

AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	2
2 BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES O COMERCIALES.	3
2.1 PRÁCTICAS DE INGENIERÍA.	4
2.1.1 ENFRIAMIENTO Y CALENTAMIENTO	5
2.1.2 LAVADO	7
2.1.3 SANITARIOS Y USOS DOMÉSTICOS.	8
2.1.4 IRRIGACIÓN DE JARDINES.	10
2.2 PRÁCTICAS DE COMPORTAMIENTO	11
2.3 PROGRAMA DE EFICIENCIA DE AGUA	12
BIBLIOGRAFÍA	13

1 INTRODUCCIÓN

Hacer un uso eficiente del agua implica el uso de tecnologías y prácticas mejoradas que proporcionan igual o mejor servicio con menos agua. Por otro lado, la conservación del agua ha sido asociada con la limitación del uso del agua y hacer menos con menos agua generalmente durante un periodo de escasez de agua.

Optimizar el uso de agua significa algo más que llevar a cabo un estudio de la planta y la preparación de un reporte. Las medidas para lograr un uso eficiente del agua deben visualizarse de una forma holística dentro de la planeación estratégica de la empresa. Aquellos que usen el agua más eficientemente ahora tendrán una ventaja competitiva en el futuro respecto a aquellas compañías que decidieron esperar. Un programa exitoso debe priorizar las necesidades, establecer metas, niveles mínimos de desempeño y proyectar adecuadamente un plan de acción.

Tabla 1 Medidas de eficiencia más comúnmente empleadas.

<p>P Reciclar agua del proceso</p> <p>P Mejorar el mantenimiento para reemplazar equipos y partes variadas</p> <p>P Técnicas de eficiencia para el agua de uso domestico: sanitarios de bajo flujo, orinales, aireadores, duchas de bajo flujo, etc.</p> <p>P Cambio de prácticas operacionales</p> <p>P Ajuste la purga de las torres de enfriamiento</p> <p>P Reducir los tiempos de riego de jardines.</p> <p>P Ajuste de equipos</p> <p>P Reparación de fugas.</p> <p>P Instalación de boquillas de aspersion.</p> <p>P Instalar y/o reemplazar boquillas de cierre automático.</p> <p>P Reducir los excesos de suciedad manualmente antes de utilizar los equipos de lavaplatos.</p> <p>P Apagado de equipos cuando no se encuentren en uso.</p> <p>P Utilización de aguas lluvias.</p>

Figura 1 Balance de agua en empresas manufactureras¹

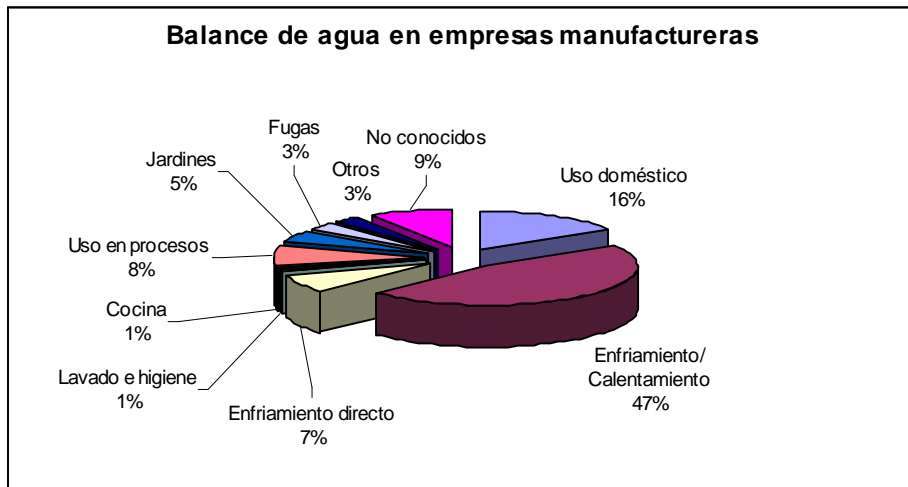
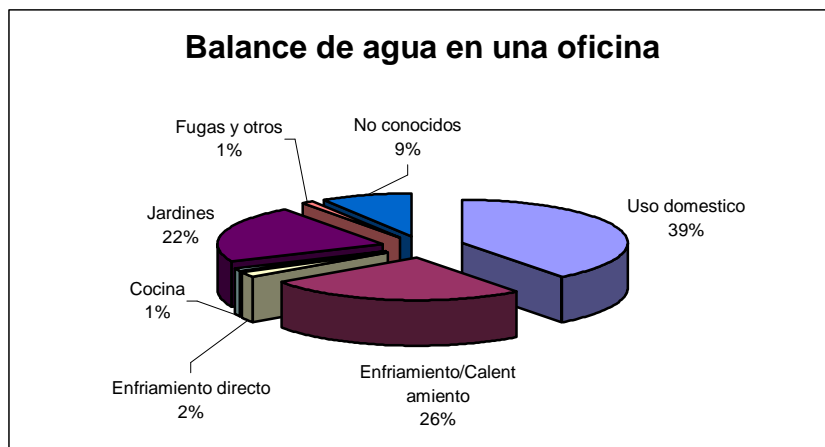


