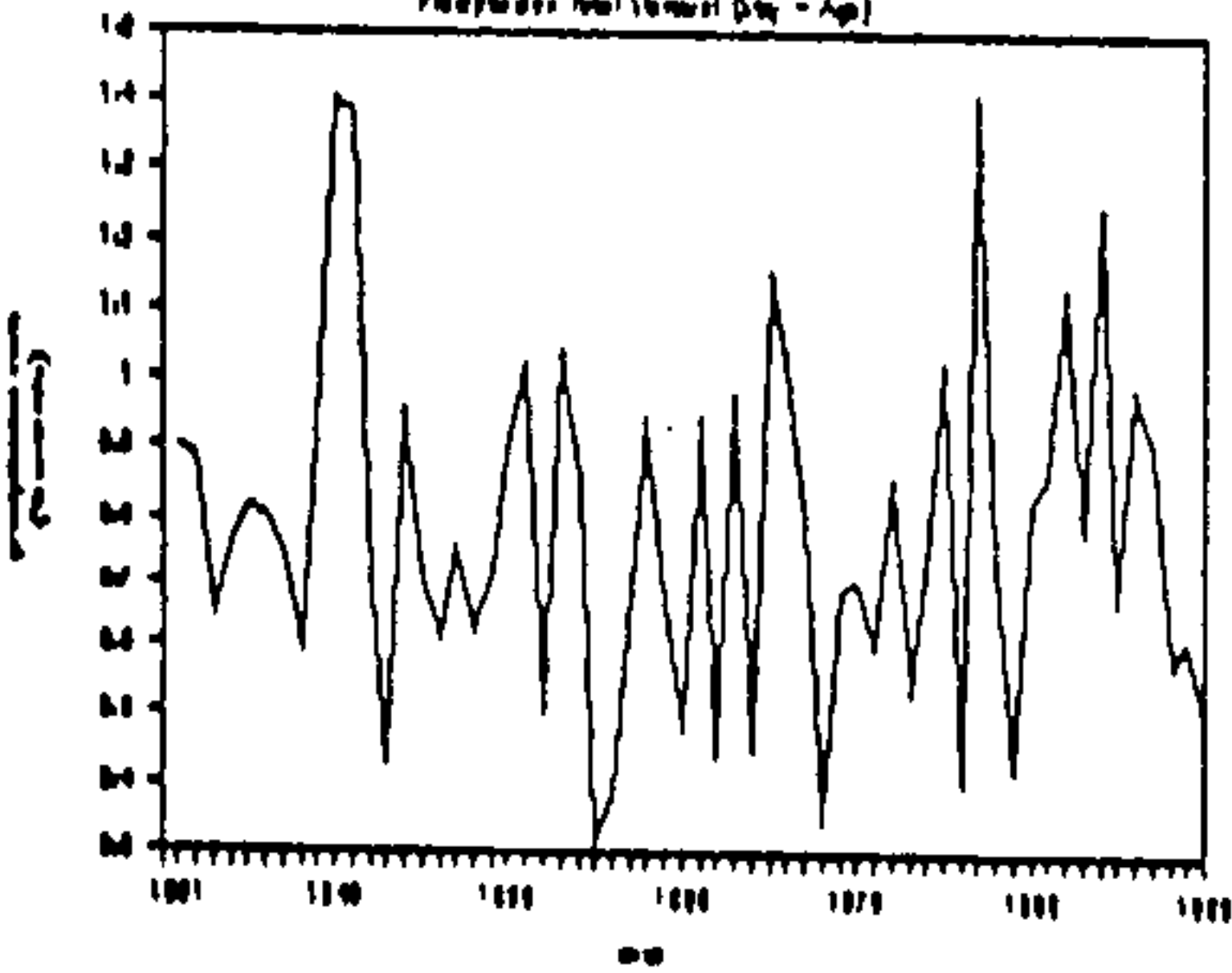
Estacion : El Tambillo 1931 - 1990
Precipitacion total mensual (May - Ago)



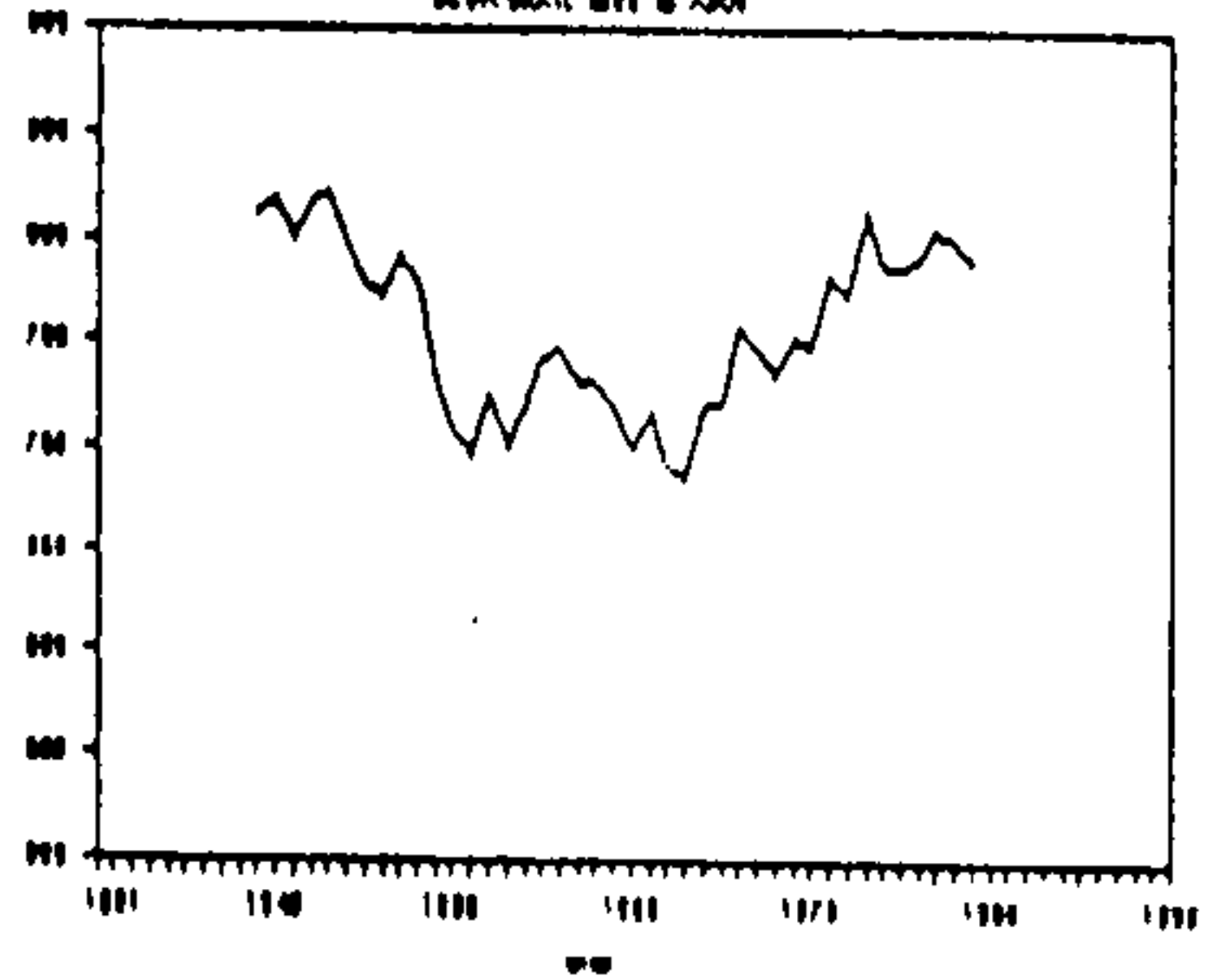
Estacion : El Tambillo 1931 - 1990
Método de suavizado de 11 años



