



Centre de Cooperació per
al Desenvolupament. CCD
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



Gestión del agua

Albert Cuchí
Universidad Politécnica de Cataluña

Diplomado internacional
Acercamiento a criterios arquitectónicos ambientales para comunidades
aisladas en áreas naturales protegidas de Chiapas
Universidad Autónoma de Chiapas
Tuxtla Gutiérrez, 27 de enero del 2003

La gestión del agua conforma un capítulo fundamental en el acercamiento hacia un desarrollo sostenible, hasta el punto que el uso de ese recurso por cualquier sistema técnico o social es el mejor indicador de su potencial sostenibilidad y del tipo de relación que tiene establecido con el medio.

La demanda sostenibilista del cierre de ciclos materiales de los sistemas técnicos no afecta directamente al material agua, puesto que el agua cicla de forma natural a través de la atmósfera mediante la disolución gaseosa en el aire que se produce a temperatura ambiente. La energía solar ocasiona los cambios de presión que mueven las masas de vapor de agua y que facilitan la condensación del vapor de agua en forma de lluvia y su posterior escorrentía, movida ya por la gravedad, por la litosfera hacia los océanos, con tiempos de permanencia en cada medio - atmósfera, litosfera e hidrosfera- variables en función de la latitud.

La importancia del ciclo del agua radica en el papel fundamental que tiene en el funcionamiento de los sistemas biosféricos. El agua es, gracias a su fuerte polaridad, un disolvente que incorpora muchísimos tipos de materiales en disolución o suspensión -desagregándolos de su organización original- y conduciéndolos a través de su ciclo en etapas más o menos prolongadas. Esa capacidad de disolución y transporte de iones lo convierte en la 'cinta transportadora' de materiales de la biosfera a escala global.

Efectivamente, los cuatro elementos cuantitativamente más importantes en la biosfera - O, C, H, N configuran más del 99.99% de su peso- ciclan junto al agua gracias a su solubilidad y a establecer compuestos volátiles que sigan al vapor de agua en su camino atmosférico.

Pero además, el agua es también una materia prima que provee de dos de esos componentes básicos, el O y H, a las plantas verdes en su formación de materia orgánica a través del proceso de la fotosíntesis, así como un transportador interno de materiales entre el suelo y las hojas de las plantas mediante la capilaridad impulsada por la evaporación producida en sus estomas.

Estas dos funciones esenciales del agua en los sistemas vegetales hacen que se constituya en uno de los principales factores limitantes en la capacidad productiva de la biosfera en un lugar determinado. La disponibilidad de agua es un factor determinante en la configuración de los ecosistemas que se traduce en los tipos de especies, su distribución espacial y su evolución en el tiempo.

Incidir sobre este circuito de transporte de materiales, de recurso para la formación de material y de transporte interno de las plantas, implica incidir sobre los sistemas biosféricos que lo aprovechan, eso es, sobre el principal capital que el desarrollo sostenible dispone para conseguir cerrar los ciclos materiales de nuestros procesos técnicos, la máquina con la tecnología adecuada para reciclar los recursos que pone a nuestra disposición.

Cualquier disposición de agua supone una alteración de esos sistemas biosféricos en mayor o menor grado y, por lo tanto, una disminución de su capacidad productiva. Reducir al mínimo indispensable esa disposición se convierte en una prioridad desde una visión sostenibilista.

A menudo se argumenta que es posible detraer agua de muchos lugares porque mucha de esa agua 'sobra', se 'pierde' en el mar, o porque hay épocas en que circula más agua que en otras y es a esas últimas a las que están adaptados los ecosistemas. Esos argumentos son falsos puesto que la variabilidad en la disponibilidad de agua es uno de los factores que determinan, más que su cantidad, la configuración y las estrategias evolutivas de los componentes de un ecosistema, así como su estructura. Ya aprendimos hace tiempo que las políticas hidráulicas que siguen esos argumentos generan pérdidas ambientales irreparables.

Pero la reflexión desde la sostenibilidad en el uso del agua va más allá en cuanto el consumo de agua es un indicador del cumplimiento de la demanda del cierre de los ciclos materiales, ya que buena parte del uso del agua está destinado a la evacuación y dispersión de los residuos que las actividades generan.

Ello añade, al daño ocasionado por el hecho mismo de la extracción del agua, la contaminación que se produce al medio al verter las aguas con residuos disueltos, aguas que no son aprovechables en la misma medida y que pueden ser portadoras de elementos biocidas. No se puede hablar de cantidades de agua sino del binomio cantidad-calidad que es el que realmente limita sus usos y su fertilidad.

