



Programa de Manejo, Uso y
Reuso del Agua en la UNAM

Resumen ejecutivo 2011





Resumen ejecutivo

2011

Director:

Dr. Fernando Jorge González Villareal

Coordinador Ejecutivo:

Dr. Rafael Val Segura

Coordinador de Balance Hidráulico:

Ing. José Daniel Rocha Guzmán

Coordinadora de Calidad del Agua:

Dra. María Teresa Orta Ledesma

Instituto de Ingeniería:

Dra. María Teresa Orta Ledesma

Instituto de Ecología:

Dra. Marisa Mazari Hiriart

Facultad de Medicina:

Dra. Yolanda López Vidal

Coordinadora de Comunicación y Participación:

M. en C. Cecilia Lartigue Baca

Coordinador del Sistema de Información Geográfica:

M. en C. Javier Osorno Covarrubias



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. José Narro Robles
Rector

Dr. Eduardo Bárzana García
Secretario General

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario Administrativo

Dr. Francisco José Trigo Tavera
Secretario de Desarrollo Institucional

M. C. Miguel Robles Bárcena
Secretario de Servicios a la Comunidad

Lic. Luis Raúl González Pérez
Abogado General

Dr. Héctor Hiram Hernández Bringas
Coordinador de Planeación, Presupuestación y Evaluación

Dra. Estela Morales Campos
Coordinadora de Humanidades

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinador de la Investigación Científica

Mtro. Sealtiel Alatríste y Lozano
Coordinador de Difusión Cultural

Dr. Jaime Martuscelli Quintana
Coordinador de Innovación y Desarrollo

Lic. Enrique Balp Díaz
Director General de Comunicación Social

Índice de contenido

Índice de contenido.....	1
Índice de figuras	1
Índice de tablas	1
I. Balance Hidráulico.....	3
II. Calidad del Agua.....	9
III. Comunicación / Participación.....	12
IV. Sistema de Información Geográfica	14
V. Acciones PUMAGUA.....	16
VI. Planes para el 2012	17
VII. Informe Financiero 2011	19
VIII. Colaboradores.....	20

Índice de figuras

Figura 1. Programas de uso eficiente de agua potable atendidos durante 2011.	5
Figura 2. Extracción de los Pozos sin considerar el volumen destinado al riego de áreas verdes.7	
Figura 3. Balance Hidráulico 2011.	8
Figura 4. Nueva página web de PUMAGUA.	13
Figura 5. Componentes de la Interfaz de usuario.	15

Índice de tablas

Tabla 1. Fugas de agua detectadas, ubicadas y reparadas con apoyo de la DGOC	5
--	---

I. Balance Hidráulico

Durante 2011 se continuó con los seis programas de uso eficiente de agua iniciados durante 2010 (ver Figura 1), logrando con ello una importante recuperación de caudales de agua potable:

- Incremento en la cobertura de medición de suministros y consumos de agua vía remota, tanto en Ciudad Universitaria (CU) como en entidades externas.
- Seguimiento a la instalación de muebles de baño de bajo consumo.
- Instalación de equipos para controlar presiones en la red de distribución.
- Elaboración de un estudio sobre captación de agua de lluvia.
- Ahorro de agua en riego con la colocación de vegetación nativa del Pedregal de San Ángel.
- Inicio y seguimiento de acciones de uso eficiente en entidades universitarias externas.

De acuerdo al diagnóstico realizado en CU por **PUMAGUA** en el año 2008, el caudal que se fugaba por la red de distribución corresponde a un 57% (4,898 m³/día ó 56.7 l/s) del suministro total, en tanto que el consumo por parte de los 132,000 usuarios representaba el 23% (1,982 m³/día ó 22.95 l/s) y el riego de áreas verdes con agua potable demandaba un 20% (1,753 m³/día ó 20.3 l/s) del suministro total (8,640 m³/día ó 100 l/s). En 2011, de acuerdo con las mediciones de extracción de los tres pozos que abastecen al campus, el suministro al sistema es de 77.2 l/s (6,722 m³/día), lo cual constituye una reducción neta de 22.8 l/s (1,918 m³/día) a los 100 l/s extraídos en promedio en 2008, es decir cerca de un 23%. Esto ha sido posible gracias a la ejecución de acciones de recuperación de caudales en líneas primarias, secundarias, núcleos de baños y a la colaboración de más de 100 entidades universitarias con el **PUMAGUA**, y equivale a decir que, en términos de reducción de extracción de agua, se ha alcanzado la mitad de la meta propuesta cuando inició el Programa (50%).

A lo largo de 2011, se realizó el montaje del sistema automático de lectura dentro de CU y entidades externas, así como la elaboración de una plataforma de análisis y despliegue de información, la cual permitirá el despliegue de datos de forma versátil, en tiempo real, y su vinculación con el Sistema de Información Geográfica y con la página de internet de **PUMAGUA**. Se espera que en 2012 se cuente con el 100% del desarrollo de dicha plataforma.

Los trabajos relativos a montaje del sistema automático de lectura, durante 2011, han hecho posible concluir los trabajos de identificación y levantamiento de tomas de agua potable en las entidades universitarias de CU. Al cierre de este año, se dispone de una cobertura de medición del 56 %, midiendo mensualmente 35,000 m³ de los 200,000 m³ que, en promedio, se extraen de los pozos.

Por otro lado, durante este año se avanzó significativamente en los trabajos referentes a la macro medición. La totalidad de los cinco medidores electromagnéticos propuestos para cada sector hidráulico ha sido transferida a la Dirección General de Obras y Conservación (DGOyC). Se han instalado a la fecha cuatro de estos equipos, en espera de contar con energía eléctrica para iniciar su funcionamiento y así cuantificar lo que entra a cada sector. Queda pendiente por instalar el macro medidor correspondiente al sector hidráulico 1.