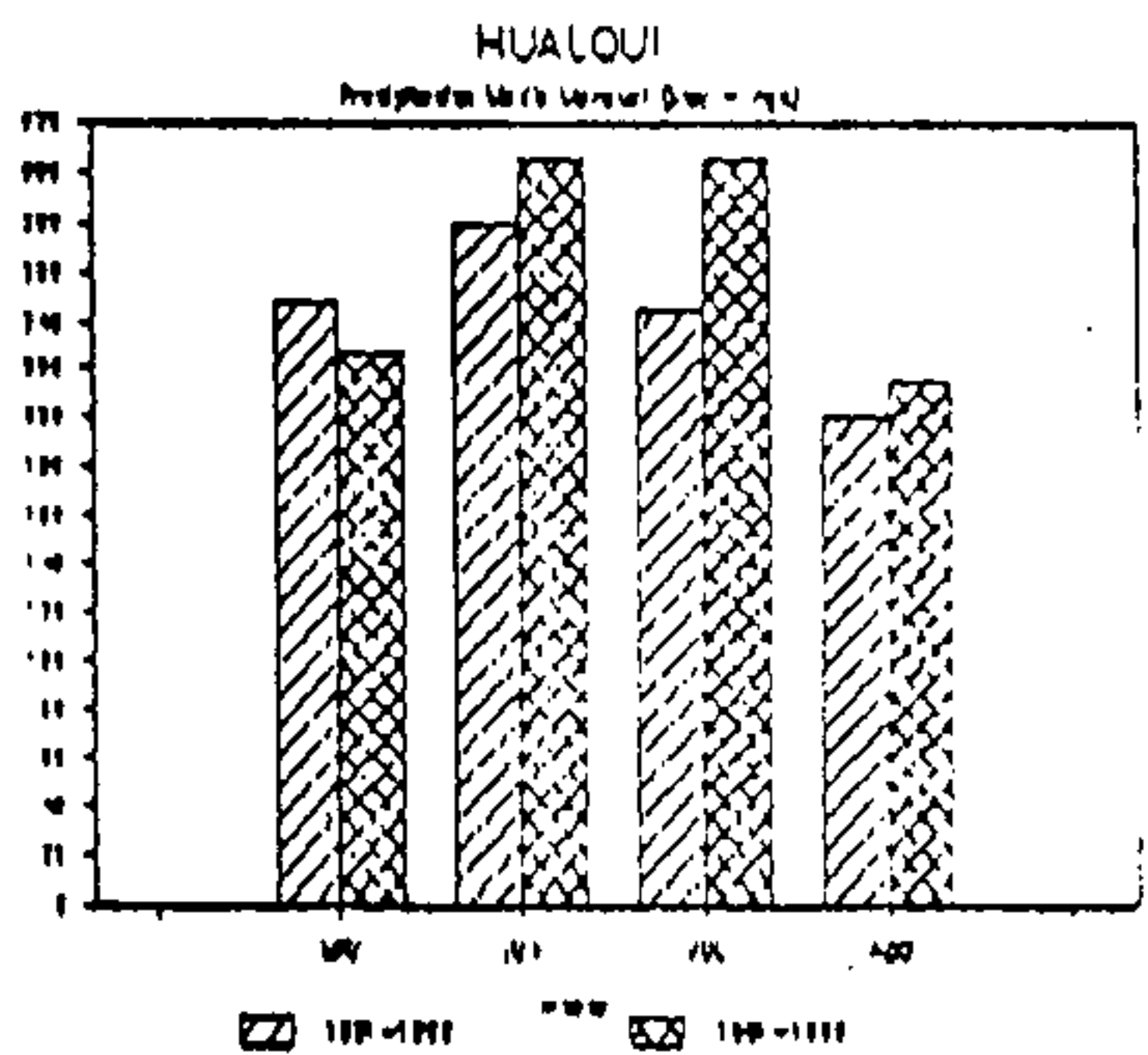
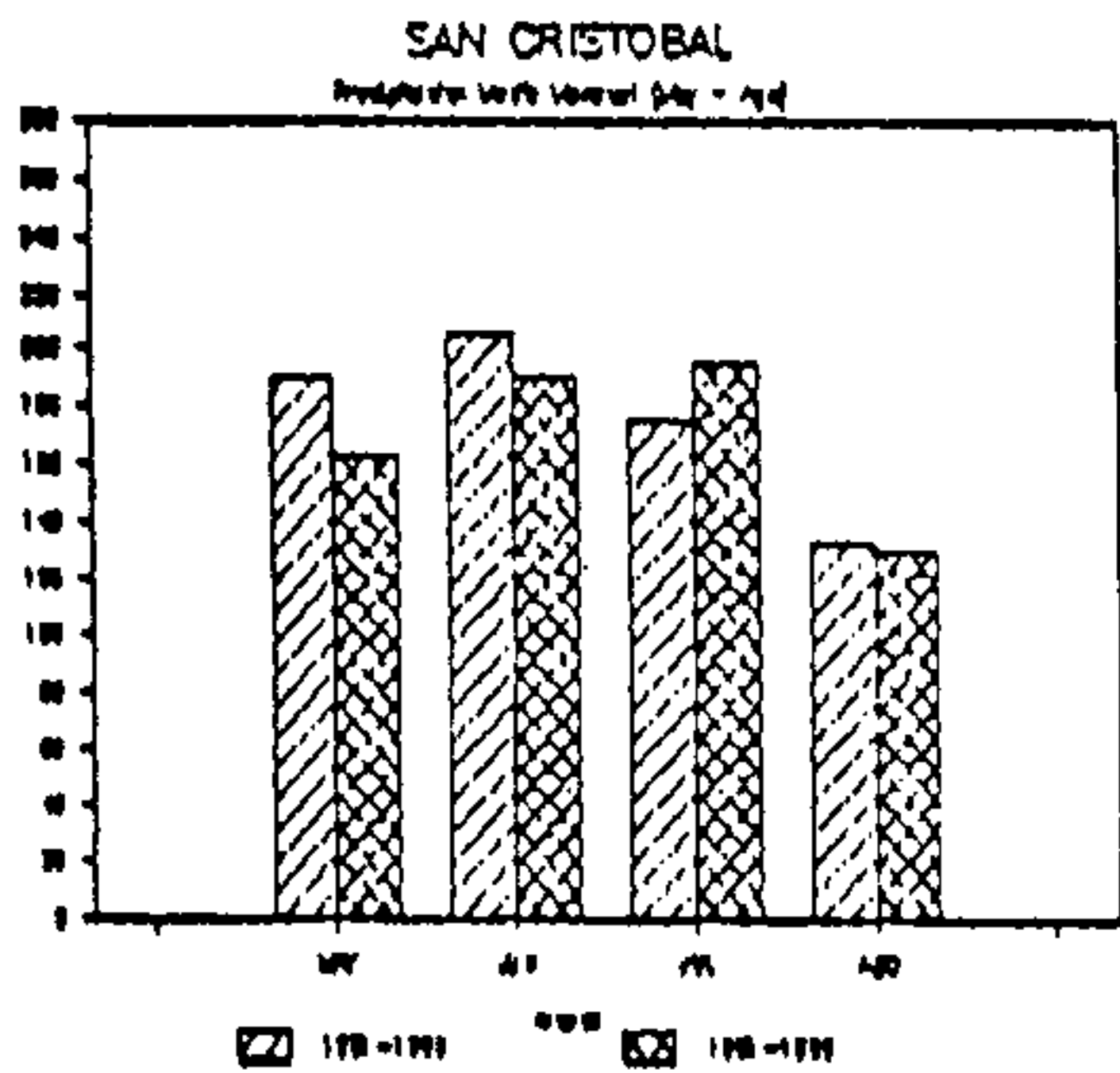
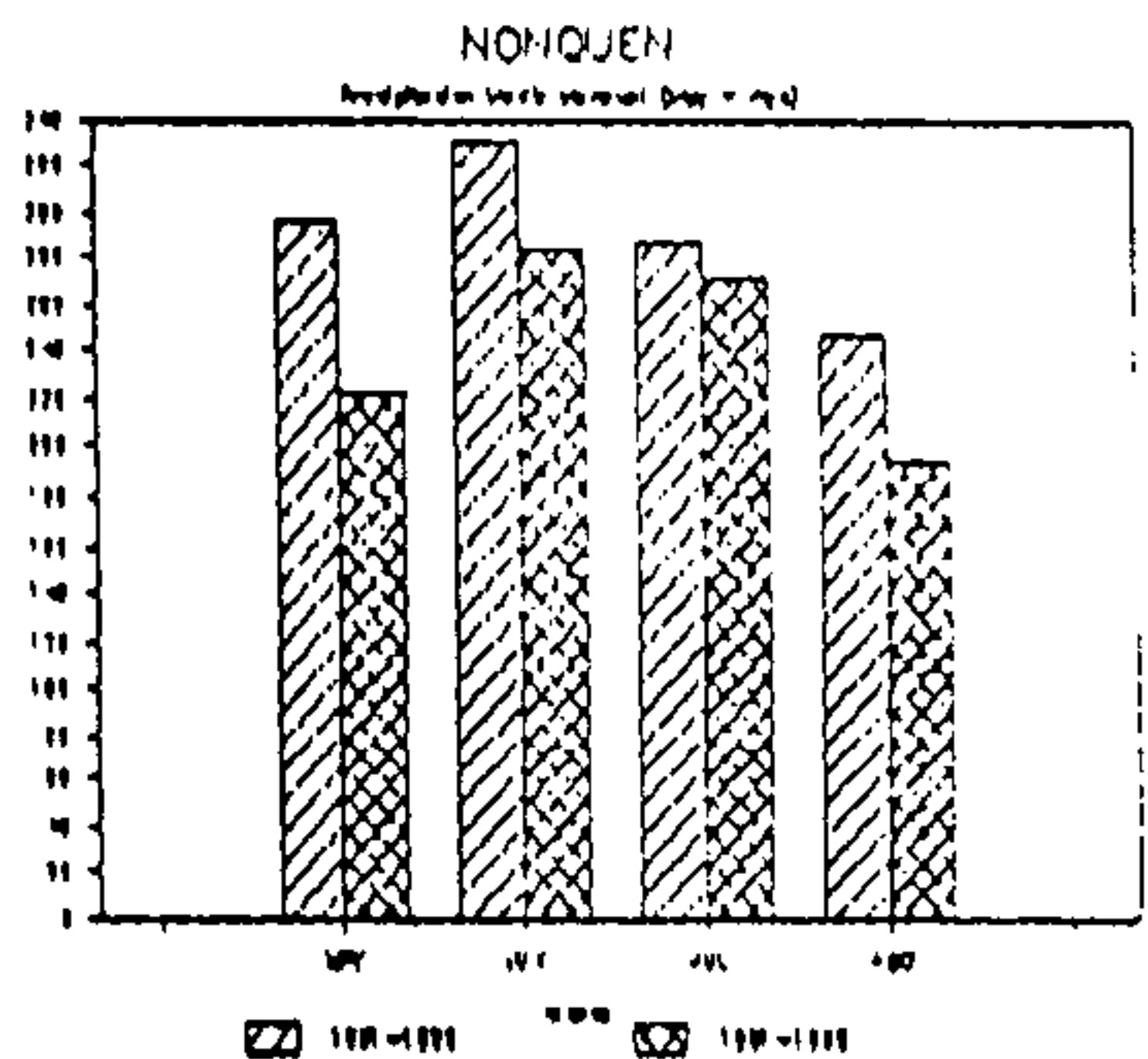
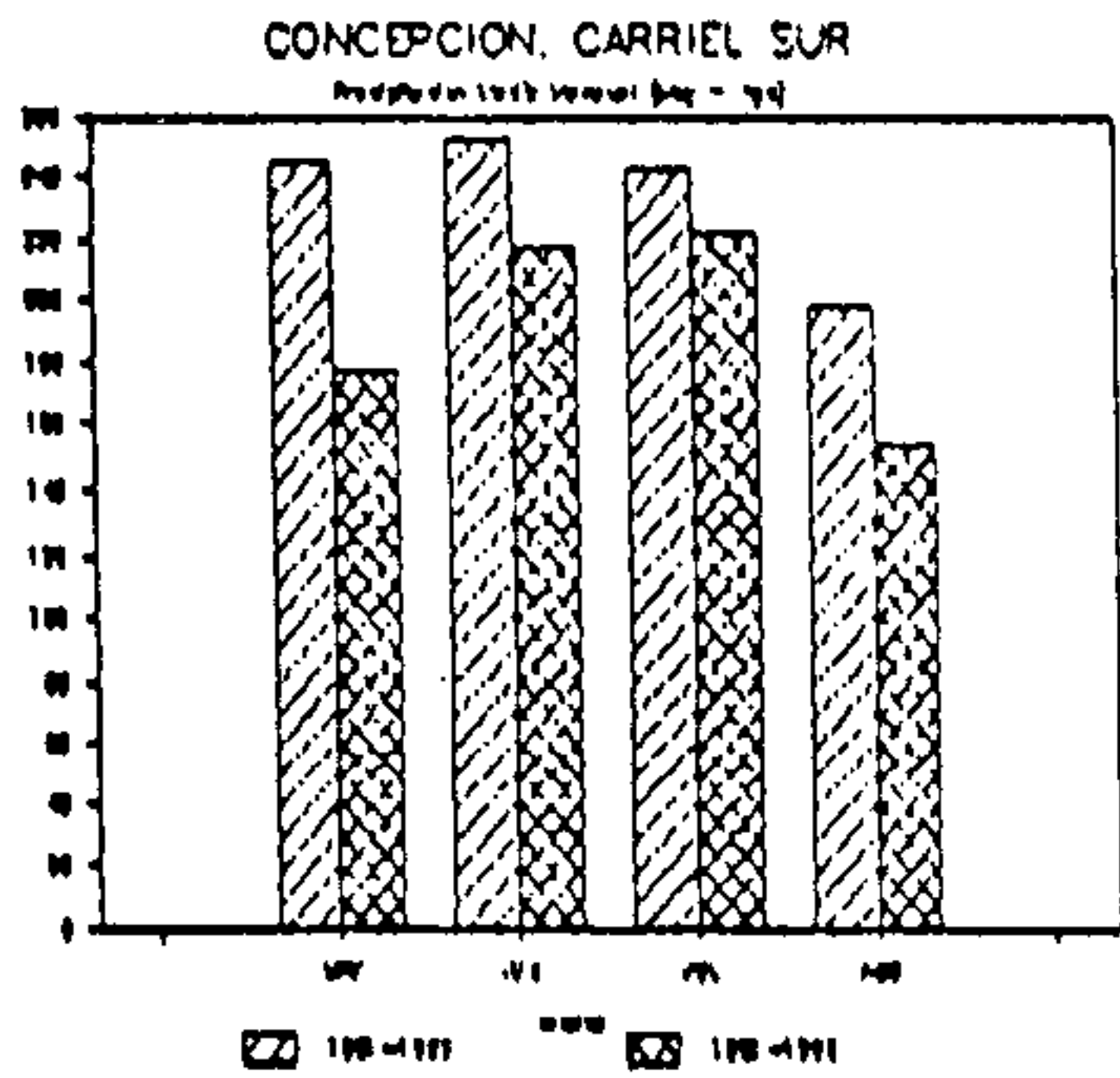
Estacion : ANGOL 1931 - 1990
Precipitacion total mensual (May - Ago)



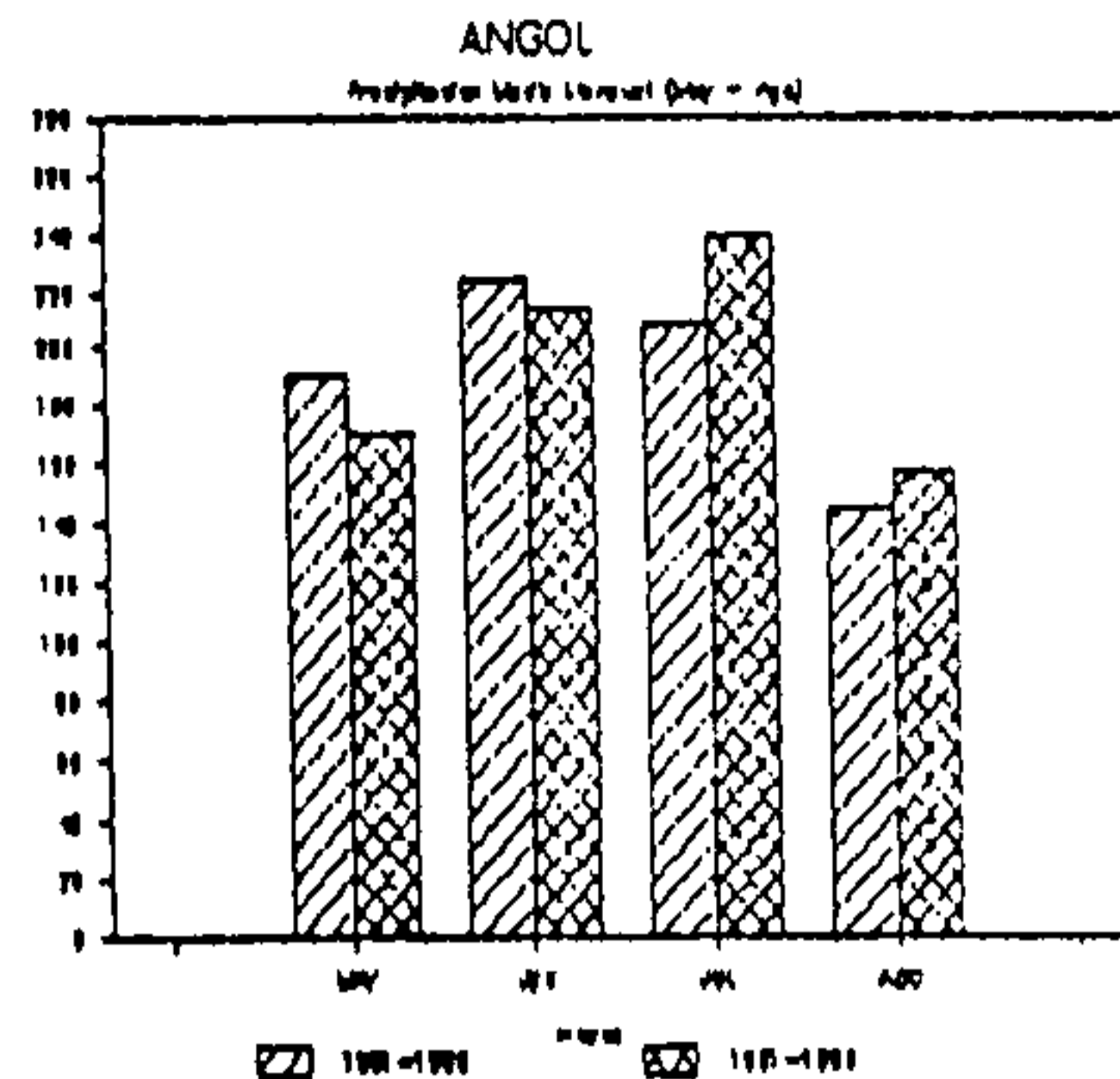
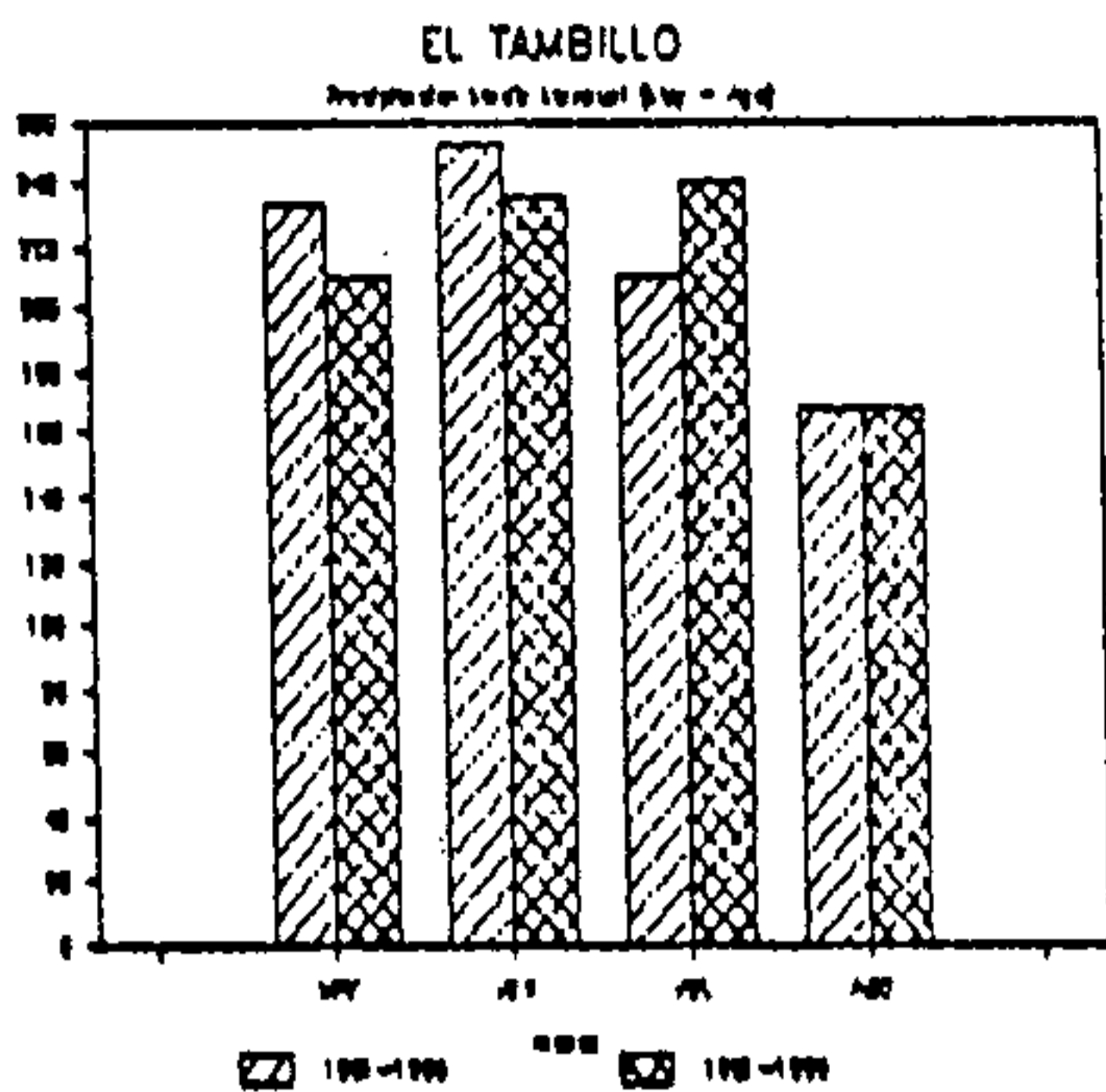
Estacion : ANGOL
Método de suavizado de 11 años



