



Informe de Avances

PUMAGUA 2014



Índice de contenido

Antecedentes	7
Indicadores de avance	8
Calidad del Agua	8
Balance Hidráulico	8
Fomento a la participación social	9
Formación de recursos humanos e Investigación.....	9
Proyecto externo para CONAGUA: Diseño y Evaluación de la Encuesta Nacional sobre Percepciones, Actitudes y Conductas respecto al Servicio de Agua Potable	10
Calidad del agua	10
Agua para Uso y Consumo Humano	10
Monitoreo puntual.....	11
Monitoreo en tiempo real	14
Inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento en edificios	16
Análisis Certificado del Agua.....	20
Diagnóstico de la calidad del agua en puntos de consumo en el campus Ciudad Universitaria, UNAM.....	24
Diagnóstico de la calidad del agua en la Torre de Rectoría del campus Ciudad Universitaria, UNAM.	26
Fabricación y puesta a prueba de despachadores de agua	28
Agua residual tratada.....	29
Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA)	30
Actividades en otros campus	33
Formación de recursos humanos.....	33
Congresos, Publicaciones y Conferencias.	34
Artículo Publicado	34
Artículo en proceso de revisión	34
Balance Hidráulico	35
SISTEMA UNIVERSITARIO DE MONITOREO DE AGUA (SUMA)	35
Micro y Macro medición	37
Sistema de lectura remota.....	39

Informe de avances. PUMAGUA 2014

Sistema de lectura en campo o manual.....	40
Sectorización y control de presiones	42
Recuperación de caudales	44
Sustitución de muebles de baño.....	46
Campus externos y vinculación de PUMAGUA	48
Fomento a la Participación Social, 2014	51
Estudiantes y académicos	51
Segundo concurso y encuentro <i>ReUNAMos acciones por el agua</i>	51
Asesorías de <i>ReUNAMos acciones por el agua</i>	52
Charla sobre PUMAGUA a alumnos de Diseño Industrial de la UNAM	53
PUMAGUA en la celebración del Día Mundial del Agua en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia.....	53
Platica sobre el manejo del agua en CU al personal del Restaurante Azul y Oro	54
XLI Expo Libros y Revistas en la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM	54
Pláticas sobre PUMAGUA a estudiantes de la Facultad de Contaduría y Administración.....	54
Análisis de la encuesta sobre conductas, creencias y actitudes sobre el tema del agua en la Facultad de Odontología	55
Autoridades universitarias.....	56
Reuniones con dependencias y entidades de Ciudad Universitarias	56
Marzo	56
Junio	57
Junio	57
Julio	57
Agosto	57
Administrativos y Jefes de Servicios	58
Primer taller de mantenimiento a fluxómetros y llaves de lavabo.....	58
Segundo taller de mantenimiento a fluxómetros y llaves de lavabo	59
Comunidad universitaria.....	59
Diseño del componente de participación social para la plataforma digital	59
Campaña <i>UNAMeta común: Valorar el agua</i>	59
Fin de semana del medio ambiente en Tienda UNAM	60
VI Encuentro Universitario del Agua.....	60
4ª. Carrera SEFI-UNAM por la sustentabilidad de México.....	61
Exposición fotográfica “Por el disfrute del agua” en la Facultad de Psicología.....	62

Informe de avances. PUMAGUA 2014

Grupos focales con los sectores de Ciudad Universitaria para el diseño de la campaña de comunicación de PUMAGUA	63
Conclusiones generales.....	63
Material y medios de difusión	64
Particularidades por sector	65
Laboratoristas	65
Estudiantes.....	65
Administrativos	65
Jardineros.....	65
Personal de cocina	65
Comunidad externa.....	66
Escuela Nacional Preparatoria Anexa a la Normal de los Reyes Acaquilpan del Estado de México	66
Seminario de Recolección de Agua Pluvial y Conservación de Agua de Negocios e Investigación en el Estado de Puebla.....	66
Segunda evaluación diagnóstica de las instalaciones hidráulicas y sanitarias de la Universidad Autónoma de Baja California Sur	67
Escuela Secundaria Diurna 127 Ramón López Velarde, Coyoacán, Distrito Federal	67
Foro: Reacciona por el agua, en Atlixco, Puebla.....	68
3er. Foro del Agua: agua, usos y tecnología. Universidad del Papaloapan, campus Loma Bonita.....	68
XXVIII Convención Anual y Expo ANEAS, Mérida, Yucatán 2014	69
Actualización de la página web.....	69
Consumos de agua de las dependencias	69
Semáforo de la calidad del agua	69
Dependencias activas.....	69
Eventos y actividades.....	69
Prensa	69
Descargas	69
Reporte de fugas de agua	69
Valores UNAM.....	69
Página de inicio	69
Actualización de las redes sociales	70
Boletín PUMAGUA	70
Elaboración de artículos.....	71
Presencia en medios de comunicación.....	71

Televisión	71
Radio	71
Medios impresos.....	71
Medios digitales.....	71
Otras actividades.....	73
Reportaje “Realiza PUMAGUA monitoreo de fugas en Ciudad Universitaria”	73
Cartel para los baños con equipos ahorradores de agua en la UNAM	73
Video reportaje “PUMAGUA: En defensa del agua”	73
Video: En verdad, ¿prefieres la embotellada?	73
Proyecto externo para CONAGUA: Diseño y Evaluación de la Encuesta Nacional sobre Percepciones, Actitudes y Conductas respecto al Servicio de Agua Potable	74
Revisión literaria	74
Diseño de instrumento de Captación	74
Supervisión del levantamiento	75
Análisis de los resultados.....	75
Lecciones aprendidas a lo largo de 2014	77
Referencias.....	80
Participantes	84

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. . Muestreo en pozo de extracción	11
Ilustración 2. Muestreo en bebedero	11
Ilustración 3. Localización de los sitios de monitoreo puntual de agua para uso y consumo humano, CU, UNAM. 2014.....	12
Ilustración 4. Sistema de sensores de medición de calidad del agua en tiempo real, CU, UNAM. 2014 ...	14
Ilustración 5. Porcentaje de cumplimiento del parámetro cloro residual libre medido en tiempo real, conforme la NOM-127-SSA1-1994 (2000), CU, UNAM. 2014.....	16
Ilustración 6. Localización de tanques de almacenamiento de agua para uso y consumo humano monitoreados.....	16
Ilustración 7. Coliformes fecales en bebedero de la Facultad de Química.....	25
Ilustración 8. Coliformes totales en bebedero de la Facultad de Química.....	25
Ilustración 9. Coliformes totales en bebedero de la Torre de Rectoría-Basamento	25
Ilustración 10. Coliformes totales en bebedero del Instituto de Biología	25
Ilustración 11. Dispositivo de tratamiento de tipo doméstico en tres etapas	26
Ilustración 12. Dispositivo de tratamiento de tipo doméstico en tres etapas	26

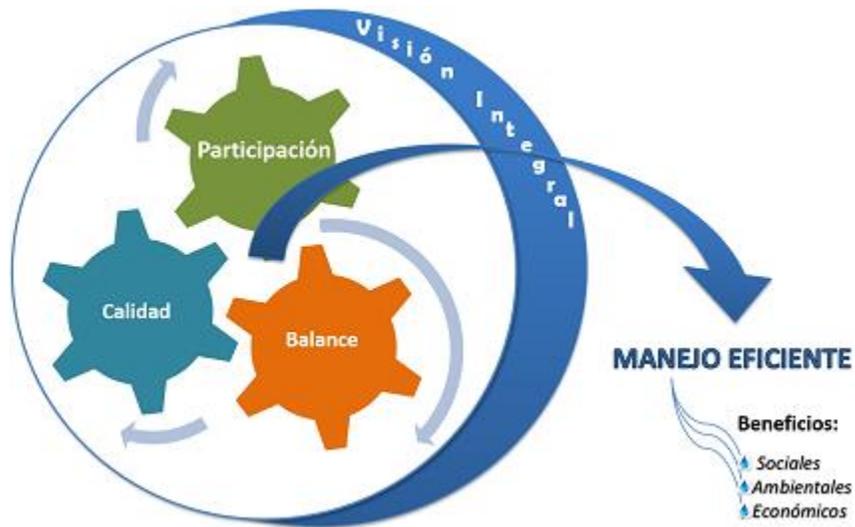
Ilustración 13. Bebedero con dispositivo de tratamiento de tipo doméstico en tres etapas.	26
Ilustración 14. Aireadores para grifo	26
Ilustración 15. Limpieza del tanque	28
Ilustración 16. Corrosión.....	28
Ilustración 17. Recubrimiento con material sanitario	28
Ilustración 18. Caja de aguas residuales junto a tanque	28
Ilustración 19. Caja de inspección de aguas residuales	28
Ilustración 20. Hongo en el material de recubrimiento que se está desprendiendo.	28
Ilustración 21. Grillo muerto en contacto con el agua	28
Ilustración 22. Sardinel en mal estado.....	28
Ilustración 23. Falta de recubrimiento en tubos enterrados que atraviesan las paredes del tanque.....	28
Ilustración 24. Propuesta de Pantalla de Filtrado de Monitoreo en Tiempo Real de la Calidad del Agua del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua.....	32
Ilustración 25. Esquema de la comunicación entre el sistema de telemetría	36
Ilustración 26. Interfaz donde se despliegan las gráficas de consumo y fugas	36
Ilustración 27. Comportamiento en la instalación de medidores hasta el 2014	38
Ilustración 28. Trabajos para colocación de equipos repetidores	40
Ilustración 29. Descarga de información de medidores en CU con el Ranger.....	41
Ilustración 30. Comparación balance hidráulico 2008 – 2014.....	42
Ilustración 31. Red de distribución de CU y sus 5 sectores hidráulicos.....	43
Ilustración 32. Válvula reguladora de presión instalada en el sector III.....	44
Ilustración 33. Fuga detectada con el monitoreo en la Dirección General de Orientación y Servicios Estudiantiles (DGOSE).....	45
Ilustración 34. Sub sectores en la parte baja del sector 1, donde se localizaron aproximadamente 9 LPS.....	45
Ilustración 35. Taller impartido en el Instituto de Ingeniería	47
Ilustración 36. Total de muebles sustituidos en la UNAM.....	47
Ilustración 37. Medición del suministro de agua potable con equipo ultrasónico portátil en el campus Morelos de la UNAM.....	49
Ilustración 38. Trabajos de campo en la FES Acatlán.....	49
Ilustración 39. Trabajos de medición y levantamiento de la red en la UABCS	50
Ilustración 40. Cartel de convocatoria	53
Ilustración 41. Estudiantes de la Facultad de Contaduría y Administración	55
Ilustración 42. Reunión con instituciones universitarias en la zona cultural de Ciudad Universitaria	58
Ilustración 43. Carteles de la campaña UNAMeta común: Valorar el agua.....	60
Ilustración 44. Stand de PUMAGUA y del Observatorio del agua, UNAM.....	61
Ilustración 45. Stand de PUMAGUA en la Carrera SEFI-UNAM por la sustentabilidad de México	62
Ilustración 46. Visita a la planta de tratamiento de aguas residuales en el Instituto de Ingeniería.....	66
Ilustración 47. Plática de PUMAGUA e instalación de esculturas en el Instituto Tecnológico de Atlixco ..	68

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados del monitoreo puntual de agua para uso y consumo humano en CU, UNAM. 2014 .	13
Tabla 2. Resultados del monitoreo en tiempo real de agua para uso y consumo humano en CU, UNAM. 2014	15
Tabla 3. Requerimientos para mantener condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento	18
Tabla 4. Porcentaje de cumplimiento del parámetro cloro residual libre en tanques de almacenamiento de agua para uso y consumo humano	19
Tabla 5. Resultados de laboratorio externo acreditado en Bebedero de Escuela Nacional de Trabajo Social	21
Tabla 6. Resultados de laboratorio externo acreditado a la salida del Tanque Bajo.....	22
Tabla 7. Resultados de laboratorio externo acreditado a la salida del Tanque Vivero Alto.....	23
Tabla 8. Resultados del diagnóstico de la calidad del agua en puntos de consumo en el campus Ciudad Universitaria, UNAM. 2014.	24
Tabla 9. Porcentaje de cumplimiento de norma de los parámetros analizados en el agua residual tratada para riego de áreas verdes.....	30
Tabla 10. Servicio Social en el grupo de calidad del agua.....	33
Tabla 11. Tesis en desarrollo en el grupo de calidad del agua.	34
Tabla 12. Tesis concluidas en el grupo de calidad del agua.....	34
Tabla 13. Micro medidores Instalados hasta el año 2014	37
Tabla 14. Antenas Gateway instaladas	39
Tabla 15. Fugas detectadas en los edificios con el monitoreo, algunas ya fueron reparadas y las restantes se encuentran en etapa de localización.....	46
Tabla 16. Ahorro de agua por la sustitución de 5681 muebles de baño	48
Tabla 17. Gráfica sobre la disponibilidad para realizar conductas de índole proambiental.....	56

Antecedentes

El Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) surgió en 2008, con el objetivo de “Implementar un programa integral de manejo, uso y reuso del agua en la UNAM, con la participación de toda la comunidad universitaria”. El Programa está constituido por tres áreas que trabajan de manera sincrónica: Calidad del Agua, Balance Hidráulico y Fomento a la Participación Social:



De 2008 a 2013 se lograron los siguientes avances en Ciudad Universitaria, entre otros:

- Reducción de extracción de los pozos en un 23%
- Cumplimiento de normatividad oficial respecto a calidad de agua para uso y consumo humano, y residual tratada
- Participación de 70% de dependencias y entidades universitarias en acciones de uso responsable del agua.
- Elaboración de 25 tesis de licenciatura y de posgrado

Además, el Programa fue extendido a otros 4 campus de la UNAM.

En el año 2014, las acciones se concentraron en cuatro actividades principales:

- Consolidar el Observatorio del agua de la UNAM, a partir del monitoreo de información de calidad y cantidad de agua, y de participación social; del despliegue de dicha información en una plataforma digital de libre acceso, la cual incluye un componente de encuestas para interactuar con los usuarios.

- Dar seguimiento a las acciones para reducir el suministro de agua potable, mejorar/conservar la calidad del agua y fomentar la participación social en los campus de la UNAM.
- Replicar el Programa en otros campus de la UNAM y en entidades externas a ésta, y aplicar los conocimientos generados por el Programa en el desarrollo de proyectos específicos en México.
- Generar investigación en cada una de las áreas de PUMAGUA.

A continuación se presentan los indicadores de avance de las tres áreas que conforman PUMAGUA, de la formación de recursos humanos e investigaciones realizadas, así como del proyecto externo efectuado en este año.

Indicadores de avance

Calidad del Agua

- A partir de la constatación de la calidad adecuada del agua para uso y consumo humano, se establecieron los lineamientos para el diseño de despachadores de agua.
- Se han instalado 4 prototipos distintos de despachadores de agua en CU para promover el consumo de agua “de la llave”.
- Respecto al año 2013, se ha logrado una mejor operación de los sistemas de desinfección instalados en los pozos de extracción, que se manifiesta en una frecuencia mayor de cumplimiento de la normatividad oficial.
- Se concluyó el diagnóstico de la calidad del agua en bebederos previamente instalados en el campus. Los resultados evidencian que no es conveniente el uso de dispositivos de tratamiento de tipo doméstico.
- Algunas dependencias ya han empezado a cuidar y mantener condiciones sanitarias en sus tanques de almacenamiento.
- El agua residual tratada cumplió en todo momento con los parámetros analizados, a diferencia del año 2013 cuando se detectaron conteos bacterianos mayor al límite de norma.
- Una tesis generada en PUMAGUA reveló que los coliformes fecales son insuficientes para evaluar la calidad microbiológica del agua residual tratada.
- Se diseñó el componente de Calidad del agua del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua.