Los trabajos de micro medición han permitido la entrega de 228 micro medidores, de los 261 (100%) propuestos para instalarse exclusivamente en CU. De éstos se ha instalado, hasta diciembre de 2011, un total de 158 (60.5 %) micro medidores. En términos generales, durante este año el montaje de este sistema presenta un 70% de avance.

A lo largo del año 2011, se desarrolló la propuesta de un sistema SCADA para el sistema de agua potable de CU y de las entidades externas de la UNAM. Por una parte, este sistema permitirá llevar a cabo un monitoreo del suministro de agua de manera más expedita e integrar una base de datos que contenga información referente a las condiciones físicas y de operación de los equipos instalados, así como disponer de alarmas de existencia de fugas, fechas de mantenimiento a medidores, responsables de las instalaciones, etc. Por otro lado, se ejercería un control operativo sobre elementos del sistema de agua potable y se efectuará un monitoreo en línea de la calidad del agua que se extrae de las fuentes de abastecimiento y del agua que se distribuye por la red.

En lo que respecta a los resultados de los trabajos de recuperación de caudales en líneas principales y al interior de las entidades académicas, fue necesario desarrollar estrategias de sub sectorización de la red que dieron buenos resultados el ejecutarlas en campo.

Durante este año se logró recuperar 25 l/s, debido en parte al sistema de medición vía remota que actualmente **PUMAGUA** se encuentra instalando. Las fugas más significativas se encontraron en la Facultad Química (10 l/s), Estadio Olímpico (3 l/s), Facultad de Ciencias Políticas y Sociales (2.1 l/s), Instituto de Investigación en Materiales (1.5 l/s), Instituto de Ecología (1.2 l/s), Instituto de Física (1 l/s), Dirección General de Servicios Médicos (0.7 l/s), Instituto de Química (0.3 l/s) e Instituto de Ingeniería (0.2 l/s)(ver Tabla 1).

Se concluyó con los trabajos de levantamiento e inspección de cisternas de agua potable de CU. El objetivo fue contar con un inventario de estos elementos que existen en el campus, sus condiciones actuales de operación, presencia de fugas y capacidad de almacenamiento, de tal manera que pudieran llevarse las acciones necesarias para su correcta operación, así como evitar desperdicios de agua en las instalaciones y problemas derivados de ellas. Como resultado de estos trabajos se ubicó dentro del campus un total de 74 cisternas de agua potable en 48 dependencias, con una capacidad de almacenamiento de 4,500 m³ de agua.

Los trabajos de medición desarrollados durante 2011 han permitido la elaboración de un primer diagnóstico del estado de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Aragón, Acatlán e Iztacala, así como de los campus de Juriquilla y Morelia. Recientemente se han incorporado a los trabajos de **PUMAGUA** la FES Zaragoza, en donde se iniciarán trabajos a principios de 2012.



Figura 1. Programas de uso eficiente de agua potable atendidos durante 2011.

Tabla 1. Fugas de agua detectadas, ubicadas y reparadas con apoyo de la DGOC

Caudal recuperado durante 2011		
Dependencia	Sector Hidráulico	Gasto recuperado (l/s)
Facultad de Química	1	10.0
Instituto de Química	1	0.2
Instituto de Ingeniería	1	0.2
Dirección General de Servicios Médicos	2	0.7
Instituto de Investigación en Materiales	3	1.5
Estadio Olímpico	4	3.0
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	5	2.1
Instituto de Física	3	1.0
Facultad de Economía	2	3.0
Instituto de Ecología	5	1.2
Subdirección de Fútbol Americano	1	1.0
Edificio Multifamiliar	5	1.0
TOTAL		24.9

También se tuvo un avance en la instalación de válvulas reguladoras de presión (VRP) en CU, con el propósito de controlar presiones y reducir fugas en el sistema de agua potable. En coordinación con la DGOyC se instaló una válvula reguladora de presión en el Sector Hidráulico 3, que es uno de los sectores que presenta con presiones altas y en donde se espera recuperar caudales hasta en 8 l/s. Actualmente se trabaja en las primeras pruebas de regulación de presiones, ya que se tiene la sospecha de que la eliminación de pérdidas de agua en la red está incrementando la presión en la misma, con lo cual las fugas existentes pueden incrementarse, o bien, aparecer nuevas.

El programa de cambio de muebles de baños ha dado buenos resultados, al permitir la reducción de 40% del consumo de agua en el interior de los edificios. Con la participación de las dependencias, en 2011, se sustituyó un total de 942 muebles de baño en la Universidad, logrando en estos cuatro años la sustitución de 3450 muebles de baño ahorradores. Actualmente, la DGOyC toma en cuenta las fichas técnicas realizadas por **PUMAGUA** para los nuevos proyectos de construcción en la UNAM, logrando un ahorro de agua en los nuevos edificios. Por otra parte, se puso a prueba la nueva tecnología de mingitorios secos, los cuales fueron instalados en la FES Iztacala de la UNAM, donde ha mostrado excelentes resultados, tanto por el mínimo mantenimiento como en la disminución de olores.

Con todas estas acciones llevadas a cabo a lo largo de este año 2011, es posible realizar un nuevo Balance Hidráulico en Ciudad Universitaria, que muestra la extracción actual en 84.7 l/s; sin embargo, si no consideramos los 7.4 l/s que se extrajeron para riego debido al paro de la Planta de Tratamiento de Cerro del Agua, este balance mostraría una extracción promedio de 77.3 l/s que, en relación con la extracción promedio de 2008 estimada en 100 l/s, representa una disminución neta de 22.7 l/s en la extracción de los pozos (ver Figura 2).

