

RESULTADOS DEL PROGRAMA PILOTO DE USO EFICIENTE DE AGUA EN EL EDIFICIO 5 DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM.

Fernando Jorge González Villarreal¹; Rafael Val Segura²; José Daniel Rocha Guzmán³

Resumen – El Programa de manejo, uso y reuso del agua en la UNAM (PUMAGUA) busca el uso eficiente del recurso a través de acciones que promueven el ahorro de agua con la implementación de estrategias que logren disminuir el consumo y pérdidas de agua al interior como exterior de las entidades universitarias. Parte de las estrategias ha sido la ejecución de un programa piloto de uso eficiente de agua en el edificio 5 del Instituto de Ingeniería. El programa inició en Enero de 2008 con la evaluación del sistema del edificio que permitiera identificar las medidas más oportunas en ahorro de agua, iniciándose, a partir del 17 de noviembre de ese mismo año su implementación. El resultado de este programa ha sido la reducción de un 44.0% en el suministro de agua. El programa ha generado la extensión de este a otras 20 entidades universitarias así como establecer la pauta rumbo a lineamientos que, en materia de agua, requiere la universidad y el país.

Abstract – Program management, use and reuse of water in the UNAM (PUMAGUA) seeks the efficient use of resources through actions that promote water conservation by implementing strategies that achieve lower consumption and water losses within as a university foreign entities. Some of the strategies has been implementing a pilot program of water efficiency in building 5 of the Institute of Engineering. The program started in January 2008 with the building assessment system that would identify the most appropriate measures on water saving, starting, with effect from 17 November that year deployment. The result of this program has been a 44.0% reduction in water supply. The program has generated extending this to 20 other academic institutions and to set the tone toward guidelines that, in water, requires the university and the country

Palabras clave: PUMAGUA, reducción de suministro, uso eficiente de agua.

Keywords: PUMAGUA, reduction supply, efficient use of water.

¹ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) – Instituto de Ingeniería. Coordinación de Hidráulica – Código Postal 04510, Delegación Coyoacan, México. DF. Ciudad Universitaria, México – Tel: (+55) 5623 3600 – E-mail: fgv@pumas.iingen.unam.mx

² Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) – Instituto de Ingeniería. Coordinación de Hidráulica – Código Postal 04510, Delegación Coyoacan, México. DF. Ciudad Universitaria, México – Tel: (+55) 5623 3500 Ext. 1520 – E-mail: rvals@iingen.unam.mx

³ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) – Instituto de Ingeniería. Coordinación de Hidráulica – Código Postal 04510, Delegación Coyoacan, México. DF. Ciudad Universitaria, México – Tel: (+55) 5623 3600 Ext. 1524 – E-mail: jrochag@iingen.unam.mx

INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El incremento en la demanda en los servicios públicos está relacionado de una manera proporcional al crecimiento de la población, de manera que el diseño de proyectos hidráulicos deben hacerse previendo un crecimiento por parte esta; no obstante, cuando se rebasa la capacidad originalmente proyectada, es necesario una nueva inversión que busque satisfacerla, o más recientemente, hacer más eficiente su uso. Ciudad Universitaria de la UNAM no ha sido la excepción, ante el crecimiento de la demanda de servicios educativos de nivel superior por parte de la población, se creó la necesidad de nuevos espacios para la enseñanza, investigación y cultura que se construyeron de una manera rápida y dispersa generando con ello un incremento en la demanda de servicios.

Actualmente, Ciudad Universitaria de la UNAM alberga en sus 700 hectáreas a 132 mil personas en 404 edificios agrupados en más de 140 entidades universitarias. Diariamente recibe a más de 20 mil visitantes quienes, en conjunto con los que diariamente dan vida a sus instalaciones, demandan de servicios, particularmente el correspondiente al agua potable.

El hacer un uso eficiente del agua dentro de Ciudad Universitaria es una necesidad ante los problemas actuales que se dan en materia del agua en México y el resto del Mundo. Se dice que aquellos que usen el agua más eficientemente ahora tendrán una ventaja competitiva en el futuro respecto a aquellos que decidieron esperar. PUMAGUA es una respuesta al interés de la comunidad universitaria de contribuir a resolver los problemas del agua en el país. Es una oportunidad para avanzar en un proceso que comenzó hace poco más de un año en acciones y estrategias que buscan el ahorro del agua.

El objetivo general de PUMAGUA es “Implantar un programa integral de manejo, uso y reuso del agua en la UNAM, con la participación de toda la comunidad Universitaria” y cuyas metas principales a 2011 son: 1). Reducir en un 50% el consumo de agua potable; 2). Mejorar la calidad del agua potable en todas las instalaciones y el agua de reuso para riego de jardines de excelente calidad; 3). Lograr la participación de toda la comunidad universitaria.

Para lograr reducir en un 50% el consumo de agua potable, PUMAGUA ha establecido una serie de estrategias tanto para al exterior como al interior de las instalaciones de cada uno de los edificios que conforman el campus de Ciudad Universitaria. Una de las estrategias de reducción de consumo de agua al interior de las instalaciones está enfocada a la implantación de programas de uso eficiente de agua (Auditorías de agua). Esta estrategia se llevó a cabo a nivel piloto y con éxito en el edificio 5 del Instituto de Ingeniería de la UNAM, logrando reducir en un 44% el consumo de agua potable. Esta experiencia ha hecho posible que este programa se extrapole a entidades no solo dentro del campus de Ciudad Universitaria, si no también en entidades universitarias fuera de este. En conjunto, son ya 22 entidades universitarias quienes han adoptado estrategias de reducción de consumo de agua al interior de sus instalaciones. Estas acciones han hecho posible el ahorro de más de 60 m³ de agua por día.