Balance Hidráulico

- Se puso en marcha la plataforma digital SUMA y actualmente es posible consultarla desde cualquier computadora.
- Se pusieron en funcionamiento 34 micro-medidores (más de cinco veces el número instalado en 2013), dando un total de 206 y una cobertura de medición de 80%.
- Se enlazaron 30 medidores, con lo cual se cuenta con 107 enlazados en total.

Informe de avances. PUMAGUA 2014

- Se logró localizar las fugas en las que se perdían 15 l/s, de las cuales se recuperaron 10 l/s.
- Se reprogramaron las válvulas reguladoras de presión para disminuir la presión en el horario nocturno y así disminuir fugas (beneficios a estimar en 2015).
- Se llegó a 5,681 muebles de baño de bajo consumo instalados en la UNAM.
- Se le dio seguimiento a la implementación de PUMAGUA en campus externos.
- Se hizo la propuesta de tipo y número de medidores para el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, los cuales ya fueron instalados.
- Se efectuó un 80% del levantamiento de la red hidráulica de la FES Acatlán, para la propuesta del sistema de medición de consumos.

Fomento a la participación social

- En el Segundo concurso *ReUNAMos acciones por el agua* se contó con 107 alumnos inscritos y 20 profesores, quienes asesoraron las propuestas.
- El sitio web de PUMAGUA ha recibido más de 54, 000 visitas
- La página de Facebook cuenta con 4,700 amigos
- La cuenta de Twitter ha logrado tener 4,300 seguidores, es decir, 1,500 amigos más que en año 2013.
- PUMAGUA tuvo presencia en 4 estaciones de radio, 2 canales de televisión, 4 revistas y en una plataforma de difusión y vinculación de proyectos de sustentabilidad mexicanos.
- PUMAGUA participó en 3 foros del agua, un seminario y en una convención, 4 de los cuales se realizaron fuera del Distrito Federal.
- Se publicaron 10 notas en medios informativos digitales sobre la instalación de despachadores de agua en la Facultad de Medicina.
- Se realizaron 5 reuniones con 39 dependencias y entidades participantes en PUMAGA. Posteriormente, se realizó el *Segundo y Tercer taller de mantenimiento a muebles de baño* con 26 personas de 15 instituciones universitarias.

Formación de recursos humanos e Investigación

- Participaron en PUMAGUA 15 estudiantes, como becarios o como prestadores de servicios social
- Se redactaron 3 artículos especializados, uno sobre la percepción del servicio de agua potable en el Distrito Federal, otro sobre la efectividad de las historietas para transmitir información sobre el agua y otro sobre calidad del agua en bebederos.
- Se generaron 2 tesis de licenciatura y 4 tesis están en proceso, de las cuales 3 son de licenciatura y 1, de maestría.

Proyecto externo para CONAGUA: Diseño y Evaluación de la Encuesta Nacional sobre Percepciones, Actitudes y Conductas respecto al Servicio de Agua Potable

- Se elaboró el instrumento de medición (cuestionario estructurado)
- Se supervisó el levantamiento de la encuesta
- Se realizó el análisis preliminar de los datos
- Se elaboró el informe de resultados preliminares

A continuación se detallan los avances de cada área de PUMAGUA, al igual que los del proyecto externo.

Calidad del agua

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 en todas las etapas del sistema de abastecimiento, medición en tiempo real de la red de distribución, inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento en edificios, análisis de muestras certificado por un laboratorio externo, además de un diagnóstico en puntos de consumo.

El abastecimiento de agua destinada para uso y consumo humano en el campus Ciudad Universitaria proviene de fuente subterránea, y se obtiene a partir de tres pozos de extracción (Pozo de Química, Pozo de Multifamiliar y Pozo del Vivero Alto) concesionados a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y cuya responsabilidad esta delegada a la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM. En cada pozo se encuentra instalado un sistema automático de desinfección con hipoclorito de sodio al 13%.

El agua que se extrae del pozo Vivero Alto es almacenada en el Tanque Vivero Alto y de allí se conduce a través de la red de distribución hacia puntos de consumo y tanques de almacenamiento en edificios del sector hidráulico 5. La proveniente del pozo Química y Multifamiliar es almacenada en el Tanque Bajo y Tanque Alto, y al mismo tiempo es conducida directamente hacia la red de distribución de los sectores hidráulicos 1, 2, 3, 4 y la Pista de Calentamiento e Instituto de Investigaciones Biomédicas ubicados en el sector 5.

Monitoreo puntual

El monitoreo puntual consiste en tomar muestras de agua en diversos sitios del sistema de abastecimiento de agua potable para la medición y verificación del cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a las normas vigentes.



Ilustración 1. . Muestreo en pozo de extracción



Ilustración 2. Muestreo en bebedero

Se monitorearon los siguientes sitios de monitoreo desde la fuente de abastecimiento hasta puntos de consumo (bebederos) con la intención de asegurar el suministro de agua de buena calidad, y actuar oportunamente en caso de detectar alguna anomalía.

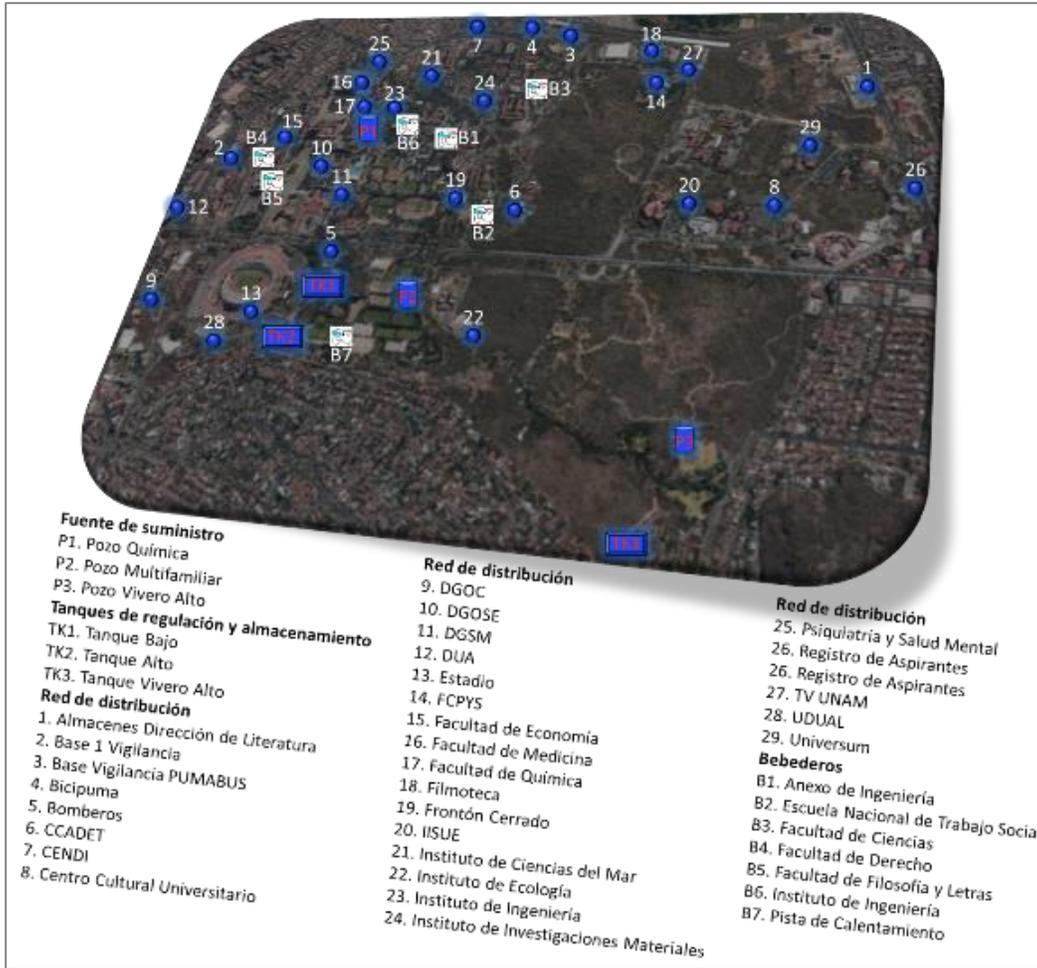


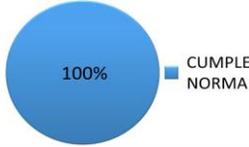
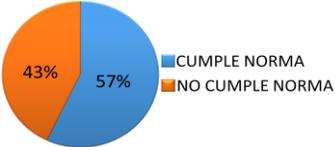
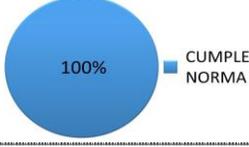
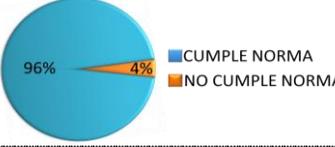
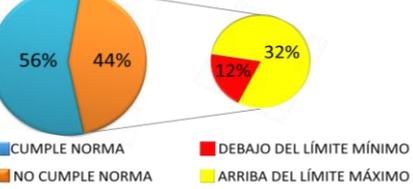
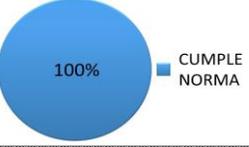
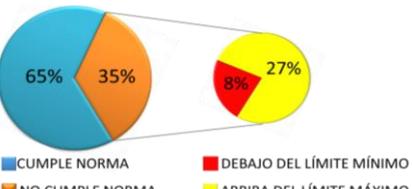
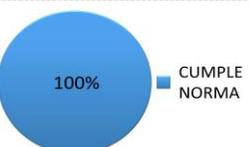
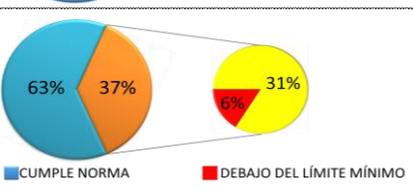
Ilustración 3. Localización de los sitios de monitoreo puntual de agua para uso y consumo humano, CU, UNAM. 2014

Durante el periodo de monitoreo los parámetros fisicoquímicos nitratos, pH, turbiedad y sólidos disueltos totales se mantuvieron dentro de los límites establecidos en la norma mexicana vigente de agua potable NOM-127-SSA1-1994 (2000).

En cuanto a los parámetros microbiológicos coliformes fecales y coliformes totales, no se detectó su presencia en la red de distribución ni en bebederos (sin pasar por dispositivos de tratamiento de tipo doméstico como filtro de carbón activado y lámpara de luz ultravioleta), aun cuando se detectaron concentraciones de cloro residual libre por debajo del límite mínimo de norma (insuficiente para una desinfección adecuada) en el 8% del total de mediciones realizadas en todo el sistema de abastecimiento. También se detectaron concentraciones por encima del límite máximo, presentándose así variaciones que van desde 0 mg/l hasta valores mayores a 2.2 mg/l.

Informe de avances. PUMAGUA 2014

Tabla 1. Resultados del monitoreo puntual de agua para uso y consumo humano en CU, UNAM. 2014

Etapa del sistema	Periodo de monitoreo	N° de sitios monitoreados	N° de muestreos	Parámetros analizados	Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento de los parámetros medidos, conforme NOM-127-SSA1-1994, 2000
Fuente de abastecimiento (antes de sistema de desinfección)	agosto a noviembre de 2014	3	23	Nitratos, pH, turbiedad, Sólidos disueltos totales, coliformes fecales	 100% CUMPLE NORMA
				Coliformes totales	 57% CUMPLE NORMA, 43% NO CUMPLE NORMA
Tanques de regulación y almacenamiento	agosto a noviembre de 2014	3	23	Nitratos, pH, turbiedad, Sólidos disueltos totales	 100% CUMPLE NORMA
				coliformes fecales y coliformes totales	 96% CUMPLE NORMA, 4% NO CUMPLE NORMA
	febrero a noviembre de 2014	2	77	Cloro residual libre	 56% CUMPLE NORMA, 44% NO CUMPLE NORMA, 12% DEBAJO DEL LÍMITE MÍNIMO, 32% ARRIBA DEL LÍMITE MÁXIMO
Red de distribución	febrero a noviembre de 2014	12	160	Nitratos, pH, turbiedad, Sólidos disueltos totales, coliformes fecales y coliformes totales	 100% CUMPLE NORMA
		29	749	Cloro residual libre	 65% CUMPLE NORMA, 35% NO CUMPLE NORMA, 8% DEBAJO DEL LÍMITE MÍNIMO, 27% ARRIBA DEL LÍMITE MÁXIMO
Bebedores	febrero a noviembre de 2014	7	75	Nitratos, pH, turbiedad, Sólidos disueltos totales, coliformes fecales y coliformes totales	 100% CUMPLE NORMA
			89	Cloro residual libre	 63% CUMPLE NORMA, 37% NO CUMPLE NORMA, 6% DEBAJO DEL LÍMITE MÍNIMO, 31% ARRIBA DEL LÍMITE MÁXIMO

En el mes de septiembre en el Tanque Bajo se detectó la presencia de coliformes fecales (20 UFC/100ml) y coliformes totales (23 UFC/100ml), lo que se atribuyó a fallas continuas en el sistema de desinfección instalado en el pozo de Química. Estas fallas fueron reportadas por PUMAGUA a la Dirección General de Obras y Conservación para que se atendieran oportunamente. 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 Multifamiliar, por lo que éste suceso no afectó la calidad del agua en la red de distribución ni en puntos de consumo.

Los resultados obtenidos en el monitoreo puntual durante el periodo 2014 evidencian que el agua de suministro en los parámetros monitoreados posee una buena calidad para uso y consumo humano. Sin embargo, para el aseguramiento de la calidad del agua la Dirección General de Obras y Conservación requiere garantizar de manera permanentemente una operación eficiente de los sistemas de desinfección, de tal forma que se mantengan concentraciones de cloro residual libre dentro del límite permisible de norma (0.2 a 1.5 mg/L).

Monitoreo en tiempo real

El monitoreo en tiempo real se realiza mediante un sistema de sensores de medición en línea, instalado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM desde el año 2009. El sistema está conformado por 5 sensores con los cuales se miden 6 parámetros: cloro residual libre, nitratos, turbiedad, pH, sólidos disueltos totales y temperatura. Los sensores registran y almacenan datos cada 5 minutos, lo cual genera alrededor de 288 registros por día para cada parámetro.

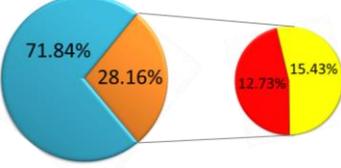


Ilustración 4. Sistema de sensores de medición de calidad del agua en tiempo real, CU, UNAM. 2014

Durante el periodo de monitoreo los parámetros de calidad del agua nitratos, turbiedad, pH y sólidos disueltos totales se mantuvieron dentro de los límites de norma.

En el caso del cloro residual libre se detectaron mediciones que rebasan los límites permisibles (0.2 a 1.5 mg/l) establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 (2000). Se detectaron variaciones que van desde 0.00 mg/l hasta 4.33 mg/l.