PUMAGUA, a través de la Coordinación de Balance Hidráulico y la colaboración estrecha con la DGOyC, ha recuperado en estos cuatro años un total de 44 l/s, lo que en primera instancia podría parecer incongruente con la reducción de 22.7 l/ que se han dejado de extraer de los pozos. Para comprenderlo, es necesario considerar que al recuperar caudales en la red de distribución, la presión en ésta aumenta, con lo cual el caudal aumenta en algunas fugas o bien se hace la aparición de nuevas pérdidas de agua en la red. **PUMAGUA** ha estimado que con la puesta en marcha de las dos válvulas reguladoras de presión en CU, se podrán recuperar del orden de 17 l/s, los cuales contribuirán a disminuir la extracción de agua de los pozos.

El nuevo balance, realizado con información de la micro y macro medición disponible, muestra que el 25 % de lo extraído de los pozos se consume en los edificios de Ciudad Universitaria (50,000 m³/mes); el riego de áreas verdes demanda 30 % (60,700 m³/mes) y las pérdidas representan un 45 % de los 77.2 l/s que se extraen actualmente de los tres pozos, ver Figura 3.

El nuevo balance hidráulico llama mucho la atención, sobre todo, si consideramos que actualmente el 70 % del agua que se extrae se pierde y se ocupa para el riego de áreas verdes de una manera poco eficiente. Es importante centrar las acciones de uso eficiente de agua tanto en riego como en recuperación de caudales; pero hacerlo implica una fuerte inversión económica, sobre todo para las acciones como implementar sistemas de riego automático, el intercambio de agua potable por agua residual tratada, así como incrementar las áreas verdes sin necesidad de riego.

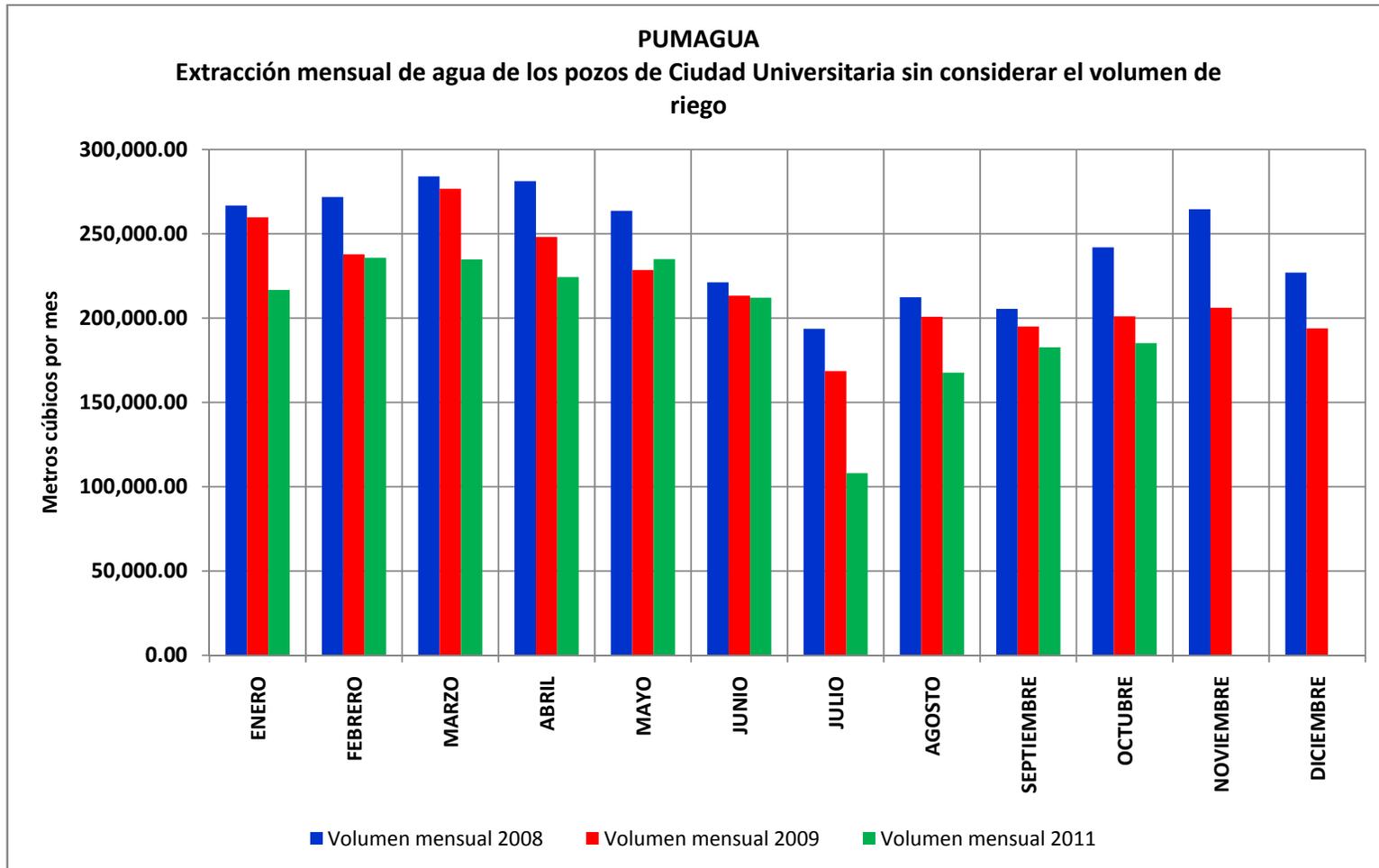


Figura 2. Extracción de los Pozos sin considerar el volumen destinado al riego de áreas verdes.