PROMEDIOS NORMALES MAYO - AGOSTO 1931-1960 Y 1961-1990

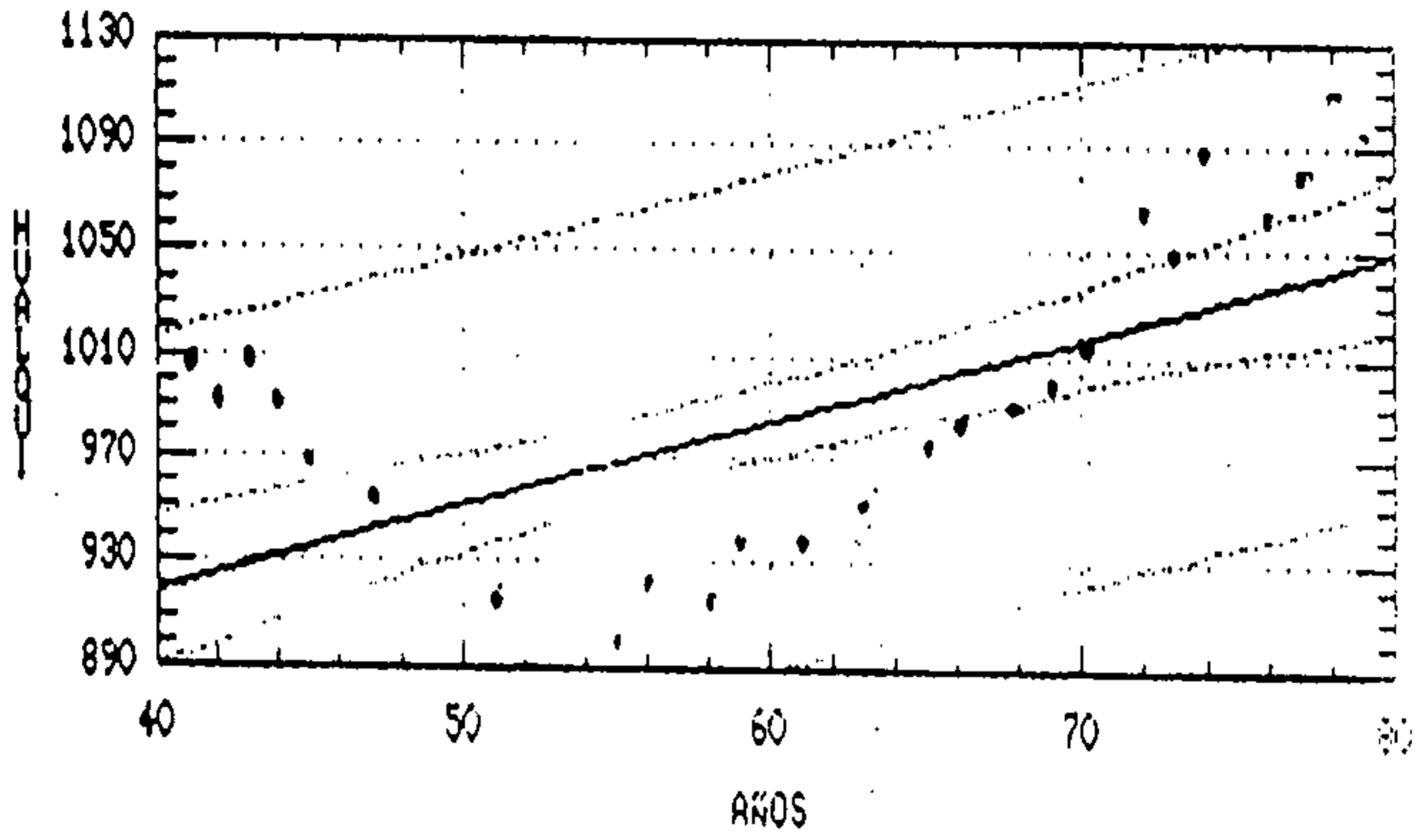


PROMEDIOS NORMALES MAYO - AGOSTO 1931-1960 Y 1961-1990

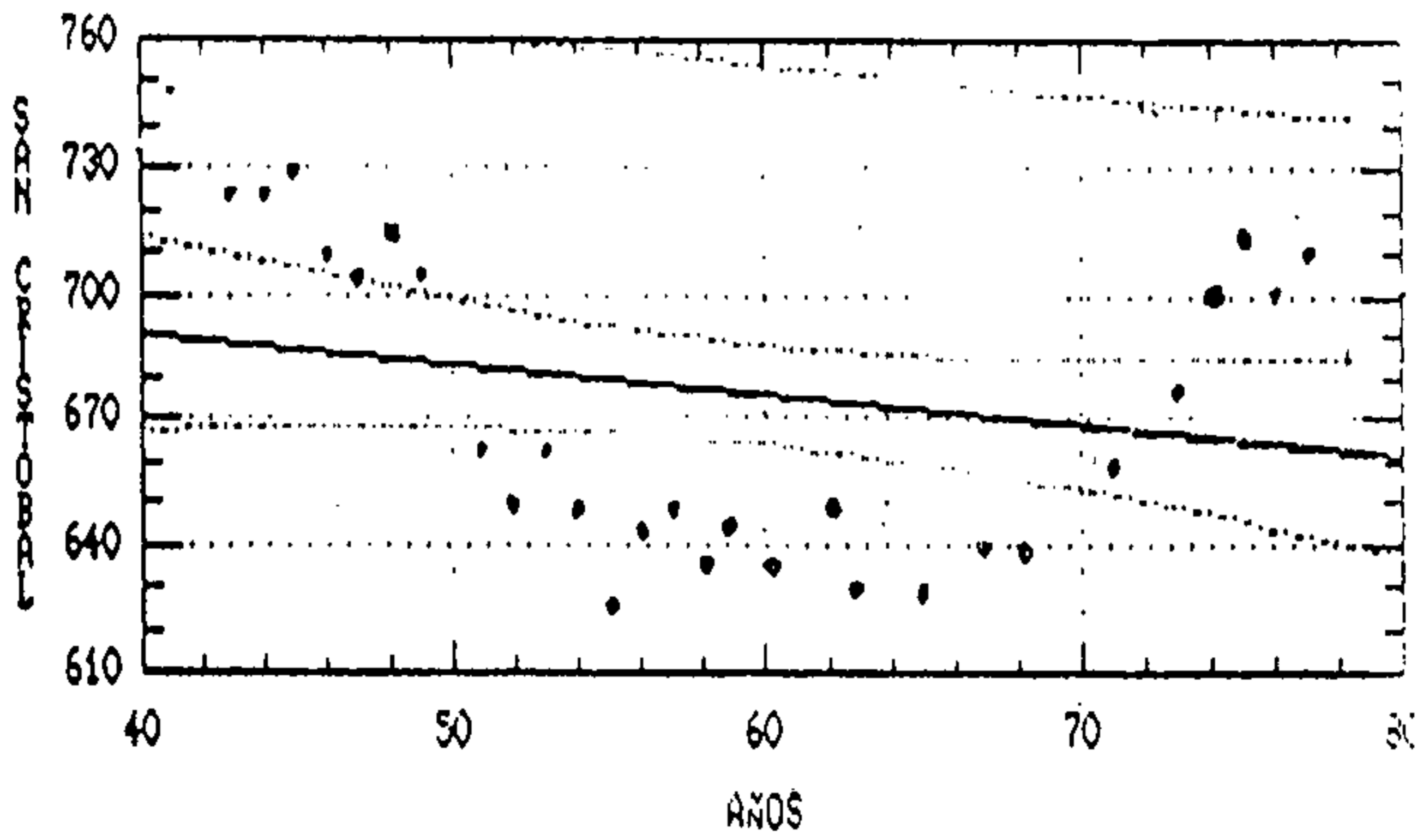


	ECUACION DE REGRESION	COEFICIENTE DE CORRELACION
CONCEPCION	$Y = 1161,8 - 5,1X$	$R = -0,90$
** NONQUEN	$Y = 1409,9 - 5,9X$	$R = -0,82$
HUALQUI	$Y = 787,5 + 3,27X$	$R = 0,65$
TAMBILLO	$Y = 832,2 + 0,39X$	$R = 0,13$
SAN CRISTOBAL	$Y = 720,5 - 0,74X$	$R = -0,23$
ANGOL	$Y = 769,1 - 0,18X$	$R = -0,05$
** Estación de referencia		

