

USOS Y REUSOS DEL AGUA EN EL SECTOR INDUSTRIAL:
EL CASO DE HERMOSILLO, MÉXICO

LORENIA VELÁZQUEZ CONTRERAS*

A pesar de que el sector industrial utiliza una proporción de agua bastante menor, comparado con otros como la agricultura, su estudio no debe ser relegado. Primero, por el dinamismo que lo ha caracterizado en los últimos años, y que lo convierte en un demandante actual y futuro del recurso; a principios de la presente década, el sector industrial utilizaba alrededor de 22 por ciento del agua consumida en el mundo. Para los países de altos ingresos, esta cifra asciende a 59 por ciento, mientras que en los de menores representa 8. En 1995, el volumen anual de agua utilizado por la industria fue de 752 km³/año, para el 2025 pudiera ser de 1 170, lo que representaría 24 por ciento de la extracción total de agua en el mundo (UNESCO, 2001). En segundo lugar, porque es sabido que la industria es la actividad con mayor generación de residuos tanto sólidos como líquidos, y que esta tendencia difícilmente se revertirá.

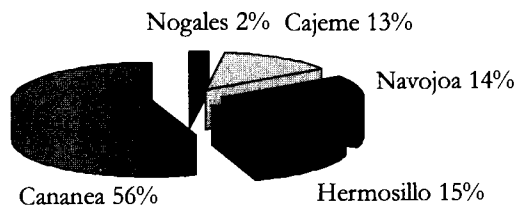
Por consiguiente, consideramos necesario el estudio de la naturaleza tanto del agua utilizada propiamente en los procesos industriales como de la residual, proveniente de las plantas, y que debe depositarse en algún sitio; en el mejor de los casos, tiene que ser uno construido ex profeso para recibir desechos industriales. Desafortunadamente, los cálculos realizados al respecto señalan que en los países en desarrollo, alrededor de 70 por ciento de los desechos industriales sin tratamiento se vierten al agua, degradando la calidad de los suministros. Cada año, entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pasados, solventes, sedimentos tóxicos y otros desechos llegan al agua, y los países industrializados son responsables de 80 por ciento de ellos (UNESCO, 2001).

* Estudios de doctorado en Desarrollo en el programa Arid Lands Resource Sciences de la Universidad de Arizona. Profesora-investigadora del Programa de Estudios Económicos y Demográficos de El Colegio de Sonora. lvelaz@colson.edu.mx

Para el caso de México, según estadísticas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), 85 por ciento de aguas residuales (un caudal de 144.8 m³/s) no reciben tratamiento. Si a esto sumamos que en las plantas de tratamiento existentes, en el año 2002 se removió aproximadamente 17 por ciento de la carga orgánica generada por las industrias (CNA, 2004), se desprende que prácticamente toda el agua residual (un caudal total de 171 m³/s) es depositada en los cuerpos de agua sin recibir algún tipo de tratamiento previo.

Otro dato importante que merece ser mencionado es que a pesar de la importancia que reviste Hermosillo para la actividad industrial en el estado, tan sólo 15 por ciento del agua extraída del subsuelo para uso industrial, y que cuenta con una concesión directa de la CNA, corresponde a este municipio. Sobresale Cananea, que utiliza más de 50 por ciento, y que básicamente en su totalidad corresponde a la Minera de Cananea (figura 1).

Figura 1. Sonora. Volumen de extracción anual de agua destinada al uso industrial por municipio.



Para los propósitos de este trabajo, cuando hablamos de “uso” industrial del agua, sólo nos referimos a la cantidad de agua que ingresa a la planta, ya sea de toma directa o pozo. En otras palabras, cuando hablamos de volumen de agua utilizado, no incluimos el agua reutilizada en el proceso de producción que, como veremos más adelante, representa en promedio una proporción bastante pequeña del agua total.

La estructura tarifaria de agua en Hermosillo consta de al menos seis rangos de consumo para los sectores industrial, comercial y de servicios; lo que

indica que no existe distinción alguna entre ellos, en relación con el giro de actividad. El metro cúbico de agua cuesta igual si se producen motores o bebidas embotelladas (cuadro 1).