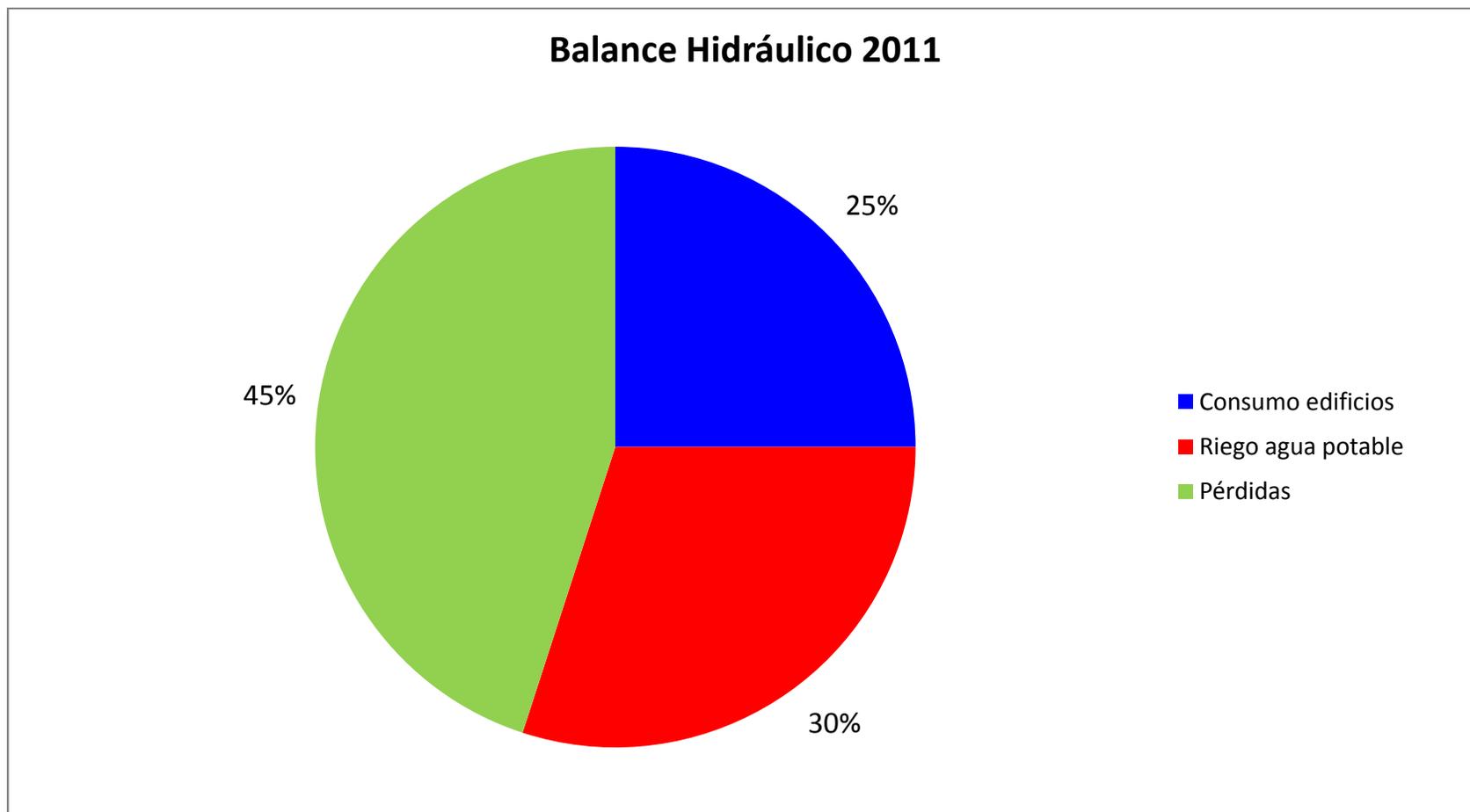


Figura 3. Balance Hidráulico 2011.

II. Calidad del Agua

El objetivo del área de Calidad del Agua es analizar la calidad del agua potable y del agua residual tratada para verificar el cumplimiento con las normas más estrictas y garantizar que sea saludable en sus distintos usos: agua para uso y consumo humanos, agua residual tratada para riego de áreas verdes, agua residual tratada para recarga del acuífero. También, diagnostica los sistemas de desinfección de agua potable y las plantas de tratamiento de agua residual, para proponer las mejoras necesarias.

En el año 2011, se han logrado avances significativos en este sentido, que se manifiestan a través de los siguientes indicadores, entre otros:

Indicadores desarrollados por el Instituto de Ingeniería considerados en las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-127-SSA1-2000 y NOM-003-SEMARNAT-1996.

- Monitoreo en tiempo real de 6 parámetros físico-químicos indicadores de la calidad del agua en el campus de CU.
- Desarrollo de un análisis probabilístico sistemático para establecer puntos de monitoreo en la red de distribución de agua potable del campus CU.
- Diagnóstico y monitoreo de la concentración de cloro residual libre en agua de las cisternas de almacenamiento para uso y consumo humano del campus CU.
- Visita y levantamiento en campo de la planta de tratamiento del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la UNAM (IISUE).
- Identificación de cisternas para almacenamiento de agua pluvial existentes en el campus CU.
- Desarrollo de actividades en otros campi de la UNAM: Juriquilla y Morelia.
- Revisión y entrega de comentarios al Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-000-SSA1-2010.

Indicadores microbiológicos alternativos desarrollados por el Instituto de Ecología: NO CONSIDERADOS EN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

- Análisis de muestras de agua subterránea (fuente de abastecimiento), en las que se midió la presencia de indicadores microbiológicos complementarios a los establecidos en la normatividad.
- Análisis de muestras de agua residual y residual tratada para reuso en riego, en las que se midió la presencia de microorganismos a fin de identificar algún peligro potencial para los usuarios expuestos.
- Ensayo experimental sobre la permanencia de virus entéricos en superficies vegetales regadas con agua de reuso.