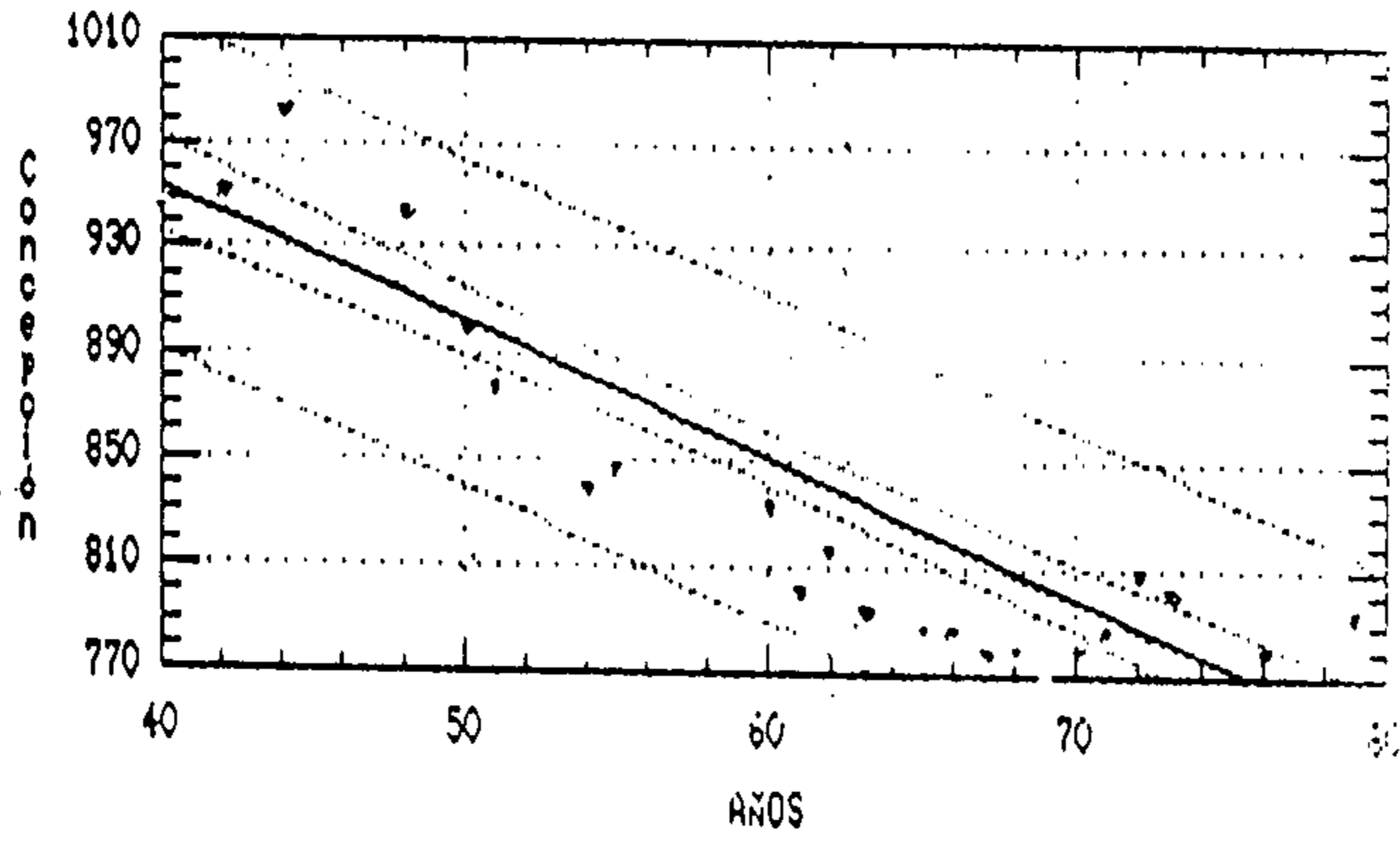
Regression of HUALQUI ON AÑOS



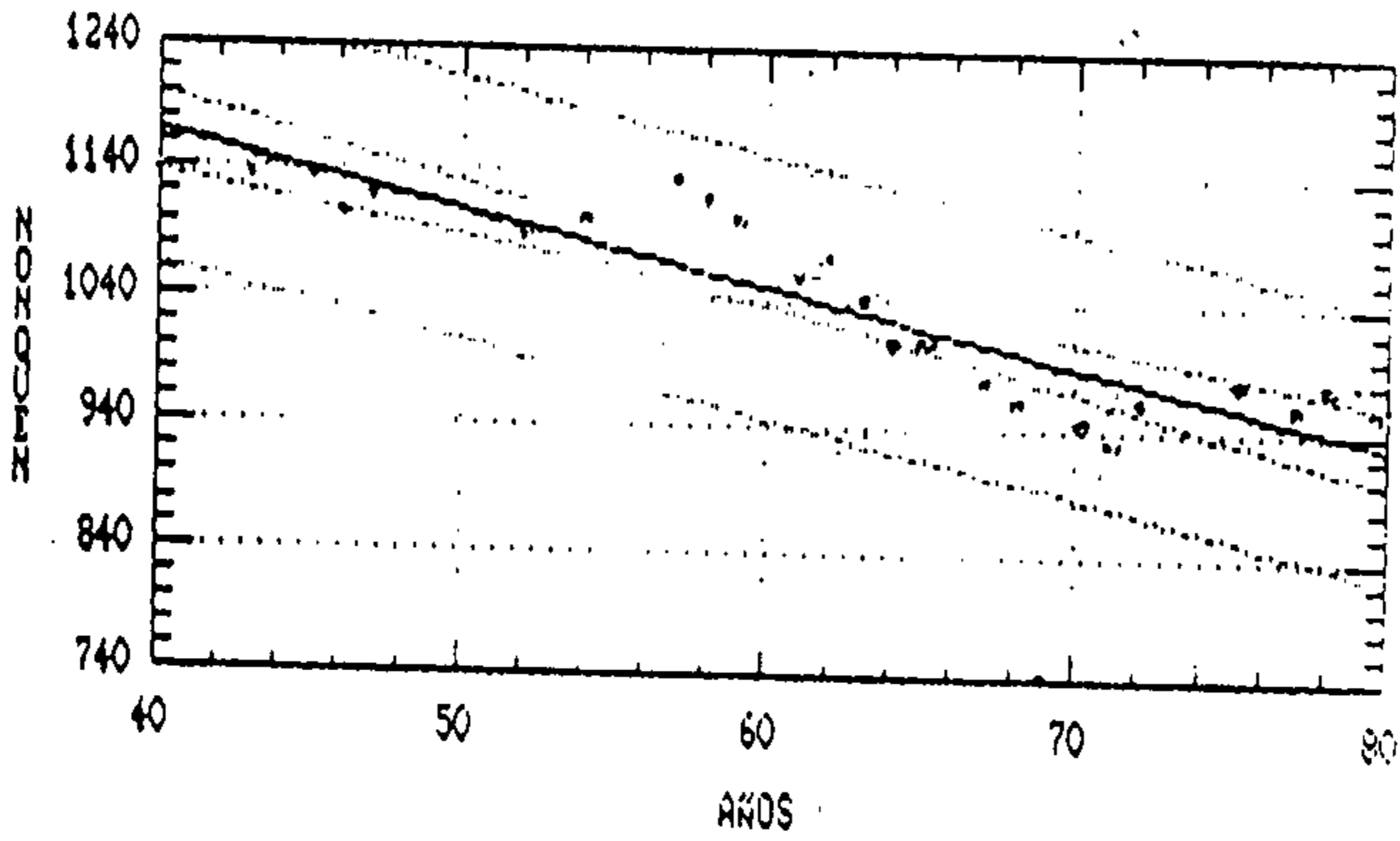
Regression of SAN CRISTOBAL ON AÑOS



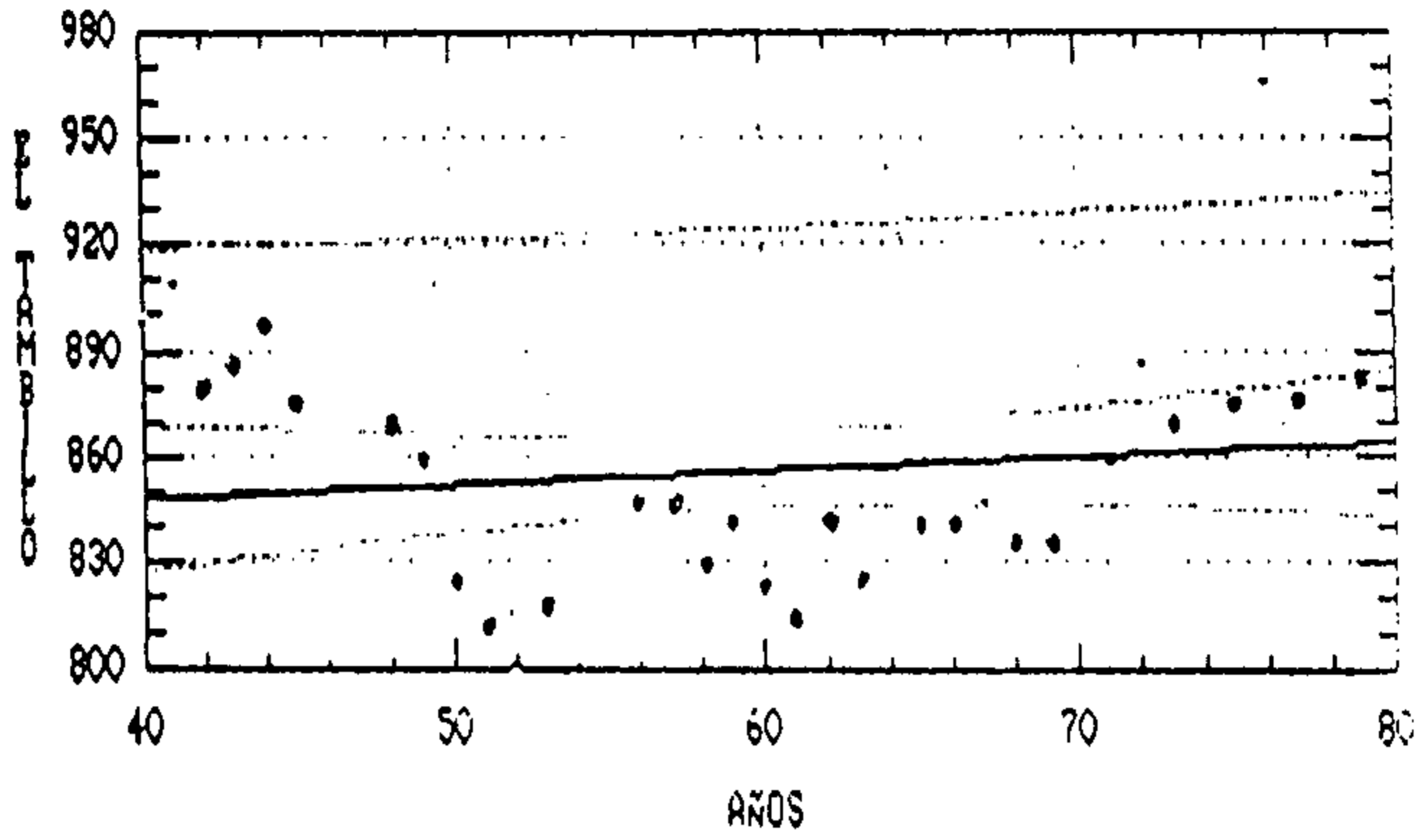
Regression of Concepción on AÑOS



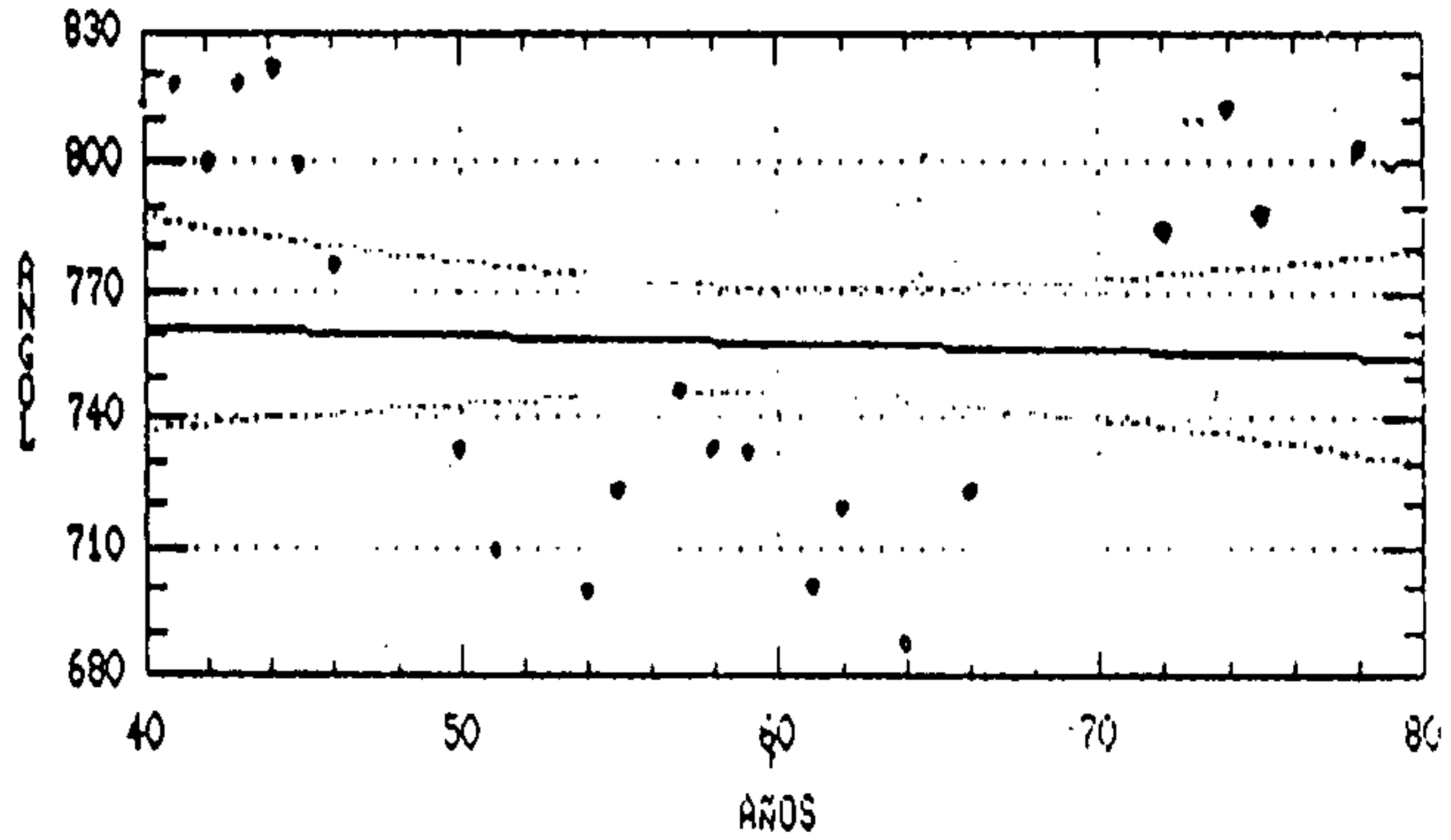
Regression of NONQUEN on AÑOS



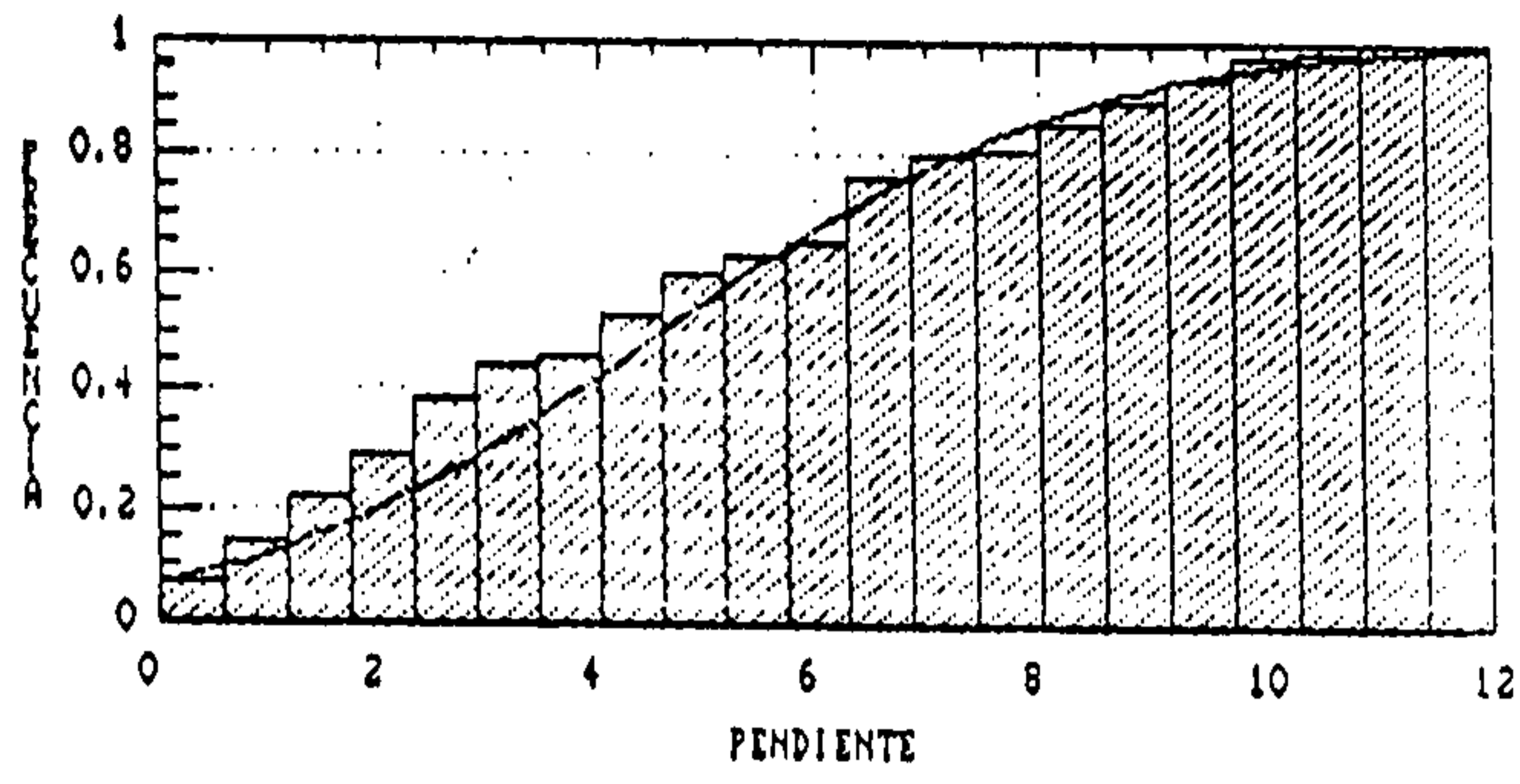
Regression of EL TAMBILLO on AÑOS



Regression of ANGOL on AÑOS



METODO DE MONTECARLO



Curva de frecuencia acumulada para la familia de pendientes de las rectas de regresión correspondiente a series de precipitación de Concepción, como resultado de la aplicación del Metodo de Montecarlo. La pendiente base ,10,7 originada por el promedio de cinco grupos de ocho puntos de la curva suavizada, indica un nivel de confianza del 97 % de que la pendiente es distinta de cero (Araneda et al. U.Real 1992).

**PROYECTO
MANEJO INTEGRADO
DE CUENCAS**

1. INTRODUCCION

Las características geográficas del territorio nacional lo hacen susceptible de sufrir problemas de erosión, torrencialidad, inundaciones, sedimentación y en general una alta fragilidad frente a problemas medioambientales.

En el país históricamente, se ha extraído la cubierta vegetal de más de 21 millones de (há.) de un total de 76 millones de há., que constituye la superficie total del país. La falta de cobertura vegetal ha originado unos 19 millones de ha. erosionadas y otros efectos negativos. La presencia de importantes superficies erosionadas provocan graves alteraciones en el funcionamiento de las cuencas hidrográficas, incrementando la sedimentación de los cauces y las crecidas, reduciendo los escurrimientos superficiales en épocas de sequía. Las consecuencias que originan los desequilibrios hidrobiológicos constituyen una de las principales catástrofes que más daño han causado al país.

Los cambios en el uso del suelo, la presión urbana sobre los cauces, la ausencia de un adecuado manejo de los cauces y de las cuencas y la falta de obras de drenaje han significado en las últimas décadas un agravamiento de los problemas de crecidas e inundaciones.

Por otra parte, el desarrollo económico que ha presentado el país en este último tiempo, ha generado fuertes presiones sobre los recursos naturales renovables, habiéndose diagnosticado diferentes problemas tales como: contaminación de suelos, agua y aire, degradación y agotamiento de recursos naturales en general, todo lo cual origina graves conflictos entre los usuarios.

La competencia por los recursos hídricos entre usuarios (hidroeléctrico versus riego, uso doméstico versus agrícola, minero versus doméstico) tiene perspectivas de agudizarse si se considera que en los próximos 50 años la potencia hidroeléctrica instalada puede llegar a sextuplicarse, la superficie agrícola a aumentar en 500.000 ha. y los usos domésticos, industriales y mineros a duplicarse; todo lo cual se desarrolla en un contexto de creciente valorización social de la preservación del medio ambiente.

Gran parte de los problemas medioambientales tienen una expresión territorial que puede ser estudiada y, sobre todo manejada, a través de un tratamiento por cuenca hidrográfica.

En la cuenca están contenidos los recursos naturales básicos para las múltiples actividades humanas como son el agua, el suelo, la flora y fauna, etc. Estos recursos están en continua interacción con el acto de aprovechamiento productivo

del hombre, pero no siempre en un estado de equilibrio razonable.

El carácter de manejo integrado requiere de una preocupación de todos los recursos de la cuenca mencionados anteriormente. En una primera etapa, sin embargo, en la imposibilidad de abordar todos los ámbitos del quehacer humano, se ha estimado oportuno concentrar los esfuerzos principalmente en los recursos forestales e hídricos.

El Gobierno de Chile con la finalidad de abordar esta problemática, constituyó la "Comisión Intersectorial de Manejo de Cuencas" (CIMCU), integrado por diversos ministerios e instituciones del sector público. Además, propuso la realización de un Proyecto de Manejo de Cuencas Hidrográficas, actuando como organismos de ejecución el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Agricultura.

2. CONCEPCION GENERAL DEL PROYECTO

Como una respuesta a la situación planteada en el punto anterior, el Proyecto propuesto presenta tres rasgos fundamentales. Ellos son:

Carácter Nacional: Se ha procurado mantener una amplia representatividad espacial a través de la consideración de diversas áreas que den cuenta de las principales situaciones del país correspondiendo al Proyecto el desarrollo de estudios de factibilidad en las siguientes cuencas : San José (I Reg.); Aconcagua-Marga Marga (V Reg.); Maipo-Mapocho (Reg. Metrop.); Maule (VII Reg.); Imperial (IX Reg.); Las Minas (XII Reg.), y estudios complementarios en las cuencas de San Pedro de Atacama (I Reg.); Estero La Canela (IV Reg.); Estero Barroso (VII Reg.) y Emperador Guillermo (XI Reg.)

Enfoque multisectorial e interinstitucional: El proyecto se ha abordado en forma unitaria los problemas referidos a suelos (erosión, forestación) y aguas (recursos, conservación, inundaciones).

