



Planificación para una Gestión Adecuada de Ambientes Lacustres

En este capítulo se vierten diversos conceptos y reflexiones relacionados con el Planeamiento, que tienen directa vinculación con las características de nuestra región.

Fundamentos

La expansión demográfica sobre la existencia limitada de recursos naturales disponibles ha sido y será en forma creciente, fuente de conflictos de intereses. Los intereses encontrados siempre presionan y pujan persiguiendo sus objetivos particulares, y en la desenfrenada búsqueda de respuesta tangible a sus demandas, por lo general olvidan al recurso que les otorga existencia, descuidándolo en pos de beneficios económicos coyunturales, convirtiéndolo en harapos.

Desafortunadamente, lo descrito no acontece sólo aquí, sino que se ha convertido en **máxima vigente global** y son muy pocos e inciertos los canales para poder intentar revertir este desbordante caos.

Costas empetroladas, humedales destruidos, acuíferos contaminados, ríos canalizados y entubados, aguas infectadas, intoxicadas, carentes de oxígeno, inundaciones e incendios forestales devastadores, todos giran en torno al agua, y todos ellos son consecuencia de nuestro desordenado avance sobre recursos naturales agotables, y ya nadie puede escapar de las consecuencias de nuestra propia indolencia como especie.

Como especie, hemos alcanzado una alienación tal que llegamos a preferir tener la mente llena de ideas y conceptos antes de tenerla cabalmente ordenada. Consecuentemente, así fluye nuestro errático desarrollo global, hiriendo día a día, la vida de esta tierra cuyo resumen es el AGUA.

Por lo expresado se infiere que ha llegado la inaplazable hora de planificar el desarrollo, porque al ritmo de nuestro avance, según lo que se puede diagnosticar, no queda tiempo de yapa. Y aunque no podremos garantizar que esa planificación sea la más acabada y adecuadamente aplicada, el desafío está frente a nosotros y lo podemos tomar o dejar.

Nuestra zona todavía puede ser encausada hacia un futuro de salud, belleza y prosperidad sostenible, pero dependerá de nuestro equilibrio y comprensión aplicada. Es hora de **Planificar Estructuralmente en base a la “Capacidad de Tolerancia” de los ambientes abordados**, tendiendo firmemente a orientar el rumbo del crecimiento hacia un presente y futuro saludable, y eso no se logra desde la retórica, sólo con trabajo.

"Argentinos, a las cosas", dijo Ortega y Gasset.

Los principios básicos para encausar una estrategia de planificación eficiente hacia la armonización y el equilibrio con la naturaleza dependen del grado de desarrollo alcanzado, de la capacidad del ambiente para contenerlo y de la orientación sustentable y base técnica con que se encause

Solución y salvación

Dos caminos tiene la realidad para superar los problemas, éstos son la solución, y la salvación.

Muchas veces, la única solución posible pasa por la salvación. Y en ocasiones, la salvación resulta de un tejido de múltiples soluciones.

Se trata acá de cómo salvar a una región de la pobreza y el deterioro progresivo, de una enfermedad ecológico/social en ciernes, desde ambas puntas, desde lo individual hasta lo comunitario y viceversa, desde lo privado a lo público y viceversa, y eso no es tarea fácil.

Menos en un mundo tan lleno de preguntas y carente de respuestas, tan cargado de desconfianza mutua y de fe al bolsillo lleno. Por ello, se ha considerado concienzudamente la necesidad de intentar educar e informar lo más plenamente posible a la comunidad regional respecto a la naturaleza física, biológica y social de la región, para que conociendo la Alternativa Corriente de Desarrollo, sus vicios y consecuencias, pueda participar con fundamento orientando dicho desarrollo hacia modelos sustentables.

Para ello, a continuación se vierten conceptos pertinentes cuya intención es brindar un panorama lo más acabado posible de lo que significa el planeamiento.

Seremos testigos del resultado de este esfuerzo, de lo que fue y no posible en el tiempo, pero en lo que a quién redacta respecta, mientras “la utopía” se mantenga encendida en la entraña, seguirá nadando contracorriente. En lo venidero este dilema se dilucidará, ya que veremos si nuestro concernimiento inclinó finalmente el crecimiento hacia lo deseable o no. .

La planificación

Tejidos en una trama complejísima, son tan múltiples, interconectados e interrelacionados todos aspectos que competen al desarrollo de una región, y más especialmente cuando ésta tiene características interjurisdiccionales y binacionales, que el único camino posible para encausarla hacia un progreso saludable y sustentable, armonioso con su entorno natural, es el Planeamiento.

Pero no cualquier modalidad planeamiento es aplicable a cada región, sino aquel cuyo criterio y orientación engarce con mayor plenitud al ambiente abordado y a las características particulares de la comunidad que lo habita.

Y para determinar el tipo o modelo de planeamiento que pueda ser recomendable a una región específica es menester primero definir su marco, escalas, criterio, estrategias y alcances.

Dinámica de las aguas y dinámica social

Los territorios pueden variar con los años y las épocas de abundancia o escasez, pero siempre contienen la estática de lo anclado, lo quieto, cuya variación está sujeta a tiempos geológicos. En contraposición a esa estaticidad, el agua en su fluir y confluir permanente, fertilizando, inundando, escaseando o erosionando, manifiesta y transporta en su dinámica todos los cambios que la ebullición social le impone, sea con sus obras civiles, con su ánimo recreativo, con su demanda energética y productiva, o con su creciente carga contaminante.

Para comprender con claridad estos conceptos y utilizarlos en pos de un mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de las comunidades, es esencial conocer previamente todo lo posible respecto de la estructura natural y dinámica social en la que se busca aplicar contención y ordenamiento al desarrollo desbordante.

Sólo entonces, a partir de las conclusiones obtenidas, resulta posible aproximarnos a determinar y jerarquizar cuales resultan las capacidades y tendencias de la comunidad, costos y beneficios existenciales, límites, objetivos y proyectos, sueños y conflictos, de modo tal que puedan hacerse visibles los puntos de inflexión (fulcrums) recomendables para aplicar las fuerzas de cambio necesarias, que logren balancear el impulso caótico y encausar su desarrollo hacia un horizonte sustentable.

El Desarrollo Sustentable

La realidad de los recursos naturales es fisiológica. Todo ecosistema tiene grados de equilibrio que dependen de multifacéticos factores variables, los que en conjunto dinámico, cada cual en su rango de dosificación, determinan dicho equilibrio.

Los recursos naturales tienen una capacidad de tolerancia a la carga que reciben sin alterar su

estado metabólico, capacidad que tiene límites o umbrales definidos.

Un espacio natural de determinada área de pradera puede llegar a albergar y mantener a un número limitado de familias con parcelas disponibles para que lo trabajen adecuadamente para su propia subsistencia, tolerando tanto la fatiga del sobreuso de suelos como la carga contaminante y erosiva que produce la explotación agrícola y los desarrollos habitacionales.

Multiplicando el número de familias para la misma área, incidiremos sobre el lugar negativamente, contando con unidades económicas insuficientes a menos que se implementen tecnologías de punta, producciones especiales y mercados muy ávidos de lo producido, aspectos costosos, inciertos y difíciles de lograr. Más cantidad de familias por hectárea disponible para explotación, significa superior presión sobre la capacidad de tolerancia que tiene el ambiente abordado para resistir nuestra acción sin quebrantar su metabolismo.

Los umbrales de tolerancia nos dan la pauta de hasta dónde y cómo debemos abordarlos.

Determinar con precisión la capacidad de tolerancia, ya conforma un gran desafío y evaluar cómo y hasta dónde puede ser excedida desde múltiples ángulos y ámbitos, resulta más complejo aún, por los muy diversos factores causales, como variables las consecuencias. Por ello resulta esencial conocer muy bien las cualidades ecológicas de los ambientes que abordamos para realizar desarrollos, de modo tal que tengamos lo más claro posible, dónde comienza y cómo puede quebrantarse el límite de tolerancia.

Conociendo estos aspectos, sólo entonces estamos en condiciones de conocer el grado de sustentabilidad en el tiempo que puede tener el desarrollo a abordarse.

La sustentabilidad depende del armonioso equilibrio que logremos en nuestras incursiones con el entorno natural que abordamos. En resumen, depende tanto de la capacidad de tolerancia del recurso como del tipo y cantidad de fuerza y carga incorporada en el mismo a lo largo del tiempo.

El delicado balance entre estos dos aspectos sólo es posible si se conoce con la mayor precisión posible al recurso y desde todas sus dimensiones: ubicación geográfica, clima, topografía, geomorfología, calidad y cantidad de suelos y aguas, capacidad de tolerancia al uso y explotación, etc.; además de todo aquello logrado por el hombre para abordarlo y hasta dónde, es decir, vías de comunicación, distancias, mercados potenciales, costos locales, obstáculos, conflictos, etc..

Para ello en definitiva se estudian los sitios en sus particularidades y se formulan proyectos conteniendo las Evaluaciones de Impacto Ambiental.

En cuanto a desarrollos, existen diversos tipos, algunos de los cuales no resultan tan

amenazantes como otros. Evidentemente no significa lo mismo realizar urbanizaciones, que dedicarse a la explotación agrícola, a la extracción forestal, al aprovechamiento paisajístico, o a la producción de energía, sin embargo si todos conjuntamente ponemos manos a la obra para regular y cumplir los limitantes que nos imponemos para que nuestro desarrollo progresivamente se oriente hacia la armonía con el entorno natural, podremos seguir esperando que el recurso que nos contiene también nos proteja y brinde la ansiada prosperidad. De eso se trata la sustentabilidad.

El Marco del Planeamiento

La región que ocupamos podría ser definida e interpretada desde muy distintos focos y bajo muy diferente óptica. Habitamos una región boscosa, lo que constituye un marco de modelado, pero también es una zona productora de especialidades como fruta fina y lúpulo, por lo que se pueden encausar estrategias dentro de dicho marco también. Actualmente con la caída de las producciones y la tendencia turística (agro- activo - recreativa - cultural y paisajística) ésta representa también un marco viable para encausar planes, sin embargo, ninguno de éstos marcos, por mucho que se los profundice, contiene los elementos esenciales requeridos, aquellos que constituyan indicadores genuinos del estado ecológico de una región, capaces de brindar los límites a la capacidad de tolerancia, los umbrales de la posible sustentabilidad y los rumbos recomendables para impulsar el desarrollo hacia la posible sustentabilidad, desde una perspectiva integral, proporcionando un dominio abarcante, pleno y armonioso con la naturaleza, sobre un cimiento firme.

Cuando observamos el estado actual de ríos, praderas y bosques, la histórica minifundización de los valles y la creciente desvirtuación del ambiente por nuestro incontenible y afanoso avance, podemos inferir lo que será la región cuando alcancemos los 50.000 habitantes. Sin embargo, existen tantos elementos que pueden ser indicadores de estado particular como rincones y sectores hay, lo que hace muy difícil la determinación del estado general. Y sin un adecuado conocimiento del estado general, difícilmente podamos abocarnos a proponer o impulsar soluciones proporcionadas e integrales.

Por lo tanto, ninguno de esos marcos enunciados resultan completos y viables para definir un modelo adecuado de planeamiento integral, ya que de ellos no deriva ni surge ningún indicador que contenga todos los indicios requeridos para diagnosticar y proyectar el desarrollo de las comunidades en armonía con el ambiente natural.

“La Cuenca Hidrolacustre”, el marco recomendable

Entre todo lo existente, el lago es el indicador por naturaleza más completo con que cuenta una región, precisamente porque dentro de él, como recipiente de altitud inferior, se estancan y son contenidos, al menos por un tiempo más largo, todos los indicios dinámicos que ingresan arrastrados por el escurrimiento de los suelos hacia las corrientes de sus cuencas tributarias.

La planificación en base a los ambientes lacustres propone la integración de los diversos conocimientos históricos, físicos, biológicos, sociales, económicos, culturales, políticos, científicos y técnicos y, principalmente aquellos caminos, tendencias y sentidos de los procesos de toma de decisiones, sobre los que se encausan las estrategias de gestión, en torno al estado deseable del lago.

Como los problemas ambientales constituyen primariamente temas locales y regionales, la correcta gestión ambiental de las aguas internas, particularmente de los lagos, requiere una aproximación práctica en términos de políticas, administración y operación ante situaciones dadas a nivel nacional, regional y local.