Indicadores alternativos desarrollados por la Facultad de Medicina: NO IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS PATÓGENAS O POTENCIALMENTE PATÓGENAS, TRANSMITIDAS POR AGUA Y QUE NO ESTÁN CONTEMPLADAS EN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

- Detección de bacterias patógenas responsables de cuadros diarreicos, así como de micobacterias no tuberculosas (MNT) causantes de enfermedades en diferentes órganos y tejidos, las cuales no son consideradas en ninguna norma oficial mexicana para los diferentes tipos de agua.
- Implementación de métodos de última tecnología para la identificación de contaminantes microbiológicos en agua de uso y consumo humanos y agua residual tratada para mejorar el diagnóstico en la calidad del agua.
- Integración de los resultados de cada una de las áreas que permitirán definir, instrumentar y mantener buenas prácticas con base a las normas en el manejo y disminución en riesgos en salud.

De acuerdo a estos indicadores, cada una de las instituciones que participan directamente en el área de Calidad del Agua, de forma coordinada e integral, desarrollaron las siguientes actividades a lo largo del año de 2011.

En relación al agua potable, el Instituto de Ingeniería implementó un monitoreo sistemático en 18 puntos de la red de distribución, seleccionados de acuerdo a un análisis probabilístico conforme a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-127-SSA1-1994, NOM-179-SSA1-1998, NOM-230-SSA1-2002, conjuntamente con criterios adquiridos a través de la experiencia académica. Se dio seguimiento al monitoreo, análisis y procesamiento de los datos obtenidos en línea a lo largo del año 2011; se implementó un programa de monitoreo de cloro residual libre en cisternas de almacenamiento del campus CU.

Se continuó con el monitoreo mediante los sensores en línea, los cuales detectaron que la concentración del cloro residual libre en el agua distribuida no cumplió con los límites mínimos establecidos por la norma para agua de uso y consumo humanos (NOM-127-SSA1-1994, Modificación 2000), durante el año 2011. A lo largo de los tres años (agosto del 2009 – diciembre del 2011) que llevan en operación los sensores en línea, se han registrado distintos eventos donde la concentración de cloro residual libre ha sido irregular. De igual forma la duración de cada uno de ellos es muy variable: algunos de estos eventos han durado sólo unos minutos, mientras que otros han durado más de un día, dando como resultado 13 días en 2009, 38 días en 2010 y 121 días en 2011.

Respecto al manejo del agua residual, se realizó el reconocimiento físico y operativo de la planta del IISUE. También se identificaron dos dependencias de la UNAM que cuentan con cisternas para almacenamiento de agua pluvial.

El trabajo del 2011 por parte del Instituto de Ecología se centró en evaluar la calidad microbiológica del agua por medio de la detección y cuantificación de quistes de *Giardia lamblia* y ooquites de *Cryptosporidium parvum*, como indicadores de la presencia de parásitos en agua de diferentes tipos, a partir de muestras del 2010 concentradas y conservadas. Otro punto de alto interés fue evaluar el tiempo que pueden permanecer activos los virus entéricos en las áreas verdes que son regadas con agua de reuso; esta evaluación se realizó a nivel experimental utilizando rotavirus como representante del grupo de los virus entéricos.

La Facultad de Medicina realizó el análisis de las muestras del 2010 de agua subterránea y residual para detectar por métodos moleculares y convencionales microorganismos no contemplados en las normas como *E. coli* (ETEC) y micobacterias no tuberculosas (MNTs). Es relevante mencionar que la presencia de *E. coli* ETEC fue detectada en dos muestras del pozo de Química, así como en muestras de agua residual tratada. *E. coli* ETEC es un patógeno importante causante de diarrea en infantes y de viajeros en zonas endémicas. La presencia de *E. coli* ETEC evidencia que el agua subterránea está siendo infiltrada por agua contaminada con materia fecal. Por esto, es fundamental que los sistemas de desinfección del campus se actualicen y se mantengan en condiciones óptimas de operación.

Además se detectó la presencia de bacterias potencialmente patógenas como son las MNT en agua residual tratada. Las MNT son patógenos oportunistas causantes de enfermedades pulmonares e infecciones en tejido blando y osteoarticular, por lo que la presencia tanto de ETEC, como de MNT, en agua residual destinada para riego de áreas recreativas representa un peligro para la salud de la población universitaria.

Como parte de la extensión del **PUMAGUA**, se promovió la integración al programa en FES Iztacala, Aragón, Zaragoza de la UNAM.

Por otro lado, tanto el Instituto de Ingeniería como el Instituto de Ecología participaron en la inspección física y en el diagnóstico del status sobre el manejo del agua potable, residual y residual tratada, además de la evaluación de algunos parámetros indicadores de la calidad del agua, en los *campi* Juriquilla y Morelia de la UNAM.

III. Comunicación / Participación

El objetivo del área de Comunicación/Participación es involucrar a toda la comunidad universitaria en el uso responsable del agua. De acuerdo a este objetivo, en el año 2011 se han logrado avances significativos en este sentido, que se manifiestan a través de los siguientes indicadores, entre otros:

- Participación de 110 dependencias universitarias en una o más acciones propuestas por **PUMAGUA**.
- Colaboración de más de 15, 000 estudiantes en:
 - Auditorías del uso del agua en sus planteles educativos
 - Investigaciones sobre el uso del agua en la UNAM
- Invitación a participar en diversos eventos de la UNAM y externos a ésta, incluyendo exposiciones y pláticas en escuelas de todos los niveles, ferias.
- Participación en Congresos Internacionales sobre educación ambiental
- Realización de un festival cultural y artístico, con presencia de 14 organizaciones que trabajan sobre el uso eficiente del agua.
- Extensión del área de Comunicación/Participación a la FES Iztacala, Aragón, así como al campus Juriquilla.
- Presencia en medios de comunicación, tanto escritos (diarios, revistas), como de radio y de televisión.
- Creación del Observatorio del Agua UNAM utilizando los indicadores generados por **PUMAGUA**.