Enfasis demostrativos: Todos los estudios considerados implican desarrollos metodológicos y procedimientos novedosos, que puedan servir de modelo y punto de partida para una política a mediano y largo plazo, con alcances que van más allá del tiempo de ejecución y las cuencas en que se apliquen.

Los objetivos generales planteados por el Proyecto de Manejo de Cuencas Hidrográficas, consisten en:

- A. Mejorar la calidad de vida de la población, incrementando la producción de bienes y servicios, manteniendo un medio ambiente libre de contaminación y mejorando las condiciones de funcionamiento de las cuencas.
- B. Proteger, conservar y mejorar los recursos naturales renovables presentes en las cuencas hidrográficas seleccionadas, a través del establecimiento y desarrollo de sistemas apropiados de producción, manejo, protección y extensión.
- C. Proteger sectores urbanos, agrícolas y obras de infraestructura frente a fenómenos y riesgos naturales, asociados a eventos hidrometeorológicos extremos.
- D. Mejorar la gestión del recurso agua, con el objeto de aumentar la eficiencia de uso, conservar su calidad y evitar los conflictos entre usuarios.
- E. Disponer de información socio-económica y técnica que permita optimizar y ajustar las actividades de manejo de los recursos naturales.
- F. Propender a desarrollar una estructura institucional y sectorial que fomente el uso racional de los recursos naturales en las cuencas.

3. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto orientado a las 6 cuencas definidas como críticas, el cual constituye la estructura central del programa, está conformado por seis componentes. Los objetivos específicos de cada componente, así como los programas de acción previstos en estos, se detallan a continuación:

A. MANEJO FORESTAL Y DE SUELOS.

Objetivos específicos:

- Alcanzar un manejo y conservación de los recursos naturales, a través de la puesta en práctica de técnicas y procedimientos que permitan optimizar su aprovechamiento, asegurar su permanencia en el tiempo y mejorar su calidad.
- Establecer un sistema de extensión que permita promover una participación eficiente de la comunidad en el manejo y conservación de los recursos naturales renovables.
- Implementar programas de desarrollo de comunidades rurales en áreas pre-andinas, degradadas o con bosque nativo.

Programas de Acción:

- Programa de recuperación y aprovechamiento sustentable de la vegetación natural y de manejo del bosque esclerófilo, de renovales de bosque nativo y de lenga (XII Reg.).
- Considera diversas actividades tendientes a mejorar el recurso forestal, a través de intervenciones silviculturales.
- Programa de recuperación de áreas erosionadas. Estabilizar sectores próximos a centros poblados sometidos a procesos erosivos severos, que ameriten medidas urgentes de corrección, sean de tipo biológicas y/o con el apoyo de estructuras de carácter permanente o transitorias.
- Programa de plantaciones con fines múltiples. Forestar con especies exóticas y nativas sitios forestales desprovistos de vegetación, que contribuyan tanto a la obtención de productos, como a la conservación de suelos y aguas, vida silvestre, recreación y en general al mejoramiento de las condiciones socio-económicas de las poblaciones humanas vinculadas.
- Programas de apoyo y transferencia tecnológica, incluyendo programas específicos de producción de bienes no maderables, de desarrollo de campesinos forestales y capacitación forestal, de pequeñas empresas forestales, de integración de la mujer, de tenencia y derechos sobre árboles y tierras. Se trata de traspasar conocimientos y experiencias sobre sistemas de producción agroforestales, destinados a mejorar la producción local de los grupos familiares, así como los sistemas de acceso al mercado y comercialización de esos productos.

B. AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS

Objetivos Específicos:

- Incrementar la protección y manejo de los recursos naturales y culturales presentes en las Areas Silvestres Protegidas.
- Incorporar al sistema aquellas áreas que sustentan ecosistemas no representados actualmente en el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)
- Favorecer la recreación en ambientes naturales.
- Implementar programas de educación ambiental.

Programas de Acción:

- Programa de desarrollo de infraestructura.

Dotar, complementar y mejorar la implementación de la actual infraestructura de las unidades del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado existentes en la cuenca.

- Programa de Educación Ambiental.

Incluirá todos los parámetros y antecedentes que permitan la formulación de un programa de Educación Ambiental que contenga al menos los siguientes aspectos:

- * Extensión y difusión de las principales características del medio ambiente relacionado con las unidades de Areas Silvestres Protegidas insertas en las áreas de ejecución del proyecto.
- * Educación dirigida a fomentar la conservación y preservación a los recursos naturales renovables.
- * Desarrollo de líneas de investigación dirigidas a formular programas de educación ambiental adecuados a la realidad cultural de cada cuenca.

- Programa de incorporación de áreas deficitarias al SNASPE.

Descripción del área posible a incorporar y la justificación técnica en función de sus características, incluyendo los límites preliminares de estas áreas.