Tabla 2. Resultados del monitoreo en tiempo real de agua para uso y consumo humano en CU, UNAM. 2014

Monitoreo en tiempo real				
Etapa del sistema	Periodo de monitoreo	N° total de mediciones	Parámetros analizados	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	 <p>100% CUMPLE NORMA</p>
		84,654	pH	
		95,580	turbiedad	
	94,126	Nitratos		
	Enero a noviembre de 2014	93,235	Cloro residual libre	 <p>71.84% CUMPLE NORMA 28.16% NO CUMPLE NORMA 12.73% DEBAJO DEL LÍMITE MÍNIMO 15.43% ARRIBA DEL LÍMITE MÁXIMO</p>

En los meses de febrero y octubre el sistema de desinfección operó muy cercano al 100%, mientras en el mes de julio presentó muchos problemas. Desde el mes de septiembre y hasta la fecha se presenta mejora progresiva en el funcionamiento correcto de dicho sistema. La Dirección General de Obras y Conservación debe garantizar la operación eficiente de este sistema de desinfección, de tal manera que se asegure la inocuidad del agua que se suministra a la población universitaria.

Informe de avances. PUMAGUA 2014

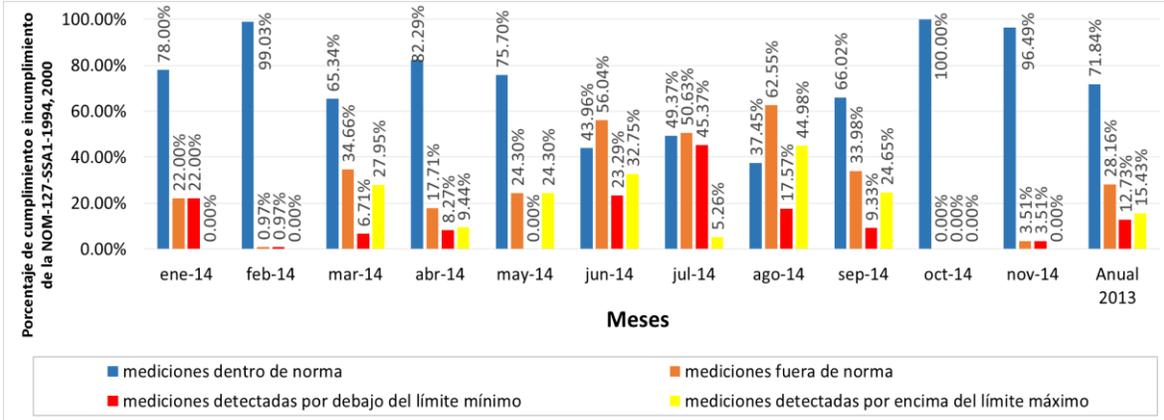


Ilustración 5. Porcentaje de cumplimiento del parámetro cloro residual libre medido en tiempo real, conforme la NOM-127-SSA1-1994 (2000), CU, UNAM. 2014

Inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento en edificios

La inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento es primordial para proteger la calidad del agua. En la norma NOM-179-SSA1-1998 y NOM-230-SSA1-2002 se especifican criterios de referencia para su evaluación.

Mensualmente se llevó a cabo dicha inspección en 52 tanques de almacenamiento en edificios, además de la medición de cloro residual libre. Un total de 450 mediciones fueron realizadas en el periodo de febrero a noviembre de 2014.



Ilustración 6. Localización de tanques de almacenamiento de agua para uso y consumo humano monitoreados.

En la Tabla 3 se señala con una “X” los requerimientos para mantener condiciones sanitarias en cada uno de los 52 tanques monitoreados.

Los problemas que más se observaron en la inspección son: superficies metálicas oxidadas en contacto con el agua (escaleras, tubos); falta de limpieza dentro de la cisterna; falta de protección con malla de 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.

Los tanques que requieren atención urgente son: Torre de Rectoría, Centro de Estudios Cinematográficos, Facultad de Ciencias Tlahuizcalpan, Instituto de Química, Torre de Investigaciones de la Facultad de Medicina, Conjunto E (interior) de la Facultad de Química, Edificio C Instituto de Investigaciones Materiales, Jardín Botánico, Casita de las Ciencias Universum, Posgrado de Contaduría, Subestación de Relaciones Laborales, Subdirección de registro y aplicación de examen de selección, y Talleres de Conservación.

Algunas dependencias ya han realizado mejoras en sus tanques de almacenamiento para proteger la calidad el agua. Entre ellos: Bicipuma, Cendi, Facultad de Psicología, División de Universidad Abierta, Estadio Olímpico Universitario, Museo Universitario de Arte Contemporáneo, y Posgrado de Economía.

Como se observa en la Tabla 4, los tanques en los que más se detectaron concentraciones de cloro residual libre por debajo del límite mínimo (insuficiente para una desinfección adecuada) fueron: Centro de Estudios Cinematográficos, Filmoteca UNAM 1, y Subdirección de registro y aplicación de examen de selección. Estas fueron las únicas que se detectaron en la misma situación en el mes de noviembre, además del Instituto de Fisiología Celular.

Durante el periodo de monitoreo dicho parámetro presentó variaciones que van desde 0.00 mg/L a 2.20 mg/L. Se detectaron concentraciones menor al límite mínimo en el 3% (14/450 mediciones) y concentraciones mayor al límite máximo en el 14% (63/450 mediciones) de las mediciones, para un porcentaje total de incumplimiento de la norma NOM-127-SSA1-1994 (2000) en el parámetro cloro residual libre en el 17% (77/450 mediciones) del total de mediciones.

Tabla 3. Requerimientos para mantener condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento

N° de tanque	Nombre de tanque de almacenamiento	Requerimientos necesarios para mantener condiciones sanitarias*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Biblioteca Central	X									
2	Bicipuma CU	X			X						X
3	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico			X	X						
4	Centro de Desarrollo Infantil							X			
5	Centro de Estudios Cinematográficos	X			X		X	X			
6	Coordinación de Servicios Urbanos	X				X		X			X
7	Dirección de Teatro y Danza (1)	X			X						X
8	Dirección de Teatro y Danza (2)	X			X						X
9	Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas			X	X		X			X	
10	DGTIC (antes Dirección General de Servicios de Computo Académico DGSCA)										X
11	Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios	X					X	X			
12	Dirección General de Obras y Conservación	X		X	X		X			X	
13	División de Universidad Abierta - DUA (antes posgrado de Derecho)	X			X	X		X			
14	Estadio Olímpico Universitario, palomar	X				X		X			X
15	Facultad de Ciencias, Principal	X			X				X	X	
16	Facultad de Ciencias, Tlahuizcalpan	X		X							
17	Facultad de Filosofía y Letras			X			X	X			
18	Facultad de Medicina, torre de Investigaciones	X	X		X		X	X			
19	Facultad de Psicología	X			X					X	
20	Facultad de Química, conjunto D										
21	Facultad de Química, conjunto E (Exterior)										
22	Facultad de Química, conjunto E (Interior)										
23	Filmoteca UNAM 1										
24	Filmoteca UNAM 2										
25	Gimnasio-Tae kwon do	X		X	X		X	X			X
26	Hemeroteca Nacional	X					X	X			
27	Instituto de Biología, edificio A-B	X			X		X	X			X
28	Instituto de Biología, edificio C-D	X			X		X	X			X
29	Instituto de Fisiología Celular							X			
30	Instituto de Investigaciones Biomédicas	X			X						X
31	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio C						X	X			
32	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio E						X	X			
33	Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación				X		X	X			
34	Instituto de Investigaciones Sociales	X									
35	Instituto de Matemáticas						X				
36	Instituto de Química				X						X
37	Jardín Botánico			X	X		X	X	X	X	
38	Museo Universitario de Arte Contemporáneo	X				X	X	X			
39	Museo Universum	X									
40	Museo Universum, Casita de las Ciencias	X			X		X	X			
41	Posgrado de Contaduría	X		X	X						X
42	Posgrado de Economía	X					X	X	X		
43	Relaciones Laborales, subestación	X			X		X				
44	Salas Culturales	X			X					X	X
45	Subdirección de registro y aplicación de examen de selección	X									
46	Talleres de Conservación	X		X	X			X	X		X
47	Tienda UNAM #3	X			X			X			
48	Torre de Humanidades II						X	X			
49	Torre de Ingeniería							X			X
50	Torre de Rectoría	X	X		X			X		X	
51	Unidad de Seminarios	X	X		X						
52	Unión de Universidades de América Latina y el Caribe	X	X			X			X		

***Equivalencias**

1. Superficies metálicas oxidadas en contacto con el agua (escaleras, tubos).
2. Ausencia de sardinel que impida escurrimientos hacia el interior del tanque.
3. Falta de mantenimiento en tapas.
4. Falta de limpieza dentro de la cisterna.
5. La cisterna no está protegida contra vandalismo.
6. falta de protección con malla de tipo mosquitero o similar en dispositivos de ventilación, rejillas, tubos u otros ductos
7. Falta Impermeabilización en paredes interiores y superficies metálicas en contacto con el agua.
8. Presencia de fauna en el agua.
9. Presencia de flora en el agua.
10. Faltan ductos de ventilación en forma de "u" o de codo invertido.

Informe de avances. PUMAGUA 2014

Tabla 4. Porcentaje de cumplimiento del parámetro cloro residual libre en tanques de almacenamiento de agua para uso y consumo humano

N° de tanque	Nombre de tanque de almacenamiento	N° de mediciones realizadas	Cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994 (2000) en el parámetro cloro residual libre			
			Por debajo del límite mínimo (%)	Por encima del límite máximo (%)	Fuera de norma (%)	Dentro de norma (%)
1	Biblioteca Central	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
2	Bicipuma CU	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
3	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
4	Centro de Desarrollo Infantil	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
5	Centro de Estudios Cinematográficos	3	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%
6	Coordinación de Servicios Urbanos	7	0.00%	57.14%	57.14%	42.86%
7	Dirección de Teatro y Danza (1)	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
8	Dirección de Teatro y Danza (2)	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
9	Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas	6	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
10	DGTIC (antes Dirección General de Servicios de Computo Académico DGSCA)	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
11	Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
12	Dirección General de Obras y Conservación	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
13	División de Universidad Abierta - DUA (antes posgrado de Derecho)	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
14	Estadio Olímpico Universitario, palomar	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
15	Facultad de Ciencias, Principal	5	0.00%	20.00%	20.00%	80.00%
16	Facultad de Ciencias, Tlahuizcalpan	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
17	Facultad de Filosofía y Letras	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
18	Facultad de Medicina, torre de Investigaciones	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
19	Facultad de Psicología	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
20	Facultad de Química, conjunto D	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
21	Facultad de Química, conjunto E (Exterior)	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
22	Facultad de Química, conjunto E (Interior)	8	12.50%	0.00%	12.50%	87.50%
23	Filmoteca UNAM 1	4	50.00%	0.00%	50.00%	50.00%
24	Filmoteca UNAM 2	1	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
25	Gimnasio-Tae kwon do	8	0.00%	25.00%	25.00%	75.00%
26	Hemeroteca Nacional	6	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
27	Instituto de Biología, edificio A-B	8	12.50%	0.00%	12.50%	87.50%
28	Instituto de Biología, edificio C-D	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
29	Instituto de Fisiología Celular	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
30	Instituto de Investigaciones Biomédicas	6	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
31	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio C	5	0.00%	40.00%	40.00%	60.00%
32	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio E	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
33	Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación	6	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
34	Instituto de Investigaciones Sociales	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
35	Instituto de Matemáticas	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
36	Instituto de Química	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
37	Jardín Botánico	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
38	Museo Universitario de Arte Contemporáneo	7	14.29%	0.00%	14.29%	85.71%
39	Museo Universum	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
40	Museo Universum, Casita de las Ciencias	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
41	Posgrado de Contaduría	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
42	Posgrado de Economía	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
43	Relaciones Laborales, subestación	6	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
44	Salas Culturales	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
45	Subdirección de registro y aplicación de examen de selección	8	37.50%	0.00%	37.50%	62.50%
46	Talleres de Conservación	6	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%
47	Tienda UNAM #3	6	16.67%	16.67%	33.33%	66.67%
48	Torre de Humanidades II	5	0.00%	20.00%	20.00%	80.00%
49	Torre de Ingeniería	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
50	Torre de Rectoría	6	0.00%	33.33%	33.33%	66.67%
51	Unidad de Seminarios	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
52	Unión de Universidades de América Latina y el Caribe	8	0.00%	62.50%	62.50%	37.50%

Análisis Certificado del Agua

En el mes de septiembre de 2014 se solicitó a un laboratorio externo acreditado, el muestreo y análisis de toda la norma NOM-127-SSA1-1994 (2000) en tres sitios del sistema de abastecimiento de agua para uso y consumo humano en el campus Ciudad Universitaria: Tanque Bajo, Tanque Vivero Alto y Bebedero de la Escuela Nacional de Trabajo Social. Estos sitios se seleccionaron conforme a lo especificado en la NOM-179-SSA1-1998.

Los resultados evidencian que el agua que se abastece es apta para uso y consumo humano. En cuanto a la presencia de coliformes fecales y coliformes totales en el Tanque Bajo, también fue detectado en los análisis realizados por PUMAGUA en el monitoreo puntual permanente. Dicho crecimiento se debió a fallas continuas en el sistema de desinfección instalado en el pozo de Química. El agua al salir del Tanque Bajo se mezcla con agua clorada de la red de distribución proveniente del sistema de desinfección del pozo Multifamiliar, por lo que éste suceso no afectó la calidad del agua en la red de distribución ni en puntos de consumo. Lo cual fue corroborado a través de mediciones en otros sitios y un bebedero conectado a la misma red.