Figura 2 Balance de agua en una oficina.



2 BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES O COMERCIALES.

Las prácticas de uso eficiente se ubican en dos categorías²:

- a) Prácticas de ingeniería: prácticas basadas en modificaciones en tuberías, accesorios o procedimientos de operación en el aprovisionamiento de agua.
- b) Prácticas de conducta: prácticas basadas en el cambio de hábitos en el uso del agua.

¹ Programa de auditoria de aguas no residenciales en Denver, Colorado. Water efficiency manual.

² Estas prácticas también pueden ser aplicadas por otros usuarios diferentes a industriales.

2.1 PRÁCTICAS DE INGENIERÍA.

Las medidas para lograr un uso eficiente del agua se pueden categorizar en tres tipos:

- § Reducción de las pérdidas (v.g arreglar boquillas con fugas)
- § Reducción del uso del agua en general (v.g. cerrar agua de proceso cuando no se este utilizando).
- § Aplicar prácticas de reuso del agua (v.g reuso de agua de lavado).

El reuso del agua residual o de agua proveniente de una aplicación, significa su utilización por otra aplicación diferente a la previa como por ejemplo irrigación de jardines, usos estéticos o protección contra incendios. En otras palabras, debe ser utilizada para un propósito benéfico teniendo en cuenta las reglas aplicables (tales como regulaciones que controlen el reuso).

Los factores que deben ser considerados en un programa de reuso de agua incluyen (Brown y Caldwell, 1990):

- § Identificación de oportunidades de reuso del agua.
- § Determinación de la calidad mínima del agua requerida para un uso específico.
- § Identificación de las fuentes de agua residual que satisfacen los requerimientos en cuanto a la calidad del agua.
- § Determinación de cómo el agua puede ser transportada hacia su nuevo uso.

El reuso de agua residual o recuperada es beneficioso dado que reduce las demandas en cuanto a la superficie disponible y del agua subterránea. Tal vez el mayor beneficio de establecer programas de reuso de agua es su contribución a la eliminación o espaciamiento en el tiempo de la necesidad de expandir las instalaciones en un futuro para proveer agua potable.

Por otro lado, el reciclaje del agua es el reuso del agua en la misma aplicación para la cual fue originalmente utilizada. En este caso, el agua puede requerir un tratamiento antes de que sea usada nuevamente.

Los factores que deben ser considerados en un programa de reciclaje de agua incluye:

- § Identificación de las oportunidades de reciclaje de agua.
- § Evaluación de la mínima calidad del agua necesitada para un uso en particular.
- § Evaluación de la degradación de la calidad del agua resultante de su uso.
- § Determinación de los pasos de tratamiento, si son necesarios, que se pueden requerir para preparar el agua para su reciclaje.

A continuación se hace referencia a los procesos o actividades industriales/comerciales que representan los mayores consumos de agua y las soluciones de ahorro aplicables a éstos.

2.1.1 Enfriamiento y calentamiento

El uso de agua para enfriamiento y calentamiento en aplicaciones industriales representa uno de los mayores consumos de este recurso en la industria, especialmente en las torres de enfriamiento. Estas torres de enfriamiento remueven el calor de los sistemas de aire acondicionado y de una gran variedad de procesos industriales que generan calor.

