PUMAGUA

Agua saludable, acción de todos

# Resumen ejecutivo

## PUMAGUA 2014

# RESUMEN EJECUTIVO

## I. Antecedentes

Resolver la compleja problemática del agua que enfrenta nuestro país requiere de acciones prontas y concretas provenientes, tanto de la sociedad en general, como de las entidades directamente responsables del manejo del agua, así como de los profesionistas y académicos relacionados con el tema.

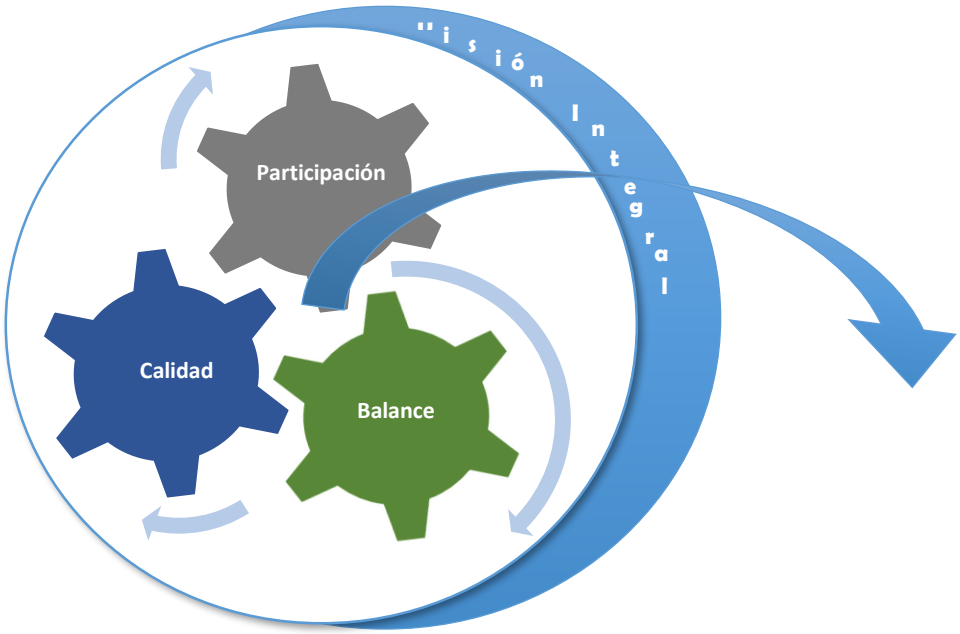
En este entendido, en 2008, por mandato del Consejo Universitario, la Universidad Nacional Autónoma de México implementó el Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA), con el objetivo de lograr un manejo eficiente del agua dentro de las instalaciones de la Máxima Casa de Estudios.

Debido a que la primera fase del Programa se implementó en Ciudad Universitaria, cuyas condiciones son similares a las de una ciudad mexicana de tamaño medio (en términos de población, extensión, infraestructura hidráulica, etc.), desde un inicio se contempló el objetivo de generar un modelo aplicable a otras localidades del país.

PUMAGUA está conformado por tres áreas, con las siguientes metas (Figura 1):

- Balance Hidráulico: Disminuir en 50% el suministro de agua potable.
- Calidad del agua: Mejorar la calidad del agua potable y residual tratada para cumplir con las normas oficiales mexicanas.
- Fomento a la participación social: Lograr la participación de todos los actores involucrados.

Figura 1. Componentes de PUMAGUA, dentro de un esquema integral de manejo de agua**.**



Durante el año 2014 el Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) concentró sus esfuerzos en el diseño de un Observatorio del Agua, consistente en una plataforma digital en tiempo real, en la cual se incluyen los temas de Calidad del agua, Balance hidráulico y Fomento a la participación social.

Por otra parte para asegurar la calidad del agua en Ciudad Universitaria, las actividades de monitoreo y análisis de la calidad del agua se sujetaron a la NOM-179-SSA1-1998, "Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuido por sistemas de abastecimiento público", contando además con un sistema de monitoreo en línea de 6 parámetros.

En el tema de balance hidráulico, se recuperaron 10l/s de pérdidas en la red de distribución y dentro de los edificios; el número de muebles de baño de bajo consumo aumentaron en 700 unidades respecto al 2013; se mantuvo vigilancia sobre la sectorización, con el fin de mantener los 5 sectores hidráulicos establecidos desde 2009 y se trabajó en la plataforma digital de medición de consumos en tiempo real, denominado Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA).

En cuanto al Fomento a la participación social, se tuvieron actividades que abarcaron a todos los sectores que conforman la comunidad universitaria: estudiantes, académicos, autoridades, personal de mantenimiento, además de la comunidad externa a la UNAM, mediante concursos, exposiciones, talleres, publicación de artículos.