Cuadro 1. Estructura tarifaria para los sectores (diciembre de 2002)

| Rango de consumo | Industria, comercio y servicios | Doméstico |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 0-10 | Cobro mínimo total: 141.92 | Cobro mínimo total: 25.27 |
| Rango de consumo | Cobro por metro adicional (pesos) | |
| 11-14 | 9.51 | 2.13 |
| 15-35 | 9.70 | 2.97 |
| 36-50 | 9.88 | 4.96 |
| 51-75 | 10.05 | 17.04 |
| 76 y más | 10.30 | 18.38 |

Fuente: elaborado con base en datos proporcionados por la CNA.

El presente trabajo es parte de una investigación más amplia que realicé en El Colegio de Sonora, como proyecto de tesis doctoral. En esta ocasión, debido a los objetivos del coloquio donde se presentó, únicamente seleccioné aspectos generales relacionados principalmente con la percepción empresarial sobre el consumo, utilización y costo del agua, consideré también las prácticas utilizadas por las empresas para la descarga de agua residual. Para la investigación diseñé y apliqué una encuesta entre 116 establecimientos industriales, ubicados en Hermosillo.

Diseño de la muestra

Para el trabajo de campo, primero hice diez entrevistas como prueba piloto para igual número de empresas consideradas representativas de los distintos giros industriales, de donde obtuve información preliminar, lo que brindó un panorama general sobre todo de la percepción empresarial sobre el recurso. Estas entrevistas sirvieron de base para el diseño del cuestionario aplicado posteriormente.

Como ya mencionamos, el suministro de agua industrial proviene de dos fuentes: de la extracción directa a través de la compra de derechos a la CNA y de la red urbana de agua potable. Es así que para el diseño muestral, consideré dos bases de datos: una proveniente del registro público de derechos de agua, proporcionado por la CNA, que contiene las concesiones de uso de aguas subterráneas, y la otra del organismo operador Agua de Hermosillo.

La limitante principal en el trabajo de campo fue precisamente la determinación del marco muestral, conformado por empresas que utilizan el líquido directamente de la red de agua potable, ya que en el padrón proporcionado por el organismo operador hay una serie de inconsistencias que nos obligó a redefinir la muestra.

Es de esta manera que de 421 empresas registradas por Agua de Hermosillo, como principales usuarias industriales, 258 (más de 50 por ciento) no deberían aparecer en el padrón. El cuadro 2 resume las deficiencias encontradas en esta base de datos.

Cuadro 2. Delimitación del marco muestral

| Concepto | Frecuencia | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Clasificación errónea (uso doméstico) | 55 | 12.9 |
| Cierre de operaciones | 42 | 10.1 |
| No localizada (inexistente) | 15 | 3.6 |
| No utilizan agua en el proceso | 109 | 25.8 |
| Oficinas de representación (de plantas localizadas en otra ciudad) | 36 | 8.6 |
| Empresas entrevistadas: | | |
| *Cuestionarios aplicados | 116 | 27.5 |
| *No respuesta | 48 | 11.5 |
| Total | 421 | 100 |

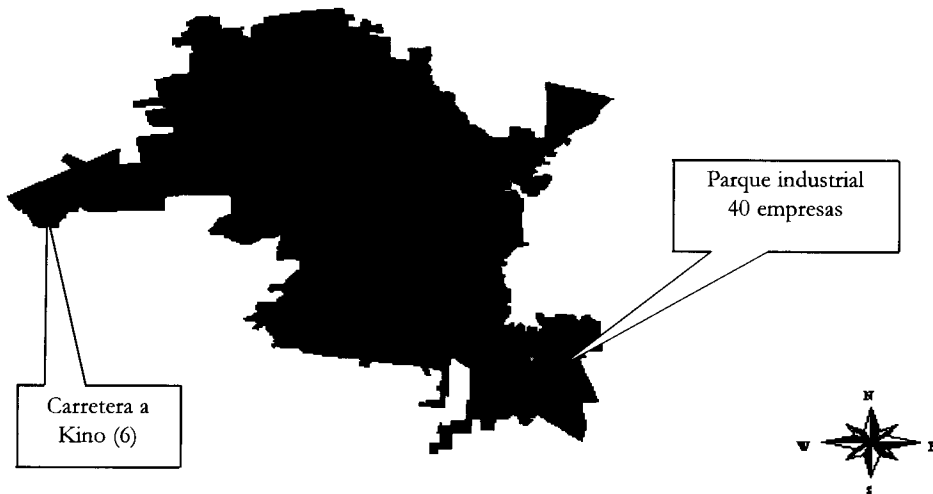
Fuente: elaboración propia, con base en información proporcionada por AGUAHH.