Por otro lado, todo plan de gestión debe necesariamente determinar en su diagnóstico la jerarquía de necesidades en el espacio y el tiempo, conociendo lo más profundamente posible cuáles son los temas a atacar en lo inmediato, cuales acciones deben sostenerse y cuanto, y cuales pueden postergarse y bajo que condiciones. En síntesis, la planificación debe ser formulada conforme al estado deseable del lago, de modo tal que se cubran las necesidades a corto, mediano y largo plazos, y a diversa escala espacial: global, regional, zonal y local.

Planeamiento Integral de la Cuenca

Como lo hemos expresado, para estar en condiciones de formular un Planeamiento es básicamente imprescindible conocer lo más profundamente posible las características ambientales generales y particulares de la región, a la sociedad que la habita y a las relaciones funcionales vigentes entre ambas dimensiones. Los datos compilados se ordenan e integran en modelos para determinar y jerarquizar los pasos a transitar y los puntos críticos a superar, a través de la Aproximación al Medio Ambiente y de los Sistemas de Información Geográfica.

El Planeamiento entonces se formula conociendo a escala correspondiente los recursos potenciales y sus indicadores de estado, las vicisitudes meteorológicas y geográficas condicionantes y los problemas resultantes, el espectro de intereses y los conflictos derivados de éstos, las capacidades de tolerancia de los ecosistemas al desarrollo, los límites de concernimiento y las tendencias productivas y socioeconómicas imperantes en la comunidad, su capacidad de gestión asociativa y las tasas resultantes del crecimiento, datos que deben ordenarse sobre el cimiento de un “criterio de desarrollo armonioso con el ambiente natural”, con sus posibles alternativas recomendables, con sus propuestas específicas a corto, mediano y largo plazos, capaces de contener y ordenar hacia un progreso sustentable.

La planificación para una gestión adecuada de los ambientes lacustres requiere la integración de los conocimientos científicos a las políticas y programas desarrollados en todos los niveles de proceso de toma de decisiones. Por un lado, la información científica debe ser recopilada,

cotejada, evaluada y usada para lograr estrategias prácticas a través de programas de estudio in situ. Muchos de los principios básicos tienen que ser integrados debidamente al diseño de un buen programa de estudio. Por el otro, deberá desarrollarse asimismo un abarcativo plan a largo plazo, en el nivel más alto posible de la administración a cargo de la gestión de lagos, de manera tal que puedan mobilizarse los recursos necesarios para priorizar actividades que contribuyan colectivamente a la apropiada gestión de los ambientes lacustres. Como los problemas ambientales constituyen primariamente temas locales y regionales, la correcta gestión ambiental de las aguas internas, particularmente de los lagos, requiere una aproximación práctica en términos de políticas, administración y operación ante situaciones dadas a nivel nacional, regional y local.

En materia de planificación y gestión ambientales existen tres dimensiones de interfase:

1. Componentes ambientales/actividades socio económicas/gobierno.
2. Gobierno/público & organizaciones privadas.
3. Autoridad ambiental/otras agencias, incluyendo las de planificación dentro de un gobierno.

El término “**componentes ambientales**” se refiere al cuerpo de agua, al suelo (riberas y cuencas de drenaje interna y externa), a la flora y la fauna en el ambiente lacustre.

El término “**actividades sociales y económicas**” incluye a la agricultura, forestación, pesca, minería, industria manufacturera, generación de energía, construcción, transporte, turismo y comercio, y demás aspectos del comportamiento poblacional, que tienen un potencial significativo de impacto ambiental en términos de cantidad y calidad de agua del lago.

El término “**gobierno**” denomina a los ministerios y departamentos de las diversas jurisdicciones, como así también a la estratificación nacional/local o federal/estadual del mismo basada en la Constitución respectiva. Los componentes ambientales y las actividades socio-económicas asociadas, sus relaciones con las complejas estructuras jurisdiccionales y los tradicionales intereses políticos, reflejan los complicados patrones y procesos sujetos a negociación, coordinación e integración dentro de un gobierno.

La **opinión pública y los “grupos de presión” de organizaciones privadas** ligados a diversos intereses políticos a nivel local y nacional tienen una influencia muy fuerte en las relaciones inter e intragubernamentales.

Dentro de un gobierno existe un instrumento legal supremo (constitución, leyes, estatutos, etc.) que provee un marco universal que ordena los poderes, responsabilidades, funciones y actividades de las organizaciones constitutivas del mismo.

Ello es el producto de la legislación emanada del Congreso. Luego, existe un nivel superior de decisión que establece objetivos y políticas y órdenes básicas, y coordina e integra las diferentes acciones de gobierno sujetas a diversas jurisdicciones. Esto está en manos del Gabinete o Consejo de Administración de la rama Ejecutiva del Estado.

Bajo la dirección del nivel superior de decisión, existe un nivel de gestión responsable de la implementación de lo planificado en base a los objetivos y políticas establecidos. Este nivel de gestión determina qué estrategias e instrumentos de apoyo deberán utilizarse. Por su parte, este nivel está estratificado también en el **orden local, regional y nacional** y diferenciado en divisiones de control de fuentes, monitoreo ambiental, desarrollo de infraestructura, etc.. El desarrollo de divisiones de infraestructura responsables de la administración diaria de rutina y de la operación técnica en campo, tanto a nivel regional como local, constituye un desafío fundamental para la planificación y la gestión ambientales.

La gestión ambiental adecuada de ambientes lacustres comprende un rango complejo de diferentes tipos de toma de decisiones. En primer lugar, debe asumirse la decisión política a nivel legislativo a fin de proporcionar los mecanismos institucionales necesarios para ingresar al desarrollo y al medio ambiente en la etapa de planificación.

En segundo término, debe hacerse lo propio con la decisión política administrativa, en los niveles superiores, en ocasiones respecto a planificación del desarrollo nacional, evaluación de impacto ambiental, programas de vigorización legislativa, medidas de conservación y de asignación de costos para medidas ambientales. Si bien la implicancia de la decisión política legislativa es esencial, la de la política administrativa resulta más substancial aún, al tratar con las interfases dinámicas entre las ciencias ambientales, la administración gubernamental y las políticas locales y nacionales en materia de gestión de los ambientes lacustres.

Principios Generales de Planificación y Gestión de Ambientes Lacustres

La planificación es una herramienta o metodología de trabajo para mejorar la utilización de los recursos disponibles a fin de dar cumplimiento a ciertos objetivos. Requiere de un conocimiento de la realidad sobre la que se está operando y capacidad para evaluar el resultado esperado y el proceso a través del cual éste es alcanzado.

Al definir los objetivos de la planificación, resulta esencial que los problemas a resolver estén claramente identificados y hayan sido definidos correctamente. La evaluación de los recursos disponibles es, por otro lado, indispensable para examinar la factibilidad de emprender un proyecto brindando, a su vez, criterios racionales para la asignación de recursos en base a un conjunto dado de prioridades sobre planes, proyectos y programas. Para la toma de una decisión razonable en materia de política de planificación, deben presentarse opciones

apropiadas que incluyan los criterios de selección y los resultados esperables conjuntamente con sus probables consecuencias. Ya que en cualquier planificación es ineludible un cierto grado de incertidumbre, debe instituirse un procedimiento sensato de participación comunitaria cuando ello resulte oportuno.

La gestión es una labor diaria, permanente y continua que consiste en mantener los temas asignados en las mejores condiciones posibles, en base al mandato recibido dentro de la jurisdicción establecida. Constituye una bisagra entre la técnica y la política. Es una actividad de enlace entre el nivel superior de elaboración de políticas y el equipo operativo de campo. Sus funciones comprenden: provisión de directivas para la implementación de los planes, proyectos y programas; organización y reclutamiento del plantel necesario; negociación y coordinación con otras organizaciones relevantes; formulación de un presupuesto y provisión de los materiales necesarios; desarrollo de sistemas de recopilación, registro de información de datos para el desarrollo de una práctica racional de gestión; establecimiento de un programa de desarrollo del potencial humano disponible mediante entrenamiento, educación y distribución de empleos en el plantel; implementación de los servicios de información al pública a fin de promover su comprensión, apoyo y cooperación y, de ser posible, su adecuada participación; y la evaluación de los logros obtenidos en las tareas asignadas.

Subsistemas de actividad dentro de la cuenca

Se puede describir la planificación y gestión de un ambiente lacustre en términos de tres subsistemas de actividad constitutivos dentro de una cuenca:

1. Sistemas ambientales naturales del cuerpo de agua y de su área de drenaje;
2. Sistemas ambientales cuasi naturales de bosques reforestados o recreativos, , acuicultura
3. la población y sus centros de actividad socioeconómica y cultural.

El primero incluye un área geográfica y conforma una unidad hidrológica cubierta por una variedad de sistemas ecológicos. Estos sistemas ambientales sostienen al segundo y tercer subsistemas. El uso ambiental multipropósito de estos dos últimos conduce habitualmente al conflicto por someterlos a cargas complejas. Los cuerpos de agua y sus áreas de drenaje naturales cubren una unidad superficial prescindente de los límites territoriales humanos y de las jurisdicciones legales de desarrollo y crecimiento, que contribuyen con ulteriores cargas ambientales. Por otro lado, los vacíos institucionales atribuidos a límites y jurisdicciones se convierten a menudo en verdaderas barreras para la efectivización de una abarcativa

planificación y gestión del ambiente en el mundo real.

Dinámica Ambiental de los Lagos

El cuerpo de un lago es la suma total del agua recibida directamente de su cuenca de drenaje o indirectamente a través de las subcuencas de los tributarios que confluyen al mismo. Todos estos constituyen partes integrales del ciclo del agua natural (es decir, precipitación, escurrimiento superficial, infiltración, percolación y flujo subterráneo). Las interrelaciones suelo agua, modificadas por la flora y la fauna, y la precipitación influenciada por el transporte atmosférico de sustancias, constituyen el balance de entrada y salida de las aguas. Las cargas ambientales debidas a los asentamientos poblacionales se deben fundamentalmente a la emisión de efluentes resultantes de las actividades humanas como la minería, la industria y las plantas de tratamiento de efluentes tanto cloacales como industriales. Las cargas debidas a fuentes no puntuales están constituídas por las sustancias químicas contenidas en los pesticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura y la forestación, como asimismo por los elementos geoquímicos provenientes de la minería y los residuos generados por la agricultura y la ganadería. La erosión de suelos se debe a fenómenos naturales o cuasi naturales de los lechos de ríos, presas y lagos. Si no se controla correctamente la erosión de suelos, progresará la contaminación del agua en el lago, se incrementará el riesgo de inundaciones, se acortará la vida útil del embalse y se pondrá en peligro la futura utilización del agua. Las filtraciones subterráneas de sustancias químicas tóxicas en vaciaderos de residuos pueden tener impactos ambientales. En las grandes fuentes de polución de los Grandes Lagos de América del Norte en los años '70, los depósitos de sustancias químicas tóxicas y/o de metales pesados atribuidos a la disposición de residuos químicos, como asimismo los residuos de minería contenidos en los sedimentos del fondo, conformaron problemas inquietantes de "provisión de contaminación".

La enfermedad de Minamata fue causada en Japón por la acumulación biológica en peces y mariscos del alquimercurio descargado en los efluentes industriales provenientes de los proceso de manufactura de acetaldehido que utilizan un catalizador inorgánico de mercurio. Deben recordarse también como experiencias serias en materia de desastres lacustres el grave accidente de polución ocurrido en el lago de Maracaibo, en Venezuela, como consecuencia de un derrame de petróleo, y la pérdida masiva de vidas humanas debida a una explosión de Anhídrido Carbónico desde el fondo del Lago Nias, en Camerún, producido por acción volcánica.