C. CONTROL FORESTAL

Objetivos Específicos:

- Mejorar las actividades de control y fiscalización de las actividades productivas forestales que se realizan en cada cuenca, para así lograr un mayor cumplimiento de la legislación forestal vigente.
- Desarrollar líneas de investigación que aumenten la eficiencia de los sistemas de control y fiscalización.
- Desarrollar programas de difusión o extensión de la legislación forestal vigente.
- Forestar la infraestructura empleada para administrar, controlar y fiscalizar el cumplimiento de la legislación forestal vigente.

Programas de Acción

- Programa de Administración y Control de la legislación forestal.

Este programa contempla las siguientes acciones:

- * Identificación y proposición de proyectos que contribuyan a fortalecer la aplicación y administración de la legislación forestal vigente.
- * Formulación de una estrategia de fiscalización en base a los proyectos seleccionados.
- * Formulación de Planes de Capacitación del personal para los fines de administración de la legislación forestal.
- * Programas de Extensión de la legislación forestal, dirigidos al medio rural.
- * Desarrollo de líneas de investigación aplicada al ámbito de la administración y control de la legislación forestal y recursos naturales renovables.

D. MANEJO DEL FUEGO

Objetivos Específicos:

- Desarrollar programas de educación y prevención de incendios forestales.
- Fortalecer la infraestructura de combate de incendios forestales.

Programas de Acción

- Programa de fortalecimiento en la protección contra incendios forestales.

El tema programa comprende las siguientes actividades:

- * Protección de sectores de alto riesgo.

Priorización de áreas dentro de una cuenca o limítrofes a ella, que presentan una alta ocurrencia histórica de incendios forestales y que ameriten medidas urgentes de protección, como la construcción y mantenimiento de cortafuegos y fajas de penetración, entre otros.

* Fortalecimiento del sistema de detección terrestre.

Perfeccionar el actual sistema de vigilancia y detección de incendios forestales en la cuenca, contemplando el emplazamiento de torres de observación y los equipos complementarios para su funcionamiento en aquellos sectores con un alto índice de riesgo.

* Fortalecimiento de los Centros de Operaciones de terreno.

Diseño de las instalaciones y los equipos de campaña necesarios para conformar Centros de Operaciones de incendios forestales en terreno, que permitan la planificación, organización, dirección y control de todas las operaciones, además de proporcionar asistencia técnica, así como realizar la mantención de los equipos y herramientas que se estén utilizando.

* Implementación de infraestructura de bases de brigada.

Diseño de la infraestructura de bases de brigadas, que son ocupadas por los combatientes de incendios forestales durante la temporada de trabajo.

* Reposición del equipamiento de combate de incendios forestales.

Reposición y necesidades complementarias de equipamiento, de acuerdo a una relación entre eficiencia y seguridad básica para la realización de dichas labores.

- Programa de educación y prevención.

Diseño de actividades de prevención de incendios forestales en términos de una difusión del problema y educación de la población.

Además se planteará un sistema de transferencia tecnológica dirigida a agricultores y silvicultores, buscando la sustitución del fuego como herramienta de trabajo en el campo, proponiendo métodos alternativos al uso del fuego.

E. CONTROL DE CRECIDAS Y MANEJO DEL CAUCE

Objetivos Específicos:

Mitigar los efectos de las crecidas en sectores poblacionales y productivos.

- Racionalizar el uso de sectores ribereños.
- Generar sistemas de alerta a la población frente fenómenos de crecidas.

Programas de Acción

- Programa de construcción de defensas fluviales.
- Programa de estudios de regulación del uso de los cauces naturales y catastros de zonas de alto riesgo. Estos estudios deberán establecer una regulación general del uso del cauce y sus riberas, mediante la zonificación equitativa y eficaz del río en diferentes tramos, la fijación de deslindes en los sectores urbanos y rurales que presenten conflictos.
Además se preparará un Catastro de las zonas susceptibles de sufrir el impacto provocado por las crecidas del cauce, con los siguientes elementos:
 - * Caracterización, magnitud y frecuencia de los impactos.
 - * Población afectada.
 - * Descripción y evaluación económica del área amagada.
 - * Análisis del plan regulador urbano para conocer los sectores de expansión y su vulnerabilidad frente a las crecidas, así como otros sectores no incluidos en dicho plan.
 - * Análisis de la vulnerabilidad de las obras de infraestructura existentes y las eventuales medidas de solución requeridas.
- Programa de implementación de un sistema de Alertas de Crecidas, en aquellas cuencas que lo justifiquen, incluyendo los aspectos operativos, técnicos y equipamiento involucrado.
- Programa de análisis de la factibilidad de construir obras de regulación de Crecidas, orientadas a mitigar sus impactos.

F. GESTION Y CONSERVACION DEL RECURSO HIDRICO

Objetivos Específicos:

- Desarrollar planes de ordenamiento y sistemas de gestión, que permitan un aprovechamiento múltiple de los recursos con criterios de optimización económica, protección ambiental, resguardo de los derechos existentes y de mitigación de los impactos de sequías.
- Implementar un sistema de medición y red de monitoreo que permita disponer de información adecuada y confiable de los sistemas hídricos.
- Propender al mejoramiento del uso de los recursos hídricos.

Programas de Acción

- Programa de Gestión de los Sistemas de Recursos Hídricos.

Este Programa considera:

- * El análisis de un plan de desarrollo de nuevas fuentes de recursos hídricos.
- * El Diseño e implementación de un Modelo de Operación de los Sistemas de Recursos Hídricos, incluyendo los aspectos de calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas, las fuentes, las demandas actuales y futuras, la infraestructura de conducción hasta el nivel de la red de canales secundarios y los distintos tipos de usos.
- * La elaboración de un Plan Director detallado del aprovechamiento de los recursos hídricos. Este Plan debe coordinar la acción de los distintos actores en diferentes escenarios, tanto en el corto como en el largo plazo, considerando aspectos legales, administrativos, sociales, económicos y ambientales. Además, coordinará tanto los aspectos de cantidad como de calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Se deberá otorgar especial énfasis, a los aspectos relativos a la generación de directrices, planes y acciones tendientes a la gestión de los recursos hídricos en condiciones de sequía, a la preservación de calidad de las aguas para sus distintos usos y a la protección de los acuíferos y de los ecosistemas acuáticos.

- Programa de Sistema de Información de derechos de aprovechamientos y catastro de usuarios. Se desea desarrollar e implementar un Sistema de Información Geográfico (SIG), que incluya información actualizada sobre la situación del aprovechamiento de los recursos hídricos.
- Programa de investigación en cuencas representativas, el cual estará orientado al estudio de los diferentes componentes que integran el ciclo hidrológico y su interacción con el manejo forestal y protección del suelo.
- Plan de Monitoreo de Sistemas de Recursos Hídricos, complementando y modernizando las redes de medición existentes.
- Programa de Mejoramiento del uso de los Recursos Hídricos, considerando medidas estructurales y no estructurales.

Las medidas de tipo estructural deberán estar localizadas en aquellos sectores más críticos de la cuenca, en los cuales es urgente mejorar la eficiencia de riego y la implementación de un Plan de Mejoramiento.

Para el caso de medidas no estructurales; éstas deben estar orientadas al desarrollo e implementación de programas educativos y de extensión, considerando la tecnificación de la actividad del riego y los aspectos de organización y administración de los recursos hídricos.

4. SITUACION ACTUAL DEL PROYECTO.

El estudio de factibilidad del Proyecto de Manejo de Cuencas Hidrográficas referido a las 6 cuencas críticas, así como los estudios complementarios, han sido incluidos en el Contrato de Préstamo del Proyecto de Pre-Inversión MIDEPLAN - BID, actualmente en ejecución. De este modo, habiéndose aprobado la documentación técnica pertinente, se están efectuando los trámites finales para un llamado a licitación internacional para la realización de los trabajos de Consultoría correspondiente.

De acuerdo a lo programado, el Estudio de Factibilidad tendrá una duración de 12 meses, por lo tanto el Gobierno de Chile estaría en condiciones de efectuar la solicitud al BID, para el financiamiento del Programa de Inversión, a fines de 1993. Dicho Programa se desarrollará entre los años 1994 y 1998 aproximadamente.

**ANTEPROYECTO DE LEY DE
BASES DEL MEDIO AMBIENTE.
FORTALEZA Y DEBILIDADES
EN LA PROTECCION DE LOS
RECURSOS HIDRICOS.**

**" ANTEPROYECTO DE LEY DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE :
FORTALEZA Y DEBILIDADES EN LA PROTECCION DE
LOS RECURSOS HIDRICOS"**

**ARODYS LEPPE ZAPATA
Ingeniero Civil Químico (M.sc.A.)
Jefe Departamento Investigación y Medio
Ambiente ESSBIO S.A.**

1.- ESSBIO y la protección de los recursos hídricos

La preocupación por los efectos potencialmente peligrosos que las actividades humanas pueden producir en el medio ambiente no es un fenómeno nuevo.

No obstante, sólo a partir de la década del 60 se empieza a tener una mayor conciencia del daño insostenible que dichas actividades, a un ritmo exponencialmente creciente, están provocando al medio ambiente y a los recursos naturales.

Largo sería señalar, en esta presentación, todas las formas de degradación que afectan a las diferentes formas de vida - animal y vegetal - que existen en nuestro entorno y que constituyen la base de nuestra propia supervivencia.

Es suficiente por ahora afirmar que todos estos fenómenos - o casi - se encuentran asociados a la manera en que el ser humano organiza sus actividades productivas, a la forma en que gestiona sus desechos o al modo en que sus actividades se encuentran espacialmente distribuidas.

En otras palabras, nos referimos a los mecanismos de aprovechamiento y explotación de los recursos naturales (suelo, agua, aire, minerales,

energía, plantas, animales), a los problemas derivados de la generación de desechos y desperdicios y a la planificación del medio artificial o construido (ciudades, redes de transporte y comunicaciones, represas, canales, industrias, etc.)

De aquí se deduce que cualquier política que se proponga como objetivo mínimo prevenir, reducir y - en la medida de lo posible - eliminar la contaminación y las perturbaciones que alteran los equilibrios ecológicos, deberá apuntar su acción a casi el conjunto de las actividades humanas.

Ahora bien, el agua es tal vez el único de los múltiples factores que componen el medio ambiente que atraviesa todo este conjunto de actividades. Es el constituyente terrestre más característico. En su rol ecológico vital, el agua atraviesa y conecta en su ciclo todos los demás factores ambientales, como el aire, el suelo, la flora y la fauna, transportando entre cada uno materia y energía a través de sucesivos procesos físicos, químicos y biológicos.

Pero, aparte de este rol ecológico vital, el agua es esencial a casi todas nuestras actividades productivas. La industria, la agricultura, la producción de energía, el transporte, el turismo, etc. utilizan el agua como un recurso barato que luego retornan a sus cursos naturales degradado, sucio, contaminado.

Y es, en general, en estas mismas fuentes donde captamos las aguas destinadas al consumo y en estos mismos cursos depositamos la mayor parte de las aguas servidas.

Se plantea así un conflicto de usos que el mundo moderno ha comenzado necesariamente a asumir.

Hoy día es cada vez más claro que un agua clorada no es necesariamente un agua sana. Todo depende del grado de contaminación de la fuente de agua. Durante largo tiempo la única línea de demarcación entre el agua potable y el agua no potable fué la presencia o ausencia de coliformes. Sin embargo, la presencia cada vez más generalizada de plomo, cadmio, mercurio, pesticidas y otros elementos tóxicos en las aguas destinadas al consumo ha modificado sensiblemente la noción de potabilidad.

Un agua potable no debe contener ni microbios ni substancias tóxicas.

Desgraciadamente los medios tecnológicos desarrollados para proveer a la población de un agua sana están dirigidos casi exclusivamente contra la polución bacteriana.

A medida que la contaminación de las aguas adquiere nuevas formas, las plantas de tratamiento deberían, necesariamente, sufrir transformaciones. La lógica indica que, a cada forma de contaminación corresponde un tratamiento particular. Los tratamientos terciarios intentados, sin embargo, han demostrado hasta aquí ser extremadamente onerosos. Esto ha conducido a los países más desarrollados a centrar sus esfuerzos en una política esencialmente preventiva.

El Instituto Federal de Recursos Hídricos en Suiza, ha llegado a determinar que la calidad del agua distribuida depende hoy - más que de los tratamientos efectuados - de la cantidad (y conductas) de población; del Producto Nacional Bruto por habitante (indicador del nivel de desarrollo y del grado de complejidad de los contaminantes); de la eficacia de las medidas de descontaminación aplicadas en la región y del caudal de los ríos utilizados.

De acuerdo a este criterio entonces, ESSBIO - empresa encargada de proveer a la población de un agua sana - deviene la principal damnificada por las múltiples formas de contaminación que todas las otras actividades productivas ejercen sobre los recursos hídricos, particularmente por la contaminación física y química.

2.- Las amenazas al recurso

Prácticamente todas las formas conocidas de degradación ambiental obedecen a una sola gran razón: el haber excedido la capacidad de la naturaleza de desarrollar las funciones que le son propias.

Hay ciertos límites más allá de los cuales la actividad humana entraña, en el medio natural, cambios indeseables en el proceso ecológico, perturbaciones al "trabajo" que la naturaleza realiza cotidianamente y que permiten al hombre y a los demás seres vivos del planeta disponer de los recursos que les son vitales.