De acuerdo con el objetivo inicial del Programa de implementar el manejo eficiente del agua en todos los campus de la UNAM, se realizaron trabajos en las Facultades de Estudios de Acatlán y Aragón, así como en los campus Juriquilla y Morelos. Asimismo, se realizó el diagnóstico de las instalaciones hidro-sanitarias de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y se hizo la propuesta de un sistema de medición de consumos, con el fin de replicar el modelo de PUMAGUA fuera de la UNAM.

A continuación se detallan los avances principales de cada una de las áreas del Programa:

# II. Calidad del agua

## 1.- Agua para uso y consumo humano

Con el fin de asegurar la calidad del agua que se suministra para uso y consumo humano en el *campus* Ciudad Universitaria, se vigiló el cumplimiento de las normas oficiales NOM-127-SSA1-1994 (2000), NOM-230-SSA1-2002, y NOM-179-SSA1-1998. Para ello, se llevó a cabo un monitoreo integral permanente de la calidad del agua a través de mediciones puntuales semanales en todas las etapas del sistema de abastecimiento, medición en tiempo real de la red de distribución, inspección de instalaciones hidráulicas, análisis de muestra de agua certificado por un laboratorio externo, además de un diagnóstico en puntos de consumo.

Durante el periodo de monitoreo integral de la calidad del agua en el año 2014, se verificó que ésta cumple con todos los parámetros establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 (2000), excepto en el parámetro cloro residual libre, el cual presentó variaciones que van desde 0 a 4.33 mg/l, con un promedio de 1.24 mg/l.

Los resultados obtenidos evidencian que el agua de suministro posee una buena calidad para uso y consumo humano (Figuras 1, 2 y 3). Sin embargo, es necesario que la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM opere eficientemente los sistemas de desinfección, de tal forma que se garanticen concentraciones de cloro residual libre dentro del límite permisible de norma (0.2 a 1.5 mg/L). En el mes de septiembre se detectó la presencia de coliformes fecales (20 UFC/100ml) y coliformes totales (23 UFC/100ml) en el tanque bajo. Esto se debió a continuas fallas en el sistema de desinfección instalado en el pozo de Química. Favorablemente, el agua al salir del tanque bajo se mezcla con agua clorada de la red de distribución proveniente del sistema de desinfección del pozo de multifamiliar, por lo que este suceso no afectó la calidad del agua en la red de distribución ni en puntos de consumo.

La inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento es primordial para proteger la calidad del agua. Los problemas que más se observaron en los 52 tanques inspeccionados son: superficies metálicas oxidadas en contacto con el agua (escaleras, tubos); falta de limpieza; falta de malla tipo mosquitero o similar en dispositivos de ventilación, rejillas, tubos u otros ductos; y falta de impermeabilización en paredes interiores y superficies metálicas en contacto con el agua.

Además, se llevó a cabo un diagnóstico de la calidad del agua en puntos de consumo que usan tres tipos diferentes de bebederos. Se detectó contaminación microbiológica en el agua en bebederos que poseen dispositivos de tratamiento de tipo doméstico, mientras en aquellos que suministran agua directo de la red siempre estuvieron dentro de los parámetros de norma.

**Figura 1. Resultados del monitoreo de calidad del agua en tiempo real en las diferentes etapas del sistema de agua de Ciudad Universitaria.**