Tabla 5. Resultados de laboratorio externo acreditado en Bebedero de Escuela Nacional de Trabajo Social

  LABORATORIOS • ABC <small>QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS S.A. de C.V.</small>																																		
LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS S.A. de C.V. <small>JACARANDAS No. 19. COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGON, MEXICO, D.F. 01740</small> <small>Tels. (55) 53-371160 CON 15 LINEAS Fax (55) 56-358487 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx</small>																																		
RESUMEN DE RESULTADOS Y COMPARATIVO CONTRA LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LA NOM-127-SSA1-1994 MODIFICACION 2000																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">CLIENTE:</td> <td colspan="6">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE MUESTREO:</td> <td colspan="6">30 de Septiembre de 2014</td> </tr> <tr> <td>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:</td> <td colspan="6">BEBEDERO ESCUELA NACIONAL DE TRABAJO SOCIAL</td> </tr> <tr> <td>No. LABORATORIO:</td> <td colspan="6">370197-3</td> </tr> </table>							CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO						FECHA DE MUESTREO:	30 de Septiembre de 2014						IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	BEBEDERO ESCUELA NACIONAL DE TRABAJO SOCIAL						No. LABORATORIO:	370197-3					
CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO																																	
FECHA DE MUESTREO:	30 de Septiembre de 2014																																	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	BEBEDERO ESCUELA NACIONAL DE TRABAJO SOCIAL																																	
No. LABORATORIO:	370197-3																																	
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO	LDM	LPC																												
CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS																																		
COLIFORMES FECALES (NMP)	NMP/100 mL	AUSENTE	AUSENCIA	CUMPLE	1,1	***																												
COLIFORMES TOTALES (NMP)	NMP/100 mL	AUSENTE	AUSENCIA	CUMPLE	1,1	***																												
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS																																		
COLOR VERDADERO (Pt-Co)	U Pt/Co	2,50	20	CUMPLE	2,5	***																												
OLOR	No. UMBRAL	ND	VER NOTA 1		NA	NA																												
SABOR	No. UMBRAL	ND			NA	NA																												
TURBIDIDAD	UTN	0,29		CUMPLE	0,05	0,2																												
METALES																																		
ALUMINIO	mg/L	ND	0,20	CUMPLE	0,00102	0,0100																												
ARSENICO	mg/L	0,0107	0,025	CUMPLE	0,00017	0,0010																												
BARIO	mg/L	0,0296	0,70	CUMPLE	0,00004	0,0010																												
CADMIO	mg/L	ND	0,005	CUMPLE	0,00001	0,0005																												
COBRE	mg/L	0,1114	2,00	CUMPLE	0,00110	0,0100																												
CROMO	mg/L	ND	0,05	CUMPLE	0,00011	0,0010																												
FIERRO	mg/L	0,0091	0,30	CUMPLE	0,00086	0,0100																												
MANGANESO	mg/L	0,0006	0,15	CUMPLE	0,00009	0,0010																												
MERCURIO	mg/L	0,0003	0,001	CUMPLE	0,00005	0,0005																												
PLOMO	mg/L	ND	0,01	CUMPLE	0,00013	0,0005																												
SODIO	mg/L	33,3950	200	CUMPLE	0,0177	1,00																												
ZINC	mg/L	0,0119	5,00	CUMPLE	0,00090	0,0100																												
COMPUESTOS ORGÁNICOS																																		
FENOLES TOTALES	mg/L	ND	0,3	CUMPLE	0,0001	0,001																												
TRIHALOMETANOS TOTALES	mg/L	0,00617	0,2	CUMPLE	NA	NA																												
BENCENO	µg/L	ND	10	CUMPLE	0,041	0,21																												
ETILBENCENO	µg/L	ND	300	CUMPLE	0,032	0,21																												
TOLUENO	µg/L	ND	700	CUMPLE	0,047	0,28																												
XILENOS	µg/L	ND	500	CUMPLE	0,039	0,21																												
PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS																																		
ALDRIN	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00006	0,0005																												
DELDRIN	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00008	0,0005																												
CLORDANO	µg/L	ND	0,2	CUMPLE	0,0001	0,0005																												
DDT	µg/L	ND	1	CUMPLE	0,0001	0,0005																												
GAMA-BCH (LINDANO)	µg/L	ND	2	CUMPLE	0,0001	0,0005																												
HEXAACLOREBENCENO	µg/L	ND	1	CUMPLE	0,0001	0,0005																												
HEPTACLORO Y SU EPOXIDO	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00012	0,0005																												
METOXICLORO	µg/L	ND	20	CUMPLE	0,00008	0,0005																												
2,4-D	µg/L	ND	30	CUMPLE	0,0028	0,014																												
FISICOQUÍMICOS																																		
CIANUROS TOTALES	mg/L	0,001	0,07	CUMPLE	0,0005	0,005																												
CLORO LIBRE RESIDUAL	mg/L	1,40	0,2 - 1,50	CUMPLE	0,1	***																												
CLORUROS	mg/L	39,1	250	CUMPLE	9	***																												
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	123,5	500	CUMPLE	20	***																												
FLUORUROS	mg/L	0,359	1,5	CUMPLE	0,0068	0,05																												
NITRATOS (NITROGENO DE)	mg/L	6,4861	10	CUMPLE	0,0016	0,010																												
NITRITOS (NITROGENO DE)	mg/L	0,0011	1	CUMPLE	0,0006	0,005																												
NITROGENO AMONICAL	mg/L	0,1216	0,5	CUMPLE	0,0033	0,010																												
pH	U pH	7,12	6,5 - 8,5	CUMPLE	4	***																												
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	338,0	1000	CUMPLE	100	***																												
SULFATOS	mg/L	32,62	400	CUMPLE	0,49	5,0																												
SAAM	mg/L	ND	0,5	CUMPLE	0,025	0,100																												
CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS																																		
RADIATIVIDAD ALFA GLOBAL	Bq/L	ND	0,56	CUMPLE	NA	*																												
RADIATIVIDAD BETA GLOBAL	Bq/L	0,144	1,85	CUMPLE	NA	*																												

NOTA 1: AGRADABLE(SE ACEPTARAN AQUELLOS QUE SEAN TOLERABLES PARA LA MAYORIA DE LOS CONSUMIDORES, SIEMPRE QUE NO SEAN RESULTADO DE CONDICIONES OBJETABLES DESDE EL PUNTO DE VISTA BIOLÓGICO O QUÍMICO).

Observaciones:
 SAAM ANALIZADO POR LABORATORIO DE MUESTREO Y ANALISIS S.A DE C.V CON ACREDITAMIENTO ANTE EMA No AG-0083-012/11.
 * PARAMETRO ANALIZADO POR GENERAL ENGINEERING LABORATORIES LLC, CON SEDE EN CHARLESTON SC, USA.
 LDM ALFA TOTAL (Bq/L): 0,0499 Y LDM BETA TOTAL (Bq/L): 0,140
 NA = No Aplica. NE = No Efectuado. LPC = Limite práctico de cuantificación.
 ND = No Detectado. LDM = Limite de detección del método. Bq/L = Bequerels por litro.
 *** EL VALOR REPORTADO EN LA COLUMNA DEL LDM CORRESPONDE A LA CANTIDAD MINIMA DETECTABLE DEL METODO

Tabla 6. Resultados de laboratorio externo acreditado a la salida del Tanque Bajo

ABC Analitic



LABORATORIOS • ABC
QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS S.A. de C.V.

LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS S.A. de C.V.

JACARANDAS No. 19, COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGON, MEXICO, D.F. 01740

Tels. (55) 53-371160 CON 15 LINEAS Fax (55) 56-358487 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx

RESUMEN DE RESULTADOS Y COMPARATIVO CONTRA LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LA NOM-127-SSA1-1994 MODIFICACION 2000

CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FECHA DE MUESTREO:	30 de Septiembre de 2014
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	SALIDA DEL TANQUE BAJO
No. LABORATORIO:	370197-1

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO	LDM	LPC
CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS						
COLIFORMES FECALES (NMP)	NMP/100 mL	>8	AUSENCIA	NO CUMPLE	1,1	***
COLIFORMES TOTALES (NMP)	NMP/100 mL	>8	AUSENCIA	NO CUMPLE	1,1	***
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLEPTICAS						
COLOR VERDADERO (Pt-Co)	U Pt/Co	2,50	20	CUMPLE	2,5	***
OLOR	No. UMBRAL	ND	VER NOTA 1		NA	NA
SABOR	No. UMBRAL	ND			NA	NA
TURBIEDAD	UTN	0,21		5	CUMPLE	0,05
METALES						
ALUMINIO	mg/L	ND	0,20	CUMPLE	0,00102	0,0100
ARSENICO	mg/L	0,0154	0,025	CUMPLE	0,00017	0,0010
BARIO	mg/L	0,0544	0,70	CUMPLE	0,00004	0,0010
CADMIO	mg/L	ND	0,005	CUMPLE	0,00001	0,0005
COBRE	mg/L	0,0013	2,00	CUMPLE	0,00110	0,0100
CROMO	mg/L	0,0016	0,05	CUMPLE	0,00011	0,0010
FIERRO	mg/L	0,0241	0,30	CUMPLE	0,00086	0,0100
MANGANESO	mg/L	0,0013	0,15	CUMPLE	0,00009	0,0010
MERCURIO	mg/L	0,0005	0,001	CUMPLE	0,00005	0,0005
PLOMO	mg/L	ND	0,01	CUMPLE	0,00013	0,0005
SODIO	mg/L	56,2980	200	CUMPLE	0,0177	1,00
ZINC	mg/L	0,0077	5,00	CUMPLE	0,00090	0,0100
COMPUESTOS ORGÁNICOS						
FENOLES TOTALES	mg/L	0,00120	0,3	CUMPLE	0,0001	0,001
TRIALOMETANOS TOTALES	mg/L	0,00076	0,2	CUMPLE	NA	NA
BENCENO	µg/L	ND	10	CUMPLE	0,041	0,21
ETILBENCENO	µg/L	ND	300	CUMPLE	0,032	0,21
TOLUENO	µg/L	ND	700	CUMPLE	0,047	0,28
XILENOS	µg/L	ND	500	CUMPLE	0,039	0,21
PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS						
ALDRIN	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00006	0,0005
DIELDRIN	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00008	0,0005
CLORDANO	µg/L	ND	0,2	CUMPLE	0,0001	0,0005
DDT	µg/L	ND	1	CUMPLE	0,0001	0,0005
GAMA-BCH (LINDANO)	µg/L	ND	2	CUMPLE	0,0001	0,0005
HEXAACLOREBENCENO	µg/L	ND	1	CUMPLE	0,0001	0,0005
HEPTACLORO Y SU EPOXIDO	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00012	0,0005
METOXICLORO	µg/L	ND	20	CUMPLE	0,00008	0,0005
2,4-D	µg/L	ND	30	CUMPLE	0,0028	0,014
FISICOQUIMICOS						
CIANUROS TOTALES	mg/L	0,001	0,07	CUMPLE	0,0005	0,005
CLORO LIBRE RESIDUAL	mg/L	ND	0,2 - 1,50	NO CUMPLE	0,1	***
CLORUROS	mg/L	62,7	250	CUMPLE	9	***
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	115,0	500	CUMPLE	20	***
FLUORUROS	mg/L	0,426	1,5	CUMPLE	0,0068	0,05
NITRATOS (NITROGENO DE)	mg/L	2,3407	10	CUMPLE	0,0016	0,010
NITRITOS (NITROGENO DE)	mg/L	0,0017	1	CUMPLE	0,0006	0,005
NITROGENO AMONICAL	mg/L	0,0609	0,5	CUMPLE	0,0033	0,010
pH	U pH	7,57	6,5 - 8,5	CUMPLE	4	***
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	388,0	1000	CUMPLE	100	***
SULFATOS	mg/L	11,48	400	CUMPLE	0,49	5,0
SAAM	mg/L	ND	0,5	CUMPLE	0,025	0,100
CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS						
RADIATIVIDAD ALFA GLOBAL	Bq/L	ND	0,56	CUMPLE	NA	*
RADIATIVIDAD BETA GLOBAL	Bq/L	0,192	1,85	CUMPLE	NA	*

NOTA 1: AGRADABLE (SE ACEPTARAN AQUELLOS QUE SEAN TOLERABLES PARA LA MAYORIA DE LOS CONSUMIDORES, SIEMPRE QUE NO SEAN RESULTADO DE CONDICIONES OBJETABLES DESDE EL PUNTO DE VISTA BIOLÓGICO O QUÍMICO).

Observaciones:

SAAM ANALIZADO POR LABORATORIO DE MUESTREO Y ANALISIS S.A DE C.V CON ACREDITAMIENTO ANTE EMA No AG-0083-012/11.

SE DETECTAN OTROS PICOS DE COMPUESTOS QUE NO CORRESPONDEN A LOS PLAGUICIDAS CLORADOS CALIBRADOS EN EL METODO ANALITICO

NA = No Aplica.

NE = No Efectuado.

LPC = Limite práctico de cuantificación.

ND = No Detectado.

LDM = Limite de detección del método.

Bq/L = Bequerles por litro.

*** EL VALOR REPORTADO EN LA COLUMNA DEL LDM CORRESPONDE A LA CANTIDAD MINIMA DETECTABLE DEL METODO

Tabla 7. Resultados de laboratorio externo acreditado a la salida del Tanque Vivero Alto

ABCAnalitic**LABORATORIOS • ABC**
QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS S.A. de C.V.**LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS S.A. de C.V.**

JACARANDAS No. 19, COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGON, MEXICO, D.F. 01740

Tels. (55) 53-371160 CON 15 LINEAS Fax (55) 56-358487 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx

**RESUMEN DE RESULTADOS Y COMPARATIVO CONTRA LOS
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LA NOM-127-SSA1-1994 MODIFICACION 2000**

CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FECHA DE MUESTREO:	30 de Septiembre de 2014
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE VIVERO ALTO
No. LABORATORIO:	370197-2

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO	LDM	LPC
CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS						
COLIFORMES FECALES (NMP)	NMP/100 mL	AUSENTE	AUSENCIA	CUMPLE	1,1	***
COLIFORMES TOTALES (NMP)	NMP/100 mL	AUSENTE	AUSENCIA	CUMPLE	1,1	***
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS						
COLOR VERDADERO (Pt-Co)	U Pt/Co	2.50	20	CUMPLE	2,5	***
OLOR	No. UMBRAL	ND	VER NOTA 1		NA	NA
SABOR	No. UMBRAL	ND			NA	NA
TURBIEDAD	UTN	0,23		5	CUMPLE	0,05
METALES						
ALUMINIO	mg/L	ND	0,20	CUMPLE	0,00102	0,0100
ARSENICO	mg/L	0,0139	0,025	CUMPLE	0,00017	0,0010
BARIO	mg/L	0,0171	0,70	CUMPLE	0,00004	0,0010
CADMIO	mg/L	ND	0,005	CUMPLE	0,00001	0,0005
COBRE	mg/L	0,0012	2,00	CUMPLE	0,00110	0,0100
CROMO	mg/L	ND	0,05	CUMPLE	0,00011	0,0010
FIERRO	mg/L	0,0049	0,30	CUMPLE	0,00086	0,0100
MANGANESO	mg/L	0,0006	0,15	CUMPLE	0,00009	0,0010
MERCURIO	mg/L	0,0001	0,001	CUMPLE	0,00005	0,0005
PLOMO	mg/L	ND	0,01	CUMPLE	0,00013	0,0005
SODIO	mg/L	41,9890	200	CUMPLE	0,0177	1,00
ZINC	mg/L	0,0418	5,00	CUMPLE	0,00090	0,0100
COMPUESTOS ORGÁNICOS						
FENOLES TOTALES	mg/L	0,00020	0,3	CUMPLE	0,0001	0,001
TRIALOMETANOS TOTALES	mg/L	0,02951	0,2	CUMPLE	NA	NA
BENCENO	µg/L	ND	10	CUMPLE	0,041	0,21
ETILBENCENO	µg/L	ND	300	CUMPLE	0,032	0,21
TOLUENO	µg/L	ND	700	CUMPLE	0,047	0,28
XILENOS	µg/L	ND	500	CUMPLE	0,039	0,21
PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS						
ALDRIN	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00006	0,0005
DIELDRIN	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00008	0,0005
CLORDANO	µg/L	ND	0,2	CUMPLE	0,0001	0,0005
DDT	µg/L	ND	1	CUMPLE	0,0001	0,0005
GAMA-BCH (LINDANO)	µg/L	ND	2	CUMPLE	0,0001	0,0005
HEXAFLOROBENCENO	µg/L	ND	1	CUMPLE	0,0001	0,0005
HEPTACLORO Y SU EPOXIDO	µg/L	ND	0,03	CUMPLE	0,00012	0,0005
METOXICLORO	µg/L	ND	20	CUMPLE	0,00008	0,0005
2,4-D	µg/L	ND	30	CUMPLE	0,0028	0,014
FISICOQUÍMICOS						
CIANUROS TOTALES	mg/L	0,004	0,07	CUMPLE	0,0005	0,005
CLORO LIBRE RESIDUAL	mg/L	0,40	0,2 - 1,50	CUMPLE	0,1	***
CLORUROS	mg/L	43,4	250	CUMPLE	9	***
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	151,2	500	CUMPLE	20	***
FLUORUROS	mg/L	0,531	1,5	CUMPLE	0,0068	0,05
NITRATOS (NITROGENO DE)	mg/L	7,8650	10	CUMPLE	0,0016	0,010
NITRITOS (NITROGENO DE)	mg/L	0,0009	1	CUMPLE	0,0006	0,005
NITROGENO AMONIAICAL	mg/L	0,1367	0,5	CUMPLE	0,0033	0,010
pH	U pH	7,15	6,5 - 8,5	CUMPLE	4	***
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	402,0	1000	CUMPLE	100	***
SULFATOS	mg/L	35,49	400	CUMPLE	0,49	5,0
SAAM	mg/L	ND	0,5	CUMPLE	0,025	0,100
CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS						
RADIATIVIDAD ALFA GLOBAL	Bq/L	ND	0,56	CUMPLE	NA	*
RADIATIVIDAD BETA GLOBAL	Bq/L	ND	1,85	CUMPLE	NA	*

NOTA 1: AGRADABLE (SE ACEPTARÁN AQUELLOS QUE SEAN TOLERABLES PARA LA MAYORÍA DE LOS CONSUMIDORES, SIEMPRE QUE NO SEAN RESULTADO DE CONDICIONES OBJETABLES DESDE EL PUNTO DE VISTA BIOLÓGICO O QUÍMICO).