Un último, aunque no menor impacto, lo ocasionan frecuentemente las infraestructuras de captación del agua. Las grandes presas son el ejemplo más evidente, no sólo por la inundación que ocasionan de terrenos frecuentemente de elevada fertilidad biológica, sino por la fractura del río que producen, tanto del punto de vista hidráulico como en la continuidad biológica del cauce río arriba y río abajo. Pero otros sistemas de captación, como los pozos perforadores, pueden alterar también sistemas hidrológicos cercanos o lejanos por la alteración de la dinámica de los sistemas freáticos.

Las fuentes de agua dulce -las significativas en las tierras emergidas- en un determinado territorio son esencialmente tres:

- el agua de lluvia que directamente cae sobre él, sometida a una variabilidad climática que suele atender a periodicidades recurrentes a diversa escala (meses lluviosos y secos a escala anual, por ejemplo) y que afectan a la presencia de lluvias y a su cantidad,
- el agua de escorrentía de ríos y torrentes, igualmente dependiente de ciclos periódicos pero unidos a episodios climáticos de lugares alejados, que son los que proveen de los recursos hidráulicos a la escorrentía (como las nieves de las montañas en el estiaje, por ejemplo),
- el agua de los acuíferos, filtrada de la lluvia en las zonas de recarga ocupadas por terrenos porosos o por los mismos ríos, y retenida por los estratos impermeables en configuraciones de flujos de agua más o menos veloces dependiendo de los materiales por los que circula el agua y la forma y conexiones del acuífero.

Estas tres fuentes suponen una diferente disponibilidad de agua tanto en cantidad como en accesibilidad temporal y física.

El agua de lluvia, retenida en el suelo por el complejo sistema físico y orgánico que lo habita, es la principal fuente de suministro del agua para las plantas. La capacidad de retención de los suelos y su relación con el clima y la pendiente, la periodicidad de los periodos lluviosos y la duración de los secos, y las cantidades de agua caídas, resultan ser los elementos determinantes en la configuración de los sistemas vegetales en un territorio determinado.

El agua de ríos, lagos y arroyos nutre los sistemas vegetales de ribera de cantidades de agua más permanentes en el tiempo aunque sujetas a variabilidad en su caudal que puede llegar, en ciertos periodos, a desaparecer. Ello configura sistemas más productivos y, en consecuencia, más dependientes de la continuidad del flujo de agua que los mantiene. La dinámica de los cursos fluviales es el elemento conformador de esos ecosistemas, y su alteración un factor de cambio determinante.

El agua del subsuelo puede suponer cantidades enormes de agua atrapada en un lento flujo que puede durar decenas de años. Su disponibilidad para la biosfera es generalmente baja puesto que requiere grandes cantidades de energía para extraerla, aunque su influencia en la dinámica hidráulica de la escorrentía superficial es muy grande, actuando de depósitos reguladores mediante el almacenamiento del agua de lluvia y su vertido a través de fuentes, afloramientos lacustres o fluviales en los puntos de drenaje o rebosadero.

Los usos humanos han obtenido tradicionalmente agua de esas tres fuentes y la han utilizado de forma diferente en función de la productividad que pretendían obtener de un recurso limitante como el agua.

Así, la agricultura, entendida como práctica que reduce la complejidad de los ecosistemas para obtener mayor cantidad de materiales apropiables para el hombre, es hoy día la principal actividad humana consumidora de agua, y ha usado de las tres fuentes de forma muy diferente.

La agricultura de secano, o aquella que sólo utiliza los recursos hidrológicos aportados por el agua de lluvia, se ha adecuado tradicionalmente a los tipos de cultivos que se adaptan a los ciclos hidrológicos climáticos del lugar, dando paso a los sistemas agrícolas más tradicionales como el trigo, el maíz, el sorgo, el arroz, adaptadas a las configuraciones climáticas de las diferentes zonas en las que predominan.

La agricultura de regadío aumenta la productividad de los campos a base de importar agua proveniente, tradicionalmente, de ríos y otros cursos de agua, y detrayéndolos, por tanto, de otros sistemas naturales, con lo que la productividad aumentaba a base de disminuir en mucho mayor grado la productividad de otros medios naturales. La única excepción quizá sean los regadíos obtenidos a base de ingeniosos y antiguos sistemas de condensación que permiten un aprovechamiento de agua sin restarla de otros sistemas biológicos.

El incremento de productividad agrícola, o sea apropiable por el hombre, ha fomentado desde siempre el acceso a cualquier fuente de agua y, en la medida de lo posible, el agua del subsuelo no ha sido la excepción. El uso de pozos con energía de elevación procurada por el esfuerzo humano, animal o por molinos de viento u otros recursos, ha sido constante en la historia agrícola, pero hasta hoy, con la potencia que aporta el uso de combustibles fósiles, no se había producido un acceso tan elevado a esa fuente de agua.

