Ing. Msc. Vicente Eduardo González-Otoya Orbegozo
Asesor de la Alta Dirección
Autoridad Nacional del Agua

LOS BALANCES HÍDRICOS Y LOS INDICADORES DE ATENCIÓN DE LAS DEMANDAS

RESUMEN

Cuando se trata de aprovechar los recursos hídricos en forma racional, se debe analizar todas las posibilidades que nos ofrecen la bibliografía y las experiencias anteriores con la finalidad de obtener los mejores resultados posibles.
Dentro de este contexto, no podemos dejar de lado la cuantificación de los parámetros referenciales que pueden ser utilizados para obtener indicadores que permitan ofrecer resultados adecuados sin tener que recurrir a procedimientos muy sofisticados.
El empleo de los balances hídricos —que son comparaciones de ofertas y demandas con el objetivo de hacer un conteo de los resultados favorables (cuando las ofertas superan las demandas) y de los resultados no favorables (cuando las ofertas no alcanzan para atender las demandas)— permitirá, mediante un análisis de frecuencias, determinar las garantías de atención a las demandas utilizando el tiempo como elemento principal, con lo que se podrá tomar decisiones importantes.
Este artículo está desarrollado para el uso de los resultados e interpretaciones de los balances hídricos como elemento base en la toma de decisiones.

GENERALIDADES

El agua es un recurso natural, único, indispensable para la vida, con funciones ecológicas fundamentales y que influye en la existencia de todos los seres vivos.

La asignación y el uso del agua implican decisiones de grupo, por lo que su administración no es un problema de cada individuo específico sino del grupo en su conjunto.

El uso de los recursos hídricos produce grandes externalidades positivas y negativas. En particular, los usuarios situados aguas arriba podrían condicionar a los de aguas abajo, lo que obliga al tratamiento conjunto del sistema hidrológico completo. Por las diversas circunstancias que su empleo puede generar, el recurso hídrico tiene que ser vigilado por el Estado, que necesariamente intervendrá en su gestión.

El marco que regula el agua en el Perú es la Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338), cuyos principios, entre otros, son: valoración del agua y de su gestión integrada, prioridad de acceso al agua, participación de la población, consideración de aspectos culturales, seguridad jurídica, respeto del agua de las comunidades, sostenibilidad, descentralización de la gestión pública del agua, carácter precautorio, eficiencia, gestión de cuencas y tutela jurídica.

La planificación en la gestión del agua tiene por objetivo, principalmente, equilibrar y armonizar la oferta y demanda del agua protegiendo su cantidad y calidad, propiciando su utilización eficiente y contribuyendo con el desarrollo local, regional y nacional.

Cuando el recurso es escaso o tiene oscilaciones que lo colocan en determinado período con limitaciones, se requiere de una planificación para equiparar las demandas con los recursos hídricos disponibles.

Planificar, en general y en cualquier actividad, es asignar recursos en función de objetivos determinados y, a su vez, llevar el seguimiento y programación de las actividades que sean necesarias.

PLANIFICACIÓN COMO GESTIÓN DEL AGUA

En la planificación de los recursos hídricos o planificación hidrológica, se busca evaluar de cuánta agua se dispone y cuánta se necesita, teniendo en cuenta la ubicación y calidad tanto del recurso hídrico como de la demanda.

Para cumplir con una planificación hidrológica se hace necesario, en primer lugar, el más completo conocimiento de los recursos y de las necesidades hidráulicas en el tiempo y en el espacio.

Del conocimiento de ambos (recursos disponibles frente a demandas), se derivarán los balances hídricos de una cuenca en un momento determinado y en un cierto estado de desarrollo. Con esta información, se podrá cuantificar el déficit o superávit de agua para así desarrollar las acciones que garanticen la utilización del recurso.

La cuenca, sea en forma independiente o interconectada con otras, es la unidad territorial más aceptada para la gestión integrada de los recursos hídricos (Dourojeanni, 2002).

El enfoque **cuenca sistema** significa que la cuenca es, funcionalmente, un todo indivisible e interdependiente en el que interactúan, en el tiempo y en el espacio, los subsistemas social, cultural, económico, político, administrativo, institucional, tecnológico, productivo, biológico y físico, con interacción e interconexión entre las partes alta, media y baja de la cuenca y con el reconocimiento de que el agua es un recurso integrador.