Observaciones:

SAAM ANALIZADO POR LABORATORIO DE MUESTREO Y ANALISIS S A DE C V CON ACREDITAMIENTO ANTE EMA No AG-0083-012/11.

* PARAMETRO ANALIZADO POR GENERAL ENGINEERING LABORATORIES LLC, CON SEDE EN CHARLESTON SC, USA.

LDM ALFA TOTAL (Bq/L): 0,0369 Y LDM BETA TOTAL (Bq/L): 0,149

NA = No Aplica.

NE = No Efectuado.

LPC = Limite práctico de cuantificación.

ND = No Detectado.

LDM = Limite de detección del método.

Bq/L = Bequerles por litro.

*** EL VALOR REPORTADO EN LA COLUMNA DEL LDM CORRESPONDE A LA CANTIDAD MINIMA DETECTABLE DEL METODO

Diagnóstico de la calidad del agua en puntos de consumo en el campus Ciudad Universitaria, UNAM.

En el periodo de octubre de 2013 a junio de 2014, se realizó un monitoreo mensual de la calidad del agua en 19 bebederos instalados en algunas dependencias, todos ellos conectados a la red de distribución de CU. Se monitoreó sólo un bebedero por dependencia.

Tabla 8. Resultados del diagnóstico de la calidad del agua en puntos de consumo en el campus Ciudad Universitaria, UNAM. 2014.

Bebederos	Dispositivo de tratamiento de tipo doméstico	N° de muestreos realizados	Contaminación microbiológica detectada	Porcentaje de cumplimiento de la calidad bacteriológica (NOM-127)
1. Pista de Calentamiento	Ninguno	7	Ninguna	100% (5/5 bebederos)
2. Instituto de Ingeniería.		7	Ninguna	
3. Escuela Nacional de Trabajo Social.		7	Ninguna	
4. Facultad de Filosofía y Letras		7	Ninguna	
5. Facultad de Derecho		7	Ninguna	
1. Facultad de Ingeniería.	Filtro de sedimentos	6	Ninguna	100% (3/3 bebederos)
2. Bebedero Anexo de Ingeniería		7	Ninguna	
3. Facultad de Ciencias.		7	Ninguna	
1. Dirección de Teatro y Danza	Dispositivo de tratamiento en tres etapas: - Filtro de sedimentos - Filtro de carbón activado - Lámpara de luz ultravioleta.	7	Ninguna	64% (7/11 bebederos)
2. Dirección General de Obras y Conservación		7	Ninguna	
3. Facultad de Arquitectura.		7	Ninguna	
4. Facultad de Psicología.		7	Ninguna	
5. Facultad de Química		9	Coliformes fecales y totales	
6. Facultad de Veterinaria		7	Ninguna	
7. Instituto de Biología		8	Coliformes totales	
8. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología		9	Coliformes totales	
9. Instituto de Ecología.		7	Ninguna	
10. Talleres de Conservación de la Zona Cultural		7	Ninguna	
11. Torre de Rectoría - Basamento		3	Coliformes totales	

Como se observa en la tabla anterior, solo se detectó contaminación microbiológica en el agua de bebederos con dispositivos de tratamiento en tres etapas, lo cual se atribuye a la falta de higiene en las piezas internas y externas de estos bebederos, por la ausencia de un residual desinfectante como el cloro residual libre, el cual es eliminado con el filtro de carbón activado para mejorar el sabor del agua. Una vez que el cloro es retirado, el agua queda vulnerable al crecimiento microbiológico y se requieren condiciones de higiene muy estrictas para conservar su calidad (las condiciones de higiene se refiere al uso que le da el usuario, a la correcta limpieza y desinfección de las piezas internas y externas del bebedero, y al uso permanente del mismo) posterior a su paso por la lámpara de luz ultravioleta.

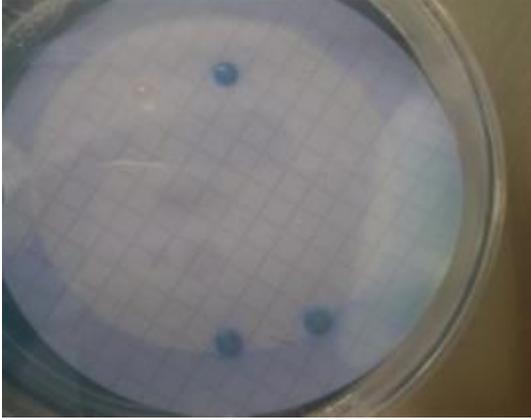


Ilustración 7. Coliformes fecales en bebedero de la Facultad de Química



Ilustración 8. Coliformes totales en bebedero de la Facultad de Química

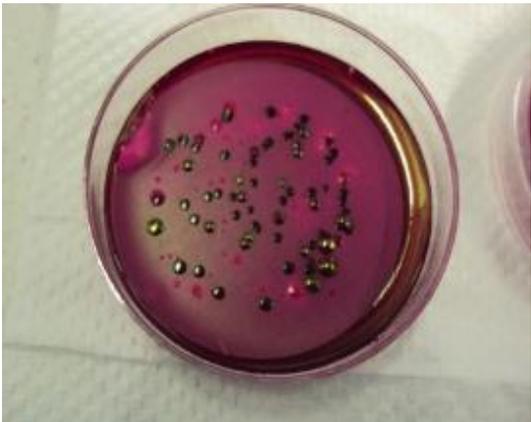


Ilustración 9. Coliformes totales en bebedero de la Torre de Rectoría-Basamento



Ilustración 10. Coliformes totales en bebedero del Instituto de Biología

A partir de los resultados del diagnóstico se concluye que en CU es adecuado beber agua directamente de la red de distribución sin contar con dispositivos de tratamiento de tipo doméstico como filtros o luz ultravioleta. Además, si se considera que las dependencias no monitorean la calidad del agua en sus bebederos instalados, PUMAGUA sugiere que no instalen dispositivos que cuenten con filtros de carbón activado, como es el caso de los dispositivos de tratamiento en tres etapas. En caso contrario, se sugiere no usar aireadores para grifos, ni tampoco instalar bebederos con almacenamiento del agua después de pasar por los dispositivos de tratamiento, debido a que los resultados aquí expuestos demuestran que la higiene de las piezas en bebederos con ese diseño puede afectar negativamente la calidad del agua en el punto de consumo.

Cabe resaltar que se constató que los bebederos en los que se presentó dicho crecimiento, recibieron su mantenimiento periódico. Lo que indica que el proveedor no garantiza una calidad del agua apta para consumo, y peor aún, está deteriorando la buena calidad que tiene antes de pasar por dicho bebedero.



Ilustración 11. Dispositivo de tratamiento de tipo doméstico en tres etapas



Ilustración 12. Dispositivo de tratamiento de tipo doméstico en tres etapas



Ilustración 13. Bebedero con dispositivo de tratamiento de tipo doméstico en tres etapas.



Ilustración 14. Aireadores para grifo

Diagnóstico de la calidad del agua en la Torre de Rectoría del campus Ciudad Universitaria, UNAM.

Aun cuando se tiene conocimiento de que el agua que se suministra en el campus CU es bebible, se realizó un diagnóstico en la Torre de Rectoría, puesto que las condiciones sanitarias en la red interna del edificio pueden modificar su calidad.

Durante el mes de junio de 2014 se llevó a cabo el muestreo y análisis de las características fisicoquímicas (cloro residual libre, turbiedad, pH, sólidos disueltos totales, y nitratos) y microbiológicas (coliformes fecales y coliformes totales) del agua en la Torre de Rectoría. Aunado a ello, con el apoyo de personal de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOOC) y personal de la Torre, se realizó una inspección de las condiciones sanitarias del tanque de almacenamiento, tomando de referencia lo especificado en la norma NOM-230-SSA1-2002.

Los análisis realizados en tarjas de cocinetas de la Torre, evidencian que ésta es bebible directamente de la llave. Aun así, es urgente que se realicen trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo al tanque de almacenamiento, con el fin de asegurar la calidad del agua.

Junto al tanque se encuentra una caja de inspección de aguas residuales, por lo que se debe dar prioridad a la inspección detallada del estado estructural de las paredes del tanque, y evitar infiltraciones que puedan poner en riesgo la salud de los usuarios de la Torre. Principalmente por el deterioro estructural que se observa a simple vista.



Ilustración 15. Limpieza del tanque



Ilustración 16. Corrosión



Ilustración 17. Recubrimiento con material sanitario



Ilustración 18. Caja de aguas residuales junto a tanque



Ilustración 19. Caja de inspección de aguas residuales



Ilustración 20. Hongo en el material de recubrimiento que se está desprendiendo.



Ilustración 21. Grillo muerto en contacto con el agua



Ilustración 22. Sardinel en mal estado



Ilustración 23. Falta de recubrimiento en tubos enterrados que atraviesan las paredes del tanque

Fabricación y puesta a prueba de despachadores de agua

Dado que el agua para uso y consumo humano que se abastece en CU cumple con la normatividad oficial, para promover que la comunidad universitaria la consuma, se solicitó a cuatro fabricantes la producción de prototipos de despachadores de agua que cumplieran con los requerimientos de higiene determinados por PUMAGUA previamente. Se logró contar con tres distintos modelos, los cuales fueron colocados en la Facultad de Medicina. Se les dio difusión mediante las redes sociales de dicha facultad, así como de PUMAGUA.



Agua residual tratada

Con el fin de asegurar la calidad del agua residual tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales Cerro del Agua, destinada para el riego de áreas verdes en el campus Ciudad Universitaria, 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 reúsen en servicios al público. Para ello, se llevó a cabo un monitoreo de la calidad del agua en el efluente de la planta de tratamiento, cisternas de almacenamiento y aspersores de riego. Debido a que la Planta solo produce agua con calidad para riego de áreas verdes durante época de secas, operó de este modo hasta mayo de 2014 y se reestableció hasta noviembre de 2014.

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 fueron las fijadas en dicha norma, y tampoco se midieron todos los parámetros establecidos, lo cual es necesario para una evaluación correcta y aseguramiento de la calidad del agua.

Tabla 9. Porcentaje de cumplimiento de norma de los parámetros analizados en el agua residual tratada para riego de áreas verdes.

Etapa del sistema	Periodo de monitoreo	N° sitios monitoreados	N° de muestreos	Parámetros analizados	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		

Además de los parámetros de norma, se midió la concentración de cloro residual libre, siendo 0.17 mg/l el valor más alto detectado. Esta concentración es insuficiente como residual desinfectante para evitar el recrecimiento bacteriano.

En cuanto 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.

Una de las conclusiones de la tesis “Calidad del Agua de Reuso: Generación-Almacenamiento-Distribución, posterior a la renovación de la Planta de tratamiento Cerro del Agua”, realizada por Jorge Jesús Cázares Venegas para obtener el título de Biólogo, es: “el parámetro de coliformes fecales no siempre resulta ser un indicador adecuado para determinar la inocuidad microbiológica del agua residual tratada analizada, ya que se identificaron bacterias patógenas en muestras que no presentaron coliformes fecales”. También concluye: “Algunas bacterias identificadas....., son potencialmente patógenas, por lo que es indispensable asegurar la calidad del agua residual tratada utilizada en riego de áreas verdes en Ciudad Universitaria”. Aunado a lo anterior concluye: “.....la ausencia de cloro residual refleja la presencia de coliformes fecales y de bacterias de interés patógeno que pueden ser transmitidas vía hídrica”.

Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA)

Se está trabajando en el desarrollo de una plataforma de Calidad del Agua que se integrará al Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA). Esta permitirá a la población universitaria consultar de manera actualizada la calidad del agua que se suministra para uso y consumo humano. Así como el administrador podrá realizar rápidamente análisis estadísticos del histórico de la calidad del agua. En la Figura 1 y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. se observa una primera versión en la que se está trabajando para el desarrollo de la funcionalidad que se pretende que tenga dicha plataforma.

Informe de avances. PUMAGUA 2014



Universidad Nacional Autónoma de México



PUMAGUA
Agua saludable, acción de todos

Home/Calidad del Agua/MonitoreoPuntual

Monitoreo puntual

Característica del agua

Parámetro:

Periodo: Inicio Año Mes Día

Final Año Mes Día

Calidad del agua:

[Filtrar](#)

[Gráficar cumplimiento de norma](#)

Gráfico de barras por sitio de monitoreo

Comparar

Gráfico de barras por periodo

Comparar

[Generar Reporte](#)

Plano

Tabla

Gráfico de barras por sitio de monitoreo

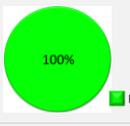
Gráfico de barras por periodo



Calidad del agua ● Bebible ● No beber hasta nuevo aviso*

NOM-127-SSA1-1994 (2000)

* Puede ocurrir debido a fallas y/o mantenimiento en el sistema de abastecimiento, falta de mantenimiento de los bebederos monitoreados conectados a la red, y/o por falta de higiene de usuarios en el punto de consumo.

Sitio de monitoreo	Parámetro	N° de mediciones	Valor máximo	Valor mínimo	Promedio	Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento conforme a norma	
Bebedero Instituto de Ingeniería	coliformes fecales	23	1 ufc/100 ml	0 ufc/100 ml	0 ufc/100 ml	 <p>96% 4%</p> <p>■ BEBIBLE ■ NO BEBER HASTA NUEVO AVISO</p>	Ver detalle de mediciones
Bebedero Escuela Nacional de trabajo social	turbiedad	23	0.42 UTN	0.11 UTN	0.18 UTN	 <p>100%</p> <p>■ BEBIBLE</p>	Ver detalle de mediciones

[Ver listado completo](#)

Figura 1. Propuesta de Pantalla de filtrado de Monitoreo Puntual de la Calidad del Agua del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua.