Muchas de estas inconsistencias se deben a la manera en que se construye la estructura de tarifas para los diferentes usos. Puesto que los giros comercial, industrial y de servicios presentan la misma estructura tarifaria, para el usuario resultará indiferente un cambio en su registro ante el organismo operador, ya que esto no repercutirá en la tarifa que se le aplique. Obviamente,

esto impide la actualización del padrón. Por otro lado, dado que la tarifa de agua para uso doméstico es menor para los rangos inferiores de consumo, es muy probable que algunos establecimientos, cuyo volumen de consumo no es elevado, evadan tarifas superiores mediante su registro como usuarios domésticos, a través de la contratación de más de una toma domiciliaria, con lo cual estarían cubriendo su necesidades del recurso.

Respecto a la localización de las empresas que constituyeron nuestro objeto de estudio, encontramos que éstas se encuentran dispersas en Hermosillo, aunque claramente se aprecian algunas concentraciones sobre todo en el parque industrial (figura 2), donde se agrupan alrededor de 40 empresas, 6 de ellas obtienen agua directamente del subsuelo.

Figura 2. Hermosillo. Ubicación de los establecimientos industriales usuarios de agua en sus procesos productivos



Una vez realizadas las adecuaciones necesarias, nuestro universo se integró con 164 empresas, de las cuales el porcentaje de respuesta fue de 70 por ciento, correspondiente a 116 predominantemente pertenecientes al subsector

alimentos,¹ bebidas y tabaco. De ellas, la gran mayoría están conformadas por empresas micro y medianas; el resto de los sectores está representado por grandes y macro (de 100 a 500 trabajadores y de 500 y más, respectivamente).

El cuestionario constó de 55 reactivos, donde se trató de conseguir el máximo de información relativa a la forma en que se obtiene, utiliza y desecha el agua en el proceso productivo.

Resultados

De las empresas entrevistadas, 107 obtienen agua directamente de la red, cuatro cuentan con concesión para la explotación de uno o más pozos, y las seis restantes combinan estas dos fuentes (cuadro 3).

Cuadro 3. Fuente de abastecimiento de agua de establecimientos entrevistados

| Fuente | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------|------------|------------|
| Red | 109 | 91.4 |
| Pozo | 4 | 3.4 |
| Otras fuentes* | 1 | 2.6 |
| Red y pozo | 2 | 1.7 |
| Total | 116 | 100 |

* Compra de agua purificada a otra empresa

Para la continuidad de las labores en la empresa es indispensable un suministro regular del recurso, sobre todo para las que el agua constituye el insumo principal. Descubrimos que 38 por ciento de los establecimientos ha sufrido en algún momento la interrupción en el abasto de agua durante los últimos cinco años; declararon diferentes modalidades de interrupción, desde una baja sustancial en la presión hasta cortes de energía. Para resistir este problema, generalmente los establecimientos optan por la utilización de depósitos de almacenamiento como cisternas o tinacos; suman 79 por ciento los que cuentan con depósitos de este tipo (cuadro 4).

1 Según datos de la UNESCO (2001), en los países de bajos ingresos el sector alimentos es responsable de 54 por ciento de los contaminantes orgánicos del agua.