Estos límites pueden ser expresado en términos de capacidad de sustentación del medio ambiente, es decir, su capacidad de proporcionar los

recursos y la energía requeridas para el desarrollo de las distintas actividades, y de capacidad de autodepuración o de asimilación, es decir, su capacidad de absorber los desechos generados por las distintas actividades humanas.

La capacidad de sustentación impone un límite al tamaño de la población que debe soportar y a la dinámica de los procesos de explotación de estos recursos. Cuando esta capacidad es sobrepasada las cadenas tróficas se rompen, los ciclos de transferencia de materias y energía ya no se cierran, los organismos mueren y dejan de cumplir todas las otras funciones que les son propias. Así, mientras partes del sistema desaparecen, el todo se degrada, se empobrece, disminuye su capacidad y al mismo tiempo su calidad.

En el caso específico del agua, esto ocurre por la utilización irracional del recurso; o cuando se usa abusivamente un recurso escaso; o cuando se altera gravemente el ciclo hidrológico.

Esto se ve fomentado y agravado en nuestro país por una legislación que considera el agua como un elemento que puede ser separado mecánicamente de los otros factores ambientales, aislado y transformado en mercancía, susceptible de ser apropiado y transado en el mercado, aún en su estado natural y desligado de los usos y roles que le son propios.

Todo esto atenta directamente contra la capacidad de sustentación de la naturaleza.

La capacidad de autodepuración implica la descomposición de todas las materias putrescibles en sus componentes básicos, despojados estos de su toxicidad. Los distintos microorganismos presentes en el suelo y en el agua

atacan los desechos orgánicos purificando el medio y alimentando con lo productos de la descomposición otras especies vegetales y animales. Cuando esta capacidad es sobrepasada los microorganismos se asfixian, la asimilación se detiene y la contaminación se acumula transformando las características y cualidades del medio.

En el caso del agua, esto sucede por descarga excesiva de productos orgánicos; o por elementos (residuos industriales) que no pueden ser absorbidos por la naturaleza; o por componentes tóxicos que envenenan los microorganismos disminuyendo o aniquilando su capacidad depurativa (riles, pesticidas). De manera indirecta, el deterioro de la cubierta vegetal y las actividades que provocan erosión, terminan también aumentando el arrastre de elementos diversos hacia los cuerpos de agua. Todo esto degrada la calidad del ambiente y atenta directamente contra la capacidad de asimilación del medio acuático.

3.- La Protección necesaria

Pensar en una Ley de bases del medio ambiente lleva a pensar, obviamente, en un instrumento jurídico que tienda a proteger la capacidad de la naturaleza de responder a las necesidades humanas de tal forma de satisfacer nuestras expectativas actuales sin comprometer las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras.

Desde el punto de vista nuestro, esto implica que el espíritu de la ley debe reconocer el agua como un recurso natural indisolublemente ligado a

los demás recursos naturales renovables. El debe ser entendido y gestionado dentro de un contexto ambiental, sistémico.

Su desarrollo y protección no puede ser separado de la tierra, del aire, del cuidado de la flora y la fauna y transformado en objeto de especulación.

Esto nos lleva a concluir que una legislación ambiental fundamentada y coherente no puede olvidar lo establecido en el actual Código de Aguas y debe proceder a su modificación.

Por otro lado, en búsqueda de la racionalización en el uso del recurso es necesario establecer un sistema de clasificación de los ríos y cuerpos de agua en función de sus usos necesarios y posibles.

En este contexto, entonces, podrán definirse las normas de calidad necesarias, de acuerdo a la clasificación y los usos definidos.

En esta clasificación y definiciones necesarias, la ley debería establecer una clara prioridad en favor de la vida y la salud de las personas por sobre cualquier otro interés económico inmediato.

La racionalización en el uso del recurso implica, además, establecer una autoridad ambiental encargada de planificar el uso del agua conciliando los criterios de sustentabilidad ambiental con el interés general de la comunidad y los intereses legítimos de la actividad privada. Todo esto debería llevar al legislador a pensar en el manejo o gestión integral de las cuencas hidrográficas.

Y una última medida de protección necesaria del recurso, que la ley

debería establecer con fuerza, es la prohibición estricta de descarga efluentes y materias extrañas a los cursos de agua, sin consentimiento oficial de la autoridad ambiental.

Implícita en esta propuesta se encuentra la idea de una autoridad responsable de la planificación y protección de los recursos ambientales y - obviamente - del control y regulación de todas las formas de contaminación.

4.- El proyecto de ley

Si se revisa exhaustivamente el proyecto de ley elaborado por la CONAMA, buscando una mejor protección del recurso hídrico, podemos encontrar lo siguiente :

Artículo 4º: Sin perjuicio de las sanciones administrativas y penales que señale la ley, todo el que cause daño al patrimonio ambiental estará obligado a repararlo, restaurándolo materialmente si fuera posible e indemnizándolo en conformidad a la ley.

Artículo 13º: Todo proyecto o actividad de carácter público, privado o mixto, deberá someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental.

Artículo 26º: La autoridad dictará normas de calidad ambiental para los componentes básicos del medio ambiente, con el objeto de velar por la protección y preservación del medio ambiente, la conservación del patrimonio ambiental, la existencia de un medio ambiente libre de contaminación, y la saluda y calidad de vida de la población.

Todo depósito o infiltración de sustancias o materiales susceptibles de deteriorar la calidad de los suelos, aire y aguas, quedarán sujetos a las normas de calidad ambiental relativas a estos elementos, que dictarán para tal efecto los organismos competentes, coordinados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Artículo 31º: Con el objeto de asegurar la conservación de los recursos naturales renovables en un área determinada, el organismo público encargado de regular el uso o aprovechamiento del respectivo recurso, podrá exigir la presentación y cumplimiento de un plan de manejo de los mismos.

A primera vista, estos cuatro artículos aportan evidentemente orientaciones positivas en la protección de los recursos que nos interesan.

La Evaluación de Impacto Ambiental como instrumento de gestión, por ejemplo, incorpora oficialmente la dimensión ambiental en la elaboración y preparación de proyectos de inversión.

La exigencia de un plan de manejo de recursos podría permitir una gestión más racional del recurso hídrico, si se cumplieran al mismo tiempo otros requisitos.

El proyecto de ley, sin embargo, deja la aplicación del Artículo 4º, en manos de los tribunales civiles. La revisión y aprobación de las E.I.A. a cargo de una comisión de Seremis sin la idoneidad técnica para asumir esta compleja función. La dictación de las normas de calidad recae en un sin número de organismos y servicios diferentes.

Sólo para el agua tendrían tuición la Dirección de Aguas, los Servicios de Salud, la Dirección de Riego, la Superintendencia de Servicios Sanitarios, la DIRECTEMAR, el Ministerio de Bienes Nacionales, las empresas sanitarias, etc.

Por último, los planes de manejo podrán ser exigidos a los privados

en términos individuales, de acuerdo a sus propios intereses y objetivos

Esto refleja una característica que recorre todo el texto : el estado abdica su poder regulador en beneficio del mercado.

Ahora bien, nadie discute hoy día el rol del mercado como el mejor modo conocido de asignación de recursos en el corto plazo.

Sin embargo, una política ambiental (y sus instrumentos jurídicos) deben estar referidos a la gestión de recursos vitales con objetivos de mediano y largo plazo.

La intervención pública en los lineamientos y aplicación de una política ambiental global, con carácter de política de estado, se ve así plenamente justificada.

La naturaleza no reconoce fronteras administrativas, funcionales, espaciales ni de otro tipo.

Una política ambiental con visión de futuro debe reconocer al menos lo obvio, lo sobradamente probado: la naturaleza se comporta como un todo único, establece sus relaciones, dicta sus propias leyes y éstas no podrán ser derogadas por ningún código humano.

Se hace necesario, por tanto, una autoridad ambiental que conduzca y coordine una política global de protección ambiental, la que debería tender a ser una política de Estado. Esto implica que debe ser fruto de un proceso claramente participativo que genere consensos que garanticen una política de largo plazo, que trascienda los sucesivos cambios de gobierno y se incorpore

al patrimonio cultural de la nación.

La legislación e institucionalidad que se definan deberán ser una expresión de esta política. Y los criterios y principios que la sustentan deberán quedar claramente establecidos.

El mercado, su funcionamiento y la libertad que se le asocia no tienen porqué ser incompatibles con una adecuada política ambiental y una severa legislación que la implemente. Sólo que es necesario entender que el mercado existe y funciona allí donde existen bienes transables.

Lo que el legislador (y la comunidad de este país) debieran definir en forma previa es si el agua, el aire y - en último término - la vida misma, forman parte de estos bienes transables.

GESTION AMBIENTAL EN PROYECTOS HIDROELECTRICOS

**Gonzalo Benavente Z.
Empresa Eléctrica Pangué S.A.
Santiago - Chile**

GESTION AMBIENTAL EN PROYECTOS HIDROELECTRICOS

I. INTRODUCCION

El proceso de utilización de los recursos naturales por parte del hombre para satisfacer sus necesidades de desarrollo ha sido progresivo y sus consecuencias han trascendido cada vez más allá del entorno donde éstas se desarrollan llegando a afectar a regiones, países y actualmente a todo el planeta.

A la sociedad actual se le plantea entonces el desafío de conservar nuestro ambiente, pero también el de satisfacer sus necesidades de desarrollo que en nuestro país son creciente en los más variados campos. Este desafío está asociado a todos los empresarios y naturalmente a las empresas productoras de electricidad.

Para enfrentar este desafío se hace imprescindible que a cada proceso productivo se le asocie una gestión ambiental adecuada.

II. GESTION AMBIENTAL ASOCIADA A PROYECTOS HIDROELECTRICOS.

En este caso, entendemos por gestión ambiental el disponer los medios conducentes a lograr la producción de energía hidroeléctrica en el marco del concepto del desarrollo sustentable, lo que implica tres elementos básicos para un país en vías de desarrollo.

1. Crecimiento económico como condición necesaria, pero no suficiente.
2. Más equidad social.
3. Eficiencia en el uso de los recursos naturales y protección de la base de vida para las generaciones futuras.

Los medios que se deben disponer para lograr este objetivo son:

- A Organización adecuada.
- B Ejecución de estudios ambientales
- C Materialización de las acciones ambientales recomendadas.

A. ORGANIZACION ADECUADA

En el organigrama de la empresa debe definirse claramente quién llevará a cabo la gestión ambiental y se debe dotar a esa unidad de los recursos humanos y materiales para desarrollarla.

No obstante lo anterior, es necesario que la empresa incorpore sistemáticamente la gestión ambiental en el desarrollo de sus actividades, para lo cual las políticas ambientales generales deben ser delineadas con la debida consideración de la variable ambiental.

Por otra parte, la empresa debe procurar dotar a toda su estructura técnica de un cierto grado de capacitación ambiental que permita crear una conciencia general, de modo de introducir este concepto en todas las instancias de la gestión de la empresa.

B. ESTUDIOS AMBIENTALES

De acuerdo con las características del proyecto deben definirse cuáles son los estudios ambientales que deben efectuarse, como se efectuarán y en qué oportunidad.

Como en el país aún no existe una legislación ambiental global que proporcione un marco de referencia sobre cómo efectuar estos estudios, cada empresa debe adoptar la metodología que a su juicio estime más conveniente para su caso específico.

A continuación se entrega un marco conceptual general sobre la forma de proceder que se estima más adecuado para el caso de un proyecto hidroeléctrico.

- El aspecto ambiental debe ser considerado en un mismo nivel de importancia que los otros aspectos que disponen la factibilidad de un proyecto.
- Los estudios ambientales se conciben como un proceso contínuo que abarca las distintas fases de la vida de un proyecto u obra. Esto implica que estos estudios deben ser incorporados progresivamente en las fases y etapas de desarrollo que caracterizan a un proyecto hidroeléctrico de manera que en su fase conceptual pueda decidirse sobre la prosecución del proyecto (factibilidad) y queden definidas las acciones a ejecutar en la fase ejecutiva de éste.

De esta manera se concibe en conjunto de estudios ambientales con un grado de profundidad progresiva y no "el estudio de evaluación de impacto ambiental".

C. ACCIONES AMBIENTALES

Cada uno de los estudios ambientales desarrollados define una serie de acciones que se deben llevar a cabo para lograr una mejor inserción del proyecto en el medio ambiente, las que deberán ser tomadas a lo largo de toda la vida del proyecto u obra. En general éstas pueden ser:

- Estudios complementarios.
- Acciones propiamente tales:
 - durante la etapa de estudio y diseño se orientan a adaptar el diseño a las condiciones del entorno.
 - durante la fase ejecutiva se refieren a precauciones y acciones físicas que se deben incluir en la ejecución misma de la obra. Estas pueden ser llevada a cabo por el propietario de la obra o a través de contratistas, lo cual requiere de una inspección o auditoría ambiental.
 - durante la operación de la obra, las acciones serán principalmente de monitoreo.

CONCLUSIONES

COMITE CHILENO PARA EL PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL (PHI)

SEGUNDAS JORNADAS SOBRE GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS Y MEDIO AMBIENTE

CONCEPCION, 21 AL 23 DE OCTUBRE DE 1992

CONCLUSIONES

Comisión Relatora:

Alberto Duyvestein, Universidad de Concepción
Enrique Matthei, Corporación ProRio
Pedro Navarrete, Forestal e Ind. Santa Fe
Carlos Silva, Dirección General de Aguas
Pedro Bravo, Dirección General de Aguas.

El PHI es un programa intergubernamental a largo plazo, centrado en los aspectos científicos y educativos de la hidrología y de la gestión de los recursos hídricos, basado en un enfoque interdisciplinario e intersectorial de los mismos.