El objetivo de este artículo es presentar de manera breve el trabajo que permitió reducir en un 44% el consumo de agua al interior de las instalaciones del edificio 5 del Instituto de Ingeniería de la UNAM, haciendo énfasis en las acciones que lo hicieron posible, así como de los impactos de éstas en otras Instituciones.

RESULTADOS DEL PROGRAMA PILOTO.

El Instituto de Ingeniería de la UNAM es el centro de investigación más productivo del país en diversas áreas de la ingeniería. Es una comunidad de más de 1000 personas que incluye: investigadores, estudiantes de ingeniería quienes realizan trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado, técnicos académicos, personal secretarial y de servicios. Con una extensión de más de 20,000 metros cuadrados entre laboratorios, cubículos, áreas comunes y auditorios. Sus instalaciones ocupan 12 edificios además de varios pisos y el basamento de la torre de ingeniería. El Edificio 5 se ubica al Sur de la Torre de Ingeniería y a un costado de la Nave de pruebas del mismo Instituto. (Figura 1)

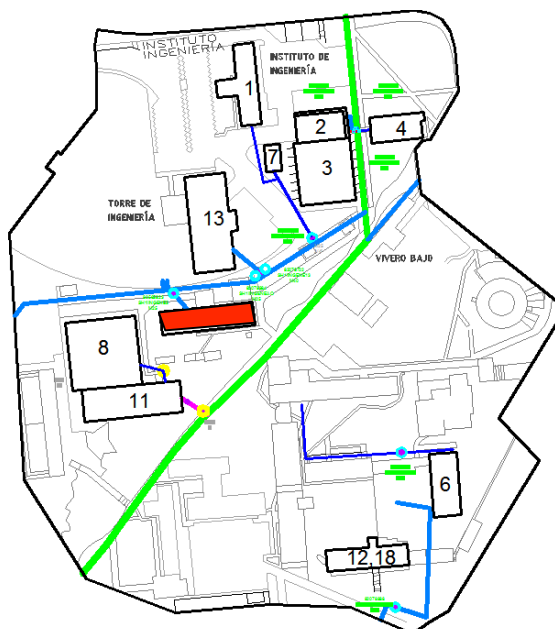


Figura 1. Edificios del Instituto de Ingeniería de la UNAM. En Rojo, el edificio 5.

El suministro promedio del Instituto de Ingeniería asciende a 31.4 m^3 de agua por día, de los cuales 4.74 m^3 (15%) corresponden al edificio 5. Durante los fines de semana el suministro en el Instituto se reduce hasta en un 82.0%, sobre todo los días domingo. Las pérdidas de agua representan el 12.12% del suministro.

El edificio 5 cuenta con una población de 225 personas y un área de 624 m^2 . Alberga en sus tres niveles a la Subdirección de Ambiental, la Coordinación de Hidráulica, de Ingeniería Ambiental, Bioprocesos Ambientales, Ingeniería de Procesos Industriales y el Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Es un edificio clasificado como usuario tipo B, esto es, un edificio dedicado a la investigación.

Para conocer los componentes de sus instalaciones hidráulicas fue necesario como un primer paso el levantamiento de sus instalaciones, identificando desde su punto de conexión a la Red (o toma), hasta los puntos de consumo internos. Se llevaron también levantamientos que permitieron conocer las condiciones físicas y de operación de los puntos de consumo. Esto último también permitió conocer a grosso modo el uso que se le da al agua al interior de sus Instalaciones. A continuación se describen brevemente los componentes del sistema: la tubería que abastece de agua al edificio es de 2" de diámetro. Es una toma de tipo directa y no se han encontrado indicios de derivaciones sobre el ramal destinadas a riego o cualquier otra actividad, por lo que el suministro medido corresponde ciertamente al agua que ingresa al edificio. El medidor que actualmente registra el suministro de agua del edificio 5 es de $\frac{3}{4}$ " de

pulgada de diámetro. Dicho medidor cuenta con un data logger que permite almacenar las lecturas de suministro de agua con una frecuencia programada de 60 minutos, las lecturas así obtenidas son luego transferidas a una computadora para su procesamiento y análisis. Este medidor transmite las lecturas a un repetidor y éste, a su vez, a una antena para su posterior recepción y análisis en un centro de control. Anteriormente, se encontraba instalado en este mismo sitio un caudalímetro de 2" de diámetro. Los criterios para la selección y sustitución del medidor están establecidos en el Manual de Selección, Instalación y Mantenimiento a Medidores de Agua Fría elaborado por PUMAGUA (Disponible en su página de internet: www.pumagua.unam.mx).

Derivado de los trabajos de campo, se elaboraron planos arquitectónicos y de instalaciones hidráulicas por cada nivel del edificio permitiendo identificar los puntos de consumo dentro del mismo. La instalación hidráulica del edificio 5 está conformada por tubería de cobre de 2" con derivaciones a 1". Las derivaciones internas son todas ellas soldadas y pintadas en su mayoría de color azul. La edad de la tubería corresponde a la misma que el edificio: 20 años. No se percibió presencia de fugas ni daños en la misma, lo que supone excelentes condiciones de operación de la instalación. La tubería hidráulica se encuentra en ductos a los costados de las escaleras principales de este edificio, por lo que es fácil tener acceso.