Informe de avances. PUMAGUA 2014



Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM



PUMAGUA
Agua saludable, acción de todos

Home/Calidad del Agua/Monitoreo en tiempo real

[← Monitoreo en tiempo real](#)

Parámetro

Periodo Inicio Año Mes Día
 Final Año Mes Día

En tiempo real

Calidad del agua

[Filtrar](#)

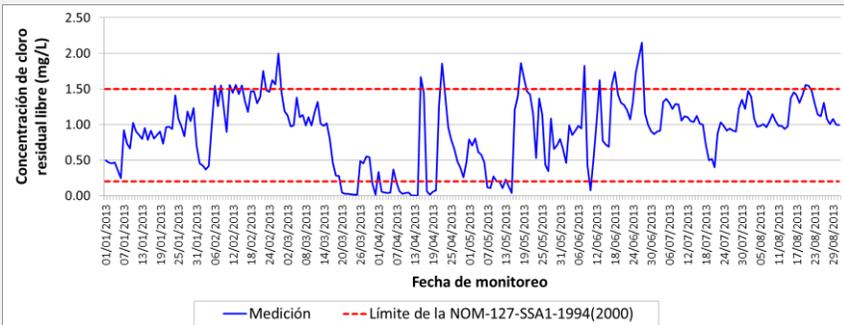
[Gráficar cumplimiento de norma](#)

Gráfico de barras por periodo
 Comparar

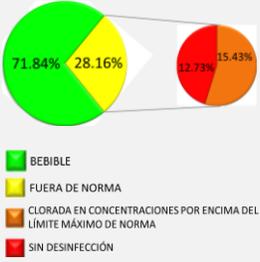
Gráfico de barras por sitio de monitoreo
 Comparar

[Generar Reporte](#)

Tabla
 Gráfico de línea
 Gráfico de barras por sitio de monitoreo
 Gráfico de barras por periodo



Fecha y hora de última medición	Resultado
29/08/2013 13:54	0.99 mg/l

Sitio de monitoreo	Parámetro	N° de mediciones	Valor máximo	Valor mínimo	Promedio	Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento conforme a norma
Instituto de Ingeniería	cloro residual libre	93,235	2.2 mg/l	0 mg/l	0.95 mg/l	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>■ BEBIBLE</p> <p>■ FUERA DE NORMA</p> <p>■ CLORADA EN CONCENTRACIONES POR ENCIMA DEL LÍMITE MÁXIMO DE NORMA</p> <p>■ SIN DESINFECCIÓN</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>

[Ver detalle de mediciones](#)

[→ Ver listado completo](#)

Ilustración 24. Propuesta de Pantalla de Filtrado de Monitoreo en Tiempo Real de la Calidad del Agua del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua.

Actividades en otros campus

En febrero de 2014 se entregó propuesta de diagnóstico para evaluar la calidad del agua en el campus Morelos, UNAM, con miras de implementación del programa PUMAGUA. Sin embargo, no fue aceptado por el momento debido al presupuesto que este representa.

En el mes de septiembre y octubre de 2014, se realizó un diagnóstico de la calidad del agua para uso y consumo humano en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Acatlán, UNAM. Lo primero que se encontró es que no se cuenta con un sistema desinfección. Es decir que el agua que se extrae y suministra no es desinfectada, y no esta provista de un residual desinfectante en su conducción hasta los puntos de consumo. Se realizaron dos muestreos en el pozo de extracción y en la tarja de una cocina. Los parámetros fisicoquímicos analizados nitratos, pH, turbiedad y sólidos disueltos totales cumplieron con los límites permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 (2000). Al contrario de los parámetros microbiológicos coliformes fecales y coliformes totales, los cuales se detectaron fuera de lo fijado en norma. Esto se atribuye a la falta de un sistema de desinfección del agua.

Se informó de estos hallazgos al Director de la FES Acatlán, quedando pendiente la instalación de dicho sistema.

También se midieron algunos parámetros para evaluar la calidad del agua a la salida del Sistema para Captación de Agua de Lluvia PWS, instalado en la FES Acatlán. En el muestreo realizado los parámetros fisicoquímicos nitratos, demanda bioquímica de oxígeno al quinto día, demanda química de oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, turbiedad, y los parámetros microbiológicos coliformes fecales y coliformes totales, presentan buenas características para diferentes usos. Sin embargo, es un tema que se debe trabajar con cuidado y realizar investigación al respecto, considerando que en ciudades como el Distrito Federal existe una gran variedad de contaminantes atmosféricos que pueden ser arrastrados por el agua de lluvia en diferentes periodos de precipitación, lo que implica que su calidad puede variar. En dicha investigación se deberá considerar que el uso de coliformes fecales es insuficiente para evaluar la calidad microbiológica del agua, repercutiendo directamente sobre la decisión de implementar un adecuado sistema de desinfección.

Formación de recursos humanos

En el grupo de Calidad del Agua se ha contado con la colaboración de estudiantes que han participado en diversas actividades en el año 2014, se contó con 2 estudiantes de servicio social, 3 estudiantes que están en el desarrollo de 3 tesis de licenciatura, y 1 estudiantes que logró concluir su tesis.

Tabla 10. Servicio Social en el grupo de calidad del agua.

Prestador	Servicio Social	Dependencia	Periodo
Jesús Tadeo Martínez Díaz	Apoyo en la determinación de parámetros microbiológicos de agua potable y agua residual tratada.	Instituto de Ingeniería	2014-1
Carlos Kegel Pacheco	Apoyo en la determinación de parámetros fisicoquímicos de agua potable y agua residual tratada.	Instituto de Ingeniería	2014-2

Tabla 11. Tesis en desarrollo en el grupo de calidad del agua.

Tesista	Título de la tesis
Hugo Márquez Sánchez	ESTUDIO DE LA CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA DE RECARGA NATURAL EN LOS POZOS DE ABSORCIÓN DE CIUDAD UNIVERSITARIA
Stephanie Paola Espinosa García	CAPACIDAD DEL MÉTODO DE MICROFILTRACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE ADENOVIRUS DEL AGUA RESIDUAL
José Ramón Sánchez Castañeda	ANÁLISIS DEL AGUA QUE SE SUMINISTRA EN BEBEDEROS DEL <i>CAMPUS</i> CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO.

Tabla 12. Tesis concluidas en el grupo de calidad del agua.

Tesista	Título de la tesis	Dependencia	Año de titulación
Jorge Jesús Cázares Venegas	CALIDAD DEL AGUA DE REÚSO: GENERACIÓN-ALMACENAMIENTO-DISTRIBUCIÓN, POSTERIOR A LA RENOVACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "CERRO DEL AGUA"	Instituto de Ingeniería	2014-2

Congresos, Publicaciones y Conferencias.

Artículo Publicado

González Villareal F.J., Lartigue Baca C., Toscano Vélez L.I., Propone PUMAGUA mejorar las características microbiológicas normadas. Revista ANEAS. Edición Bimestral enero a febrero 2014.

Artículo en proceso de revisión

Kegel Pacheco C., Toscano Vélez L.I., Lartigue Baca C., González Villareal F.J., Do treatment devices in water fountains really make water safe? Results from the National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico. Water Research.

Balance Hidráulico

Para encaminarse hacia el objetivo de PUMAGUA de disminuir a la mitad el suministro de agua potable en la UNAM, el área de Balance Hidráulico se ha enfocado en las siguientes acciones:

- Sistema de monitoreo de suministro y consumo
- Sectorización y control de presiones
- Detección y recuperación de caudales
- Sustitución de muebles de baño por equipos de bajo consumo
- Implementación de PUMAGUA en otros campus de la UNAM y en entidades externas a la universidad

Cabe señalar que, dentro del sistema de monitoreo de suministro y consumo, se ha desarrollado una plataforma digital, en tiempo real, denominada Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA), detallada más adelante en este documento.

También cabe hacer mención del trabajo conjunto que se desarrolla con la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC), así como con las entidades y dependencias universitarias, para lograr los avances que se muestran a continuación.

SISTEMA UNIVERSITARIO DE MONITOREO DE AGUA (SUMA)

- Es una plataforma digital en tiempo real permite a la comunidad universitaria y al público en general conocer el consumo y detectar fugas de agua de las distintas entidades universitarias, con despliegue espacial para
- Conocer suministros y consumos. Permitirá conocer en tiempo real los consumos de agua en las dependencias universitarias y la extracción de agua de las fuentes de abastecimiento de CU.
- Identificar pérdidas significativas. Mediante un sistema de alarmas y un semáforo se podrán detectar y clasificar las fugas para atender las más significativas.
- Identificar problemas de funcionamiento en el sistema. Con el sistema de alarmas se podrá detectar cualquier problema en el sistema, tanto en la red hidráulica como en el sistema de telemetría (medidores, antenas, etc.).
- Obtener información del sistema. Se tiene posicionada toda la infraestructura hidráulica y los elementos del sistema de telemetría y se pueden obtener planos de la red hidráulica en formato PDF o en imagen, además de poder exportar la información de las mediciones en formato Excel.

La plataforma consiste en micro-medidores instalados en las acometidas hidráulicas en los edificios de las dependencias universitarias y macro-medidores en los sectores hidráulicos y en los tres pozos con los que se abastece CU que envían por radio frecuencia pulsos con las mediciones que han registrado a antenas Gateway, instaladas estratégicamente en distintos puntos del campus. Estos concentradores de información transforman la señal analógica en digital y la envían a través de internet al servidor en la DGTIC (véase figura 26).

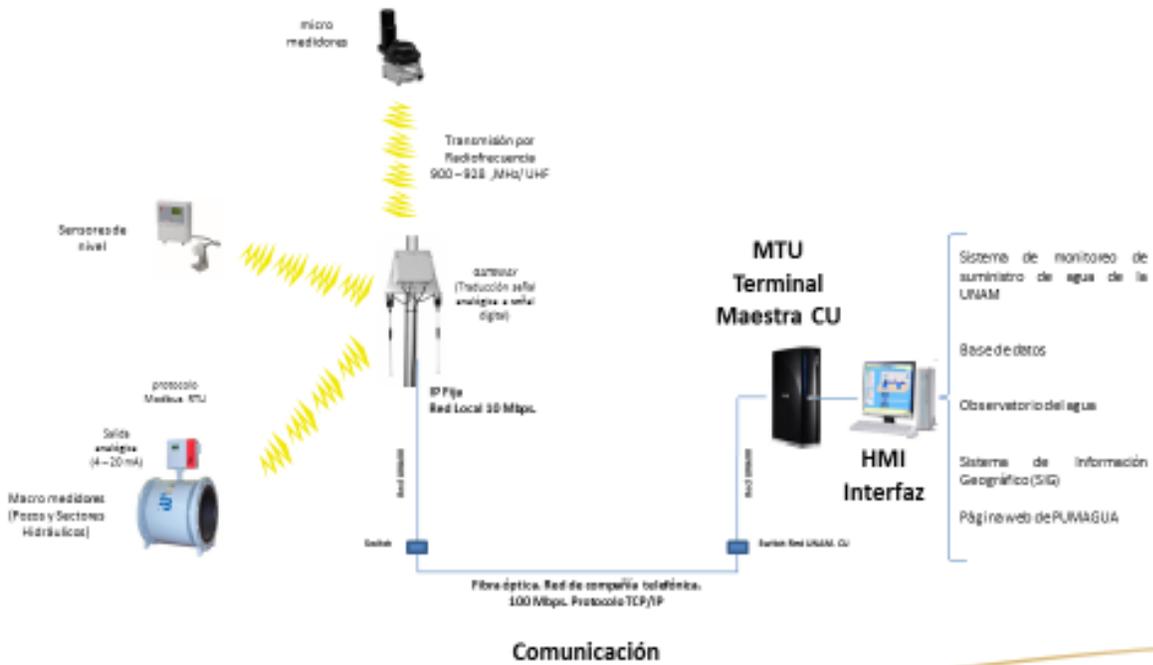


Ilustración 25. Esquema de la comunicación entre el sistema de telemetría

La información es manipulada mediante el SQL server, un manejador de base de datos y se despliega a través de una interfaz, que incluye gráficas y va a incluir análisis estadísticos en la segunda etapa.



Ilustración 26. Interfaz donde se despliegan las gráficas de consumo y fugas

Micro y Macro medición

En coordinación con la DGOC, se retomó el proceso de instalación de medidores, así como de reparación de aquellos que se encontraban dañados.



Figura 1. Micro medidores instalados en dependencias universitarias

Hasta diciembre de este año se han instalado 27 medidores y se repararon 7 más, que sumados a los 179 que ya se encontraban instalados, dan un total de 206 de los 261 proyectados para CU, logrando una cobertura de medición del 80 %

Tabla 13. Micro medidores Instalados hasta el año 2014

Año de instalación	Micro medidores Instalados
2009	49
2010	130
2011	151
2012	173
2013	179
2014(Noviembre)	206

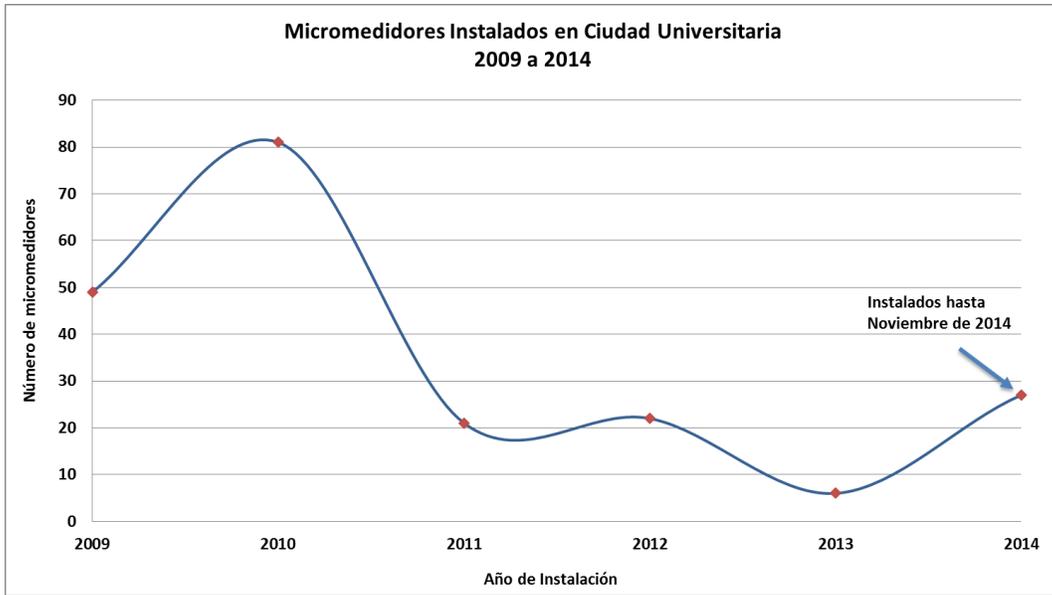


Ilustración 27. Comportamiento en la instalación de medidores hasta el 2014

Si se continúa con este ritmo de instalación se estima que para la conclusión del año 2015 se contara con el 100 % de cobertura, aunque es necesario decir que hay factores externos que pueden afectar la instalación de los equipos. En consecuencia, una estimación de 90 o 95 % de cobertura representaría un avance asequible.

En cuanto a los macro medidores, que son los equipos electromagnéticos instalados en los pozos y sectores hidráulicos de la red de distribución de agua potable de CU, el 100% de ellos (9) se encuentra instalado. De éstos, 5 funcionan correctamente, pero el del sector 3 requiere de un cambio de tarjeta, el del sector 4, de ser provisto de energía eléctrica y el del 5, de la canalización de un cable. Todas estas actividades serán concluidas para marzo de 2015, a más tardar.

Tabla 14. Estatus de los Macro medidores

Sitio	Diámetro (mm)	Status
Pozo 1. Química	150	Instalado y operando
Pozo 2. Multifamiliar	250	Instalado y operando
Pozo 3. Vivero Alto	250	Instalado y operando
Sector Hidráulico 1	150	Instalado y operando
Sector Hidráulico 2	200	Instalado y operando
Sector Hidráulico 3	150	Tarjeta quemada
Sector Hidráulico 4	100	Falta energizar
Sector Hidráulico 5	200	Falta canalización

El macro medidor restante está instalado en la línea del rebombear del “tanque bajo” al “tanque alto”. Se encuentra fuera de servicio y se está elaborando un diagnóstico de su falla, al parecer causada por alguna descarga eléctrica, ya que al igual que el medidor del sector 3, ha sufrido el daño en la tarjeta lógica en más de una ocasión.