Cuadro 4. Interrupción en el abasto de agua y manera de resolverlo

| | Frecuencia | Porcentaje |
|---|------------|------------|
| ¿Ha sufrido interrupción en el abasto? | 43 | 37.7 |
| ¿Cuenta con depósito de almacenamiento? | 79 | 68.1 |

Uno de los reactivos que nos ayudó a formarnos una idea de la percepción empresarial sobre la problemática del agua consistió en preguntar directamente si el establecimiento contaba con una persona o un departamento específico encargado del uso y manejo del recurso. Al respecto, tan sólo 20 por ciento respondió afirmativamente. La siguiente pregunta fue si la empresa tenía planes para crear o destinar a un encargado, pero la respuesta predominante fue negativa, es decir, que 97 por ciento de los establecimientos que no destinan a un encargado directo, tampoco planean hacerlo (cuadro 5).

Cuadro 5. Frecuencia y porcentaje de establecimientos que cuentan con encargado para el manejo del agua en el proceso productivo

| Cuenta con personal /departamento encargado | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| No | ¿Planea hacerlo? | |
| | Sí | No |
| 89 establecimientos (80.2 %) | 3 establecimientos (3.4 %) | 85 establecimientos (96.6%) |

Otra forma de medir la percepción empresarial fue a través de la pregunta del comportamiento en el consumo de agua, tanto en el volumen promedio anual como por unidad de producto, aunque no se obtuvieron resultados precisos, ya que el consumo de agua está directamente relacionado con el volumen de la producción, la cual en la mayoría de los casos se mantuvo constante, cuando no disminuyó; tan sólo 25 por ciento de los establecimientos declaró que su producción se incrementó en los últimos cinco años, lo cual concuerda con los datos obtenidos en la pregunta anterior, y que se muestran en el cuadro 6. Sin embargo, se puede deducir que existe una incipiente tendencia a disminuir el volumen de agua por unidad de producto, ya que únicamente 3.6 por ciento respondió haber incrementado su consumo.

Cuadro 6. Comportamiento del consumo de agua

| Comportamiento | Promedio anual | Por unidad de producto |
|----------------------|----------------|------------------------|
| Bajó | 27% | 17.3% |
| Permaneció constante | 56.8% | 79.1% |
| Aumentó | 15.3% | 3.6% |

A pesar de que el volumen de la producción no muestra incremento en la mayoría de los establecimientos, estuvieron realizando inversiones que no se materializaron en un volumen mayor. Traté de indagar, entonces, si esas inversiones se destinaron al manejo del agua, y los resultados fueron heterogéneos, y aparecen en el cuadro 7, donde se establecen nueve rangos de inversión destinada a este fin: del total de establecimientos, casi 70 por ciento de los que realizaron inversiones en los últimos años manifestaron que menos de 10 por ciento del total de sus inversiones se destinó a aspectos relacionados con el manejo del agua. Sin embargo, debe notarse también que nueve empresas (12 por ciento) destinaron más de 50 por ciento de sus inversiones a este rubro, llegó incluso a más de 80 en seis de los casos.

Cuadro 7. Porcentaje de inversión relacionada con el uso de agua en el proceso

| Porcentaje de inversión | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 70-80 | 80-90 | 90-100 |
|--------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Frecuencia | 50 | 6 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 6 | 0 |
| Porcentaje de establecimientos | 69.4 | 8.3 | 5.6 | 2.8 | 1.4 | 2.8 | 1.4 | 8.3 | 0 |

En estudios posteriores trataré de indagar más acerca de este resultado, ya que si las inversiones no se reflejan en un incremento inmediato de la producción, quizá sus efectos se podrán percibir a futuro, y posiblemente se estén mejorando los procesos a través de innovaciones tecnológicas u organizacionales. En este sentido, sólo podemos hacer supuestos parciales, y decir que una buena parte de estas mejoras se encamina al uso del agua en los procesos, ya que 41 por ciento de los entrevistados considera que la tecnología utilizada para este efecto es avanzada, comparada con otras empresas de su mismo giro, mientras 56 por ciento cree que usa tecnología promedio y sólo 3.1 piensa que para el manejo del agua emplea tecnología obsoleta (cuadro 8).