Los usos que se le da al agua al interior del edificio 5 pueden agruparse en tres categorías: Sanitarios, Laboratorios y Servicios. En cuanto a los primeros, el edificio 5 cuenta con 5 baños: tres para hombres y 2 para mujeres, en dichos baños se encuentran instalados un total de 27 muebles de baño entre inodoros, mingitorios y lavabos considerados como Puntos de Consumo de Agua (PCA). La tabla 1 muestra la cantidad de muebles de baño instalados en el edificio 5, así como sus características físicas y de operación. El uso del agua en laboratorios se debe principalmente al Laboratorio de Ambiental que se localiza en la Planta Baja, el uso correspondiente a servicios incluye el agua destinada al servicio de cafetería y de limpieza. Durante los trabajos de campo fue posible identificar 34 Puntos de Consumo de Agua

Tabla 1- Muebles de baño en el Edificio 5 del Instituto de Ingeniería. UNAM

	Estado Físico				Tipo			Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Cantiliver	A piso	Ordinario	Sí	No	Sí	No
Inodoros	12	12	0	0	12	0	0	0	12	0	12

	Estado Físico				Tipo		Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Ordinario	Ecológico	Sí	No	Sí	No
Mingitorios	3	3	0	0	0	3	0	3	1	2

	Estado Físico				Higiene			Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Buena	Regular	Mala	Sí	No
Lavabos / Ovalines	12	12	0	0	12	0	0	0	12

	Estado Físico				Tipo			Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Chicote	Mezcladora	Nariz	Sí	No	Sí	No
Llaves	18	18	0	0	12	0	6	0	18	0	18

	Estado Físico				Tipo		Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Electrónico	Manual	Sí	No	Sí	No
Fluxómetros para inodoro	12	12	0	0	12	0	0	12	0	12

	Estado Físico				Material			Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Cobre	AcInox	PVC	Sí	No	Sí	No
Céspol	18	18	0	0	1	15	2	0	18	0	18

	Estado Físico				Higiene			Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Buena	Regular	Mala	Sí	No	Sí	No
Filtro purificador	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0

	Estado Físico				Higiene			Fugas		Sarro	
	Total	Funcionando	Reparación	Sustitución	Buena	Regular	Mala	Sí	No	Sí	No
Tarjas / Fregaderos	6	6	0	0	6	0	0	0	6	0	6

La información contenida en la tabla 1 sugiere que las condiciones físicas y de operación de los muebles de baño del edificio 5 pueden considerarse como aceptables. Toda vez que ninguno presenta fuga ni estampa de sarro. Sólo un mingitorio reportó esta característica, en los lavabos no se observó mal aspecto derivado de la falta de limpieza en los mismos. Los demás accesorios que conforman los puntos de consumo presentaron condiciones similares. Visualmente no se pudieron detectar fugas en los puntos de consumo, sin embargo, después de la colocación de medidores pudo identificarse una salida constante de agua en uno de los sanitarios, específicamente en el baño de mujeres del primer nivel; a la brevedad posible fue solucionada.

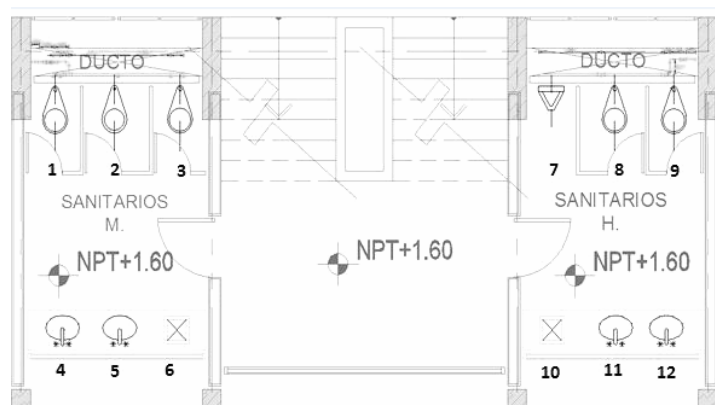


Figura 2. Puntos de consumo de agua en el Nivel 1 (NPT+1.60) Edificio 5. IINGEN.UNAM

Para identificar las medidas de uso eficiente de agua y al mismo tiempo evaluar la eficiencia actual de una instalación hidráulica, es necesaria la elaboración de una auditoría de agua, esto es, la elaboración de un balance de lo que ingresa y lo que se consume de agua en el edificio. La ecuación siguiente representa un balance hidráulico como la suma del consumo más las pérdidas.

$$\text{Suministro (S)} = \text{Consumo (c)} + \text{Perdidas (P)} \quad (1)$$

El primer término del lado izquierdo de la igualdad se refiere a la cantidad de agua que ingresa al edificio, mientras que el primer término del lado derecho se refiere a la cantidad de agua utilizada dentro del edificio para las actividades que en él se realizan. Las pérdidas pueden entenderse como la diferencia entre el suministro y el consumo. Estas pueden deberse a la presencia de fugas en algún componente del sistema.

La medición del suministro inició con la toma de lecturas del medidor originalmente instalado cada 24 horas durante los primeros 7 meses del estudio con suministros promedio de 8.60 m³ de agua por día de lunes a viernes. En Julio de ese año se instaló un medidor con memoria integrada con prácticamente los mismos registros. Este medidor registró mediciones sólo durante poco más de dos meses debido a daños en el medidor, y no fue sino hasta Octubre de 2008 cuando se instaló otro medidor cuyas lecturas han permitido monitorear el comportamiento del suministro al edificio. La figura 3 muestra los consumos históricos del edificio 5 antes de la implementación de acciones y muestran un suministro promedio de 8.60 m³ de agua por día.