EL AGUA: RECURSO RENOVABLE

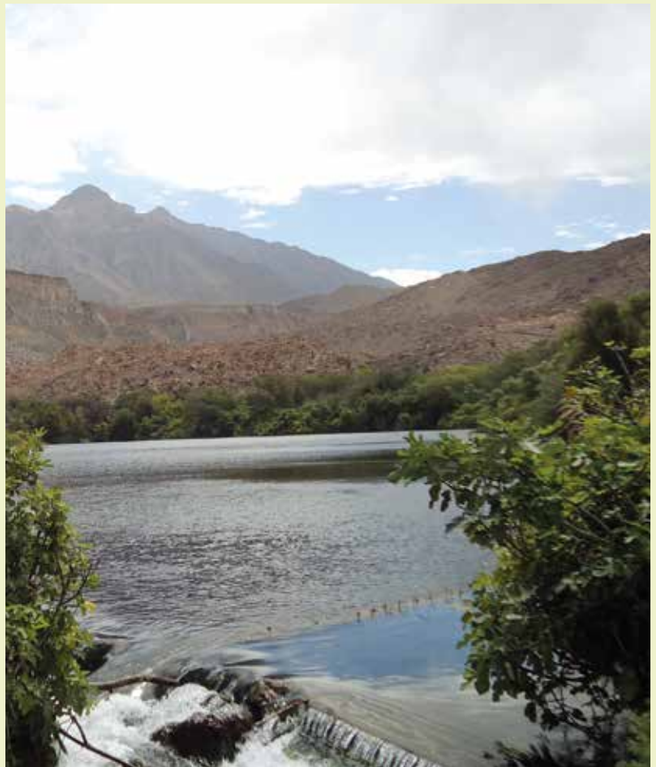
El agua es un recurso renovable y limitado. Es el principal factor determinante en el desarrollo económico y social y, al mismo tiempo, cumple la función básica de mantener la integridad del entorno natural. Pero es solo uno de los recursos naturales vitales y, por lo tanto, resulta indispensable que los aspectos hídricos sean tratados de forma integrada y no aislada. Por ello, el enfoque fragmentado ya no resulta válido y se hace esencial una visión integral para la gestión del agua. En estos puntos se encuentra el fundamento del enfoque para la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), aceptado ahora internacionalmente como el camino hacia un desarrollo y gestión eficientes, equitativos y sostenibles de unos recursos hídricos cada vez más limitados y con demandas cada vez más competitivas. Forma parte de esta gestión integrada y no fragmentada el estudio y conocimiento del ciclo hidrológico.

En cualquier caso, es importante distinguir, al referirse a los recursos hídricos, los tres escalones siguientes:

- recursos naturales (los generados en virtud del ciclo hidrológico),
- recursos potenciales (el máximo uso posible de los anteriores según las restricciones existentes), y
- recursos disponibles, garantizados o regulados (los realmente utilizables para atender demandas en un momento determinado).

LOS USOS DEL AGUA

Los usos del agua —siempre imprescindibles para el hombre— pueden ser cambiantes en el espacio y en el tiempo según las exigencias de la civilización. El uso del agua es un término simple que se define como "las diferentes formas de utilización del agua según su destino". De acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos, se reconocen las siguientes clases de uso de agua: primario, poblacional y productivo.



BALANCE HÍDRICO: ENTRE USOS Y RECURSOS

En la planificación hidrológica, el balance hídrico —elaborado considerando los recursos disponibles y las demandas— es una herramienta importante y básica puesto que permite definir si dicho sistema es excedentario o deficitario tanto para la situación actual como para cualquier situación futura. Por lo tanto, la utilidad del balance no se circunscribe a un breve tiempo determinado: debe realizarse tanto para el año actual como para el horizonte de planificación. Para todos los casos, los conceptos que necesariamente se tendrán que confrontar en el balance serán los siguientes: las demandas brutas consuntivas (D_b), es decir, los consumos totales que se extraen del sistema hídrico; y los recursos disponibles, es decir, la fuente natural de agua. En el balance, se consideran los siguientes recursos:

- De la propia cuenca: recursos superficiales (Q_{sup}) y subterráneos (Q_{sub}); y recursos complementarios, que vienen a ser los retornos de usos consuntivos (**R**)
- Nuevos: desalación (**O**)
- De transferencia a otra cuenca (**-T**) o de otra cuenca (**+T**). Es decir, en el primer caso, se exporta agua y, en el segundo, se importa.

La ecuación del balance sería la siguiente, donde Q_e es el caudal ecológico:

$$B = Q_{SUP} + Q_{SUB} - D_b + R \pm T + O - Q_e$$

LAS GARANTÍAS COMO REFERENTE DE EVALUACIÓN

Después de todo un largo recorrido identificando los recursos disponibles y las demandas —proceso en el que interviene cada parte con su propia complejidad—, definimos, finalmente, un balance. Surge, ahora la siguiente pregunta: ¿qué parámetro o condición podremos utilizar en este punto para evaluar nuestro sistema y concluir positivamente? Proponemos el uso de las garantías como procedimiento evaluador. Para entender este concepto, partimos del hecho de que el balance en general ofrece resultados porcentuales y que estos pueden ser favorables o desfavorables. Los balances presentan cifras que pueden ser contadas e interpretadas de diversas maneras según se agrupen o comparen.