Un río es un flujo de agua, pero un lago es un depósito de la misma. Debido a su largo período de re llenado, los lagos no pueden limpiarse tan rápidamente como los ríos. La provisión de nutrientes, productos químicos persistentes y metales pesados que se depositan en los sedimentos del fondo son muy difíciles de remover como consecuencia, precisamente, de la larga duración del período de re llenado. Más aún, si a ello agregamos el peso que adquiere la polución por fuentes no puntuales, la efectividad que ofrece la aproximación tradicional al

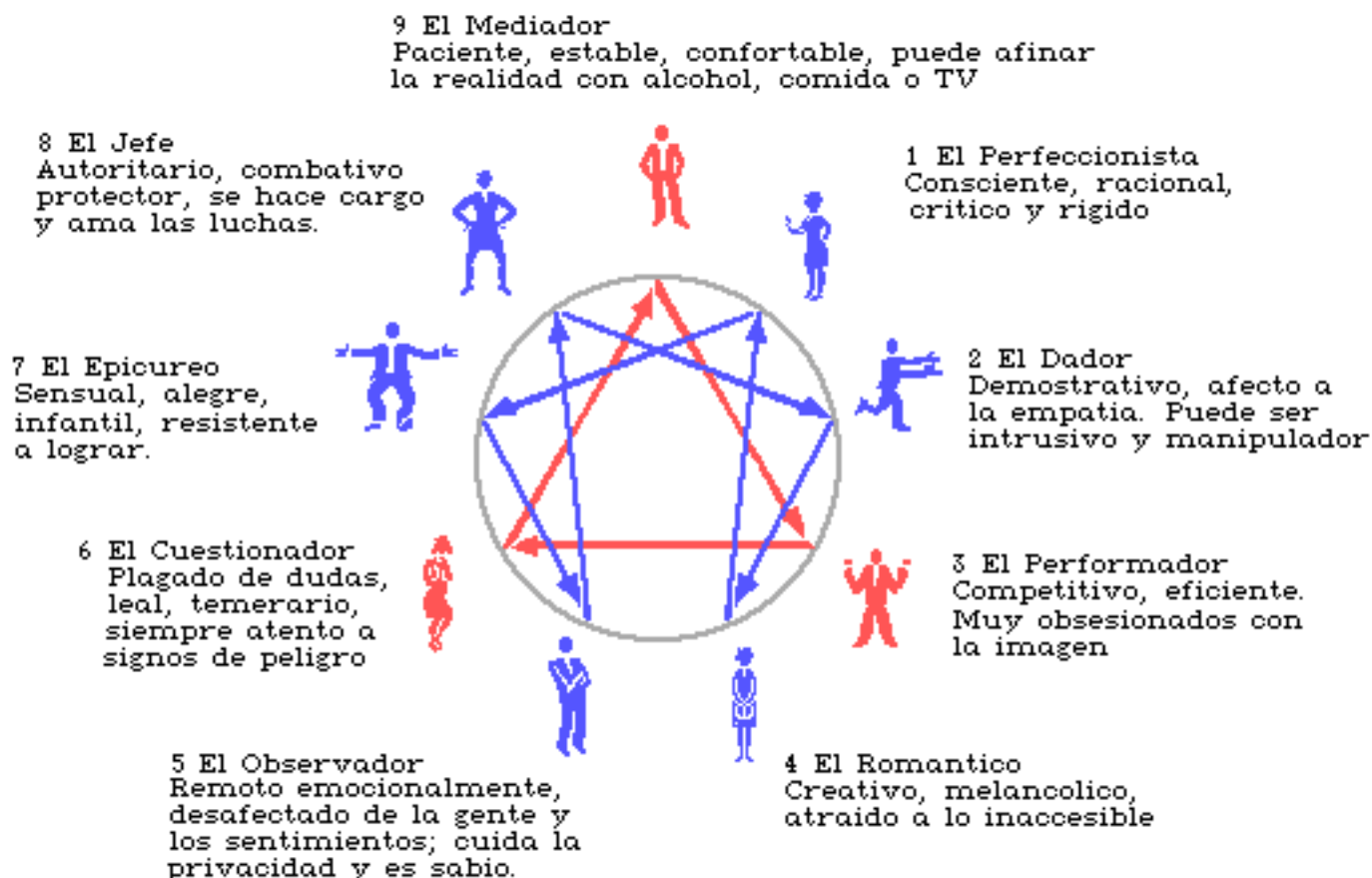
control de la contaminación mediante la aplicación de métodos ingenieriles de control en la fuente se verá absolutamente impedida. Por otra parte, los ecosistemas lacustres son altamente sensibles a los cambios que se producen en sus cuencas de drenaje. La interrupción de la relación suelo agua tanto en las áreas de drenaje internas como externas a las líneas de ribera resulta a menudo en un deterioro irreversible y, algunas veces, en la destrucción total de los ecosistemas de ciénagas y tierras pantanosas, indispensables como hábitats de vida silvestre y fauna íctica. Para la conservación ambiental de un lago es esencial contar con una aproximación ecológica, que tome debida cuenta de los complejos y delicados sistemas ambientales como interacciones entre suelo, agua y biósfera.

Descubriendo los actores más aptos

Un aspecto esencial dentro de cualquier sistema de trabajo resulta del descubrir a los actores más aptos de acuerdo a sus aptitudes. Las aptitudes a ser tenidas en cuenta en primer lugar no necesariamente tienen que responder estrictamente a profesiones específicas, sino más bien a la actitud frente a la vida que los califica para actuar de algún modo específico dentro de un grupo de trabajo.

El siguiente gráfico muestra una guía para descubrir ese tipo de aptitudes:

Cuando estamos relajados, nos manifestamos basados sobre las facetas positivas de personalidad hacia donde nuestras flechas apuntan. Bajo cansancio, asumimos las facetas negativas del tipo de personalidad cuyas flechas apuntan sobre nosotros.



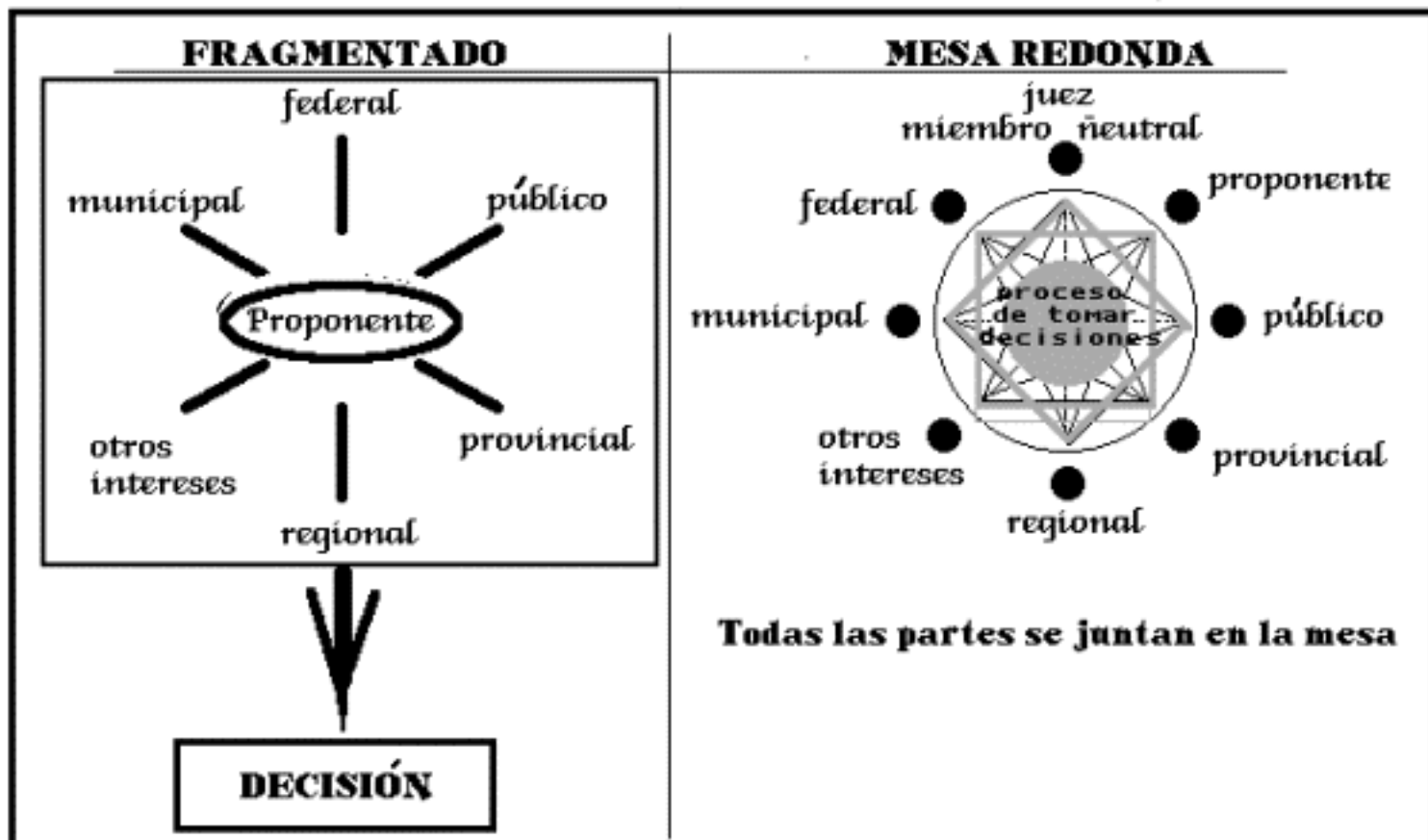
Necesaria Actitud Dialogal

Antes de seguir reflexionando en torno a aspectos específicos del planeamiento es menester comprender concienzudamente que toda acción de gestión, debe incansablemente procurar encontrar dentro del ámbito de los intereses involucrados el camino hacia los posibles puntos de encuentro, dentro del universo de los desencuentros, tendiendo a dimensiones de conciliación de todo conflicto potencial, de modo tal que las decisiones no presenten asperezas de proporción tal que merezcan ser boicoteadas por aquellos grupos que puedan ver afectados sus propios intereses cuando se las tome.

Por ello, ha de comprenderse de antemano, que el camino adecuado para una gestión próspera es el diálogo comprensivo antes que el cuestionamiento distanciador, y tener en cuenta que las decisiones emergentes del diálogo, cediendo intereses particulares en pos del

bien común, siempre resultan más lavadas que las expectativas iniciales(Calcagno, A. 1995).

Procesos contrastantes en la toma de decisiones.



Fuente: Ontario Round Table on Environment and Economy. 1991

El Criterio de Planeamiento

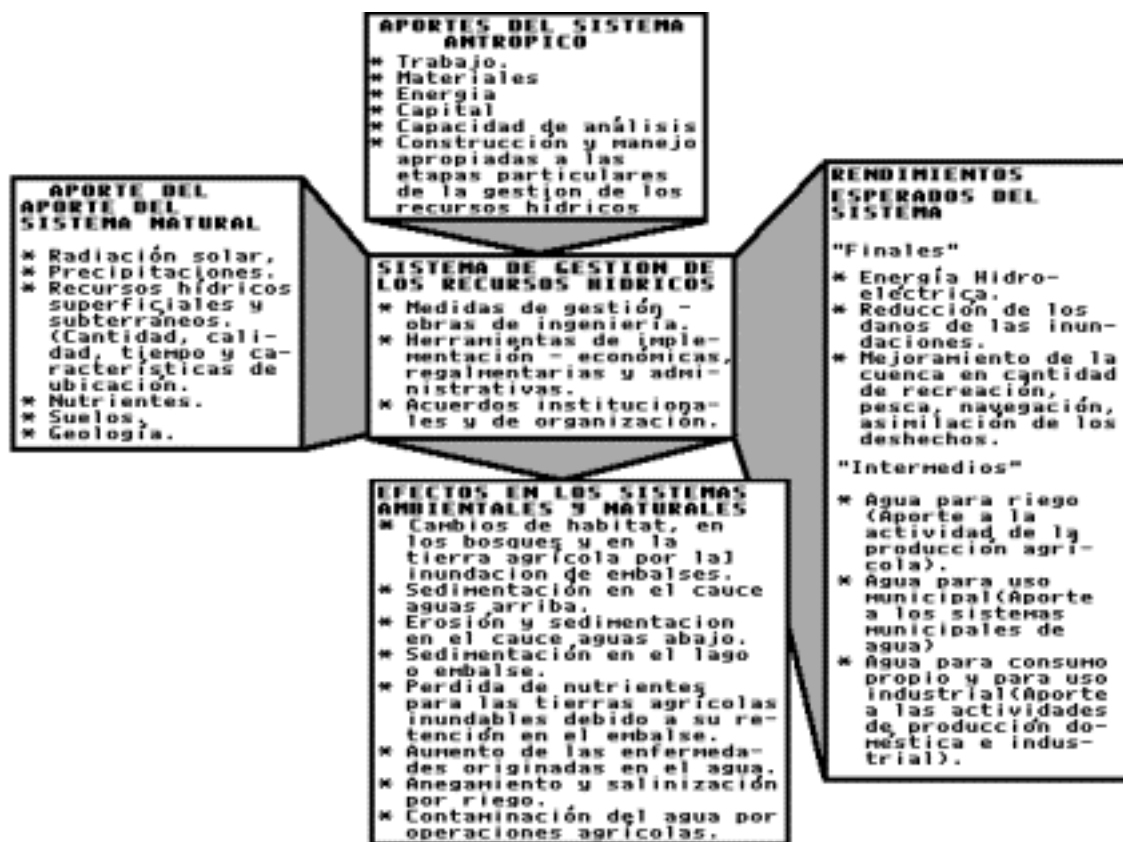
Concepto holístico de sistema

Para los propósitos de planeamiento es conveniente tratar los problemas desde la perspectiva de toda la cuenca, adoptando un enfoque de "sistema" holístico.