El método más utilizado en las industrias es el enfriamiento directo (once-through), en el cual el agua entra en contacto con una fuente de calor y disminuye su temperatura para luego ser vertida. Esta práctica genera pérdidas de agua significativas dado que el agua es utilizada solo una vez antes de ser vertida al alcantarillado. Las prácticas más utilizadas para eliminar el enfriamiento directo incluyen:

- Conectar el equipo a un sistema de enfriamiento con recirculación. Sin embargo, aunque se utilicen torres con recirculación continua, éstas pueden aún consumir del 20 al 30% del consumo total de agua de una instalación industrial o comercial.
- Considerar reemplazar equipos de enfriamiento mediante agua por equipos de enfriamiento mediante aire (intercambio de aire-calor), los cuales no involucran pérdidas de agua pero pueden ser relativamente costosos si se comparan con las torres de enfriamiento (agua).

Reutilizar el agua del enfriamiento directo para otros procesos como por ejemplo agua limpia para la torre de enfriamiento, enjuagues, lavados y riego de jardines, entre otros.

Adicionalmente en las torres de enfriamiento se pueden encontrar cuatro procesos en los que se pueden presentar oportunidades de conservación y uso eficiente del agua. Estos son:

- Evaporación: El enfriamiento ocurre en una torre mediante el mecanismo de enfriamiento con evaporación y el intercambio de calor sensible. La pérdida de calor mediante la evaporación disminuye la temperatura remanente del agua. La eficiencia de este mecanismo se mide con la tasa de evaporación. La tasa de evaporación es cerca del 1,2% de la tasa del flujo del agua que es recirculada por cada 12°C de disminución en la temperatura del agua. Esta disminución variará según el punto de rocío, el cual mientras más pequeño sea, mayor será la diferencia de temperatura entre el agua que entra y sale de la torre. Cuando este punto es bajo, los ventiladores de inducción de aire a la

torre pueden disminuir su velocidad lográndose así ahorros de energía y ahorros de agua por pérdidas por evaporación.

- Purgas: A medida que la evaporación ocurre, los contaminantes presentes en el agua tales como sólidos suspendidos se acumulan en el sistema. Al hacer purgas y adicionar agua limpia, los niveles de sólidos suspendidos en el agua pueden ser mantenidos para reducir así la acumulación mineral y de otros contaminantes. La eficiencia térmica, la operación adecuada y la vida útil de la torre están afectadas directamente por la calidad de agua que está siendo recirculada.

Si se minimizan las purgas, el consumo de agua en las torres de enfriamiento puede ser reducido significativamente, en coordinación con un programa de operación y mantenimiento integrados.

Las purgas se minimizan cuando la razón de la concentración aumenta. Esta razón se define como:

Sólidos totales disueltos (STD) en el agua limpia STD en la purga

Estas concentraciones son generalmente de 2 a 3 y pueden ser incrementadas incluso hasta 6 o más. Para lograr esto se deben instalar subcontadores en las líneas de agua limpia y de la purga.

- Neblinas: Durante el enfriamiento parte del agua se pierde en forma de neblinas a una rata típica de un 0,05 a 0,2% del total de la rata de recirculación. La reducción de estas neblinas mediante baffles o eliminadores de neblinas ayuda a la conservación de agua, retención de químicos para el tratamiento del agua dentro del sistema y mejoramiento de la eficiencia operativa.
- Tratamiento del agua: La mayoría de las torres de enfriamiento utilizan un programa de tratamiento de agua, con el fin de mantener limpia la superficie de transferencia, minimizar el consumo de agua y cumplir con los límites de vertimientos. Según la calidad del agua limpia, el tratamiento del agua puede incluir inhibidores de corrosión, de formación de incrustaciones y biológicos. Estos inhibidores pueden ser reemplazados por cantidades controladas de ácido sulfúrico, el cual ayuda a convertir las incrustaciones de bicarbonato de calcio a una forma más soluble en forma de sulfato de calcio.

Por otro lado, para minimizar la acumulación de sólidos en la torre se puede utilizar filtración por corriente alterna, la cual permite tener mayores periodos entre los mantenimientos. Además, el ozono puede ser un agente muy eficaz para remover materiales orgánicos e incluso para controlar las incrustaciones de óxidos precipitados en forma de lodos.