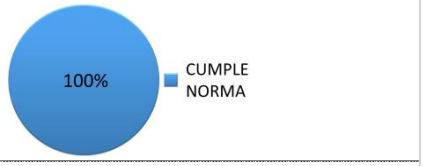
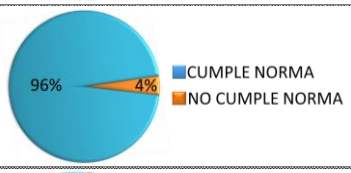
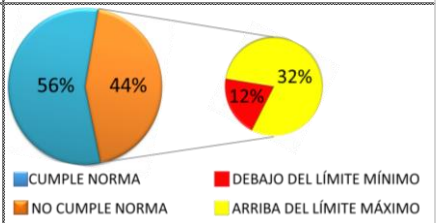
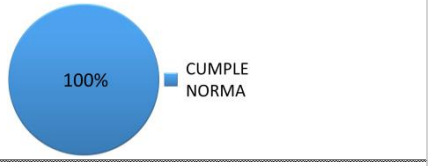
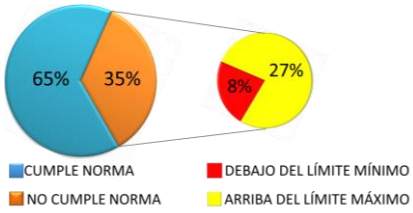
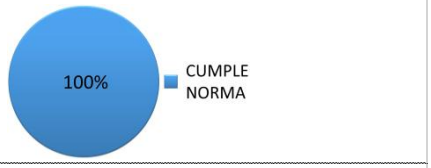
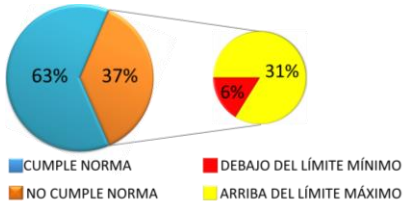
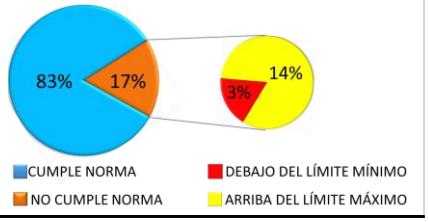
| Etapa del sistema | Periodo de monitoreo | N° de sitios monitoreados | N° de muestreos | Parámetros análizados | Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento de los parámetros medidos, conforme NOM-127-SSA1-1994, 2000 |
|---|---|---|---|---|---|
| Tanques de regulación y almacenamiento | agosto a noviembre de 2014 | 3 | 23 | Nitratos, pH, turbiedad, Solidos disueltos totales |   |
| | | | | coliformes fecales y coliformes totales |   |
| | febrero a noviembre de 2014 | 2 | 77 | Cloro residual libre |   |
| Red de distribución | febrero a noviembre de 2014 | 12 | 160 | coliformes fecales, coliformes totales, Nitratos, pH, turbiedad, y Solidos disueltos totales, |   |
| | | 29 | 749 | Cloro residual libre |   |
| Bebederos | febrero a noviembre de 2014 | 7 | 75 | coliformes fecales, coliformes totales, Nitratos, pH, turbiedad, y Solidos disueltos totales, |   |
| | | | 89 | Cloro residual libre |   |
| Tanques de almacenamiento en edificios | febrero a noviembre de 2014 | 52 | 450 | Cloro residual libre |   |

Figura 2. Resultados del monitoreo en tiempo real de seis parámetros de calidad del agua: pH, turbidez, cloro residual libre, nitratos y sólidos disueltos.

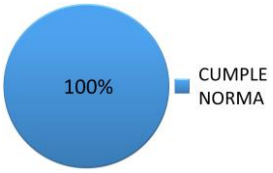
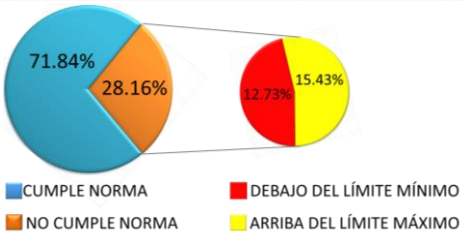
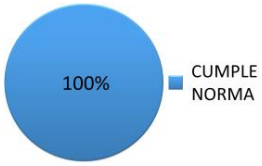
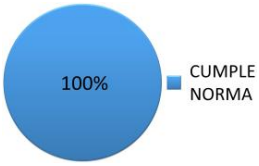
| Etapa del sistema | Periodo de monitoreo | N° total de mediciones | Parámetros análizados | Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento de los parámetros medidos, conforme NOM-127-SSA1-1994, 2000 |
|---|---|---|---|---|
| Red de distribución | Julio a noviembre de 2014 | 40,997 | Sólidos disueltos totales |   |
| | Enero a noviembre de 2014 | 84,654 | pH | |
| | | 95,580 | Turbiedad | |
| | | 94,126 | Nitratos | |
| | | 93,235 | Cloro residual libre |   |

Figura 3. Resultados del análisis de calidad del agua de un laboratorio externo acreditado

| Etapa del sistema | Periodo de monitoreo | N° total de mediciones | Parámetros análizados | Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento de los parámetros medidos, conforme NOM-127-SSA1-1994, 2000 |
|---|---|---|---|---|
| Red de distribución | Septiembre de 2014 | 1 | Todos los parámetro de la NOM-127-SSA1-1994, 2000 |   |
| Bebederos | Septiembre de 2014 | 1 | Todos los parámetro de la NOM-127-SSA1-1994, 2000 |   |

## 2.- Agua residual tratada para riego de áreas verdes

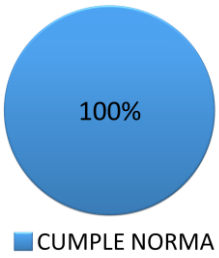
En cuanto al aseguramiento de la calidad del agua residual tratada que se produce en la planta de tratamiento de aguas residuales “Cerro del Agua”, destinada para el riego de áreas verdes de CU, se verificó el cumplimiento de algunos parámetros establecidos en la norma NOM-003-SEMARNAT-1997, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público (Figura 4). Para ello, se llevó a cabo un monitoreo de la calidad del agua en el efluente de la planta, cisternas de almacenamiento y aspersores de riego.