El concepto básico es considerar los diferentes elementos del sistema y sus interacciones mutuas, y la relación del sistema con sus alrededores. Una de las principales características de los sistemas naturales (en oposición a los técnicos) es la importancia de la retroalimentación entre los componentes del sistema. Existe una retroalimentación importante, por ejemplo entre la tierra - la costa del lago - y el agua.

Las actividades sobre los terrenos, sean cercanos o más alejados, determinan tanto las características de la costa de los lagos (su vegetación, pendientes, etc.) como las del agua (su cantidad y la calidad). Los procesos en la costa del lago determinan qué está pasando en el lago. Los efectos de retroalimentación del lago están representados por cambios micro a mesoclimáticos que determinan las características de la vegetación en el terreno. La retroalimentación del lago a las costas resultan de la erosión de las costas, de la eutroficación del lago que lleva al crecimiento excesivo de plantas, etc.

Por lo tanto el concepto de sistema dicta que el sistema costa del lago con sus características humanas y naturales relacionados debe ser evaluado a los fines de su gestión.



Esquema de Sistema Generalizado de Gestión de Recursos Hídricos, ILEC, 1991.

Este no puede ser tratado como un tema aislado porque está sujeto a estrechas relaciones con sus alrededores, representados por las tierras por un lado y el agua abierta del lago, por el otro. También es importante para la gestión tener en cuenta los efectos de retroalimentación entre los componentes.

Desde una perspectiva a largo plazo, el enfoque del planeamiento de la interfase ambiente/desarrollo humano debe estar enfocada en desarrollo sustentable del medio ambiente total, asegurando la supervivencia del hombre. Cuando el planeamiento genera la degradación de los recursos naturales, los usos futuros resultan disminuidos. Por lo tanto es necesario considerar siempre cuidadosamente y desde una perspectiva más amplia por qué y

dónde tendrán que ser ubicadas las inversiones y actividades ya que ello puede cambiar todo el concepto.

El manejo de los recursos hídricos puede ser visto como un sistema en el cual los aportes naturales y humanos son procesados para producir resultados útiles y se generan efectos en los sistemas naturales. El esquema de dicho sistema se exhibe en la figura anterior.

La gestión de los recursos hídricos se conceptualiza a sí misma como poseedora de tres dimensiones:

1. El proceso de gestión, incluyendo las diversas etapas involucradas en el planeamiento y la implementación;
2. Los elementos del sistema de gestión, que consisten en instalaciones físicas a ser construidas y operadas, instrumentos de implementación, y acuerdos institucionales y de organización; y
3. Actividades de gestión requeridas para lograr propósitos específicos o resultados del proyecto.

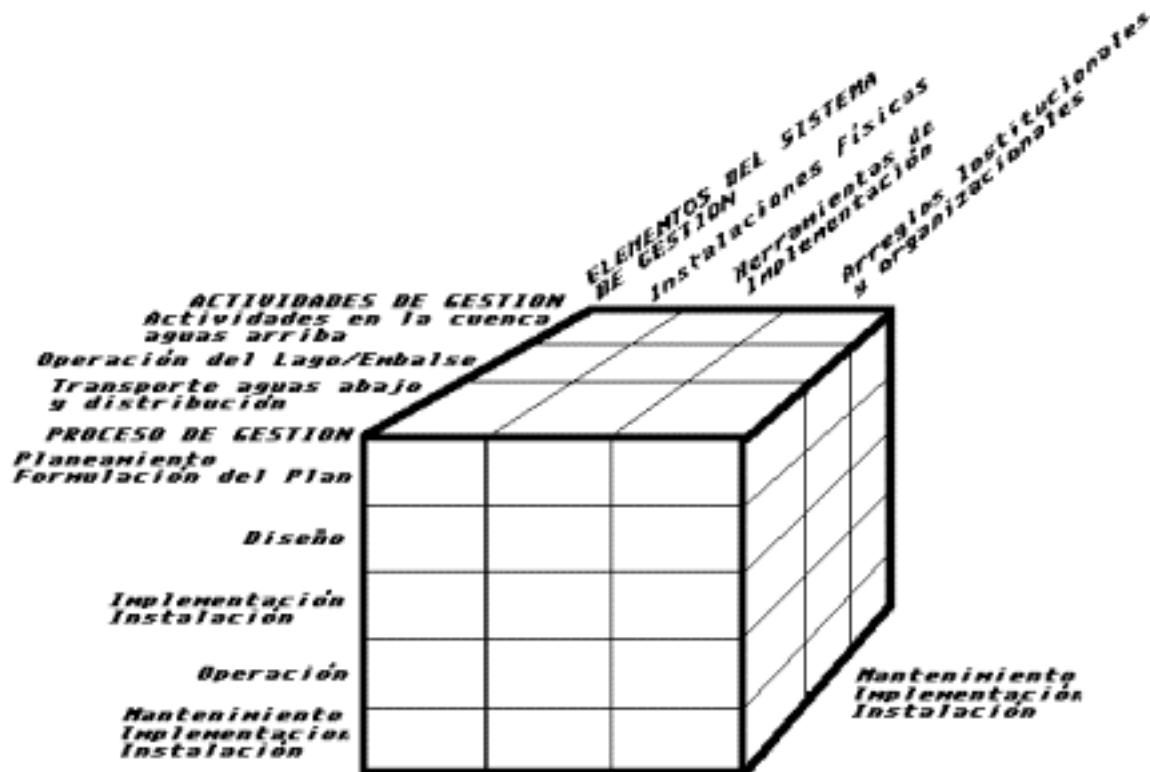


Fig. 2. Marco Analítico para la gestión de lagos/embalses (adaptado de Hufschmidt, Cap. 2 in Easter, Dixon y Hufschmidt, 1986.

Las tres dimensiones se presentan conjuntamente como un cubo en la siguiente figura.

Este marco analítico es un instrumento de diagnóstico que permite examinar la gestión en términos de tareas específicas que pueden ser analizadas en las tres dimensiones descritas en la figura (Hufschmidt, 1986). Se puede realizar el análisis de un caso específico comenzando en una dimensión, por ejemplo proceso de gestión, y por un componente de esa dimensión -- planeamiento, por ejemplo -- examinando a los componentes de las otras dos dimensiones -- actividades de gestión y elementos del sistema de manejo.

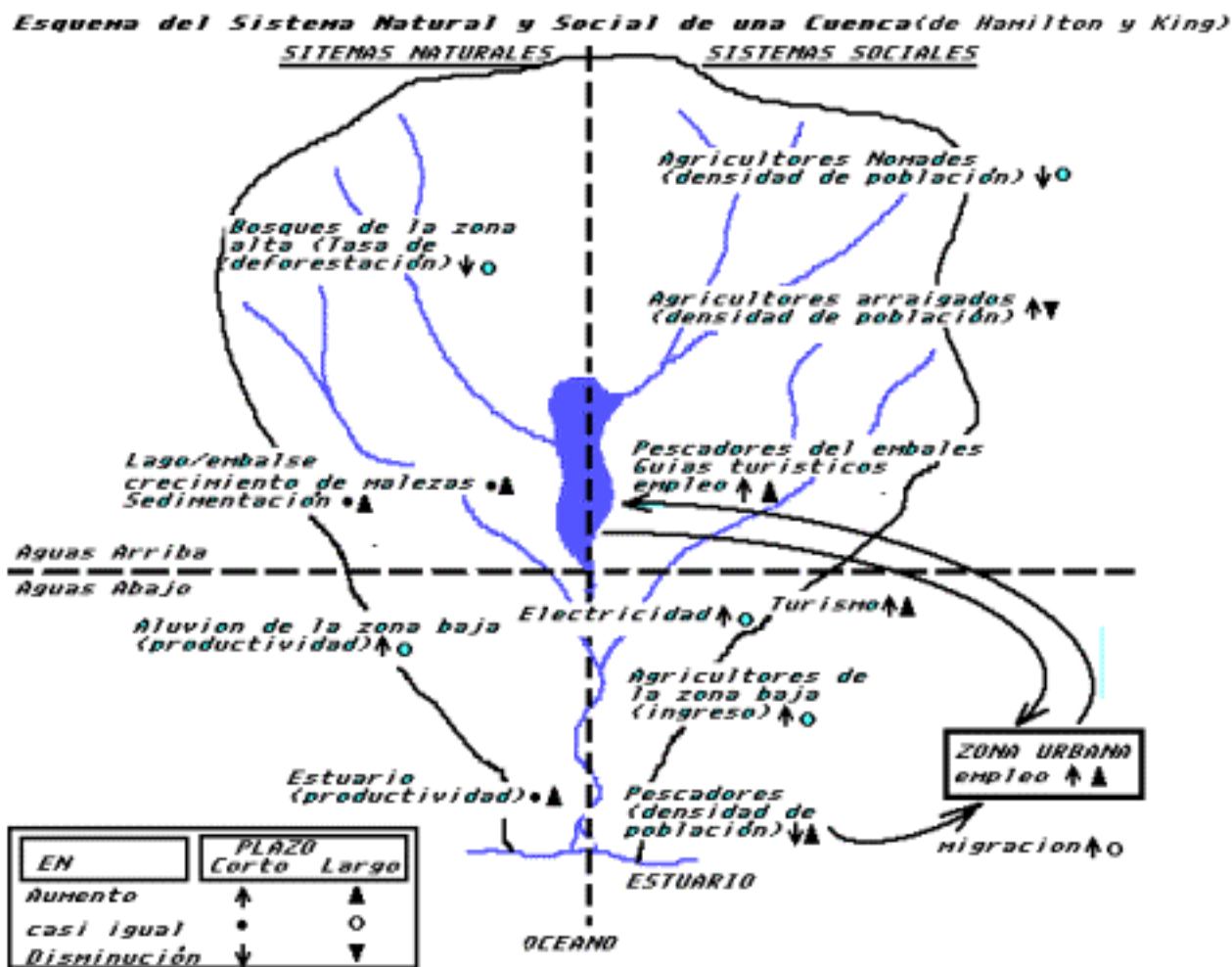
Por lo tanto, en la fase de planeamiento, podemos examinar la dimensión:

- "elementos del sistema de gestión" de las tareas específicas requeridas para el manejo y la operación de un lago/embalse en términos de:
- las instalaciones físicas y de sus reglas de operación ("cosas a ser hechas"),
- de las herramientas de implementación ("maneras de hacer las cosas") y,
- de los acuerdos institucionales y de organización necesarios para "hacer las cosas".

El marco descrito en la figura del cubo puede ser usado como una base para el análisis de

estrategias de gestión de recursos hídricos en las etapas de planeamiento e implementación, tomando muy en cuenta los factores institucionales y organizacionales. Sin embargo, antes de analizar los detalles del proceso de manejo de los recursos hídricos consideremos la cuestión de las unidades espaciales apropiadas para el manejo de los recursos hídricos.

Abordaje de la Gestión de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuenca de un Lago



Está claro que la gestión de lagos y embalses debe ser llevada a cabo en el contexto de la cuenca el río/lago de la cual el lago o el embalse forman parte. De hecho, el concepto de la gestión de una cuenca de un río tiene una larga historia, por ejemplo, yendo atrás hacia los principios del siglo XX en los Estados Unidos (Holmes, 1972). Pero aquí nos interesan los esfuerzos más recientes en el logro de una gestión efectiva de cuencas de ríos/lagos de tamaño pequeño a mediano. Hamilton (1985) define a éstas como cuencas de hasta un millón de acres (4050 km²), comparables aproximadamente con la cuenca del río Citanduy en Indonesia y la cuenca del lago Biwa en Japón.

Sin considerar la escala, la cuenca de un río puede servir como una excelente unidad espacial para el entendimiento científico e los procesos naturales. **"Es una unidad ecológica: el**

encadenamiento basado en los procesos físicos la hace funcionar" (Hamilton 1985). La Cuenca es una región funcional que involucra interrelaciones e interdependencias claves de interés para la gestión del suelo y del agua (Easter and Hufschmidt, 1985). Aunque es probable que haya muy poca uniformidad en las formas del terreno o en la vegetación dentro de una cuenca, los procesos naturales claves como las precipitaciones, el escurrimiento, la erosión, la sedimentación y la infiltración tienen gran influencia en las formas del terreno, en los ecosistemas, en las corrientes de agua y en los lagos desde las cabeceras hasta las áreas costeras.