La medición de fugas fue posible recurriendo a la curva horaria obtenida a partir de la información que proporciona el medidor. De acuerdo con esto, las fugas en el edificio antes de las acciones ascendían a 0.94 m³ de agua por día. La cuantificación de la fuga es posible a partir del suministro nocturno y se expresa a partir de la siguiente relación:

$$Q_{Fuga} = Q_{Nocturno} \frac{24}{7} \quad (2)$$

Para decidir que medidas de uso eficiente tomar e implementar, resultó necesaria llevar a cabo la medición y no estimación de consumos de agua, de manera que pudieran determinarse cuales puntos presentaban un mayor consumo. Lo correcto era medir el consumo por cada punto; pero no resultaba posible debido a que las condiciones del lugar impedían la instalación de un medidor, además de que implicaba un costo muy elevado.

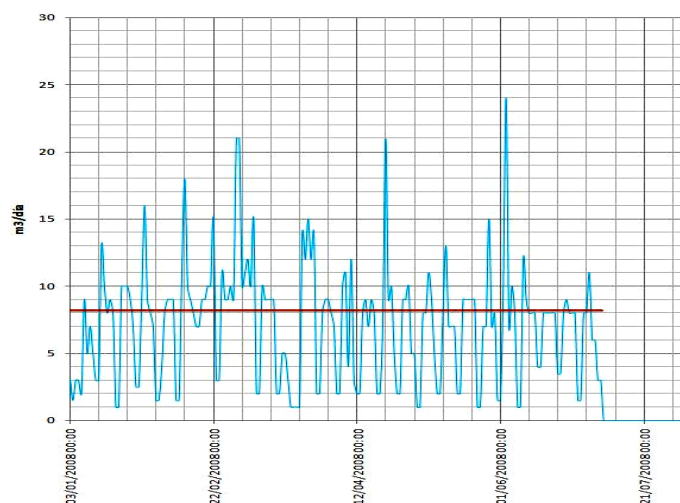


Figura 3. Suministro de agua en el Edificio 5 Antes de la implementación de acciones.

Para medir el consumo se instaló un medidor por cada baño, haciendo posible medir un consumo en estos de 5.94 m^3 de agua por día, lo que constituye un consumo por baño de 1.18 m^3 .

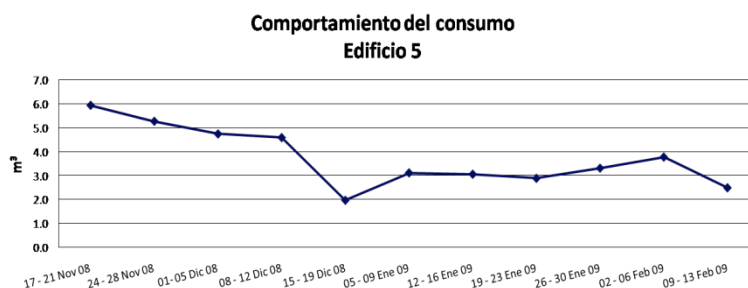


Figura 4. Consumo de Agua en baños del Edificio 5 antes de la implementación de acciones.

De acuerdo con las mediciones disponibles fue posible elaborar un primer balance hidráulico.

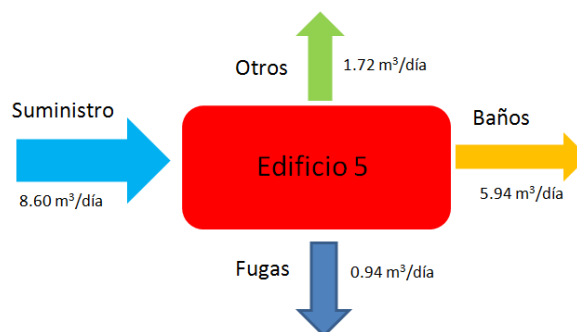


Figura 5. Balance Hidráulico en el edificio 5. El mayor consumo lo representan los baños

De acuerdo a la figura 5, el 70% del consumo dentro del edificio 5 lo representaban los baños, el 20 % correspondía a servicios y el laboratorio de ingeniería ambiental ubicado en la planta baja del edificio. El 10% restante lo representaban las fugas dentro del edificio, en tanto que el consumo per cápita resultó de 26.4 l/usuario/día.

Debido a la importancia que tienen los muebles de baños en el ahorro del agua dentro de los edificios, se llevó a cabo en el mes de Mayo de 2008 la Feria del Baño con el objetivo de realizar pruebas a sanitarios, mingitorios y llaves de lavabos y llegar a resultados que dieran las primeras recomendaciones para los cambios de muebles de baño en la UNAM. De acuerdo a los resultados hasta ahora obtenidos, se ha llegado a las recomendaciones siguientes:

- ✓ Los fluxómetros no pueden ser graduados para diferentes presiones, y deben venir graduados desde la fábrica.
- ✓ En mingitorios, se deben colocar aquellos que trabajen con 0.5 litros por descarga, ya que los que no usan agua si no tienen un buen mantenimiento despiden malos olores y poco higiénicos
- ✓ De acuerdo a la norma oficial mexicana en inodoros no se debe sobrepasar de 6 litros por descarga.
- ✓ Las llaves deben cumplir con una descarga como máximo de 2 litros por minuto, con un sensor para cortar el agua si está más de un minuto abierta la llave.
- ✓ Las regaderas deben cumplir con una descarga como máximo de 10 litros por minuto.