Las actividades dentro de la UNAM se concentraron en avanzar en el involucramiento de las dependencias universitarias, tanto a través de las reuniones con autoridades, como a través de talleres de capacitación al personal de mantenimiento. Asimismo, se hizo énfasis en la participación de los estudiantes, tanto de la UNAM como externos, mediante la generación y envío de un cuestionario, para que los estudiantes de las Escuela Nacional Preparatoria y de los Colegios de Ciencias y Humanidades realizaran auditorías del uso del agua en sus escuelas, así como a través de la realización y la participación en eventos culturales (festival *H2O*: efecto esperado, Megaofrenda), científicos (*Tú Biodiversidad*, Primer encuentro sobre leyes verdes en la Universidad Intercontinental, talleres con estudiantes de primaria, pláticas en planteles de bachillerato, así como en dependencias gubernamentales).

También se trabajó en la extensión de **PUMAGUA** fuera de Ciudad Universitaria, por lo que se acudió, con el resto del equipo del Programa, a diversos campi, tales como FES Iztacala, Aragón, Acatlán, al igual que a Juriquilla y a Morelia.

Universidad Nacional Autónoma de México

PUMAGUA
Agua saludable, acción de todos

Página Principal | Viernes, 25 de Noviembre del 2011 | Mapa de sitio | Contacto | Buscar

Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM

Bienvenidos > A A+

Objetivos: Implantar un programa de manejo, uso y reuso del agua en la UNAM con la participación de toda la comunidad universitaria.

¡Bienvenido a nuestra nueva página web! **PUMAGUA**

AQUÍ ENCONTRARÁS:

- La calidad del agua en Ciudad Universitaria.
- El consumo mensual de agua de las dependencias universitarias y el volumen de sus fugas.
- Los trabajos escolares de los alumnos de la UNAM acerca del agua

1/3. Visita la nueva página de PUMAGUA, en ella encontrarás todo lo referente al tema del agua en la UNAM. [Ver más aquí](#)

Semáforo de fugas
Aquí encontrarás la relación de fugas por dependencias dentro de la UNAM. [Ver más](#)

Reporte de fugas
Contribuye a cuidar el agua y reporta las fugas dentro del campus a los siguientes teléfonos. [Ver más](#)

Semáforo de Calidad del agua
Conoce la calidad del agua dentro de Ciudad Universitaria. [Ver más](#)

REPORTE DE FUGAS DE AGUA

MANUALES PUMAGUA

NOTICIAS sobre el Agua en la Red del Agua UNAM
www.agua.unam.mx

OBSERVATORIO DEL AGUA UNAM

Inventario Nacional de Humedales

Hecho en México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), todos los derechos reservados 2011. Esta página puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando no se modifique, se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución.

Figura 4. Nueva página web de PUMAGUA.

IV. Sistema de Información Geográfica

El Sistema de Información Geográfica (SIG) tiene por objeto presentar los avances de PUMAGUA y establecer un modelo inicial de la red hidráulica basado en un ejemplo muy exitoso de diseño: el modelo de infraestructura Hidráulica de ESRI. Dicho modelo servirá como punto de partida a un proceso de iteración que permitirá afinar sus características.

Durante estos dos años, para desarrollar el modelo del SIG se abordaron los siguientes tópicos:

- Introducción al modelo.
- Definición de los sistemas de colección y distribución de agua y su implementación en ArcGIS
- Recursos y directrices para implementar instancias del modelo.
- Escenarios del proceso de implementación. Tareas para evaluar los requerimientos del modelo... e implementación...
- Descripción de las estructuras de datos.
- Una discusión general sobre técnicas de modelación y el uso de la notación UML

Se pueden distinguir tres fases que constan a su vez de varios pasos: en las dos primeras se diseña e implementa la base de datos geoespacial. En la tercera se pone a disposición de los usuarios para apoyar sus tareas

Fase 1 Planeación y diseño

1. Evaluar el sistema hidráulico propio
2. Comparar los datos propios con los datos del modelo
3. Extender y adecuar las clases para atender las necesidades de los usuarios
4. Crear un modelo lógico utilizando los objetos del modelo para representar el sistema

Fase 2 Crear la base de datos geoespacial

1. Exportar el modelo UML generado en la fase anterior al repositorio
2. Utilizar herramientas CASE de arcCatalog para crear base de datos geoespacial vacía que implementa el esquema correcto
3. Cargar los datos

Fase 3 Compartir la base de datos

1. Crear conexiones para acceso local y remoto según se necesite.
2. Uso de layers para simbolizar los rasgos
3. Uso de mapas para tareas apoyar tareas específicas
4. Uso de conexiones para controlar el acceso a los recursos.



Figura 5. Componentes de la Interfaz de usuario.

1. Mapa
2. Vista general
3. Barra de herramientas
4. Tabla de Datos
5. Tabla de contenido / leyenda
6. Herramienta activa
7. Créditos SIG PUMAGUA

V. Acciones PUMAGUA

En cuanto a la formación de recursos humanos, se involucraron a pasantes de diversas carreras quienes realizaron sus trabajos de servicio social o tesis. También, se presentaron trabajos en el Congreso Internacionales y Nacionales; así como artículos en diversas revistas indizadas y de comunicación. Asimismo se participó en la organización del 3er Encuentro Universitario del Agua coordinando algunas mesas de discusión, como: “El Agua y Salud Poblacional” y “Responsabilidad Hídrica”.

También se le dio importancia a la página web de **PUMAGUA**, como medio fundamental para mantener comunicación con la comunidad nacional e internacional, por lo que se elaboró un nuevo diseño de la misma.