El uso de la cuenca como unidad de planeamiento permite a los planificadores considerar todas las facetas importantes del desarrollo del recurso incluyendo los cambios e impactos en y fuera del lugar (fig. anterior). Esta perspectiva del sistema toma en cuenta el complejo total de factores biofísicos, sociales, económicos e institucionales que influyen directamente en el desarrollo de programas sostenibles de gestión. Por ejemplo, la cuenca permite evaluaciones rápidas de la mayoría de los impactos ambientales, incluyendo los efectos del uso de la tierra en los ecosistemas de aguas arriba y aguas abajo. Por lo tanto el efecto de los disturbios en las tierras de aguas arriba, que frecuentemente desencadenan una serie de consecuencias aguas abajo, pueden ser fácilmente examinados dentro del contexto de la cuenca (Easter y Hufschmidt, 1985).

Sin embargo, el abordaje a nivel de la cuenca puede traer problemas cuando se usa en la etapa de implementación del manejo del agua y de la tierra. Raramente los límites administrativos y políticos coinciden con los límites de la cuenca. Cuando los programas de gestión cruzan los límites impuestos por el hombre, el éxito depende de una estrecha coordinación entre las distintas unidades políticas y administrativas. También, el programa de gestión de una cuenca es probable que solo abarque parte de un condado o provincia; el resultado de esto pueden ser quejas por parte de aquellos que queda fuera del área a ser beneficiada causando posibles retrasos en su implementación.

La solución de estos problemas parece descansar en el planeamiento de los programas basados en la cuenca, pero usando los límites administrativos y políticos para su implementación, si se asume esta necesidad cuando se planean los programas se podrán desarrollar acuerdos efectivos de coordinación.

Está claro que el manejo efectivo de los recursos hídricos debe ajustarse a las realidades físicas del ciclo hidrológico, incluyendo los vínculos biofísicos, sociales, económicos y culturales de la cuenca del río/lago. Pero cómo lograr esto en forma efectiva continúa siendo un aspecto sin resolver. A pesar de las ventajas teóricas del desarrollo de los recursos hídricos en base a la cuenca de un río/lago, son relativamente pocos los casos de aplicación exitosa de una gestión que abarque a toda la cuenca. La mayoría de los aprovechamientos de los recursos hídricos se emprenden en forma sectorial, sea para riego, energía hidroeléctrica, provisión de agua tanto industrial como doméstica, u otros propósitos, y con el proyecto individual como elemento dominante. Aunque la cuenca del río/lago es con frecuencia la

unidad espacial utilizada por las agencias públicas para la recolección y análisis de datos físicos y la preparación de los planes de desarrollo con una perspectiva muy general, hay muy pocos ejemplos de programas de manejo detallados e integrados abarcando toda la cuenca, que involucren tanto el planeamiento como la implementación.

Parte del problema es la cuestión de las escalas. En un extremo, están las gigantescas cuencas de ríos representadas por el Yangtze en China, el Mekong en el sudeste de Asia, el Ganges en el sur de Asia y el Amazonas en Sud América. Estos grandes ríos tienen muchas cuencas tributarias, cada una de las cuales puede ser una adecuada unidad de gestión. Mas aún, algunas de ellas son de alcance internacional. Es probable que la gestión detallada e integrada de tales cuencas no sea factible administrativamente y aún no deseable en ningún caso.

En el otro extremo hay muchas cuencas pequeñas compuestas de tributarios y subtributarios de cuencas más grandes de ríos/lagos. Aunque la gestión detallada de tales cuencas es factible administrativamente, en la mayoría de los casos el manejo en base a la cuenca se ha limitado a la recolección de datos y al planeamiento, mientras que la implementación sigue siendo realizada por organismos públicos o privados sobre la base de un dado proyecto o sector.

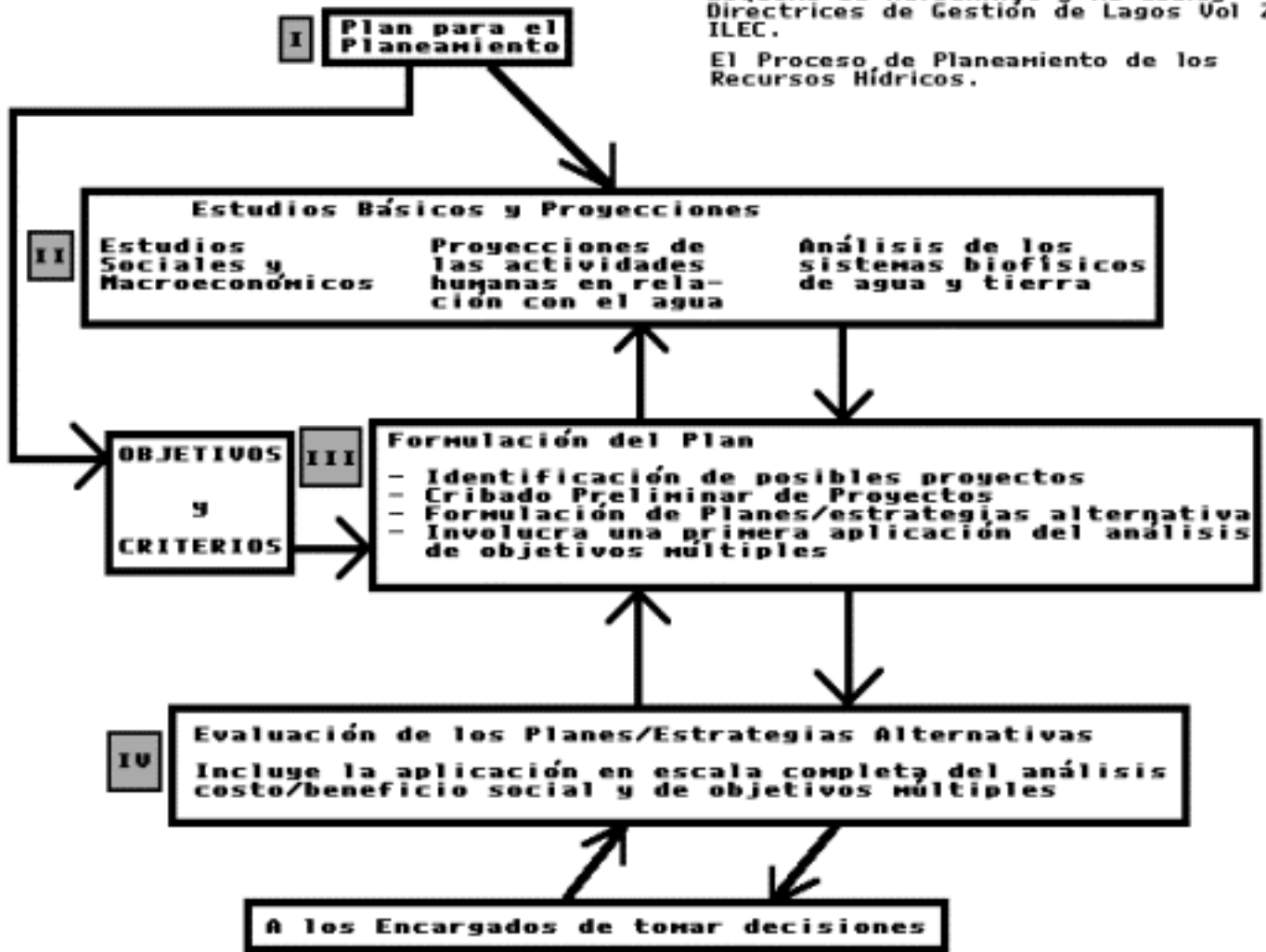
La Gestión de los Recursos Hídricos

Como se muestra en la figura 2., la gestión tiene dos amplias divisiones: el planeamiento y la implementación. Cada una de éstas puede ser subdividida en una cantidad de etapas.

Se reconoce que en muchas situaciones de gestión, las fases de planeamiento e implementación no están estrictamente en secuencia; es probable que se superpongan o que se encaren simultáneamente. Sin embargo, es conveniente tratarlas como etapas separadas al analizar la estrategia de gestión, debido a las grandes diferencias entre las tareas y actividades involucradas en cada una de ellas.

El Proceso de Planeamiento de los Recursos Hídricos

El proceso de planeamiento de los recursos hídricos puede ser delineado en cuatro etapas secuenciales como se muestra en la figura siguiente.



Etapa I

El proceso empieza con una etapa de iniciación o etapa de "planificación del planeamiento" durante el cual se identifican los problemas de los recursos hídricos, las necesidades y las oportunidades, se determina el alcance geográfico y temporal, se definen los objetivos de planeamiento y los criterios, y se establecen las condiciones para abordar los estudios y análisis. Los resultados de esta etapa son un plan de trabajo, y una declaración de los objetivos y criterios de planeamiento a ser usados en la etapa de la formulación del plan.

Etapa II

La etapa siguiente consiste en tres estudios y análisis de fondo interrelacionados:

- 1) proyectos y condiciones macro-económicas y sociales,
- 2) usos del agua y actividades humanas relacionadas con el agua y,

- 3) los sistemas de los recursos hídricos y de suelos asociados, tanto naturales como influenciados por el hombre.

Los resultados de esta etapa son estimados y se generan proyecciones de las actividades humanas, de las demandas de recursos hídricos asociadas, de problemas e impactos, y la disponibilidad, cantidad y calidad de los recursos hídricos y terrestres disponibles.

Etapa III

La tercera etapa concierne a la formulación de planes o estrategias de recursos hídricos alternativos en forma sistemática, orientados a satisfacer las demandas de uso del agua y la resolución de los problemas relacionados con el agua, que fueron identificados en la etapa precedente. Los planes o estrategias incluyen medidas físicas, instrumentos de implementación y arreglos institucionales. La formulación de planes involucra:

- 1) la identificación de proyectos específicos o actividades para el manejo del agua,
- 2) la selección preliminar de tales proyectos y actividades, y
- 3) la formulación de planes alternativos integrados de recursos hídricos o estrategias compuestas de la combinación de proyectos y actividades mas prometedoras.

La formulación y análisis de proyectos y planes alternativos de recursos hídricos debería realizarse sobre una base sistémica, usando modelos computacionales apropiados. Para el cribado preliminar y la formulación detallada del plan deberían aplicarse criterios de planeamiento derivados de los objetivos múltiples de planeamiento aplicables. El objetivo de eficiencia económica y los criterios asociados incorporados en el análisis beneficio-costos social deben jugar un papel clave en el proceso de selección. Los objetivos ambientales deben ser considerados en su totalidad junto con los otros objetivos múltiples. El resultado de esta tercera etapa será uno o más planes integrados o estrategias para el manejo de los recursos hídricos.

Etapa IV

La cuarta y última etapa sería:

- 1) la revisión detallada y la evaluación de los planes o estrategias alternativas sobre una base sistémica; utilizando el análisis beneficio-costos social, otros análisis de objetivos múltiples y

sus criterios de selección asociado; e incluyendo la aplicación de análisis de sensibilidad, y

2) la presentación de los resultados del análisis y su evaluación a decisores para la selección del plan o estrategia preferido.

Como se muestra en la figura anterior, el proceso de planeamiento es iterativo, con retroalimentación de información desde las últimas etapas hacia las primeras. Por lo tanto, si los decisores no aceptan ninguno de los planes o estrategias alternativas, la acción vuelve hacia la etapa de formulación de planes. Además es probable que se pidan nuevos estudios básicos y proyectos.

Implementación

Las actividades de planeamiento tratadas arriba tienen por objeto asegurar que se ha elaborado un plan integrado de los recursos hídricos, que reúne los objetivos económicos, sociales y ambientales de la sociedad.

Todavía queda, sin embargo, el desafío de implementar en plan. Como se muestra en la fig. 5, la implementación generalmente se divide en tres etapas:

1. Construcción e instalación del proyecto,
2. operación de los sistemas de recursos hídricos, y
3. mantenimiento de instalaciones físicas y elementos naturales del sistema de recursos hídricos.

Estas etapas son generalmente secuenciales, tal como se muestra en la fig. 5, aunque en cualquier momento la instalación o la construcción, la operación, y el mantenimiento de diferentes proyectos o programas del plan pueden estar en ejecución.