Cuadro 8. Calificación del grado de desarrollo tecnológico en manejo de agua

| Tecnología del agua | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------|------------|------------|
| Obsoleta | 3 | 3.1 |
| Promedio | 54 | 55.7 |
| Avanzada | 40 | 41.2 |

Además de la buena percepción que tienen sobre la tecnología para el manejo de agua, 30 establecimientos declararon que planean invertir en este rubro durante los próximos diez años (incluso el 2004). Veinticinco de ellas proyectan hacerlo antes de 2007.

En general, en relación con el uso del agua en el proceso de producción, no se pueden emitir conclusiones definitivas, salvo que en la estructura organizacional de las empresas no se reserva un espacio específico para el manejo del agua. No obstante, se aprecia su buena disposición para invertir en tecnologías nuevas, además de la tendencia observada a la reducción de volumen de agua por cantidad de producto, lo que bien puede derivarse de estas nuevas tecnologías.

Apreciamos un panorama muy distinto cuando iniciamos con la otra fase del proceso de producción: la descarga de aguas residuales. Abordamos este punto a través de un diagrama de flujo, donde las mismas empresas indicaban el destino del agua dentro del proceso de producción, desde el momento en que entra a la planta directamente de la fuente proveedora. Una vez sumados los resultados de cada uno de los establecimientos, construimos un

diagrama general promedio que suma todas las empresas entrevistadas, el cual presenta un panorama bastante claro del ciclo del agua (figura 3), que nos permite observar que menos de 14 por ciento del agua residual es reutilizada en las actividades del establecimiento, y 86.1 por ciento se descarga.

Figura 3. Ciclo del agua en el proceso de producción (promedios)

| Usos | Agua residual | Reusos |
|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Proceso productivo <u>73.8 %</u> | Reuso <u>13.9 %</u> | Proceso productivo <u>68.5 %</u> |
| Evaporación <u>3.3 %</u> | | Evaporación <u>1.8 %</u> |
| Fugas <u>0.9 %</u> | Descarga <u>86.1 %</u> | Fugas <u>0 %</u> |
| Servicios <u>6.0 %</u> | | Servicios <u>2.0 %</u> |
| Sanitarios <u>12.6 %</u> | | Sanitarios <u>2.0 %</u> |
| Riego <u>2.6 %</u> | | Riego <u>24.4 %</u> |
| Otros <u>0.9 %</u> | | Otros <u>1.2 %</u> |

A lo anterior habría que sumar que gran parte del agua que se descarga (94 por ciento del volumen total), se va directamente al drenaje, y éste ha permanecido constante para la mayoría de los establecimientos durante los últimos cinco años, ya que en 80 por ciento de los casos no se han realizado inversiones para el manejo del agua residual.

Si la ausencia de un departamento o de personal destinado directamente al manejo del agua en el proceso productivo es preocupante, lo es aún más su ausencia para el manejo de aguas residuales. Ochenta y siete por ciento de los establecimientos carece de personal encargado directamente de las aguas residuales (cuadro 9).

Cuadro 9. Establecimientos que cuentan con personal/ departamento encargado de las aguas residuales

| Cuenta con encargados exclusivos | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------------------|------------|------------|
| Sí | 13 | 12.9 |
| No | 88 | 87.1 |

Ante la ausencia de personal encargado de estos aspectos, se explica fácilmente que 86 por ciento de los entrevistados declararon no dar tratamiento alguno al agua residual derivada de sus procesos, antes de la descarga al drenaje. De ahí que el agua que se descargue contenga entre los principales contaminantes los enumerados en el cuadro 10.