Sistema de lectura remota

El sistema de lectura remota lo componen los medidores enlazados con las antenas Gateway, las propias antenas y equipos repetidores de señal como apoyo en la transmisión vía radiofrecuencia de los datos. Actualmente se encuentran instaladas 7 antenas alrededor del campus de CU y 2 en campus externos en las cuales se concentran las mediciones de los equipos enlazados.

Tabla 14. Antenas Gateway instaladas

Entidad Universitaria	Edificio	AREA	IP	STATUS
Colegio de Ciencias y Humanidades Sur	CCH Sur	Campus Externo	132.248.86.105	Operando
Torre de Ingeniería	Azotea de la Torre II	SH 1	132.248.224.115	Operando
Torre II de Humanidades	Local DGSCA	SH 1, 2 y 3	132.248.64.125	Operando
FES ARAGON	Módulo de Extensión Universitaria	Campus Externo	132.247.136.80	Operando
Instituto de Física	Acelerador	SH 3,5	132.248.209.55	Operando
UNIVERSUM	Antena en el edificio A	SH5	132.248.66.147	Operando
Torre de Rectoría	Lado sur oriente del cuarto de máquinas de elevadores	SH2 y SH4	132.248.166.49	Operando, no transmite
Biomédicas	Azote del edificio principal	SH5	132.248.116.249	Operando
UNAM, Campus Juriquilla	Ubicación cerca de la unidad de obras	Campus Externo	132.248.227.180	Operando

Por otra parte debido a que la transmisión de los medidores a los concentradores puede ser interrumpida por distintos elementos (vegetación, obstáculos temporales, etc.), a lo largo del año, se realizaron diferentes acciones para poder enlazar un mayor número de medidores al sistema remoto: La primera fue sustituir las carátulas integrales de algunos medidores por remotas. Después se extrajeron los radiotransmisores de los equipos, colocándolas en las tapas metálicas de los registros y de esta manera facilitar la línea de vista con los concentradores Gateway. Sin embargo, esta acción no siempre es suficiente para el enlace, debido a otros obstáculos para la transmisión, como la presencia de vegetación o el tipo de tapa. Por ello, a la par de estos trabajos, se colocan equipos repetidores de señal en puntos estratégicos.



Ilustración 28. Trabajos para colocación de equipos repetidores

Para el mes de noviembre se contaba con 32 equipos repetidores de señal, colocados en distintos puntos del campus y actualmente se trabaja en la realización de pruebas para la instalación de nuevos equipos, principalmente en los sectores 4 y 5.

Con las acciones mencionadas anteriormente para el enlace de medidores al sistema de lectura remota, actualmente se tienen 107 medidores que se reciben de manera automática, es decir, se aumentó en 30 el número de equipos enlazados respecto al inicio del año, que se tenían 77 equipos enlazados. Considerando que este año hubo un aumento significativo en la instalación de medidores, los 107 medidores enlazados representan el 50% de los equipos instalados. La continuación del enlace de medidores es de vital importancia para el futuro cercano del programa.

Sistema de lectura en campo o manual

Para obtener las mediciones del suministro de agua potable de los medidores que no están enlazados al sistema remoto, es necesario realizar recorridos de campo para descargar esa información de los data logger con los que cuentan los radios transmisores. Estos recorridos se realizan de forma mensual y se establecen rutas previas para facilitar y optimizar tiempos en la obtención de estas mediciones.



Ilustración 29. Descarga de información de medidores en CU con el Ranger

Hasta el mes de agosto se descargaban aproximadamente 65 medidores al mes por medio de estos recorridos de campo. Para el mes de noviembre la cifra aumentó a 100, debido al avance que se tuvo en la instalación de nuevos equipos.

Con la suma de mediciones obtenidas del sistema de lectura remota y de las descargadas en los recorridos, se realizó la actualización mensual del suministro de agua potable en las dependencias universitarias y fue posible detectar fugas dentro de los. Esta información es muy valiosa para el balance hidráulico que se realiza en PUMAGUA, calculado de la siguiente manera: Si se ha determinado que se extraen 80 litros por segundo de los pozos que abastecen al campus, de los cuales 22 se utilizan en el riego y 30, en el consumo de las dependencias y entidades universitarias, entonces se puede concluir que 28 litros por segundo se pierden en la red hidráulica de CU, es decir, 30 % del agua que se extrae en CU se pierde en fugas. Es necesario aclarar que esto es respecto a lo extraído actualmente, porque gracias a las acciones implementadas por PUMAGUA se ha reducido la extracción a 80 litros por segundo, entre otras razones, por la disminución de las fugas en un 50% (de 56 l/s, en 2008, a 28 l/s actualmente).

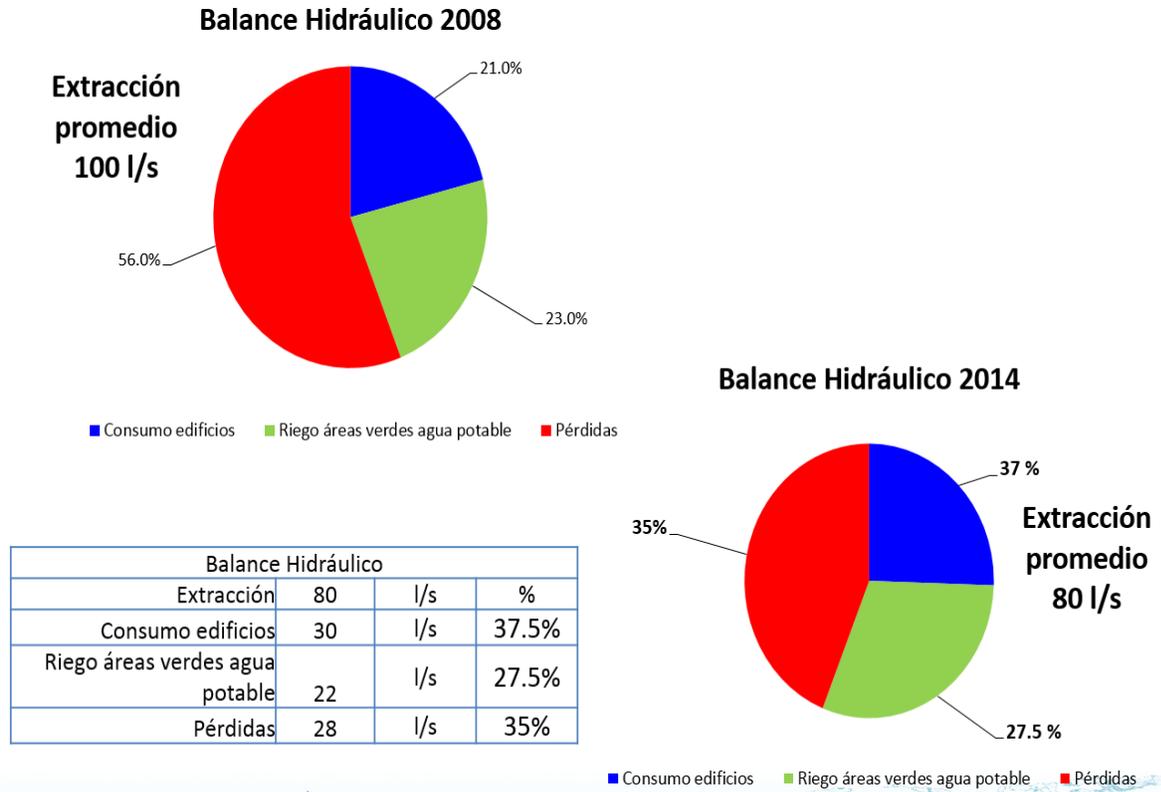


Ilustración 30. Comparación balance hidráulico 2008 – 2014

Sectorización y control de presiones

Este año los trabajos de sectorización se han enfocado principalmente a garantizar la hermeticidad de los 5 sectores hidráulicos, la puesta en marcha de los macro medidores que aún no se encuentran midiendo y la programación de las 2 válvulas reguladoras de presión (VRP) que se tienen instaladas en los sectores 1 y 3 para reducir las pérdidas en el sistema.

Para revisar que los sectores hidráulicos funcionen de manera hermética, en conjunto con la DGOC, se realizaron recorridos de campo periódicamente, debido a que cuando se presentan fugas el personal de dicha dirección tiene la necesidad de abrir y cerrar válvulas para repararlas, por lo que es necesario verificar que se vuelvan a cerrar correctamente.

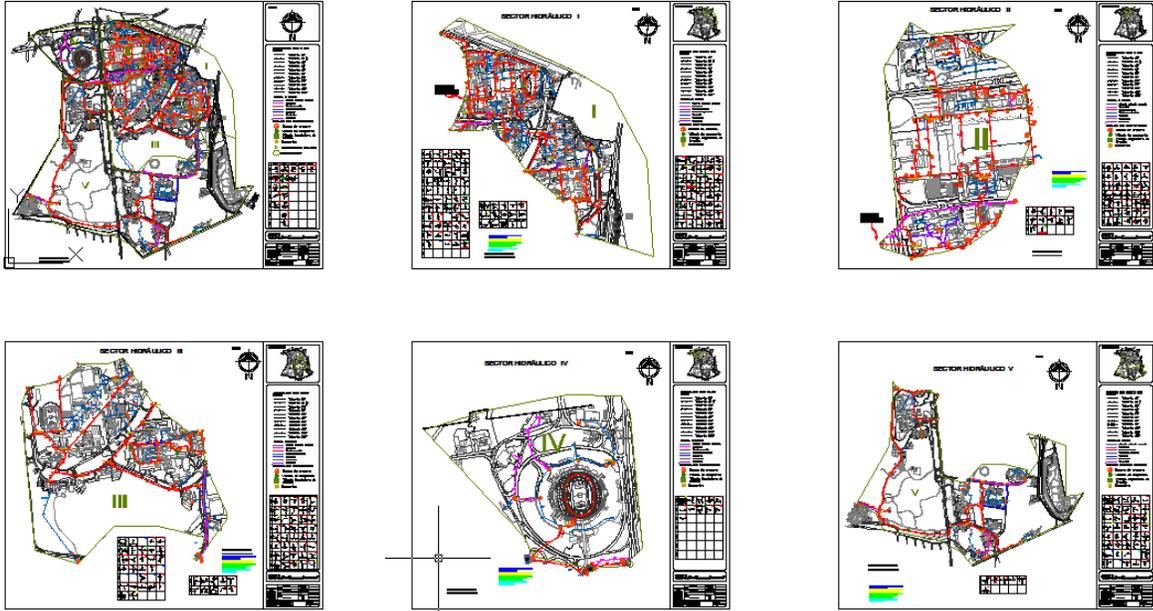


Ilustración 31. Red de distribución de CU y sus 5 sectores hidráulicos

Además de monitorear el estatus de los sectores hidráulicos se le da seguimiento a las presiones que se presentan en la red hidráulica de CU, esto con la finalidad de identificar las presiones máximas y mínimas con las que trabaja el sistema y poder establecer estrategias para el control de éstas en beneficio de reducir las pérdidas.

Para lograr una mayor eficiencia en la regulación de las presiones se instalaron en el año 2012 dos válvulas reguladoras de presión (VRP) en los sectores 1 y 3. Este año el personal de Balance Hidráulico asistió con el proveedor de las válvulas a cursos de capacitación para la revisión y programación de los equipos, debido a que las VRP no han trabajado de manera correcta desde su instalación y este año se programaron para que funcionen de manera óptima.

Las VPR se programaron para que funcionen con una presión de 4.5 kilos durante el día y de 2 kilos durante la noche, con lo cual las fugas disminuyen en el sistema, ya que al disminuir la presión en la red en horario nocturno las pérdidas se reducen. Como las válvulas fueron programadas en diciembre de 2014, será en 2015 cuando podamos cuantificar lo que se reducen las fugas por acción de las VRP.



Ilustración 32. Válvula reguladora de presión instalada en el sector III

Recuperación de caudales

Desde la implementación del PUMAGUA en CU, se lleva a cabo el programa de recuperación de caudales, es decir, la detección, localización y reparación de fugas en la red hidráulica de CU y en los edificios de las dependencias universitarias.

Este procedimiento de reparación de fugas tiene un protocolo de acción bien definido por el personal de PUMAGUA y que inicia con la detección de consumos extraordinarios en las mediciones obtenidas con el monitoreo, principalmente en horarios nocturnos. Las fugas en la red se detectan con la macro medición y en los edificios con la micro medición.

Informe de avances. PUMAGUA 2014

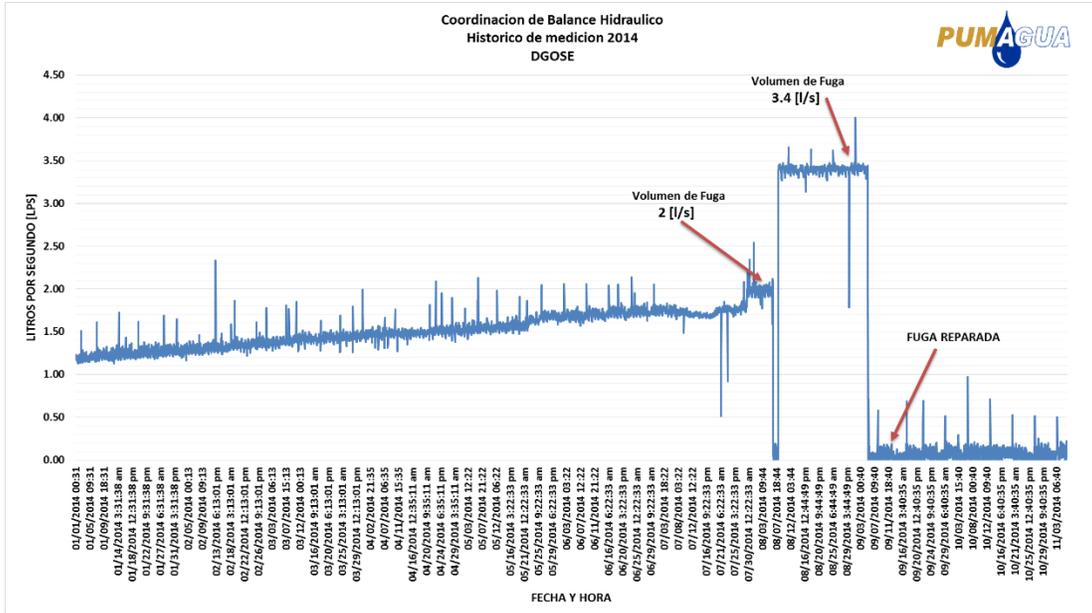


Ilustración 33. Fuga detectada con el monitoreo en la Dirección General de Orientación y Servicios Estudiantiles (DGOSE).

Una vez detectada la fuga, se le da aviso a la DGOC para que ellos, como organismo operador del sistema de agua potable de CU, procedan a la reparación de la tubería o tuberías donde se encuentran las fugas.