Mientras avanza la implementación, se encara el monitoreo y la evaluación de actividades y resultados, los que son retroalimentados a los administradores de los recursos hídricos, como se ilustra a continuación:

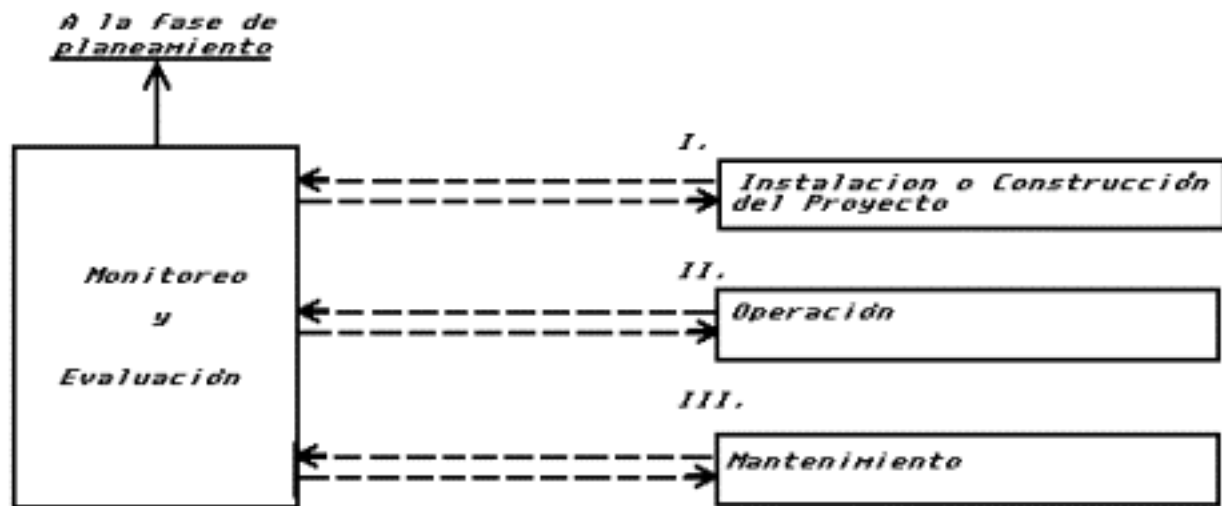


Figura 5
El proceso de Implementación de los Recursos Hídricos.

En el análisis que sigue sobre la implementación, se desarrollan cinco factores de gestión de especial importancia en la etapa de implementación.

Estos son:

1. la financiación integral del plan, los programas y el presupuesto, que es importante no sólo en la etapa de construcción o instalación, sino también en las de operación y mantenimiento;
2. participación local en la implementación;
3. instrumentos de implementación;
4. operación y mantenimiento efectivos; y
5. monitoreo y evaluación.

Las Escalas de Planeamiento

El Planeamiento demanda de observación cuidadosa de las áreas geográficas a tratarse. Esto infiere un paso inicial de generación de un sistema de cartografía integrado que exprese todas las características físicas, biológicas y sociales de la región sobre la cual se realizará dicho planeamiento.

Definir el marco, determina necesariamente la aplicación de escalas capaz de contenerlo. Así, en nuestro caso particular, abordando el planeamiento desde el marco de la cuenca del lago

Puelo, la escala capaz de contenerla dentro del sistema de información geográfica creado para tal fin, dentro del tamaño de una pantalla convencional de computadora, es de 1: 500.000. A esta escala, y para determinar áreas puntuales, se dentro de una grilla formada por las coordenadas geodésicas cada 10 kms. conteniendo una retícula que engarza entre coordenadas geodésicas, en la que cada cuadradito abarca 100 has.

Esta escala nos ha permitido definir, delimitar y describir en forma global todos los aspectos físicos, biológicos y sociales de la región.

Sin embargo, cuando se trata de aproximarnos y determinar precisiones sobre espacios particulares, más pequeños, tal como lo pueden ser las áreas de reservas o bajo dominio municipal, la escala aplicada es de 1: 50.000, que permite observar las zonas desde mucho más cerca, ya que en la anterior y global, pasan inadvertidos e imprecisos sinnúmero de detalles menores. La retícula que engarza en esta escala define cuadraditos que representan 10 hectáreas.

Así, a 1: 5.000, la precisión de observación es completa, pudiendo observarse con claridad los detalles menores tales como las construcciones, y la retícula conforma cuadraditos que representan 1 hectárea.

Ahora bién, a medida que nos aproximamos, en la misma proporción que se acerca la observación, aumentan la cantidad de detalles, y la consecuente complejidad de definirlos y describirlos. Por tal motivo, para realizar estudios o trabajos de ordenamiento territorial a escalas 1: 5.000 son recomendables las fotogrametrías aéreas, sobre las que se puede realizar estereoscopía.

Como no es propósito de esta obra aproximarse a un grano tan fino, sino de brindar un panorama general con una descripción medianamente particularizada a nivel de los dominios de Ejidos Municipales y Areas de Reserva, no se vuelcan en esta obra trabajos a escala 1: 5.000.

A los fines de la determinación de aspectos referidos a las cuencas hidrográficas, no han resultado demasiado convenientes para nuestro trabajo las fotos satelitales conseguidas, que si bién presentan gran exactitud geodésica y clara imagen de los accidentes geográficos, en muchos casos donde la vegetación cubre los cauces, pese a forma de los cuencos, por la angularidad de la luz solar que las ilumina, resulta muy difícil determinar con exactitud por donde corren ciertos tributarios menores, y si éstos son permanentes o estacionales.

Probablemente con el acelerado avance tecnológico, dentro de no mucho podamos contar en la región con fotos satelitales trabajadas por ordenador de modo tal que esos detalles se tornen visibles claramente, incluyendo referencias.

El ordenamiento territorial tendiente al planeamiento integral depende de la adecuada aplicación de escalas correctas a los estudios y proyecciones, sean estos para planes o programas generales o para proyectos específicos.

La actitud del Planeamiento. Doble Atención, Conciencia y Camino de Ida y Vuelta

Del mismo modo que al caminar en un espacio abierto con la vista clavada en la distancia podemos aprender a advertir con alta precisión hasta el detalle de lo cercano que nos rodea, sin separar la mirada de la distancia, llegando con la práctica a activar el reflejo de anticiparnos a lo que deviene, gracias a la magnífica percepción que brinda esa doble atención, del mismo modo, cuando se trata de la planificación de la gestión de una cuenca lacustre, se debe abordar el tema desde sus dos extremos. Desde lo macro a lo micro y viceversa, desde el límite de su extensión regional hacia lo particular y paralelamente a partir desde lo particular y local hasta abrazar sus fronteras.

Este es el único camino que tiene la conciencia de conocer con plenitud, “configuracionismo” y “gestalt” a la vez, partiendo de la forma al fondo y viceversa, valiéndose de ambas proyecciones o perspectivas para encausar la formulación e implementación del desarrollo sobre un medio dinámico y fluyente como el agua.

De esa forma, progresivamente se va atenazando un conocimiento y percepción dinámicos, cada vez más cercanos al meollo de la comprensión metabólica, permitiendo prever, base necesaria para interpretar adecuadamente los rumbos aconsejables potenciales a que pueda adecuarse, sin mayor impacto negativo, el planeamiento sobre el ambiente natural.

Para encausar un planeamiento ambientalmente armonioso orientando hacia un desarrollo humano sustentable en una cuenca hidrolacustre, resulta imprescindible conocer desde ambas vías macro y micro, todos los aspectos que hacen a su clima, geografía, geología, geomorfología, tipo y uso de suelos, biomasa vegetal y animal, y las características de su sociedad como sus tendencias y objetivos comunes de desarrollo. Todo ello dentro de una estructura única de modelado, que permita eficientemente determinar y pronosticar a escalas temporoespaciales pertinentes, las consecuencias resultantes de la alternativa corriente de desarrollo como las de las alternativas recomendables posibles, que seguramente han de diferir de la primera en calidad y cantidad.

Basándonos en lo afirmado antes, respecto la correspondencia entre la dinámica de las aguas y la dinámica social, un planeamiento integral dentro del marco de la cuenca hidrolacustre debe mantener un estado de actividad tal, que pueda predecir y anticiparse continuamente a los hechos, cosa altamente compleja y difícil de alcanzar.

Para ello, resulta entonces imprescindible establecer una adecuada Estructura Funcional de

Trabajo (EFT) incorporando un sistema único, creciente y optimizable, lo suficientemente versátil como para poder generar los modelos de estimación que se adecúen lo más fielmente posible a la realidad.

Tal es la magnitud de datos y multiplicidad de temas polidimensionales a encausarse y confluir provenientes de fuentes y ámbitos diversos, semejantes a los múltiples tributarios de una cuenca que, dicha planificación sólo es posible en base a criterios holísticos paralelamente particularizables con suficiente precisión, como definibles en modo focalizado. He allí el meollo de la complejidad: la doble atención.

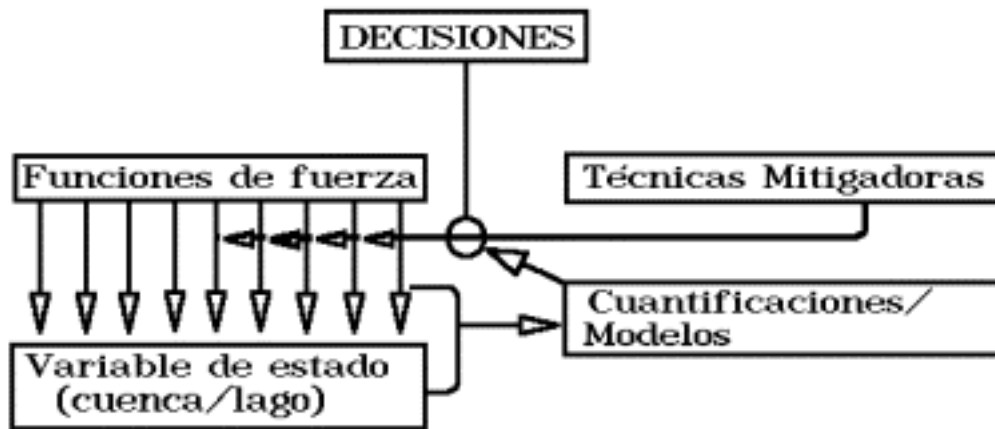
Fundamentos de Gestión Integral de Cuenca Lacustre

Como claramente lo expresan los grandes maestros S.E. Jorgensen y R.A.Vollenweider, y lo hemos comentado antes, “los lagos son sistemas abiertos que intercambian masa y energía con su entorno. El estado de un lago depende mucho, obviamente entonces, de estos procesos de intercambio, los que a su vez son descritos por lo que se denominan variables externas o funciones de fuerza (las que describen, a su vez, a las fuerzas actuantes en el lago como funciones de tiempo). Estas últimas pueden ser controlables, como es el caso de los flujos de agua de entrada y salida, los nutrientes y las sustancias tóxicas, o no controlables, como ocurre con las precipitaciones, el viento, la radiación solar, etc.

El estado de un lago está dado por el uso de variables de estado o variables internas, como el fitoplancton, los nutrientes y las concentraciones de peces.

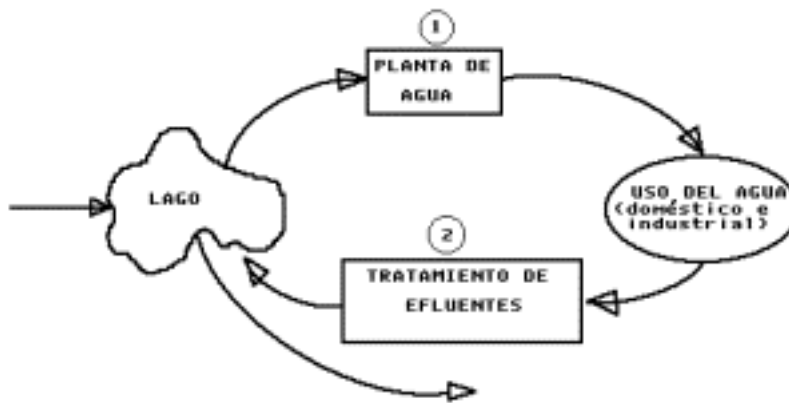
La médula de la gestión de lagos consiste en encontrar las relaciones existentes entre la función de fuerza y la variable de estado, utilizando dicho conocimiento para modificar la función de fuerza controlable de manera tal de lograr un estado de lago deseable.

La relación entre estos conceptos es la que se ilustra en la siguiente figura.



Relaciones que permiten orientar las decisiones en la gestión de cuencas lacustres - Directrices de Gestión de Lagos, vol 1. ILEC, 1991.