Durante el periodo de monitoreo el agua residual tratada cumplió con todos los parámetros analizados, conforme a los límites permisibles de norma. Sin embargo, las frecuencias de muestreo no correspondieron a lo que establece dicha norma, y tampoco se midieron todos los parámetros incluidos en ella, lo cual es necesario para una evaluación correcta y aseguramiento de la calidad del agua.

Respecto a las condiciones sanitarias durante su almacenamiento, es necesario que se realicen mantenimientos preventivos y correctivos que permitan proteger la calidad del agua que se produce a un alto costo y con buena calidad en la planta de tratamiento.

Por otra parte, de acuerdo con investigaciones realizadas por PUMAGUA, existe evidencia de que los coliformes fecales no son indicadores de otros microorganismos potencialmente patógenos. Por lo anterior, será necesario realizar un estudio de evaluación de riesgos del contacto humano con el agua residual tratada en las áreas de riego, considerando la posible necesidad de asegurar la calidad microbiológica del agua por encima de lo establecido en norma.

Figura 4. Resultados del monitoreo puntual de la calidad del agua residual tratada para riego de áreas verdes en diferentes etapas del sistema.

| Etapa del sistema | Periodo de monitoreo | N° sitios monitoreados | N° de muestreos | Parámetros análizados | Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento de los parámetros medidos, conforme NOM-003-SEMARNAT-1997 |
|---|---|---|---|---|---|
| Efluente PTAR Cerro del Agua | Febrero a mayo y noviembre de 2014 | 1 | 5 | $DBO_5$, Sólidos Suspendidos Totales, Materia Flotante, y Coliformes fecales |   |
| Cisternas de almacenamiento | Marzo a Junio de 2014 | 3 | 9 | | |
| Aspersores de riego | Noviembre de 2014 | 4 | 4 | | |

# III. Balance Hidráulico

El área de Balance Hidráulico se ha enfocado en las siguientes acciones, encaminadas a disminuir el suministro de agua potable de manera significativa: (1) Construcción y puesta en marcha del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA); (2) Sectorización y control de presiones; (3) Recuperación de caudales, (4) Sustitución de muebles de baño; (5) Implementación del PUMAGUA en otros campus de la UNAM y en entidades externas a la Universidad.

## 1.- Sistema Universitario del Monitoreo del Agua.

El SUMA es una plataforma digital de monitoreo de consumos de agua, en tiempo real, con despliegue espacial. En 2013 se realizaron las siguientes etapas: selección de información a mostrar, recolección de información existente en la base de datos y generación de información histórica, inventario de elementos de la red hidráulica y del sistema de medición, construcción de interfaz entre base de datos y aplicación de la plataforma.

En 2014 se concluyó con la primera etapa de la plataforma, validando los datos y corrigiendo los errores. Actualmente se puede visualizar en tiempo real las mediciones del suministro de agua potable en las dependencias universitarias, un semáforo de fugas, el tiempo de mantenimiento de los equipos instalados, así como la localización de todos los elementos de la red hidráulica y del sistema de medición.

Además se continuó con la instalación de medidores y reparación de equipos dañados con el apoyo de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOyC). La cobertura de medición llegó a 80 % (de 70%, en 2013) y se estima que con este ritmo de trabajo se cuente con el 100% para principios de 2015. Actualmente el sistema cuenta con 206 micro medidores instalados en CU, 11 en Juriquilla y 18 en FES Aragón, 9 macro medidores instalados en los pozos y sectores, 9 concentradores Gateway, 35 equipos repetidores de señal y un sensor de nivel.

## 2.- Sectorización y control de presiones

En 2009 se realizó una sectorización de la red de agua potable, generando 5 sectores hidráulicos. Se colocaron también dos válvula de control de presión a la entrada los sectores 1 y 3, donde se encontraba la mayor cantidad de fugas en ese momento.

Actualmente se verifica periódicamente la hermeticidad de los sectores.