Los pozos explotados por bombas movidas por combustibles fósiles permiten el acceso a recursos hidráulicos situados a centenares de metros de profundidad, extrayendo en la mayoría de los casos el agua de los acuíferos a mucha mayor velocidad que su velocidad de reposición. Se están vaciando. Ello implica una pérdida del recurso para el futuro y, por tanto, una actuación incompatible con el desarrollo sostenible.

Pero quizá el mayor impacto sobre los recursos hídricos en agricultura se esté produciendo por la contaminación de los acuíferos por el lixiviado de productos eutrofizantes resultado del sobreabono con productos químicos. Tanto los flujos superficiales -ríos, lagos, arroyos- como los acuíferos resultan afectados por esa contaminación que altera, de forma muy significativa, los sistemas biológicos que usan esas aguas.

El segundo gran usuario social del agua es la industria. Para la industria el agua tiene tres caras, a menudo complementarias.

En primer lugar, el agua es fuente de energía a través de la explotación hidroeléctrica de los cursos fluviales. La regulación de los ríos permite obtener una producción hidroeléctrica ajustable en buen grado a la demanda, a cambio de hacer dependiente el resto de sistemas, biológicos o no, que viven del río de esa explotación energética.

En segundo lugar, el agua es un material de gran importancia en muchos los procesos industriales como vehículo de energía, disolvente, etc., resultando en muchos casos incorporada al producto o evaporada en los diferentes procesos de transformación.

En tercer lugar, y de forma muy determinante, el agua actúa de vehículo y dispersión al medio de residuos de la producción en forma de materiales -e incluso energía- disueltos o en suspensión que se evacúan con el agua.

Las cantidades de agua y la seguridad en su abastecimiento que requieren los usos industriales son muy difíciles de proveer generalmente con el agua de lluvia que cae en el entorno industrial, y el acceso a las fuentes de mayor capacidad ha sido sistemático desde los inicios de la era industrial. Los ríos y lagos, así como las fuentes y pozos y la explotación directa de los acuíferos, han sido los lugares habitualmente destinados no sólo a la captación de agua industrial, sino al vertido de las aguas residuales de los procesos de fabricación.

La contaminación industrial del agua y su afectación en el medio natural -directamente ligada a la ausencia del cierre de los ciclos materiales en sus procesos- es, junto con la contaminación atmosférica por los mismos motivos, un capítulo conocido y evidente de los problemas ambientales críticos de nuestro modelo productivo. Pero los impactos ocasionados por los procesos de captación y el agotamiento y la contaminación 'invisible' de los acuíferos son, si cabe, de mayor repercusión de cara al desarrollo sostenible.

En la edificación los usos del agua están tradicionalmente ligados a las actividades que acogen y, en concreto en la vivienda, a los usos sanitarios y alimentarios del agua. Los sistemas de climatización artificial están generando nuevos usos consuntivos del agua cuantitativa y cualitativamente importantes, cuyo impacto debe tenerse en consideración a medida que se generalice el uso de esos sistemas.

Tradicionalmente, el acceso al agua de uso doméstico era uno de los factores determinantes en el emplazamiento de la vivienda rural y del medio urbano en general. El uso alimentario del agua

determinaba la cantidad y la calidad precisa que debía asegurarse para el asentamiento. Los ríos, lagos, pozos, fuentes, la captación y almacenamiento de pluviales son recursos hídricos usados en la edificación que alcanzan las tres fuentes de agua analizadas. Asimismo, ríos, lagos y pozos resultaron ser los lugares donde verter las aguas residuales producto de las actividades sanitarias.

Mientras el agua de las fuentes públicas garantizaba el suministro de agua potable -a veces traída de grandes distancias para asegurar su calidad- las aguas captadas por las cubiertas y almacenadas en cisternas eran la fuente de otras necesidades hídricas domésticas. Pero la generalización de los sistemas de abastecimiento de agua a través de canalizaciones domésticas y la generalización del alcantarillado urbano fomentó una disponibilidad indiscriminada de agua de calidad potable para todos los usos domésticos que ha llevado a los elevadísimos consumos actuales.

En Catalunya, en un entorno urbano, una vivienda estándar presenta un consumo de agua de red -o sea de calidad potable garantizada- de unos 168 litros por persona y día. Ese consumo se desagrega del modo siguiente:

ducha	70 litros por persona y día
inodoro	42 litros por persona y día
lavabo	30 litros por persona y día
lavadora	10 litros por persona y día
cocinar y beber	5 litros por persona y día
lavavajillas	5 litros por persona y día
otros usos	5 litros por persona y día

Nótese que sólo una parte de los usos precisa de una calidad máxima de potabilización y garantía sanitaria porque vayan a ser consumidas o en contacto con piel o mucosas.