El balance hidráulico mostró que 70% del consumo de agua en el edificio se presentaba en los baños, por lo que las acciones de uso eficiente estuvieron enfocadas a reducir, en una primera etapa, el consumo de agua en éstos. Se propuso un cambio de muebles que cumplieran con los requisitos estipulados por las normas establecidas derivados de la feria del baño.

La selección e instalación de los muebles estuvo sustentada en una serie de pruebas que garantizaron un bajo consumo de agua. Las pruebas y especificaciones que los muebles de baño han de cumplir para ser considerados como de bajo consumo se han incluido en el Manual de pruebas a Instalaciones Sanitarias que al respecto ha elaborado PUMAGUA. (Incluido en la página de internet: www.pumagua.unam.mx). Las especificaciones han sido proporcionadas a la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM para que, dentro de los programas de dignificación de baños y en las nuevas obras que se construyan, se procure seguir este tipo de recomendaciones.

Previo a la instalación de muebles de bajo consumo se les realizaron una serie de pruebas que permitieron establecer criterios para su sustitución, por ejemplo, iniciar con los muebles que presentan un mayor consumo o bien, aquellos que están fuera de operación o que reflejan un mal aspecto estético a las instalaciones, bajo la idea de establecer etapas de trabajo donde la inversión de los recursos económicos reditué en mayores ahorros de agua. La tabla 2 muestra los primeros muebles de bajo consumo instalados así como los ahorros de agua que estos cambios trajeron consigo, los cuales, dicho sea de paso, representaron hasta un 63% de ahorro respecto a los consumos que presentaban los muebles anteriores. La figura 6 muestra una comparación entre las descargas de los anteriores y nuevos muebles de baño que se instalaron.

Tabla 2 - Muebles de baño de bajo consumo instalados en el Edificio5.

Ubicación		Consumo		Ahorro
		Antes	Después	
		lpf / lpm	lpf / lpm	
N 1 B M (Piso 1. Baños Mujeres)	TAZA 1	4.65	4.2	9.68%
	TAZA 2	9.77	4.9	49.85%
	TAZA 3	15.25	5.6	63.28%
N 1 B H (Piso 1. Baños Hombres)	TAZA 1	9.85	4.75	51.78%
N 2 B H (Piso 2. Baños Hombres)	TAZA 2	10.625	4.9	53.88%
	LLAVE 1	1.9	1.9	0.00%
N 3 B M (Piso 3. Baños Mujeres)	TAZA 1	7.27	4.4	39.48%
	TAZA 2	10.8	4.8	55.56%
	TAZA 3	8.47	6.3	25.62%
	LLAVE 1	3.9	3.4	12.82%
	LLAVE 2	3.47	2	42.36%
N 3 B H (Piso 3. Baños Hombres)	TAZA 1	11.73	5.1	56.52%
	TAZA 2	8.6	5	41.86%
	LLAVE 1	3.85	2.1	45.45%

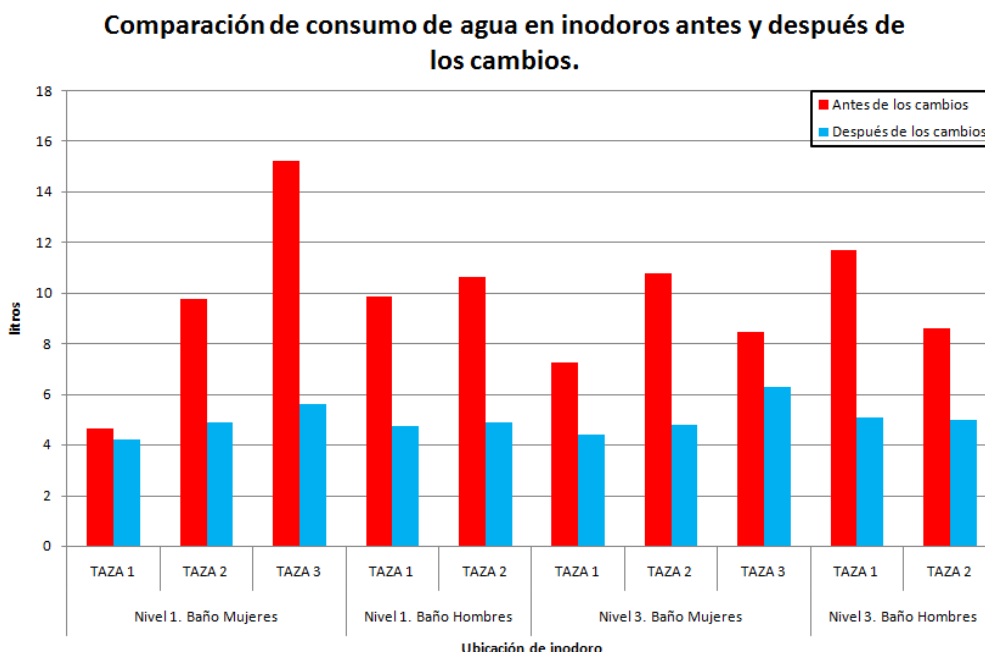


Figura 6. Comparación de descargas de agua entre inodoros previamente instalados y de bajo consumo.

De la tabla 2 y la figura 6 se observan ahorros significativos de hasta 60% en el consumo de agua por descarga de mueble, con esto, el consumo de agua en el edificio ha tenido una disminución del suministro de agua hasta en un 44%. Toda vez que de manera gradual se fueron sustituyendo los muebles. Actualmente todos los muebles de baño ubicados en el edificio 5 son de bajo consumo ya que cumplen con las especificaciones que elaboró PUMAGUA durante la feria de baño; pero enriquecidas a raíz de este programa piloto. La figura 7 da cuenta de la disminución del suministro de agua en el edificio luego de las acciones ya mencionadas.