Ha sido concebido en fases sucesivas, con una duración media normal de seis años.

Recientemente en Dublin, Irlanda, en la Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente que se realizó entre los días 21 y 31 de enero de este año, se hizo una declaración de principios rectores, programas de acción y medidas de seguimiento a nivel de lineamientos generales.

En el plano nacional se realizaron las primeras jornadas de trabajo en la ciudad de La Serena, el año 1991, concluyéndose que para cumplir con los objetivos planteados en la cuarta fase del PHI, el Comité Nacional estableciera Comisiones de Trabajo (nacionales y/o regionales) para que aborden problemas específicos.

Recogiendo dicho acuerdo se organizó este evento, cuyas conclusiones por temas tratados y generales se detallan a continuación:

A. CONCLUSIONES RELACIONADAS CON LOS TEMAS EXPUESTOS EN LAS JORNADAS DE TRABAJO.

1. TEMA: "GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS"

Chile está avanzando en el adecuado manejo de los recursos hídricos en comparación con otros países de América Latina y podría llegar a ser un ejemplo de cómo se puede manejar corporativamente el preciado elemento agua.

Debe crearse políticas de intención y de ejecución del recurso agua para que sean efectivas y de aplicación práctica. Debe inducirse al bien común más que al castigo por el mal uso o contaminación del recurso. Las leyes que se dicten en el sentido de combatir el aumento de la contaminación no pueden contradecirse con las leyes de la naturaleza, porque de otra manera será muy difícil conseguir los objetivos esperados.

Se estima muy necesario el manejo corporado de cuencas.

- Los análisis multiobjetivos permiten comparar ventajas y desventajas que no pueden ser evaluadas objetivamente en proyectos que tienen distintas unidades de medida. Requieren eso sí la participación de los sectores involucrados para tener un real valor operativo.
Aún cuando los Análisis Multiobjetivos son elementos de gran ayuda las decisiones son siempre políticas.
- Todas las Bahías de la región estudiadas presentan contaminación de preferencia con respecto a los siguientes parámetros: **SOLIDOS SUSPENDIDOS — MATERIA ORGANICA — ACEITES — GRASAS Y AMONIO.**
Se hace necesario realizar un programa de vigilancia para comprobar los resultados que tengan las medidas que se tomen en cuanto a tratamiento de las aguas descargadas.
- La Empresa Forestal e Industrial SANTA FE está utilizando tecnología de punta que ha permitido aprovechar gran parte de los residuos en producción de energía, esto ha permitido comprobar una contaminación pequeña en relación con la producción de la fábrica. Se hace resaltar la idea de haber incorporado la estrategia de inculcar en el personal las ideas de "excelencia en la producción" y "protección del Medio Ambiente".
- Se plantea la recuperación o canalización de la parte baja del río Bío-Bío para ocupar terrenos ganados al lecho del mismo y aprovechar a la vez hacerlo nuevamente navegable.
Se insiste en el uso de barreras permeables para lograr dicho objetivo.
En todo caso debe manejarse primero la cuenca para establecer una disminución en el aporte de sedimentos. Esto estará dado también por el uso de la cuenca en cuanto a los deseos de satisfacer las demandas de productos producidas por las industrias.

Se destaca la importancia de este proyecto y se estima que merece ser apoyado institucionalmente a fin de lograr su materialización.

2. TEMA: "IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DEL USO DEL RECURSO HIDRICO".

El proyecto EULA está próximo a entregar sus resultados a principios del próximo año y la publicación de ellos comprenderá la edición de varios libros referentes a temas tales como:

- Monografía Científica.
- Actas de Seminarios.
- Publicaciones de Divulgación.
- Análisis Territorial, y
- Propuestas de Ordenamiento entre otros.

Todo este material tendrá un gran impacto y servirá para ser utilizado para innumerables proyectos de inversión y protección del Ambiente.

- En cuanto a la metodología aplicada en la Evaluación de Impactos Ambientales en proyectos de aprovechamiento del recurso agua, se concluye que no puede todavía aplicarse exigencias específicas a los proyectos o ideas presentadas, por cuanto el reglamento de la ley todavía no existe. De esta manera un proyecto debe recorrer un camino que pasa por la idea, perfil, prefactibilidad y factibilidad, con lo que se obtiene al final una compra de certidumbre, asegurando así una buena inversión de los recursos asignados.
- Existen varios modelos de calidad de aguas que permiten conocer los niveles de contaminación y recuperación cuando un río es utilizado para descargas de efluentes industriales líquidos.

Entre ellos, parece ser que todavía el modelo de Streeter y Phelps está vigente a pesar de su antigüedad y tanto el QUAL 2e como el WASP 4, podrían ser los más útiles cuando el estudio requiere el conocimiento adecuado de toda la hoya hidrográfica involucrada.

Es recomendable aplicar más bien un programa conocido y fácil de calibrar con pocos parámetros, que aventurar con uno muy sofisticado que requiera de muchos datos.

3. TEMA: "EL MAR PRESENCIAL"

A medida del crecimiento de la población se estima que el mar como productor de alimentos se agotará en muy corto tiempo y se supone que en el siglo 21 los espacios sin soberanía actual ya estarán ocupados, considerándose que el mar pueda constituirse en parcelas que creen, incluso, barreras para el paso libre de las embarcaciones.

Chile está en posición privilegiada por cuanto tiene al frente un extenso océano que esperamos nos pueda servir como productor de alimentos por mucho tiempo.

Para evitar la parcelación del mar en las zonas más allá de la zona económica exclusiva correspondiente a las 200 millas marinas (que debiera ser el mar patrimonial), se plantea la idea de crear la "Soberanía de Subsistencia de los Estados" con el objeto de evitar los problemas de parcelación mencionados y su efecto en el mar adyacente.

4. TEMA: "DISPONIBILIDAD DEL RECURSO AGUA Y EVENTOS HIDROLOGICOS EXTREMOS"

Las condiciones de sequía generalmente no se repiten y es poco válido basarse en eventos pasados para extrapolar condiciones a futuro.

En Chile la disponibilidad del recurso hídrico depende de las condiciones naturales (que son muy diferentes de Norte a Sur) y dependen también del manejo que hagamos de él.

Debe utilizarse el concepto CUENCA para evitar el mal uso local del recurso agua.

- A consecuencia de la sequía que afectó a una extensa zona del país entre los años 87 y 92 el Estado se preocupó de la situación del abastecimiento de agua (en cantidad y calidad) mediante programas de ayuda que resultaron en una minimización importante de los efectos negativos creados por dicha situación. Se obtuvieron resultados inesperados en cuanto a cooperación para paliar dicha situación.

5. TEMA: "LEGISLACION AMBIENTAL Y SU RELACION CON EL USO Y MANEJO DEL RECURSO HIDRICO"

Los proyectos a ser evaluados por Impacto Ambiental se han clasificado según:

- Los efectos que producen en el Medio Ambiente.
- Las cualidades de los impactos (desarrollo, duración, magnitud).
- Probabilidad de que el impacto pueda producirse.
- Percepción de su existencia por efecto de sensibilidad local.

Está planificado un procedimiento para la evaluación consiste en 9 pasos.

Un mínimo de elementos que se debieran esperar de la Ley Marco presentada al Congreso sobre el Medio Ambiente debiera ser:

- Sistema de clasificación de los ríos según su uso.
- Definir normas de calidad priorizándolas.
- Prohibición de descargas contaminantes en los cauces.
- Definir autoridades responsables del monitoreo, control regulación.

En la Ley Marco hay dudas en cuanto a si se prioriza la ley de economía o la ley de Medio Ambiente.

A nivel de gobierno se ha propuesto una formulación de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Tiene enfoque multidisciplinario. A través del estudio en seis cuencas se generaliza para una amplia gama de ellas en el país.

B. "CONCLUSIONES GENERALES"

1. Se reconoce que existe un consenso en que el manejo de los Recursos de Agua de las cuencas requieren del concurso de los diferentes usuarios y del Estado.
2. Queda muy claro que en la Región del Bío-Bío existe una de las mejores condiciones de base a nivel nacional para lograr un Manejo Corporado, ya que de hecho aquí han participado entres del sector Privado, Académico y del Estado representados por los expositores y congresistas.
3. Se considera que los diferentes participantes del evento tienen clara conciencia de que el espacio regional está conformado por los recursos terrestres y marítimos en su conjunto.
4. Para las jornadas venideras se requiere de una labor más precisa de modo de llegar a presentar "verdaderas opciones para que el Manejo Corporado tenga una real operatividad".

ESTE ES EL MENSAJE PARA LA PROXIMA REUNION

CEREMONIA DE CLAUSURA

SEGUNDAS JORNADAS DE TRABAJO

**PROGRAMA HIDROLOGICO
INTERNACIONAL**

**" GESTION DE LOS RECURSOS
HIDRICOS Y MEDIO AMBIENTE "**

**A CARGO DE :
PRESIDENTE
COMITE REGIONAL SUR
RAMON DAZA HURTADO**

21, 22 y 23 de Octubre de 1992

CEREMONIA DE ENTREGA DE PUBLICACIONES

Antes de las palabras de despedida me es muy grato informar a Uds., que la Dirección General de Aguas como una forma de contribuir al éxito de este Seminario, ha obsequiado para distribuir entre Uds., algunos ejemplares de tres publicaciones, editados recientemente por nuestra Dirección y que corresponden al Balance Hídrico de Chile, Mapa Hidrogeológico y Precipitaciones en 1, 2 y 3 días; atendido el hecho que contamos con un número limitado de ejemplares la asignación se hará dando prioridad a las instituciones y organizaciones representadas por Uds. y ofrecemos las excusas para aquellas personas que no sean favorecidas con este beneficio, como habría sido nuestro deseo.

Las publicaciones que tenemos acá y como acto simbólico se entregarán al Sr. Francisco Heymaneth Presidente de la Junta de Vigilancia del río Diguillín; hará entrega el Sr. Director Regional de Aguas de la IX Región, el Sr. Francisco Díaz F.

ACTO DE ENTREGA

El resto de las publicaciones, por razones de tiempo, serán remitidas a la Dirección de las personas asistentes a este Seminario que sean favorecidas, que esperamos sea la mayoría.

PALABRAS DE DESPEDIDA

Estimados Amigos y Amigas:

La cuenta regresiva ha terminado y el Comité Regional Sur del CONAPHI, ha cumplido con el sueño de la realización de este Seminario, que esperamos muy sinceramente haya atendido las expectativas que todos Uds., con toda seguridad, deben haber tenido en cuenta para estar aquí presentes.

Sin temor a equivocarme, les puedo asegurar, que la totalidad de los integrantes del Comité Organizador, tiene la convicción más absoluta, que el sacrificio que Uds. han hecho para estar acá, ha sido el mejor estímulo para que el Comité Regional continúe trabajando por los objetivos propuestos en su origen.

Es mi obligación destacar que el sacrificio por Uds. realizado, ha sido gustosamente compartido por los organizadores y también por nuestros Auspiciadores, Patrocinadores y Colaboradores, para quienes reitero, muy sinceramente, nuestro sentimiento de gratitud.

Estamos convencidos que desde el punto de vista científico y técnico el nivel y los alcances de los trabajos presentados en este Seminario, han sido unánimemente destacables, en mérito de ello, los Sres. Expositores merecen nuestras más sinceras y afectuosas felicitaciones.

Con la seguridad que los aspectos técnicos de los trabajos acá presentados, han sido muy bien tratados, tanto por los Sres. Expositores y participantes, como por la Comisión Relatora, y con el permiso de Uds. y aprovechando la concepción original de la Casa de Estudios que nos cobija, entiéndase el concepto: "por el desarrollo libre del espíritu", me tomo la libertad de evadirme de lo específicamente técnico, para simbolizar este Seminario en algunos valores, que creo, se asociaron muy íntimamente a cada uno de nosotros en estos tres días, me refiero específicamente:

A los valores del respeto por la opinión distinta, el compromiso con el objetivo y bien común, la gentileza y hospitalidad, y, fundamentalmente simbolizado en la convicción más clara y absoluta, que el momento histórico que estamos viviendo, exige hacer efectiva la obligación moral de:

- La valoración del hombre por sobre las ideas, la política y cualquier otra condición y sin distingo alguno.
- El respeto por la naturaleza en un contexto, a mi juicio, inseparable de los valores fundamentales del hombre, cuales son la bondad y el respeto por la vida.

Amigas y Amigos, por la armonía entre nosotros, por el futuro de nuestros hijos y en homenaje a la vida los invito a hacer de los valores anteriores parte integrante de nuestra vida-cotidiana y una diaria lección de vida.

Antes de terminar cumplo con el deber moral que me asiste, de hacer un público y sentido homenaje a quienes trabajaron ineludiblemente para llevar a cabo este Seminario.

Me refiero:

- Al Sr. Enrique Matthei, por su entusiasmo permanente.
- Al Sr. Alberto Duvetein, por su comprensión solidaria.
- Al Sr. Ramón Nazar, por su profunda fe, optimismo, solidaridad y respaldo permanente.
- A. Sr. Carlos Silva, por su apreciable y permanente colaboración.

y muy especialmente:

- A la Srta. Teresita Díaz y al Sr. Víctor Romero, Secretaria y Secretario Ejecutivo del Comité, respectivamente, por su lealtad admirable, por el espíritu de trabajo y entusiasmo permanente y por sus cualidades personales destacables.

Para todos ellos pido un caluroso y afectuoso aplauso.

Muchas Gracias.

Feliz regreso a casa.