¿Qué caminos hay para acercar hacia la sostenibilidad la gestión del agua en la edificación, y en concreto en viviendas? ¿Cuál debe ser el objetivo a lograr? ¿Qué sistemas existen para iniciar la tendencia adecuada hoy en día?

El objetivo debe ser la mínima interferencia en el ciclo natural del agua a través de los sistemas naturales. Evitar tanto la extracción de ese recurso como transformarlo en vector de difusión de nuestros residuos supondrá tanto evitar la afectación de los sistemas biosféricos como apoyar las estrategias de cierre de los ciclos materiales.

Debemos restituir el agua en el mismo lugar que la captamos y con la misma calidad. Ese debe ser el objetivo de la gestión del agua en una edificación que cumpla las exigencias de la sostenibilidad.

Las estrategias para lograrlo en nuestros edificios de viviendas deben ser:

- la eficiencia en el uso del agua, entendiendo que mayoritariamente es un recurso que utilizamos para dispersar residuos y que éstos deben reciclarse. Minimizar la cantidad de agua por servicio obtenido. Esa eficiencia debe tener en cuenta el binomio cantidad-calidad para un máximo aprovechamiento de las aguas utilizadas que, rechazables para un uso determinado, pueden ser aprovechables para otro. El 'reciclado' de las aguas es un factor de eficiencia en tanto ahorra nueva captación y vertido de agua.

En la misma vivienda estándar catalana cuyos consumos se reflejaron anteriormente, las posibilidades de ahorro permiten limitar el consumo diario por persona a 74 litros -un 57% de ahorro- con técnicas y sistemas existentes en el mercado, con una inversión inicial de 13.63 €/m² amortizable en 5.2 años con los precios del agua en Catalunya.

uso	consumo	ahorro	coste
ducha	35 litros por persona y día	35 litros	-
inodoro	0 litros por persona y día	42 litros	10 €/m ²
lavabo	18 litros por persona y día	12 litros	-
lavadora	6 litros por persona y día	4 litros	2 €/m ²
cocina y bebida	5 litros por persona y día	-	-
lavavajillas	4 litros por persona y día	1 litro	1.63 €/m ²
otros usos	6 litros por persona y día	-	-

- la captación de agua por las cubiertas y zonas impermeabilizadas, entendiendo que esa parte de territorio ha resultado ya hurtado a los sistemas biosféricos y tiene su cuota de agua de lluvia. La tradición arquitectónica nos muestra la viabilidad de este sistema, incluso a escala urbana -Venecia sería un caso extremo- siempre que las cantidades de agua a utilizar sean razonables. El uso de aguas procedentes de acuíferos -siempre que se extraigan con energías que cierren el ciclo material- puede resultar aceptable siempre que se realice de forma sostenible, eso es, que no se proceda a una mayor extracción que su recarga y que no resulten afectados sistemas naturales que utilicen los rebosaderos de ese acuífero. Usarlo como depósito, manteniendo un equilibrio anual o entre periodos pluviométricos, es la mejor opción si se recarga adecuadamente sin contaminarlo.

Con una pluviometría de 600 mm. anuales (media catalana) y un consumo de 74 litros por persona y día, se precisarían 45 m² de superficie de captación por habitante, una cantidad en absoluto inviable en según que sistemas urbanos.

- el retorno del agua al sistema debe realizarse a través de un sistema que garantice una calidad adecuada para su absorción por el medio sin alterar su productividad. Dado el tipo de residuos domésticos, con un adecuado sistema de recogida de residuos sólidos, el agua sólo debe ser vehículo de residuos corporales humanos y de restos del lavado de ropa, vajilla y hogar. Si los productos de limpieza son, en una tendencia inversa a la actual, productos fácilmente biodegradables procedentes de sistemas orgánicos -como por otra parte venía siendo habitual hasta hace poco- los mismos sistemas biológicos pueden servirnos para depurar las aguas residuales obteniendo de ellas el retorno de la materia orgánica que produjeron.

El riego de huertos con aguas residuales, humanas y de limpieza, convenientemente tratadas ha sido tradicional en nuestras ciudades hasta hace siglo y medio, cuando se puso de moda arrojar estos residuos -mezclados con otros más intratables- a puntos concretos de ríos y lagos desbordando su capacidad de absorción. Los sistemas de depuración mediante filtros de grava y plantaciones adecuadas, que permiten restituir el agua con una calidad elevada al medio, son soluciones homologadas en muchos países -USA, Alemania- para poblaciones de hasta 5.000 habitantes.

En conclusión, es posible hoy día mejorar la gestión del agua en las edificaciones a través de una reducción del impacto en el ciclo natural del agua y de la utilización de recursos existentes en el mercado.