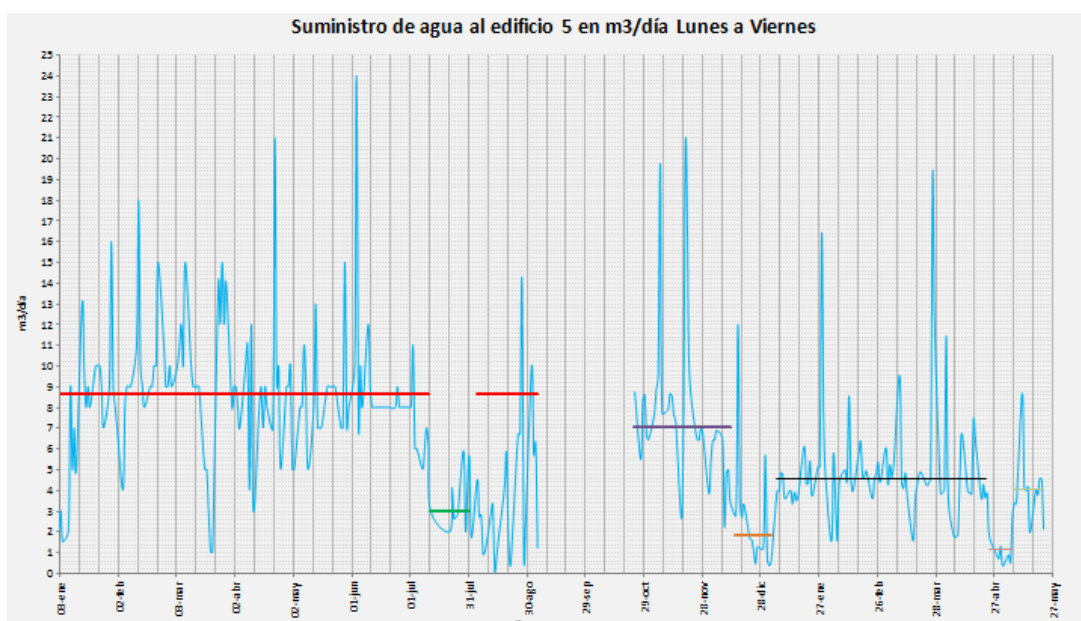


Figura 7. Registro histórico del suministro de agua en el edificio 5 antes y después de los cambios de mueble de baño.

El nuevo balance hidráulico nos muestra que, en promedio, el suministro actual del edificio es de 4.74 m^3 de agua por día. Esto representa una reducción del 44%. El consumo por parte de los muebles de baño es de 2.87 m^3 de agua lo que representa el 60.56% de lo que le entra al edificio, los servicios equivalen a un 36.28%, en tanto que las fugas en el edificio representan el 3.16 %. Los cambios en el patrón de consumo se han notado sensibles con el cambio de muebles de baño. La figura 8 muestra el balance hidráulico después de los cambios de mueble de baño. El nuevo consumo per cápita en el edificio es de 15 l/usuario/día lo que equivale a una reducción importante de cerca del 100% de este consumo. La reducción de fugas fue bastante significativa, lo que supone que los muebles sustituidos presentaban fugas no perceptibles.

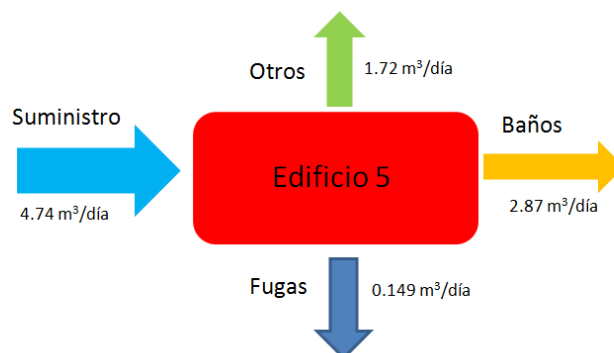


Figura 8. Balance Hidráulico después de los cambios de muebles de baño en el edificio 5.

El patrón de consumo de parte de los usuarios en el edificio también mostró la reducción del suministro. La figura 9 muestra la reducción del suministro después de los trabajos de cambio de muebles de baño.