El uso de estas técnicas puede resultar en una reducción de las purgas cuando se compara con los tratamientos químicos tradicionales y deben ser consideradas como opciones viables para incrementar los ahorros de agua en una torre de enfriamiento.

Caso práctico

La estación de generación de la compañía de energía de Wyoming (USA), decidió usar el enfriamiento en seco para eliminar las pérdidas de agua de las purgas, evaporación y arrastre del sistema de enfriamiento. La estación se equipó con el primer condensador de aire enfriado en ese país, en el cual el vapor de la turbina es distribuido a través de tuberías elevadas hasta tubos de carbón-acero. Estos están agrupados en conjuntos rectangulares e instalados en módulos sobre 69 ventiladores. Los ventiladores hacen pasar 45 millones de pies³/min de aire a través de 8 millones de pies cuadrados de superficie, condensando el vapor.

El retorno de la inversión se obtuvo de los ahorros de agua, pues comparado con cerca de los 4.000 galones por minuto de agua limpia de reemplazo para un enfriamiento por evaporación equivalente, la técnica reduce los requerimientos de agua de la estación en cerca de 300 galones por minuto.

2.1.2 Lavado

Otro uso común del agua en la industria es la aplicación de agua desionizada para remover contaminantes de productos y equipos. Como su nombre lo indica, el agua desionizada no contiene iones (tales como sales), los cuales tienden a corroer o depositarse en los metales. Históricamente, las empresas han usado agua desionizada excesivamente para proporcionar mayor seguridad contra los productos contaminados.

El uso del agua desionizada puede ser reducido sin afectar la calidad de la producción mediante la eliminación de los vaciados (plenum flushes), los cuales son procedimientos en donde se descarga el agua desionizada por el borde de un baño para remover contaminantes de los lados y fondo del mismo. Esta alternativa convierte el sistema de flujo continuo a uno intermitente, mejorando el control del uso de agua desionizada.

Otra opción es recircular el agua desionizada luego de su primer uso, pero el tratamiento para su reciclaje puede incluir muchos de los procesos requeridos para producir agua desionizada a partir de la potable, lo que puede no ser atractivo económicamente. El reuso de agua desionizada ya utilizada para una aplicación diferente también debe ser considerada por la industria dado que este tipo de agua es generalmente más pura luego de su uso inicial que el agua de acueducto.

Otras descargas que pueden ser reutilizadas son:

- Enjuagues finales de limpieza de tanques, lavadores de barril, fermentadores.
- Agua de enjuague de botellas.
- Agua de pasteurización y esterilización.
- Enjuagues finales en ciclos de lavado.
- Recuperación de calderas.
- Descongelamiento de equipos de refrigeración.
- Limpieza de equipos.
- Limpieza de pisos y desagües.

2.1.3 Sanitarios y usos domésticos.

Las instalaciones sanitarias pueden llegar a representar, en oficinas, hasta un tercio del consumo total del agua utilizada. Para mejorar la eficiencia en el consumo de agua en baños y otras aplicaciones similares existen un importante número de opciones, entre ellas se encuentran:

- § Sanitarios: Existen tres tipos principales de sanitarios: vaciado por gravedad, vaciado por válvula y de tanque presurizado, siendo este último el más moderno y mejor diseñado, pero también son los más costosos. De estos los más comúnmente utilizados son los de vaciado por gravedad. En general, las medidas de eficiencia de consumo de agua en los sanitarios incluyen el mejoramiento del mantenimiento, reducción de volúmenes y opciones de reemplazo de las unidades ineficientes.
- § En cuanto a la reducción del volumen en unidades de flujo por gravedad, sólo aplica a sanitarios de alto consumo (>3,5 galones por vaciado). Dentro de este tipo de alternativas se encuentra la instalación de bolsas u otros objetos que desplacen una cantidad determinada de volumen de agua en el tanque. Estas unidades son fáciles de instalar pero requieren mantenimiento regular.

Para el caso de sanitarios de vaciado por válvula, se utilizan dispositivos para insertar en las válvulas. Con estas aplicaciones se pueden lograr disminuciones en los flujos desde 0,75 galones (en vaciado por gravedad) hasta 1,0 galón por vaciado (en sistemas de válvula).