Sin embargo, los lagos son parte integrante de toda la cuenca. Como se trata de sistemas abiertos, esta última influenciará aquellos y viceversa. Por lo tanto, resultará bastante difícil manejar al lago como un sistema, independientemente de la cuenca y su entorno. Esto subraya la necesidad de poder contar con modelos y aproximaciones sistémicas, ya que debe analizarse un ecosistema complejo y, más aún, una cuenca, en su totalidad. Por ello, una buena estrategia de gestión no implica que un problema sea analizado como una cuestión aislada sino que siempre se requiere que los problemas ambientales sean relacionados con todo el lago y su ambiente.



Ejemplo de una mala gestión de lagos.
Una mala gestión o ausencia de la misma desemboca en que no existe coordinación entre (1) las autoridades que concentran todo su esfuerzo en producir agua bebible de buena calidad y (2) las que se preocupan por la influencia de los efluentes en la calidad del agua del lago.
Directrices de Gestión de Lagos, vol 1. ILEC, 1991.

La figura anterior ilustra un ejemplo de mala gestión o de ausencia de la misma, lo que desafortunadamente ocurre a menudo en la práctica.

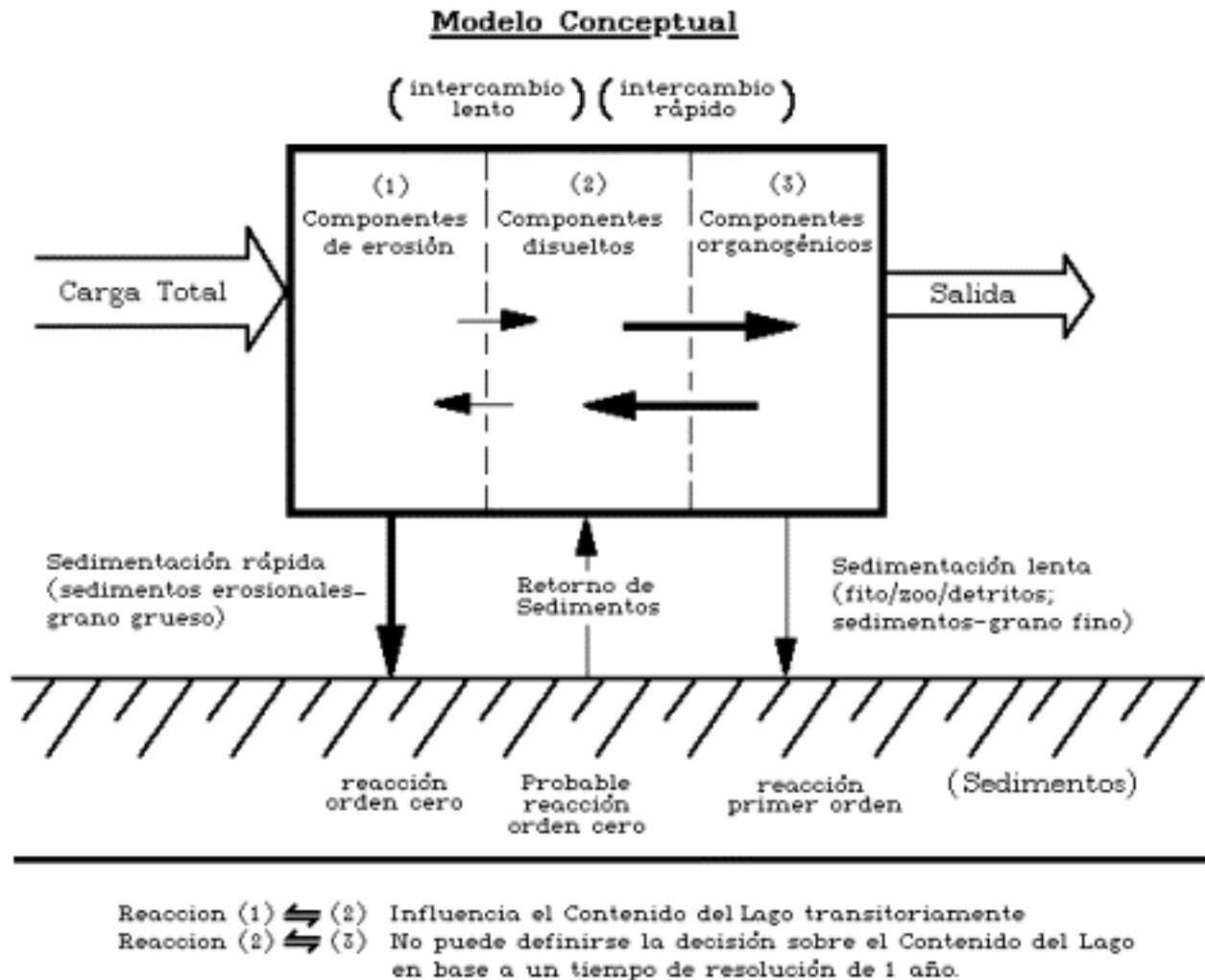
Se utiliza un lago para producir agua bebible y las autoridades respectivas concentran todo su esfuerzo en producir agua bebible de elevada calidad. Independientemente, las autoridades encargadas del control de vuelcos pueden preocuparse de la influencia de los efluentes en la calidad del agua del lago. No existe coordinación entre autoridades. Si hubiera habido una

una cuenca dada.

El concepto subyacente que satisface estas premisas es el de “carga”, que ha dado origen a su vez al de “tolerancia de carga” de un sistema lacustre en términos de sus condiciones morfológicas, hidrológicas y limnológicas globales.

Para comprender entonces la operación del sistema cuenca-lago en su totalidad, resulta necesario describir su dinámica tanto en términos cualitativos como en términos de flujo y balance de masa, para ser más exactos, en términos de cuánto material entra, sale y permanece circulando en el sistema en cuestión, lo que al comienzo denominamos balance hídrico.

El diagrama siguiente ilustra la conexión existente entre la carga externa y los principales procesos y rutas compartimentales dentro del lago. Mientras que la limnología clásica trataba de fundamentalmente con compartimientos y procesos que ocurrían dentro de un lago, este diagrama intenta enfatizar el hecho de que la carga externa de nutrientes es el alimento de los procesos cíclicos que tienen lugar dentro del sistema, es decir, que se preserva o modifica al sistema precisamente en función de tal alimentación. Por ello, el concepto de carga adquiere una posición de fundamental importancia tanto para la investigación teórica como para la práctica.



De esta aproximación al problema surge además que, para comprender la operación del sistema, lago o embalse, en su totalidad, resulta necesario describir su dinámica no sólo en términos cualitativos sino también en términos de flujo y balance de masa, para ser más exactos, en términos de cuánto de material entra, sale y permanece circulando en el sistema en cuestión.

De lo expuesto, podemos ya intentar extraer una conclusión inicial de naturaleza práctica. Un sistema lacustre con un tiempo corto de renovación de agua se equilibrará - siguiendo una determinada variación de la carga externa de nutrientes - en un nivel trófico diferente al de otro sistema con una renovación más lenta. Esto se debe al hecho de que el tiempo de retención de las sustancias dentro del ciclo de producción será tanto más prolongado cuanto más prolongado sea el tiempo de renovación del cuerpo de agua. Por lo tanto, un sistema lacustre con un tiempo de retención más lento será más susceptible a la eutroficación, a las sustancias tóxicas y a los cambios de pH, en relación a una carga dada, que otro con un tiempo de retención más rápido.

Implícitamente, esta figura provee indicios adicionales para un manejo práctico de la

eutroficación en aquellos casos en que el control de la carga externa de nutrientes es imposible o sólo parcialmente posible. La eutroficación puede ser parcialmente controlada retardando o alternando los procesos y mecanismos internos de un lago. Las intervenciones alternativas a la dinámica de un lago pueden ser muy variadas y aplicadas individualmente o de manera combinada, incluyendo el manipuleo de la carga externa”.

Conclusiones

Todo lo expresado indica que es posible formular e implementar un planeamiento integral dentro del marco de la cuenca lacustre, a través del modelo de gestión encausado por el Comité Internacional de Ambientes Lacustres (ILEC) que va progresivamente demostrando su satez en cada región donde se viene aplicando.

El sistema natural de las cuencas lacustres y el movimiento de las aguas es tan complejo que tratar de limpiar sin tener debido cuidado del "proceso integro" es como tratar de mantener el corazón del ser amado latiendo dentro de una caja de cristal. Por ejemplo, para ayudar a detener un efluente contaminado, debemos proteger el paisaje natural a lo largo de los meandros ribereños, la zona ripariana. Lo que inicialmente aparece complejo, bajo posterior examen resulta mas complejo aún.

Todavía no existe una estructura política con versatilidad y agilidad suficiente como para hacerse cargo de esta complejidad, de modo que los logros aún están determinados por la capacidad, entusiasmo y deseos de gestión. A veces se puede conseguir apoyo desde grupos de ingeniería y ambientalistas. Todos tratan de lograr mejores caminos para adaptar la política a las aguas. La estructura política más adecuada para estos casos tiene una forma similar a la amplia, entretejida naturaleza de las mismas cuencas.

El agua dibuja límites entre imperios de flujo. Las cuencas se manifiestan en familias, ligadas por niveles de intimidad. En la mayor escala, el vientre hidrológico es como la humanidad - serbios, rusos, indios, los billones que habitan la república de China - en lo que resulta ampliamente engorroso y difícil de saber cómo ayudar.

Fragmentos de “La formación del Ingeniero Hidráulico para el Siglo XXI”

Dr. Ing. Raúl A. Lopardo

Los problemas vinculados al agua están insertos dentro de numerosos campos de la ingeniería.

En realidad, la necesidad de disponer de agua para satisfacer requerimientos básicos

corporales y domésticos, y la particular lucha del hombre por dominar este singular recurso (hoy escaso y vulnerable) desde los tiempos más remotos, ha obligado a desarrollar una serie de aspectos tecnológicos de la más variada índole. La ingeniería hidráulica ha evolucionado paulatinamente a través de perplejidades y tropiezos, errores y aciertos, severas disputas, propuestas analíticas, experiencias, teorías transitorias y leyes permanentes. En la actualidad se cuenta con excelentes fundamentos físicos y matemáticos que permiten abordar gran parte de sus temas básicos, pero aún resta un verdadero universo de investigaciones y trabajos creativos indispensables, para cubrir la brecha que media entre la verdadera naturaleza de los fenómenos hidráulicos y la interpretación completa y definitiva de los mismos.

La Revolución Ambiental y la Ingeniería Hidráulica

Existe una muy fuerte interconexión entre agua y ambiente, por una parte, y agua y desarrollo, por la otra, ambas de características totalmente opuestas. El aprovechamiento, control y preservación de los recursos hídricos en el mundo conforman una tarea de singular complejidad. Como la población aumenta constantemente, las necesidades de agua son obviamente crecientes, lo que entra en conflicto con el carácter limitado del recurso y en consecuencia, con la preservación del ambiente. Se comprende entonces la necesidad de compatibilizar el desarrollo con el ambiente. A ello se dirige el intento del denominado “desarrollo sustentable”.

En primera instancia, las obras de ingeniería deben ser compatibilizadas con el ambiente, según reza el desarrollo sustentable, por lo que la ingeniería adquiere una participación evidente en su relación con el ambiente. Por otra parte, la ingeniería tiene un rol protagónico en los estudios de impacto ambiental, en particular la rama hidráulica, ya que se ocupa de los fluidos y en especial del agua, medio que acoge continuamente obras de infraestructura.