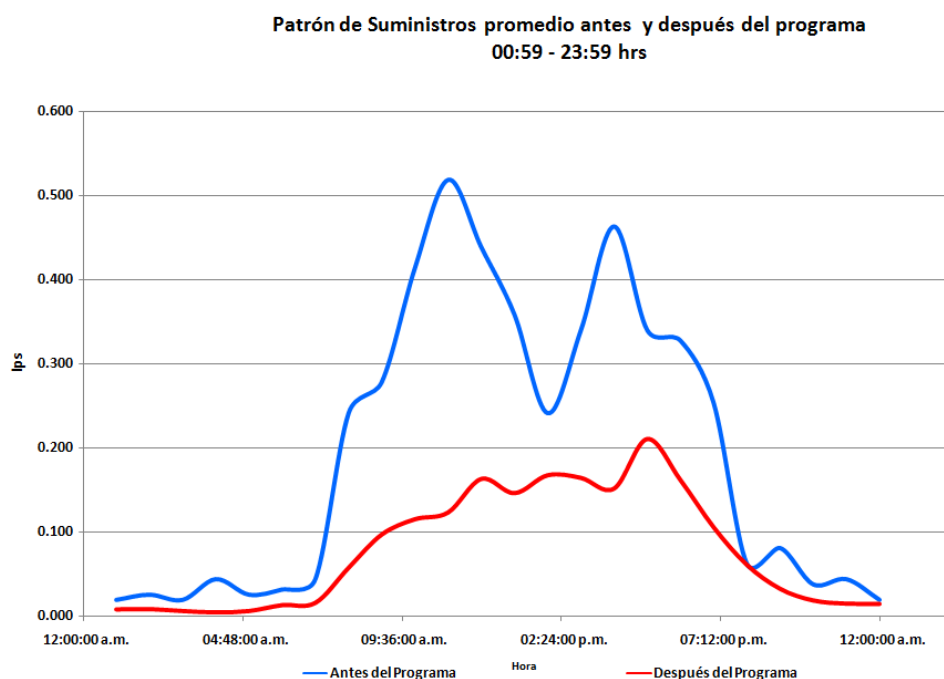


Figura 9. Patrón de suministro antes y después del programa de muebles de baño

Los costos que trajo consigo la aplicación de la metodología de un programa de uso eficiente de agua: instalación de medidores, sustitución de muebles de baño, accesorios,

pruebas a los muebles, etc., ascienden a \$112,663.12 pesos mexicanos. La Tabla 3 muestra los costos mencionados anteriormente:

Tabla 3 – Inversión en el cambio de muebles de baño

Concepto	Importe (I.V.A. Incluido)
Baño Mujeres 1er piso	\$ 19,041.79
Baño Mujeres 3er piso	\$ 25,901.45
Baño Hombres 1er piso	\$ 15,904.56
Baño Hombres 2do piso	\$ 22,010.89
Baño Hombres 3er piso	\$ 29,804.44
Total	\$ 112,663.12

En total se cambiaron 6 inodoros de 6 a 4.8 lpf, 3 mingitorios, 12 fluxómetros y 4 llaves, es decir, 25 cambios. El costo promedio de instalación de cada uno de ellos es de \$4507.00 pesos ó \$300.50 dólares. Suponiendo un uso constante de parte de los 225 usuarios del edificio en cada uno de los 15 muebles de baño, a cada uno de éstos 15 personas le dan uso al menos una vez por día. La figura 10 relaciona el costo de instalación de los muebles de baño con el número de usuarios por mueble, dicha relación permite estimar una Tasa Interna de Retorno (TIR) [FUENTE: Water Efficiency Manual. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources], esto es, el número de años necesarios para recuperar una inversión. De acuerdo a los datos que se han obtenido, y con la figura 10, la curva en azul claro (cian) es la que se ajusta a nuestro caso debido a que el uso es de 14 personas por muebles, y considerando el costo de instalación de los muebles, la Tasa Interna de Retorno correspondiente es de 3.5 años. La vida útil de un mueble de baño bajo condiciones de operación y mantenimiento adecuadas es de máximo 10 años.

De acuerdo con nuestras estimaciones, en estos ocho meses que ha durado los trabajos de sustitución de muebles de baño, se han ahorrado un total de 930 m³ o 930 000 litros, es decir, cada litro ahorrado costó en promedio \$0.121 pesos, es decir \$121.00 pesos por m³.

En la Universidad de Sydney, Australia (University of Sidney. WATER SAVINGS ACTION PLAN. 2006 – 2010.), el costo de implementación de un programa de Inodoros fue de \$8,280 dólares australianos equivalentes en pesos mexicanos a \$78,660.00, proyecto que se llevó a cabo en 7 meses. El costo que no es posible valorar es aquel a la experimentación que se va desarrollando con este tipo de estudios, y seguramente conforme la experiencia en este tipo de trabajos se vaya incrementando, los costos de un programa de uso eficiente de agua disminuyan.