- § En la alternativa de reemplazo, se recomienda sustituir las unidades ineficientes por sanitarios de consumo ultra bajo (1,6 galones por vaciado), opción que representa los mayores ahorros en consumo de agua, además

que la mayoría de los cambios de estas unidades presentan unos periodos de retorno de la inversión, menores de cuatro años.

Cuando se requiere reemplazar las unidades es importante tener en cuenta los siguientes factores:

- § Reemplazar los sanitarios de mayor uso.
- § Escoger el tipo de sanitario según el nivel de uso y el potencial de desuso.
- § Conocer la infraestructura del sistema de alcantarillado (grandes diámetros –4” y 6”- pueden tener mayor dificultad en transportar residuos con sistemas de flujo ultra bajo) y tener en cuenta si la presión del agua en las instalaciones es la suficiente.
- § Se debe educar a los empleados en cuanto al uso adecuado de estos sistemas (v.g no utilizarlos como basureros).

Es importante además realizar mantenimientos periódicos de estos sistemas para verificar la existencia de fugas y reemplazar y ajustar las válvulas de flote para minimizar el uso de agua. Estas alternativas también pueden ser aplicadas a orinales (claro está según su tipo).

- § Duchas: El reemplazo o modificación de las duchas representa otra área donde se pueden lograr importantes eficiencias en el consumo de agua. Las duchas convencionales utilizan de 3 a 7 galones por minuto (gpm) a una presión del agua de 60 psi. Actualmente se encuentran en el mercado duchas con un consumo de 2,5 gpm que han demostrado tener un buen desempeño. Estas duchas eficientes, además de ahorrar en el uso de agua, también lo hacen en el uso de energía en cuanto a la generación de agua caliente.
- § Ahorros en este campo también se pueden obtener mediante cambios en el comportamiento de los usuarios, chequeos regulares de fugas, modificaciones en el sistema de conducción (instalación de discos de restricción de flujo) e instalación de válvulas de corte temporal (permiten reactivar el flujo a la temperatura previa del agua).
- § Grifos: Comúnmente los flujos en grifos varían entre 3 y 5 gpm. Un grifo que gotee (1 gota/segundo) puede desechar hasta 36 galones de agua en un día. Dentro de las alternativas para el mejoramiento de la eficiencia de los grifos se encuentra:
 - § Ajustar válvulas de flujo al grifo.
 - § Chequear regularmente por fugas.
 - § Usar aireadores para el control de flujo. Estos son colocados en la cabeza del grifo y adicionan aire al flujo de agua, disminuyendo su volumen. Se pueden encontrar desde 0,5 gpm (para lavamanos) hasta 2,5 gpm (para cocinas).
 - § Instalar reguladores de flujo. Se pueden instalar en las líneas de alimentación del grifo de agua caliente y fría y son útiles cuando los

aireadores no pueden ser instalados o cuando pueden ser hurtados fácilmente.

Reemplazar los grifos existentes por nuevos de bajo flujo (2,5 gpm). Estos nuevos grifos incluyen cierre automático (cuando la mano se remueve, la válvula se cierra) y cierre según cantidad (una vez se ha consumido una cantidad determinada de agua en un tiempo preestablecido, la válvula se cierra)

Caso práctico – Temporizadores en orinales

El centro cívico de Asheville tiene una amplia zona de servicios sanitarios para satisfacer la demanda durante grandes eventos. En el pasado se habían instalado sensores para mantener un flujo de agua continuo en los orinales una vez se abrieran las puertas de los baños. Este sistema conllevó a un excesivo consumo de agua. Luego de una auditoría, se decidió instalar un temporizador en los sensores de modo que éstos no pudieran ser vaciados con una frecuencia menor a 2 minutos. Este cambio ahorró cerca del 90% del consumo de agua en los orinales, lo que se tradujo en un ahorro de 600.000 galones de agua en el año.