Cuadro 10. Tipos de contaminantes que conforman el agua residual de las plantas

| Contaminantes | | | |
|------------------------------|------------|-----------------|----------------|
| Grasas | Ácidos | Flúor | Pinturas |
| Orgánicos | Arsénico | Sosa cáustica | Plomo |
| Cloro | Biológicos | Fósforo total | Químicos |
| Demanda biológica de oxígeno | Tierra | Heces fecales | Sales |
| Sólido sedimentable | Bacterias | Hierro | Sales |
| Sólidos suspendidos | Cemento | Manganeso | Sales químicas |
| Detergentes | Cianuro | Metales | Zinc |
| Aceites | Cobre | Níquel | Mercurio |
| Ph | Cromo | Nitrógeno total | |
| Sanitarios | Fierro | Óxidos | |

Por otro lado, e igual de preocupante es el hecho de que en 82 por ciento de los casos, los trabajadores en general no reciben capacitación alguna para el manejo o disposición final del agua residual. Tan sólo cinco establecimientos (alrededor de 5 por ciento) mencionaron dar algún tipo de capacitación a sus trabajadores en este sentido.

A pesar del uso del agua tanto en el proceso como en la disposición de residuos, los empresarios parecen tener buenas expectativas sobre el futuro económico y ecológico de la región, ya que en promedio consideran que la disponibilidad actual del agua no se agotará en los próximos 20 años, aun si Hermosillo sigue creciendo al ritmo de los últimos tiempos. Lo anterior contradice su calificación de las cifras oficiales sobre la disponibilidad del agua: en una escala del uno al diez, la confiabilidad de las cifras goza de 5.3 entre los empresarios, y 81 por ciento considera que la disponibilidad actual y las proyecciones futuras presentadas por fuentes oficiales constituyen un obstáculo para el desarrollo.

Entonces, deducimos que los 20 años de disponibilidad del recurso obedecen tan sólo a una percepción personal, ya que al momento de ordenar de menor a mayor importancia las restricciones para ampliar sus operaciones, el agua ocupó el lugar número dos.

Cuadro 11. Principales limitantes para ampliar las operaciones (1= menor restricción, 5= mayor restricción)

| Restricción | Nivel |
|----------------------|-------|
| Agua | 2 |
| Mercados | 3 |
| Ubicación | 4 |
| Capital de inversión | 5 |
| Otro | 1 |

Esto explica, en parte, que sólo 12 de los establecimientos que respondieron (12.4 por ciento) declararan no tener inconveniente en que la tarifa que pagaron por el agua durante 2004 sufra algún incremento. Al preguntarles el máximo de aumento que estarían dispuestos a pagar, y que la empresa pudiera resistir, el promedio resultó entre 15 y 20 por ciento. Varios de ellos aseguraron que el incremento en las tarifas no representaría problema alguno para la empresa, salvo los clientes que perdería, dado que el alza se reflejaría directamente en el precio del producto.

Conclusiones

- ♦ Cualquier evaluación sobre el esquema tarifario del recurso, debe estar basada en un padrón confiable, donde se incluya el universo de usuarios, su ubicación y actividades principales. Además, debe estar organizado de tal manera que permita un seguimiento continuo sobre las necesidades del sector.
- ♦ El esquema tarifario actual no parece ser una limitante para el desarrollo industrial de Hermosillo.

- ◆ Necesidad de un análisis más a fondo sobre la posibilidad de establecer un esquema tarifario para el sector industrial, considerando por supuesto rangos por volumen de agua utilizada, pero de manera igualmente importante el giro de actividad.
- ◆ Un gran porcentaje de entrevistados declaró estar en posición de resistir un incremento de 17.5 por ciento en la tarifa, lo que evidencia la percepción de que el recurso vale más de lo que se paga por él.
- ◆ Existe un manejo inadecuado del agua residual, ya que la mayor parte se destina directamente a la red de drenaje.
- ◆ Se debe involucrar más al sector empresarial en la toma de decisiones. Un alto número de entrevistados (103), declaró nunca haber sido invitado o consultado para discutir políticas o problemáticas relacionadas con el uso del agua.

Bibliografía

Comisión Nacional del Agua (CNA) (2004), Estadísticas del agua en México, disponible en www.cna.gob.mx

_____ (2003), Registro público de derechos de agua, México.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) (2001), *United Nations Water Development Report*, World Bank.

Velázquez, Lorenia (diciembre 2004-enero 2005), encuesta El uso y reuso del agua industrial en Hermosillo, El Colegio de Sonora.