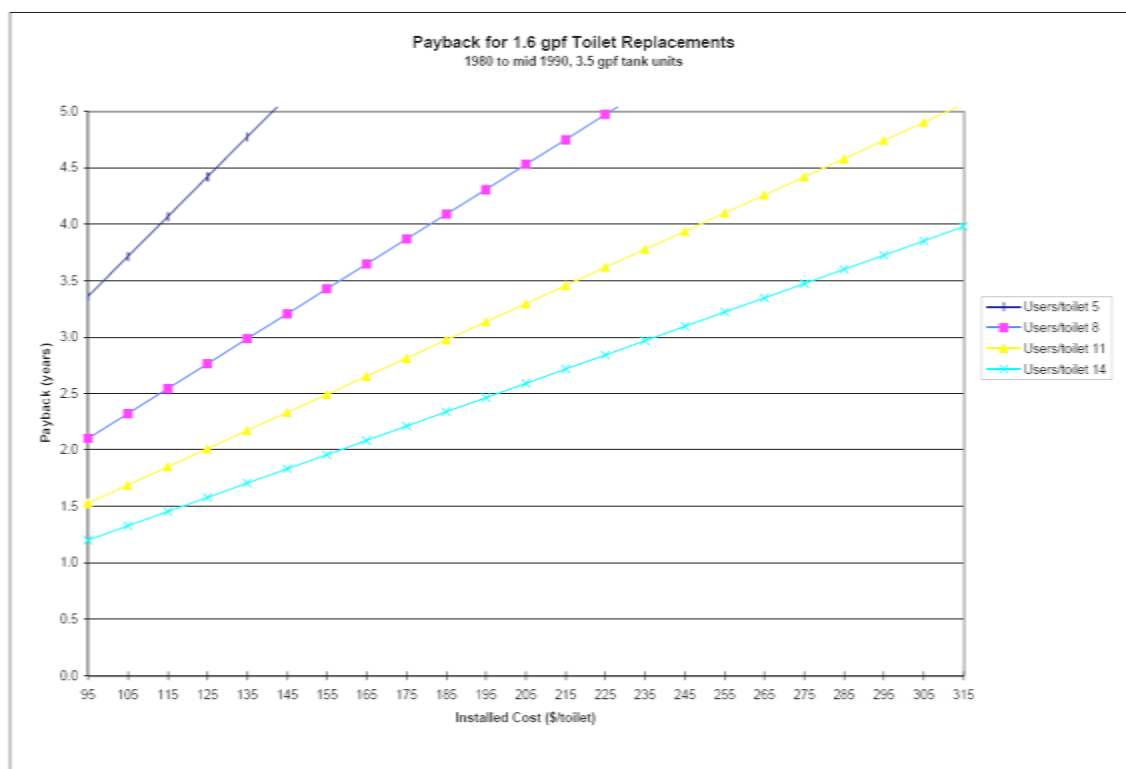


Figura 10. Tasa Interna de Retorno (Payback) de sustitución de muebles de baño. FUENTE: *Water Efficiency Manual. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources*

CONCLUSIONES

El programa piloto de uso eficiente de agua llevado a cabo en el edificio 5 del Instituto de Ingeniería de la UNAM mostró aspectos mucho muy importantes que merecen mencionarse. El primero de ellos nos muestra que un elemento substancial en cualquier programa de uso eficiente de agua lo es la medición. Es inconcebible dirigir un programa de este tipo sin disponer de los elementos que permitan evaluar los avances o retrocesos y aun más, la medición permite dirigir inversiones de manera más provechosa. Eventualmente la tecnología que al respecto se emplee permitirá disponer de información en tiempo y forma.

Este programa piloto detonó en otras acciones no contempladas al inicio del programa. En la literatura existente es recurrente la mención de equipos de bajo consumo como una de las maneras de lograr un mayor ahorro de agua. Por otro lado, en México existen normas que establecen criterios que definen el buen funcionamiento de un mueble de baño así como las descargas recomendables que deben garantizar al salir al mercado. Por su parte, las empresas de fabricantes de muebles de baño en los últimos años han desarrollado tecnologías que buscan, entre otros, el ahorro de agua. PUMAGUA ha combinado estas variables permitiendo establecer criterios de selección e instalación de muebles de baño con las diversas tecnologías existentes. Estos criterios y lo que al respecto se ha elaborado en materia de muebles de baño se ha plasmado en un manual que poco a poco se abre paso entre las autoridades universitarias y que por supuesto busca por una parte normar la instalación de muebles de baño en la UNAM, al tiempo de capacitar a las diferentes entidades en la evaluación y mantenimiento continuo de los diversos muebles de baño instalados. La feria del baño llevada a cabo el año pasado constituyó una excelente oportunidad para conocer toda la clase de tecnologías

desarrolladas por parte de las empresas. Uno de los aspectos más importantes de este programa ha sido la generación de recursos humanos especializados en el tema del agua, particularmente, el correspondiente a los programas de uso eficiente de agua, cuya metodología y acciones bien pueden emplearse en cualquier dependencia pública o privada.

Lamentablemente, este tipo de medidas al momento de implementarlas generan molestias por parte de los usuarios, principalmente al momento de colocar los muebles de baño. Esta experiencia en el edificio 5 nos está permitiendo de alguna manera evaluar también las reacciones de las personas cuando este tipo de medidas se implementan y aun más, nos induce a buscar nuevas formas de implementación que busquen minimizar los efectos negativos de este tipo de acciones.

Seguros estamos que la experiencia obtenida a nivel piloto en el edificio 5 del Instituto de Ingeniería se podrá extrapolar con éxito en las más de 20 dependencias universitarias que se han integrado al programa. En estas se han cambiado más de 700 muebles de baño con ahorros sustanciales de agua equivalentes a 60 m³ de agua por día, cantidad de agua que la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UNAM con una población de 4350 personas utiliza cada día. Todo cambio es un reto que mide la seriedad de nuestras intenciones.

Aunque los resultados han sido significativos, aun son insuficientes, es necesaria la participación cada vez mas activa de parte de la comunidad universitaria. Lograr la participación de toda la comunidad es tal vez el reto más importante al que nos enfrentamos, debido a que el éxito de estos programas está determinado en un 100% en el conocimiento y participación por parte de esta y sus autoridades. PUMAGUA es la contribución por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México en la búsqueda de soluciones en los asuntos del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conducting a household water audit. Maryland Department of Environmental Water Supply Program. United States. 2006

Informe de implementación de metodología de uso eficiente de agua en el edificio 5 del Instituto de Ingeniería. PUMAGUA: 2009.

Manual de Auditorías de Agua en Inmuebles Federales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. IMTA. México: 2008.

Rocha Guzmán José Daniel. Diagnóstico y Sectorización del sistema de Agua Potable de la Universidad Nacional Autónoma de México. PUMAGUA. Capítulo 4. Tesis que para obtener el Título de Ingeniero Civil. Director de tesis: González Villarreal, Fernando Jorge. UNAM: 2009.

Water Conservation, Reuse and recycling master plan. Stanford University. United States: October 2003.

Water Efficiency Manual for commercial, industrial and Institutional facilities, North Carolina Department of Environmental and Resources. United States, 2007.