Durante 2011 se ha tratado de replicar el conocimiento y la experiencia desarrollada por **PUMAGUA** en diversas entidades externas como por ejemplo: El H. Congreso de la Unión y la Universidad Autónoma del Estado del Hidalgo. Por otro lado se elaboró un manual para la Comisión Estatal del Agua del Estado de México.

Así también participó en la revisión de la normatividad en materia de agua para uso y consumo humano ante las entidades gubernamentales competentes, como la COFEPRIS.

VI. Planes para el 2012

Para el año 2012, la Coordinación de **BALANCE HIDRÁULICO** ha planteado continuar y finalizar con los trabajos de montaje del sistema de lectura automática y dar continuidad a los programas de muebles de baño, riego de áreas verdes y, por supuesto, al programa de recuperación de caudales. Para ello, se han establecido los siguientes ejes de acción:

- Análisis de la información del sistema de monitoreo de suministro de agua potable.
- Detección y reparación de fugas
- Mejoramiento en la eficiencia de los pozos en Ciudad Universitaria
- Reducción de caudales con el cambio de muebles de baño
- Reducción de caudales para el riego de áreas verdes
- Formación de recursos humanos
- Publicación de artículos en revistas indizadas

La Coordinación de **CALIDAD DEL AGUA** ha planteado continuar con el seguimiento de acciones ya implementadas así como nuevas que apoyarían el garantizar la calidad del agua dentro de los *campi* universitarios. Para ello se tiene planeado realizar las siguientes actividades:

Instituto de Ingeniería

- Análisis estadístico de la información histórica de la calidad del agua para uso y consumo humano en el campus Ciudad Universitaria.
- Monitoreo de la calidad del agua potable en puntos de la red de distribución del campus CU.
- Monitoreo en tiempo real de 6 parámetros físico-químicos indicadores de la calidad del agua en el campus CU.
- Estudio de bioaerosoles para la identificación de las bacterias potencialmente patógenas, presentes en los aerosoles que se forman en el riego por aspersión.
- Monitoreo de la concentración de cloro residual libre en agua de las cisternas de almacenamiento para uso y consumo humano del campus CU.
- Diagnóstico de la eficiencia del tren de tratamiento y de la calidad del agua obtenida de la planta de tratamiento de Cerro del Agua.
- Monitoreo de la calidad del agua en cisternas de almacenamiento de agua residual tratada.
- Diagnóstico de la eficiencia del tren de tratamiento y de la calidad del agua obtenida de la planta de tratamiento del IISUE.
- Diagnóstico de la calidad del agua pluvial utilizada en sanitarios del *campi* CU.
- Publicación de dos manuales de calidad del agua con ISBN.

- Presentación de trabajos en congreso nacional e internacional.
- Publicación de dos artículos en revistas indizadas.

Instituto de Ecología

- Evaluar la continuidad del sistema de desinfección de las fuentes de abastecimiento de Ciudad Universitaria, a partir de la detección de indicadores microbiológicos
- Evaluar la remoción de indicadores microbiológicos presentes en agua residual, por medio del sistema de ultrafiltración de la PTAR de Cerro del Agua
- Asesoría y estandarización de protocolos interlaboratorios con los *campi* que se integren a **PUMAGUA**

Facultad de Medicina.

- Detección de patógenos Gramnegativos: *Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Helicobacter pylori* y *Escherichia coli Enterotoxigénica (ETEC)* en muestras de agua para uso y consumo humano (agua de la llave) y del agua residual de la PTAR Ciencias Políticas y Sociales a partir de PCR-Hibridación.
- Aislamiento e identificación de las especies de MNT en las muestras de agua para uso y consumo humano (agua de la llave) y del agua residual de la PTAR Ciencias Políticas y Sociales a partir de PCR-RFLP.
- Participación en congresos tanto nacionales como internacionales.
- La publicación de cuando menos un artículo internacional derivados de los resultado obtenidos del proyecto.
- Evaluar el riesgo en salud por agua contaminada.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la Coordinación de **COMUNICACIÓN / PARTICIPACIÓN**, ha planeado desarrollar las actividades siguientes:

- Llevar a cabo una estrategia de acercamiento a estudiantes en facultades y escuelas (presencia de stand y realización de concurso de propuestas), con el objetivo de que conozcan el Programa y se involucren en el uso responsable del agua.
- Realizar una campaña de comunicación a nivel general en CU, FES, CCH y ENP.
- Continuar con la extensión de **PUMAGUA** a los *campi* externos a CU.
- Efectuar un análisis del material enviado por los estudiantes, dentro del festival H2O: efecto esperado, para identificar estrategias de comunicación funcionales.
- Actualizar mensualmente la página internet de **PUMAGUA**, enviando con la misma frecuencia el boletín informativo.
- Actualizar mensualmente el Observatorio del Agua UNAM.
- Organizar, en conjunto con el resto del personal de **PUMAGUA**, un seminario, que incluya temas relacionados con el área de Comunicación/Participación.

VII. Informe Financiero 2011

VIII. Colaboradores

Los trabajos desarrollados durante este año 2011 por parte de **PUMAGUA**, han sido posibles gracias al trabajo de sus integrantes:

Dr. Fernando J. González Villarreal.

Director del Programa **PUMAGUA**

Dr. Rafael Val Segura.

Coordinador ejecutivo de **PUMAGUA**.

BALANCE HIDRÁULICO

Ing. José Daniel Rocha Guzmán

Coordinador

Ing. José Miguel Segundo Vázquez

Ing. Tomás Torres Cruz.