Como resultados de los balances hídricos, se tendrá las coberturas de las demandas hídricas expresadas en valor porcentual del tiempo de cobertura frente al período total de evaluación; podrán utilizarse valores diarios, mensuales o anuales. Estos valores porcentuales positivos de atención a las demandas que se desprenden del balance hídrico constituyen lo que denominamos garantías, es decir, estas se expresan en un valor porcentual positivo.

Partiendo de que el valor porcentual positivo del tiempo de cobertura de las demandas corresponde a las garantías, se desprende que estas permiten la evaluación tanto en la etapa de estudios para la formulación de proyectos de almacenamiento y regulación, como en la etapa de gestión en la operación de los mismos.

Como producto de los balances hídricos, se obtendrán las garantías de atención de las demandas. La garantía —valor porcentual, siempre positivo, resultado del balance— permite tomar una o varias de las siguientes decisiones:

(a) en la formulación de esquemas hidráulicos: definición de las demandas, tamaño del proyecto, volúmenes de almacenamiento, reglas de operación de los embalses, curva característica área – volumen – altura; y

(b) en la gestión de reservorios: laminación y operación de aliviaderos, estimación de usos productivos y estimación de la producción hidroeléctrica, entre otros.

La interpretación más común de un balance será la respuesta expresada en la garantía de atención de las demandas, es decir, cuando el sistema responde satisfactoriamente, entendiendo por tal que el suministro es superior a la demanda solicitada. Cuando no se logra satisfacer las demandas, es decir, cuando no se dan las garantías, se identifica el resultado como déficit o fallo. Sin embargo, los valores de las garantías definidas teniendo en cuenta solo el tiempo presentan la limitación de no tener en cuenta la magnitud (pequeña, mediana o grande) de los déficits o fallos. Adicionalmente al análisis de frecuencias de los déficits o fallos, una evaluación correcta debería contemplar el volumen y la duración de los déficits esperados.

MAGNITUD DE LAS GARANTÍAS

Es importante conocer los efectos que se tiene en los resultados cuando se introducen algunas variaciones en los procedimientos o valores. El volumen almacenado al inicio del período de análisis puede ser importante y podrían obtenerse valores mucho más favorables. Mantener la demanda constante hasta que el sistema es incapaz de satisfacerla, pudiendo agotar el embalse por completo, constituye una estrategia de operación.

Tenemos dos posibles aplicaciones de las garantías: precisar un volumen de almacenamiento para atender una demanda definida; y, con los volúmenes de almacenamiento definidos, precisar las demandas posibles a ser atendidas.

En la práctica, los operadores serán los que definirán sus niveles de garantía dado que son ellos mismos los que definirán sus riesgos.

Podremos contar con diferentes niveles de garantías. Para cada proyectista y para cada operador, las garantías tendrán su propio significado, interpretación y procedimiento de cálculo.

Existen varias posibilidades de cuantificar complementariamente las garantías: podrá intervenir la frecuencia de las garantías, la severidad de los déficits y sus volúmenes. Así, por ejemplo, se podrá tener lo siguiente:

a. Valores basados en la frecuencia de déficits: la garantía será anual o mensual, dependiendo de los datos, con lo cual puede obtenerse la garantía anual correspondiente a una persistencia igual o mayor de 75%; y la garantía mensual correspondiente a la persistencia igual o mayor de 90%.
b. Valores de la garantía basados en la severidad de los fallos: déficits característicos (menor al 30%), confiabilidad del volumen atendido (mayor al 90%), índice de déficits (menor a 1).

APRECIACIONES FINALES

Las evaluaciones orientadas a definir un esquema hidráulico, que puede incluir uno o más almacenamientos de agua, deben tomar en consideración los cálculos y porcentajes que proporcionan los balances hídricos. La adecuada interpretación y análisis de esta información hidrométrica sobre las fuentes de agua en relación a un tiempo determinado (por ejemplo, mensual o anual) brinda, de manera sencilla, elementos importantes para proyectar la atención de las demandas y ofertas hídricas en un futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balairon, L. (2000). *Gestión de recursos hídricos*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Dourojeanni, A. (2002). *Gestión integrada de recursos hídricos y del medio ambiente*. Taller "De Rio a Johannesburgo. La Transición hacia el Desarrollo Sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe". México, del 6 al 8 de mayo de 2002.

Dourojeanni, A. (2015). *Diferencias conceptuales entre los términos "manejo (integrado) de cuencas" y "gestión (integrada) de recursos hídricos"*.

Gobierno Federal de Alemania (2001). *Conferencia internacional sobre el agua dulce. El agua: una de las claves del desarrollo sostenible*. Bonn, del 3 al 7 de diciembre de 2001.

Organización de las Naciones Unidas (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo*. Río de Janeiro, del 3 al 14 de junio de 1992.

Organización de las Naciones Unidas (1998). *Conferencia internacional sobre agua y desarrollo sostenible*. Paris, del 19 al 21 de marzo de 1998.

Organización de las Naciones Unidas (2002). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo*. Río de Janeiro, del 3 al 14 de junio de 1992.