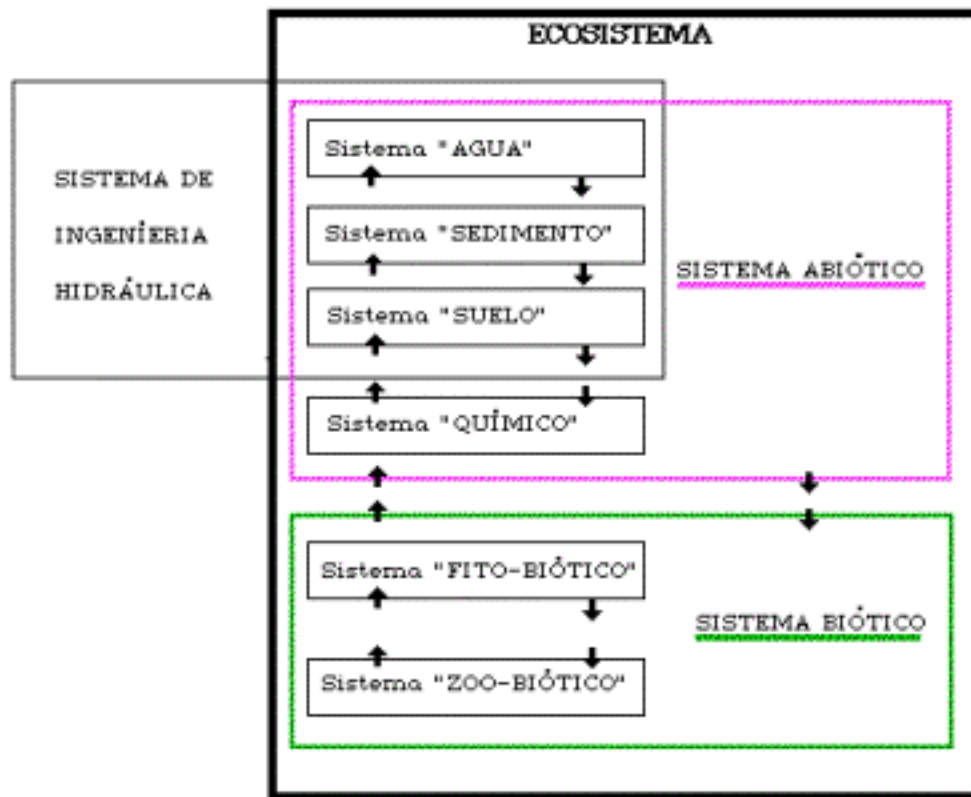
De acuerdo a lo expuesto, la tarea de la ingeniería actual no se limita simplemente a concretar la obra de la forma más económica para la sociedad y con la mayor calidad técnica. En efecto, con el surgimiento de los estudios de impacto ambiental y la capacidad natural de la profesión, los alcances de la labor ingenieril se ven ampliados, ya que puede desempeñar un rol destacadísimo en la cuantificación de los impactos ambientales a fin de asignarles un costo. La decisión sobre si un proyecto es viable o no, debe contemplar hoy en día aspectos ambientales. De esta forma, deben asignarse costos a los impactos, deberán cuantificarse las medidas de control y mitigación y, en función de ello, se alterará el balance costos-beneficios. Así, la decisión en cuestión no sólo es un problema económico-financiero tradicional.

Aquí se centra un aspecto muy importante del aporte de la ingeniería: los estudios que llevan a cabo biólogos, químicos y otras disciplinas, de imperiosa necesidad y trascendencia como base de análisis futuros, consisten en la mayoría de los casos relevamientos en un día determinado, en una zona específica, de ciertos parámetros de interés, sin una vinculación a la dinámica del problema que se está estudiando. Por ejemplo, abundan estudios de zonas

costeras contaminadas en los cuales se brindan mediciones muy detalladas y valiosas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), presencia de bacterias coliformes, demanda química de oxígeno (DQO), sólidos sedimentables, etc., pero no se vinculan los valores determinados con la hidrodinámica de la región. Ninguno de esos estudios puede responder a preguntas como estas: ¿ qué ocurre con la DBO cuando sopla viento del Este a 20 m/s? , o ¿en cuánto fluctúa la concentración de bacterias coliformes cuando la marea cambia de creciente a bajante?. Precisamente, la ingeniería hidráulica, mediante el empleo de modelos matemáticos y/o físicos puede responderlas.

Siguiendo con el precepto de la visión holística necesaria para caracterizar el ambiente, el recurso agua debe ser analizado como un sistema global que contiene numerosos elementos relacionados entre sí y con el resto del ambiente. Dentro de un sistema ecológico, a menudo denominado “ecosistema”, puede encontrarse un subsistema biótico y otro abiótico. El subsistema biótico contiene la flora (sistema fitobiótico) y la fauna (sistema zoobiótico) y sus relaciones mutuas. El subsistema abiótico contiene sistemas temáticos tales como el sistema hidráulico, el sistema sedimentológico, sistema suelos y el sistema químico.

Como se observa en la siguiente figura, el campo de estudios clásico de la ingeniería hidráulica, ligado con proyectos de recursos hídricos, está limitado a una parte del sistema abiótico. Sin embargo, como cualquier variación en el sistema abiótico causa impactos en el sistema biótico (debido a la estrecha vinculación entre ambos), deben compatibilizarse los puntos de vista de los ingenieros hidráulicos y de los ecólogos.



Aproximación sistémica de la ecología.

Hjorth, Nachtnebelm, Nottage, Roberts, 1991. "Relating hydraulics and ecological processes". Journal of Hydraulic Research

La participación de la ingeniería hidráulica en temas ambientales obliga, tal como se describió anteriormente, a la tarea transdisciplinaria. En especial, se hace necesaria la compatibilización de criterios con los ecólogos, lo que supone un esfuerzo racional de ambas partes, a fin de derribar barreras dogmáticas, que conducen al fracaso de la propia sociedad que los ha formado: las obras no se pueden materializar o se hacen incorrectamente.

Si bien puede parecer una quimera o una ficción, los comienzos en el primer mundo para esta "integración" han sido satisfactorios, partiendo aproximadamente desde 1977, fecha en que M. Hino propuso el término "eco-hidráulica", como denominación de una nueva ciencia en ascenso por esos tiempos.

Podría preguntarse si la necesidad del ingeniero hidráulico de tener una adecuada formación en ciencias ambientales es equivalente a dotar a los ecólogos, abogados, arquitectos y médicos de un bagaje suficiente físico matemático de aquellas ciencias de la ingeniería en sus carreras de grado. La respuesta es a priori rotundamente negativa. Como el desarrollo sustentable pone el énfasis en la necesidad de construir obras de infraestructura para mantener y elevar el nivel de vida de la población, no queda duda de la necesidad de que el ingeniero en general y el hidráulico en particular, deben tener una adecuada formación en temas ambientales para reflejarlo adecuadamente en sus proyectos y obras.

También se discute acerca de si es necesaria la inclusión de temas ambientales a lo largo de

la carrera de grado o, tal como se hace actualmente, dejar esos temas para cursos de post-grado acerca de "impacto ambiental". En tal sentido, es recomendable aliarse con la primera de esas propuestas, por entender que ya está claro que el concepto ambiental debe estar presente en toda etapa de un proyecto de ingeniería hidráulica, lo que sólo es posible, si el estudiante lo advierte desde su formación inicial.

Los cursos de post-grado serán indispensables para los ingenieros que deseen formar parte de equipos de estudio de impacto, pero quienes son responsables de los proyectos deben tener ya asumidos conceptos ambientales en el momento de efectuar sus cálculos y diseños. Esos cursos de post-grado deben tender a que el ingeniero hidráulico se integre correctamente a los grupos transdisciplinarios.

De acuerdo con la Asociación Internacional de Investigación Hidráulica (International Association for Hydraulic Research) deben intentarse mayores esfuerzos para:

- a. promover el mayor conocimiento posible entre ecoólogos e ingenieros hidráulicos.
- b. seleccionar los problemas más importantes para resolver en forma conjunta y demostrar el éxito de la colaboración a través de ejemplos.
- c. Promover la aplicación de teoría de los sistemas para el tratamiento conjunto de tipos acuáticos básicos: ríos, estuarios, lagos y aguas subterráneas.
- d. Estimular la estimación de la incertidumbre de los valores predichos mediante aspectos hidráulicos y ecológicos, asegurando que esas incógnitas sean igualmente aceptables e igualmente tratadas.
- e. Describir de modo conjunto el fenómeno de escurrimientos líquidos y sus vinculaciones con el sistema ecológico, utilizando las leyes básicas de la hidráulica y la ecología y, seleccionar parámetros numéricos convenidos que caractericen las condiciones fundamentales, aplicar modelos numéricos hidráulicos y ecológicos para la predicción de alteraciones en el medio acuático debidas al cambio natural en el régimen hídrico o debido a la construcción u operación de estructuras hidráulicas.

Normalmente, los posibles impactos ambientales (positivos y negativos) producidos por obras para el aprovechamiento y control de los recursos hídricos de mayor interés tienen naturaleza local, pero a veces pueden afectar toda una región, una nación entera o a un grupo de naciones. Ellos pueden ocurrir durante la construcción del proyecto, dentro de un tiempo muy corto en que se inicia la operación, o bien desplazarse hacia el futuro. Pueden ser afectaciones de corto o muy largo período. En general se estiman afectables por esas acciones del hombre los suelos, el agua, el aire, la vegetación, el uso de la tierra, la pesca, la vida silvestre, las especies en peligro de extinción, la recreación, los recursos culturales, los valores estéticos, la

salud, la movilidad, densidad y desplazamiento de la población, el crecimiento y la cohesión de la comunidad, la disponibilidad de vivienda, las redes de transporte, los ruidos.

De lo anterior se desprende que la ingeniería ambiental no debe ser confundida con la ingeniería sanitaria, que sólo se ocupa de algunos de los temas (importantes, por supuesto) relacionados con los impactos.

Son ejemplos típicos de estudios hidráulicos de impacto ambiental los vinculados con:

- a. a la eutroficación en embalses, canalizaciones y rectificaciones de cursos de agua,
- b. la evaporación en embalses, construídos por el hombre para diversos usos,
- c. el incremento de turbidez por efecto de dragados o por la construcción de ataguías de materiales sueltos,
- d. la disminución de la calidad del agua, por descarga de contaminantes urbanos o industriales, por accidentes, por disminución de capacidad de dilución de las corrientes, etc.,
- e. la variabilidad de caudales debida a operación de presas, que puede erosionar márgenes aguas arriba y aguas debajo de la obra, puede degradar la estética, puede impedir el uso de zonas de recreación y afectar la vida silvestre,
- f. la deposición de sedimentos en embalses, canalizaciones y dragados, que (aún no estando aquellos contaminados) puede modificar los niveles líquidos, afectar las obras de toma, los canales de navegación y, en fin, la estabilidad morfológica del sistema fluvial,
- g. la degradación del lecho aguas debajo de las estructuras que retienen los sedimentos, cortando la continuidad de ese flujo y permitiendo el paso de aguas claras, altamente erosivas, que ponen en peligro no sólo la obra sino todo el tramo atacado,
- h. la contaminación térmica por descargas de centrales nucleares o de combustible líquido e industrias que afectan la vida acuática en desarrollos potenciales asociados a proyectos de navegación o de estabilización de ríos y, finalmente,
- i. la intrusión salina en ríos afectados por mareas que se incrementa por la presencia de presas que eliminan los elevados picos de crecida que tienen efectos de “barrido”.

Conclusiones

La revolución ambiental invita a incluir “temas ambientales” (biología aplicada e introducción a las ciencias sociales, por ejemplo) en la carrera de Ingeniería Hidráulica, en las etapas iniciales de los cursos de grado. Naturalmente, el alcance y contenidos de estos nuevos temas deberán estar claramente acotados porque son disciplinas poco frecuentes en las carreras de Ingeniería. Por ello, debe procurarse que los conceptos que se viertan tengan especial vinculación con la ingeniería, de modo de motivar al alumno y brindarle una globalidad de visión que, de seguro, le será de utilidad en los estudios de impacto ambiental, al tiempo que le permitirán interactuar con profesionales de otras disciplinas.

En efecto, la idea de la preservación del ambiente debe constituir una “verificación” más de la bondad de todo proyecto hidráulico, así como se verifica que las obras sean diseñadas y construidas con la capacidad hidráulica y estructural necesarias. Se cree importante subrayar que no se dará satisfacción a las ideas de una formación ambiental con sólo agregar una materia que se llame, por caso, “ecología” o “Ingeniería Ambiental” si no se comprende la real necesidad de educar con el concepto de desarrollo sustentable como marco. Además esa materia sería tomada como complemento, lo cual se contrapone con el interés de su inclusión.

El concepto ambiental debería estar presente en todos los pasos de un proyecto hidráulico, como un requerimiento adicional, para que los estudiantes puedan incorporar correctamente esa visión. Para ello, sería mucho más efectivo que una “cátedra” dedicada a temas ambientales de la ingeniería especialmente conformada contribuyera a la adecuada “formación temática” de los “formadores” de ingenieros hidráulicos, que son los profesores de las materias de la especialidad, donde aparecerán los tópicos ambientales.

De todo lo expuesto surge como indispensable replantear los campos temáticos que hoy componen la formación de grado del ingeniero hidráulico, tendiendo gradualmente a diferenciarlo del ingeniero civil convencional, de modo tal que a expensas de otras materias de ingeniería, adquieran mayor conocimiento de biología, ecología y ciencias humanísticas, que le posibiliten estar a la altura de los requerimientos que le plantea la sociedad del fin de Siglo XX, para aceptar el desafío de la próxima centuria.



[Portada](#)



[_Indice Manual](#)



[Modelo Ecogeográfico](#)