Est. de Maestría en Ingeniería. Fernando Reyes Soto

Pas. de Ing. Civil Maricela Ojeda Ramírez

Pas. de Ing. Civil. Luis Antonio Dávila Borja

Pas. de Ing. Civil. Guillermo Alberto Montero Medel

Pas. de Ing. Civil. Pablo Alberto Roa Ramírez

Est. de Ing. Civil. Iván García Hernández

Est. de Ing. Industrial. Saúl Morales Rivera

CALIDAD DEL AGUA

Instituto de Ingeniería

Dra. Ma. Teresa Orta Ledesma

Coordinadora

M. en C. Isaura Yáñez Noguez

Dr. Ignacio Monje Ramírez

Ing. Erick Iván García Santiago

Ing. Ricardo Nava Shimada

Ing. Gabriel Eduardo Olivares Watson

Ing. Germán Castro Hernández

Ing. Ma. Teresa Valeriano González

Pas. de Biol. Fernando Bautista Arriaga

Instituto de Ecología

Dra. Marisa Mazari Hiriart

Coordinadora

Dra. Ana Cecilia Espinosa García

Pas. de Biol. Nallely Vázquez Salvador

Pas. de Biol. Jaqueline Jeniffer Noguez Lugo

Facultad de Medicina

Dra. Yolanda López Vidal

Coordinadora

Dr. Gonzalo Castillo Rojas

Dra. Antonia Isabel Castillo Rodal

Dra. Lourdes Lloret y Sánchez

Dra. Marianela Paredes Mendoza

Pas. de Biol. Germán Mora Roldán

COMUNICACIÓN / PARTICIPACIÓN

M. en C. Cecilia Lartigue Baca

Coordinadora

Lic. Berenice Hernández Mastache
Lic. Marben Acosta Terán
Lic. Verónica Natal Cosío
Biól. Karen López Estrada
Pas. de Lic. en Com. Anabel Martínez Ortiz
Pas. de Lic. en Diseño Gisel Aguilar López
Pas. de Biól. Alejandro Cáliz
Pas. de Lic. en Com. Ulises Duarte

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

M. en C. Javier Osorno

Coordinador

DEPENDENCIAS QUE APOYAN A PUMAGUA

Rectoría
Consejo Universitario
Instituto de Ingeniería
Instituto de Ecología
Facultad de Medicina
Instituto de Geografía
Dirección General de Obras y Conservación
Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel
Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación
Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria
Jardín Botánico
Arquitectura del Paisaje

DEPENDENCIAS QUE PARTICIPAN DENTRO DE LAS ACCIONES DE PUMAGUA

PUNTUACIÓN:

Medalla de oro	3 o más acciones PUMAGUA	
Medalla de plata	2 acciones PUMAGUA	
Medalla de bronce	1 acción PUMAGUA	

FACULTADES Y ESCUELAS	MEDALLA
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	
Facultad de Ciencias	
Facultad de Medicina	
Facultad de Química	
Facultad de Psicología	
Facultad de Odontología	
Facultad de Ingeniería	
Facultad de Derecho	
Facultad de Filosofía y Letras	
Facultad de Economía	
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	
Facultad de Contaduría y Administración	
Facultad de Arquitectura	
Facultad de Estudios Superiores Iztacala	

Resumen ejecutivo. PUMAGUA. 2011

Facultad de Estudios Superiores Aragón	
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	
Facultad de Estudios Superiores Acatlán	
Escuela Nacional de Trabajo Social	
Escuela Nacional de Música	
Escuela Nacional de Artes Plásticas	
Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras	
Centro de Enseñanza para Extranjeros	

INSTITUTOS	MEDALLA
Instituto de Ecología	
Instituto de Biología	
Instituto de Química	
Instituto de Fisiología Celular	
Instituto de Ciencias Nucleares	
Instituto de Investigaciones Biomédicas	
Instituto de Ingeniería	
Instituto de Investigaciones Económicas	

Resumen ejecutivo. PUMAGUA. 2011

Instituto de Investigaciones Estéticas	
Instituto de Investigaciones Filosóficas	
Instituto de Investigaciones Filológicas	
Instituto de Investigaciones Históricas	
Instituto de Investigaciones Jurídicas	
Instituto de Investigaciones Sociales	
Instituto de Investigaciones Antropológicas	
Instituto de Investigaciones en Materiales	
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	
Instituto de Matemáticas	
Instituto de Astronomía	
Instituto de Geofísica	
Instituto de Geografía	
Instituto de Geología	
Instituto de Física	
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS)	
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación	
Jardín Botánico	

DEPENDENCIAS ADMINISTRATIVAS	MEDALLA
Rectoría	
Coordinación de Humanidades	
Coordinación de Estudios de Posgrado	
Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios	
Dirección General de Administración Escolar	
Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas	
Dirección General de Servicios Médicos	
Dirección General de Artes Visuales	
Dirección General de Actividades Cinematográficas	
Coordinación de Difusión Cultural	
Dirección General de Divulgación de la Ciencia	
Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial	
Dirección General de Presupuesto	
Dirección General de Personal	
Dirección General de Bibliotecas	
Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicación	

Resumen ejecutivo. PUMAGUA. 2011

Unidad de Seminarios "Dr. Ignacio Chávez"	
Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA)	
Consejos Académicos	
Museo Universitario de Arte Contemporáneo	
Centro de Ciencias de la Atmósfera	
Coordinación de la Investigación Científica	
Torre II de Humanidades	
Dirección General de Obras y Conservación	
Coordinación de Áreas Verdes	
Talleres de Conservación	
Dirección General de Servicios Generales	
Dirección General de CCH	
Centro Universitario de Teatro	
CENDIS	
Patronato Universitario	
Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas	
Unión de Universidades de América Latina (UDUAL)	
Dirección General de Servicios Administrativos Tienda UNAM	

Resumen ejecutivo. PUMAGUA. 2011

Dirección General de Orientación y Servicios Educativos	
Biblioteca central	



PUMAGUA



www.pumagua.unam.mx