2.1.4 Irrigación de jardines.

Otra forma en que las instalaciones industriales o comerciales pueden reducir el uso del agua, es a través de la implementación de prácticas eficientes de irrigación de jardines. Estas prácticas incluyen:

- Diseño de jardines de bajo mantenimiento y bajos requerimientos de agua.
- Uso de equipo de irrigación eficiente tales como sistemas de gota o sistemas radiculares profundos.
- Mantenimiento apropiado del equipo de irrigación para asegurar su adecuado funcionamiento.
- Distribución del equipo de irrigación para asegurar que el agua sea distribuida uniformemente por todas las áreas que lo necesiten
- Establecimiento de horarios de irrigación para asegurar el uso máximo de agua.
- Instalación de Dispositivos ahorradores:
 - § Instalar aspersores de alta presión y bajo volumen en grifos.
 - § Instalar filtros en las cabezas de aspersión, inspeccionar los aspersores regularmente por taponamientos.
 - § Reemplazar mangueras de alto volumen por sistemas de limpieza de alta presión y bajo volumen.
 - § A medida que los equipos van terminando su vida útil, reemplazarlos por modelos ahorradores de agua.
 - § Equipar mangueras con dispositivos de pistola.

2.2 PRÁCTICAS DE COMPORTAMIENTO

Las prácticas de comportamiento involucran el cambio en los hábitos de consumo del agua para lograr un uso más eficiente de la misma y la reducción de su consumo total en una instalación industrial o comercial. Los cambios en el comportamiento pueden ahorrar agua sin modificar los equipos existentes.

Para establecer la línea base en cuanto a las cantidades del uso de agua total del establecimiento, los patrones de consumo por temporada y por hora y la cantidad y calidad del uso del agua en procesos individuales se debe monitorear la cantidad de agua usada. Esta línea base puede ser usada para establecer las metas de la compañía y desarrollar medidas específicas de uso eficiente del agua.

El monitoreo hace que los empleados estén más conscientes de las ratas de consumo de agua y facilita la medición de los resultados de los logros de conservación. El uso de medidores de piezas individuales para el uso de agua puede proporcionar información directa sobre la eficiencia del uso de la misma.

. Los registros de las lecturas pueden ser utilizados para identificar los cambios en el consumo del agua y posibles problemas en el sistema.

Dentro de las prácticas aplicables en cuanto al cambio de actitud frente al uso del agua se encuentran:

- a) Establecer un coordinador para la eficiencia del agua. Educar e involucrar a los empleados en las iniciativas para lograr eficiencias en el agua.
- b) Otras prácticas:
 - § Detectar y reparar todas fugas.
 - § Manipular materiales residuales en forma seca en lo posible.
 - § Ajustar los desagües de los sistemas de recirculación mediante el control de la rata a la que el agua de recuperación es adicionada:
 - Instalar válvulas controladoras por flotación en la línea de retorno.
 - Cerrar la línea de llenado durante la operación.
 - Proporcionar tanques de sobrecarga para cada sistema para evitar desagües.
 - § Cerrar todos los flujos durante apagones. Utilizar válvulas solenoides para suspender el flujo del agua cuando la producción se detiene.
 - § Ajustar los flujos en aspersion y otras líneas para cumplir los requerimientos mínimos.
 - § Lavar con menor frecuencia los vehículos o utilizar lavaderos de carros comerciales que reciclan el agua.
 - § Descontinuar el uso de agua para limpiar aceras, calles, sitios de carga y parqueaderos.
 - Usar aspersores de formación de neblina para enfriar productos.

2.3 PROGRAMA DE EFICIENCIA DE AGUA

Para que las medidas anteriormente descritas sean implementadas exitosamente es necesario desarrollar un programa de eficiencia. Estos programas deben comenzar con un plan bien pensado y es crucial que cuente con el compromiso de la gerencia, recursos técnicos, financieros y de personal suficiente, participación y conciencia de la planta de empleados y resultados bien publicados.

Es común que un programa de este tipo esté vinculado con una gestión integral energética, con un programa de prevención de la contaminación con un Sistema de Gestión Ambiental, pues en general todos estos programas buscan optimizar la eficiencia operacional, mejorar la competitividad económica y conservar los recursos para el futuro.

Un programa de eficiencia de agua puede tener los siguientes pasos:

- P Paso 1:** Establecer el compromiso y las metas a lograr.
- P Paso 2:** Definir apoyo y recursos.
- P Paso 3:** Conducir una auditoria de agua.
- P Paso 4:** Identificar las opciones de eficiencia en el uso del agua.
- P Paso 5:** Preparar un plan y un cronograma de implementación.
- P Paso 6:** Rastrear resultados y publicar los casos exitosos.

BIBLIOGRAFÍA

- www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf: Programa de auditoria de aguas no residenciales en Denver, Colorado. Water efficiency manual.