## 3.- Recuperación de caudales

Con el programa de detección y reparación de fugas en la red principal y en los edificios de las dependencias universitarias se lograron detectar 20 l/s, de los cuales se localizaron 15 y se recuperaron 10 l/s. Este resultado se logró a través del monitoreo y con el uso de equipos especiales para la búsqueda de fugas, como geófonos y correladores.

## 4.- Sustitución de muebles de baño

Desde su inicio PUMAGUA lleva a cabo un programa de sustitución de muebles de baño por muebles de bajo consumo. En este año se logró llegar a 5681 unidades sustituidas (alrededor de 700 más que el año pasado) en toda la Universidad. Con este avance se puede tener un ahorro de más de 500 m3 al día.

## 5.- Entidades externas

Este año se dio seguimiento a las acciones del Programa implementadas en los campus de UNAM Juriquilla y Facultad de Estudios Superiores (FES) de Aragón, además de realizar trabajos en otras dependencias externas de la universidad. En el campus Morelos de la UNAM se realizaron mediciones del suministro de agua potable, se comenzaron los trabajos en FES Acatlán para la implementación del Programa y se realizó la propuesta para la instalación de medidores en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, CRIM Morelos, también de la UNAM.

Además de estas acciones en los campus externos de la universidad, el programa estrechó vínculos con entidades ajenas a la UNAM, principalmente con la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), en la que se realizó el diagnostico de sus instalaciones hidro – sanitarias y se propuso la instalación de medidores para la implementación de un sistema de monitoreo.

# IV. Fomento a la Participación Social

Con el objetivo de incentivar la participación de la comunidad universitaria en el uso responsable del agua, durante el año 2014 se llevaron acciones que motivaron el interés de la comunidad a favor del agua. A continuación se presentan algunos de los avances representativos, de acuerdo con el público objetivo:

## 1.- Estudiantes y académicos

Se realizó el concurso *ReUNAMos acciones por el agua*, dirigido a estudiantes de licenciatura de la UNAM, pertenecientes a escuelas dentro del Distrito Federal y de los cinco planteles de las Facultades de Estudios Superiores (FES), cuyo objetivo fue involucrarlos en el desarrollo de propuestas innovadoras sobre el manejo del agua. Se logró la participación de 107 alumnos de 7 licenciaturas, con 21 trabajos asesorados por 20 profesores. El jurado estuvo integrado por 27 académicos de diferentes carreras y especialidad de la UNAM. Para el encuentro interdisciplinario, fueron seleccionados 10 trabajos de 71 alumnos de 6 licenciaturas. Finalmente, para los proyectos más sobresalientes, se impartieron 3 días de asesorías, se trataron 9 temas presentados por 11 académicos.

Con el mismo propósito de motivar a los estudiantes a realizar acciones y proyectos en pro del agua, se brindaron pláticas a estudiantes de licenciatura de la UNAM y a la comunidad externa, se participó en la celebración del Día Mundial del Agua en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia (ENEO) y, en la Feria del Libro de la Facultad de Contaduría y Administración (FCA). A raíz de este evento se efectuaron pláticas a tres grupos de alumnos de la FCA. Asimismo, se contó con la visita de dos escuelas externas a la UNAM, quienes recibieron un recorrido y pláticas didácticas dentro del Instituto de Ingeniería.

## 2.- Autoridades universitarias

Se dio seguimiento al manejo responsable del agua por parte de las autoridades de las dependencias y entidades de Ciudad Universitaria. Se efectuaron 5 reuniones, en las cuales participaron 39 entidades y dependencias. En dichas reuniones.

## 3.- Personal de mantenimiento

Con la finalidad de promover el buen funcionamiento de los muebles de baño de bajo consumo y así contribuir al ahorro de agua, se organizaron dos talleres de supervisión de muebles de baño, a los cuales acudieron 26 personas de 15 instituciones universitarias.

## 4.- Comunidad universitaria y externa a la UNAM

Se publicaron 4 artículos de divulgación. Se presentó PUMAGUA en tres foros sobre el agua en universidades, en un seminario de captación de agua de lluvia y en la sala de exposiciones de la Convención Anual de ANEAS. Cuatro de estos eventos se realizaron fuera del Distrito Federal

Se tuvo presencia en 2 canales de televisión y en 4 estaciones de radio. Se publicaron 10 notas en medios informativos digitales sobre la instalación de despachadores de agua en la Facultad de Medicina.

Por otra parte, como resultado de las actualizaciones constantes del sitio web de PUMAGUA y de las redes sociales, el primero ha recibido más de 54, 000 visitas, la página de Facebook cuenta con 4,700 amigos y la de Twitter, con 4,300 seguidores, es decir, 1,500 más que en año 2013.