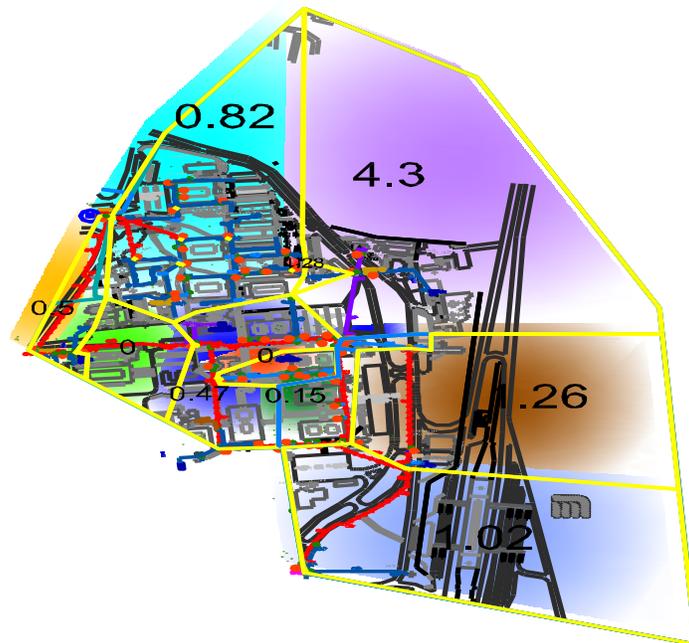


Ilustración 34. Sub sectores en la parte baja del sector 1, donde se localizaron aproximadamente 9 LPS

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.

Tabla 15. Fugas detectadas en los edificios con el monitoreo, algunas ya fueron reparadas y las restantes se encuentran en etapa de localización.

Dependencia	Fuga [LPS]	Fuga recuperada [LPS]
Edificio D. Facultad de Odontología	0.6	-----
Instituto de Investigaciones Sociales	1	1
Facultad de Veterinaria. Edificio 5	0.3	-----
Dirección General de Servicios Generales. Tienda UNAM	1.5	-----
Instituto de Fisiología Celular. Neurobiología	0.6	0.6
Dirección General de Orientación y Servicios Estudiantiles	5.5	5.5
Instituto de ingeniería. Mesa Vibradora	0.2	0.2
Instituto de Investigaciones Biomédicas. Edificio A	0.2	-----

En la tabla 4 podemos observar las fugas que se detectaron dentro de los edificios en CU, de los cuales se recuperaron 7.3 l/s, que sumados a los 3 LPS recuperados en la red hidráulica de ciudad universitaria dan los 10 l/s recuperados en total este año

Sustitución de muebles de baño

En este año además de monitorear la sustitución de muebles de baño por muebles de bajo consumo en las dependencias universitarias se ha dado seguimiento al funcionamiento de los muebles que se han sustituido desde la implementación del Programa.

Se organizaron dos talleres con la participación de varias dependencias universitarias con el objetivo de capacitar al personal de las mismas en el funcionamiento de sus muebles de baño, tanto en el diagnóstico, mantenimiento y reparación de fluxómetros y llaves. Estos talleres se llevaron a cabo con el apoyo de las principales empresas proveedoras de los muebles de baño y de algunas otras empresas como apoyo para los talleres.



Ilustración 35. Taller impartido en el Instituto de Ingeniería

En total, desde 2009, en la UNAM se han sustituido 5,681 muebles ahorradores con especificaciones de PUMAGUA, de los cuales 4 398 corresponden al número de muebles sustituidos en CU y 1 283, a los muebles sustituidos en las dependencias externas, Facultades de Estudios Superiores, preparatorias, etc.

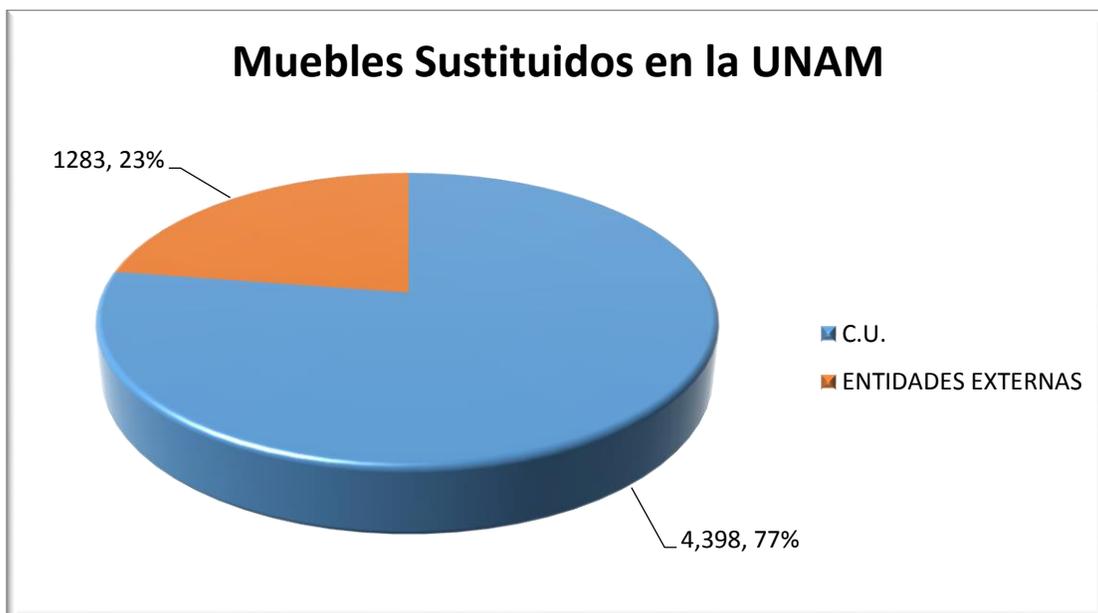


Ilustración 36. Total de muebles sustituidos en la UNAM

La sustitución de esta cantidad de muebles de baño por muebles de bajo consumo permite ahorrar alrededor del 40% del agua suministrada a los edificios. Tomando en cuenta el número de muebles colocados en la UNAM, se pueden ahorrar 459,511 litros por día, es decir, 459.5 metros cúbicos.

Tabla 16. Ahorro de agua por la sustitución de 5681 muebles de baño

MUEBLES	NUMERO DE MUEBLES	ANTES	ACTUAL		ANTES	ANTES	AHORA	AHORA	AHORRO
		LPF	LPF	USO/DÍA	LITROS/DIA /MUEBLES	LITROS /DÍA	LITROS/DÍA /MUEBLE	LITROS/DÍA	LITROS DÍA
MINGITORIOS	1,128	6	0.5	25	150	169200	12.5	14100	
SANITARIOS	2,738	10	4.8	15	150	410700	72	197136	
LLAVES DE LAVABO	1,725	4	2	40	160	276000	80	138000	
REGADERAS	90	15	10	5	75	6750	50	4500	
TOTAL	5,681					862650		353736	508914
									41%

Debido a que se recibieron quejas de algunas dependencias y entidades universitarias de la Zona Cultural de CU sobre el funcionamiento de los muebles de baño, PUMAGUA y una empresa privada realizaron diagnósticos sobre los mismos, con el fin de detectar si las fallas correspondían a la fabricación de los equipos o al mantenimiento de los mismos por parte de las instituciones universitarias. Se encontró lo siguiente:

De manera aleatoria, se seleccionaron 30 muebles de cuatro entidades y dependencias de la Zona Cultural. El 80% de los muebles funcionaban correctamente (de acuerdo con las pruebas de arrastre, barrido y solidos suspendidos) y 20% presentaron problemas mecánicos de piezas por desgaste o mecánicos por no hacer una buena instalación del mueble desde nuevo.

Es fundamental que las entidades y dependencias se hagan cargo del mantenimiento periódico de los muebles de baño. De lo contrario, disminuye el porcentaje de ahorro de agua.

Campus externos y vinculación de PUMAGUA

Se le dio seguimiento al Programa en los campus donde ya está implementado, como en la Facultad de Estudios Superiores Aragón y el campus Juriquilla de la UNAM, en el estado de Querétaro.

En estos campus se realizaron visitas para actualizar las mediciones del suministro del agua potable en los edificios donde tienen medidores instalados, además de identificar si algún equipo se encuentra dañado. También se verificó el funcionamiento de las antenas Gateway que se encuentran instaladas en cada uno de estos campus para lograr enlazar el 100% de sus medidores al sistema de lectura remota.

Por otro lado se realizaron trabajos de medición del suministro de agua potable en la toma general del campus Morelos con el equipo ultrasónico portátil para conocer el caudal del consumo en el campus y se realizó la propuesta para la implementación de PUMAGUA programa en esta dependencia universitaria.



Ilustración 37. Medición del suministro de agua potable con equipo ultrasónico portátil en el campus Morelos de la UNAM

En el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) se realizó el levantamiento de la red hidráulica interna y se propusieron 7 medidores para monitorear el suministro, los cuales ya fueron instalados y se sumaron a la base de datos del PUMAGUA.

En la Facultad de Estudios Superiores (FES) Acatlán se comenzaron los levantamientos de la red hidráulica del campus para identificar las acometidas hidráulicas en los edificios y poder realizar la propuesta de los medidores para implementar un sistema de monitoreo del suministro de agua potable en la FES. Hasta diciembre de 2014 se tiene levantado el 80 % de la red y para enero de 2015 se espera concluir con los trabajos de identificación de acometidas y comenzar con la propuesta para la instalación de sus medidores.



Ilustración 38. Trabajos de campo en la FES Acatlán

Por otro parte se realizaron trabajos en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Se hizo el diagnóstico de las instalaciones hidro – sanitarias del campus La Paz, se hizo el levantamiento de la red hidráulica del campus y se aforó la planta de tratamiento, además de realizar pruebas de muebles de baño a una muestra del total de muebles instalados. Se entregó un informe con los resultados de este diagnóstico y se realizaron las recomendaciones necesarias para lograr un mayor control de la red hidráulica, como son la construcción de registros en los cruces principales y en donde existan cambios de dirección en las tuberías.



Ilustración 39. Trabajos de medición y levantamiento de la red en la UABCS

Fomento a la Participación Social, 2014

Como en años previos, se efectuaron actividades dirigidas, tanto a la comunidad de la UNAM, como externa a la Universidad. Asimismo, como se ha hecho desde que empezó PUMAGUA, se desarrollaron estrategias específicas para los distintos sectores presentes en la UNAM: estudiantes, académicos, autoridades, administrativos y jefes de servicios generales.

A continuación se describen las acciones emprendidas:

Estudiantes y académicos

Segundo concurso y encuentro *ReUNAMos acciones por el agua*

Con el objetivo de fomentar el uso responsable del agua en las instalaciones de la UNAM, así como la participación de los estudiantes de licenciatura en el mejoramiento de la problemática ambiental del país, PUMAGUA en colaboración con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, llevaron a cabo el Segundo concurso ReUNAMos acciones por el agua. En el mes de febrero se lanzó la convocatoria y posteriormente se visitaron escuelas y facultades en el Distrito Federal, así como las Facultades de Estudios Superiores, invitando a los académicos a realizar y asesorar proyectos con sus estudiantes.

Los trabajos consistieron en propuestas innovadoras sobre los temas:

- El manejo responsable del agua en el campus
- Al manejo responsable del agua en la escuela o facultad
- La participación del estudiante desde la perspectiva de su carrera para resolver la problemática de la escasez o la contaminación del agua.

Cada propuesta fue evaluada por el equipo de PUMAGUA y un grupo de 27 académicos de la UNAM, especialistas en los temas que fueron abordados en los proyectos registrados.

La convocatoria se cerró la segunda semana de abril y se recibieron:

Trabajos	Alumnos	Licenciaturas	Asesores de los proyectos	Jurados
21	107	7	20	27

Las mejores propuestas fueron seleccionadas para participar en el Encuentro de *ReUNAMos acciones por el agua*:

Trabajos	Alumnos	Licenciaturas
10	71	6

Los estudiantes y académicos que participaron en el Encuentro, provenían de las siguientes entidades:

- Facultad de Artes y Diseño
- Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia
- Escuela Nacional de Trabajo Social
- Facultad de Contaduría y Administración
- Facultad de Química
- Facultad de Estudios Superiores Acatlán – Ingeniería Civil

Asesorías de ReUNAMos acciones por el agua

Las observaciones del jurado sobre cada propuesta determinaron qué temas podían ser de interés para los estudiantes. Con el objetivo de contribuir a mejorar los proyectos, del 9 al 11 de junio, se llevaron a cabo asesorías impartidas por académicos en diversas materias:

Asesoría	Académico
Metodología de la investigación	Dra. Irama Silvia Marisela Núñez Tancredi
Investigación de mercado	Mtra. Sandra Escartín Arciniega
Relación costo-beneficio	Lic. Alejandro Monroy Avendaño
Campañas de comunicación	Lic. Pablo Fernando Ramírez Alcázar
Calidad del agua	Ing. Leonardo Toscano Vélez
Ingeniería	Ing. Oscar González Barceló
Ortografía y redacción	Ing. José Elio Flores y Mtra. Rosalía Flores Mateos
Diseño gráfico	Lic. Sandra Lozano Bolaños y Lic. Ruth Pérez Pérez
Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel	Biól. Marcela Pérez Pérez



Ilustración 40. Cartel de convocatoria

Charla sobre PUMAGUA a alumnos de Diseño Industrial de la UNAM

El 12 de marzo, en el Centro de investigaciones en Diseño Industrial (CIDI), se llevó a cabo una charla con estudiantes de la carrera. Se les platicó acerca del sistema de manejo de agua en Ciudad Universitaria y se les invitó a realizar acciones de uso responsable del recurso dentro de su escuela. Los estudiantes mostraron interés comentaron acerca de diseños y proyectos que un alumno con su perfil puede realizar en pro del agua. El D.I. Roberto González Torres, académico de la licenciatura, expuso ejemplos de proyectos que han realizado estudiantes del CIDI, como los bebederos para el campus con especificaciones de PUMAGUA.

PUMAGUA en la celebración del Día Mundial del Agua en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia

Con motivo de la celebración del Día Mundial del Agua, la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia de la UNAM realizó un evento en académico en sus instalaciones. La Mtra. Laura López y la Mtra. Ofelia Flores de la asignatura de Ecología y Salud, extendieron la invitación a PUMAGUA para presentar el tema “La UNAM y tú: corresponsabilidad en el manejo del agua”.

Plática sobre el manejo del agua en CU al personal del Restaurante Azul y Oro

El 12 junio, en el Restaurante Azul y Oro de la Torre de Ingeniería se ofreció una plática al personal de cocina, meseros, chefs y administrativos, los temas expuestos fueron: 1) el sistema de manejo de agua en el campus; 2) el objetivo y metas de PUMAGUA y 3) las acciones para reducir el consumo de agua en el restaurante.

Se planea que para el siguiente año se implementen acciones para disminuir el consumo de agua en las actividades realizadas por el personal, de esta forma, los resultados serán monitoreados y comparados cada mes, a través de los consumos de agua en la página web de PUMAGUA.

XLI Expo Libros y Revistas en la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM

Del 18 al 23 de agosto, la Facultad de Contaduría y Administración llevó a cabo la Expo de Libros y Revistas. Debido a la gran afluencia de estudiantes, PUMAGUA estuvo presente, informando a los estudiantes sobre el manejo y los usos del agua dentro del campus.

Los estudiantes participaron en dinámicas, externaron sus dudas y opiniones acerca del manejo de agua en su Facultad. Académicos de la misma institución mostraron su interés en el Programa y, le extendieron la invitación a PUMAGUA para ofrecer pláticas a sus grupos de alumnos.



Pláticas sobre PUMAGUA a estudiantes de la Facultad de Contaduría y Administración

Después de la XLI Expo de Libros y Revistas de la FCA, PUMAGUA brindó pláticas sobre manejo del recurso a grupos de estudiantes de primer semestre. Los estudiantes realizaron un ejercicio en su casa, donde calcularon la cantidad de agua que emplean en el baño, en el lavado de trastes y en otras actividades de uso diario dentro del hogar.



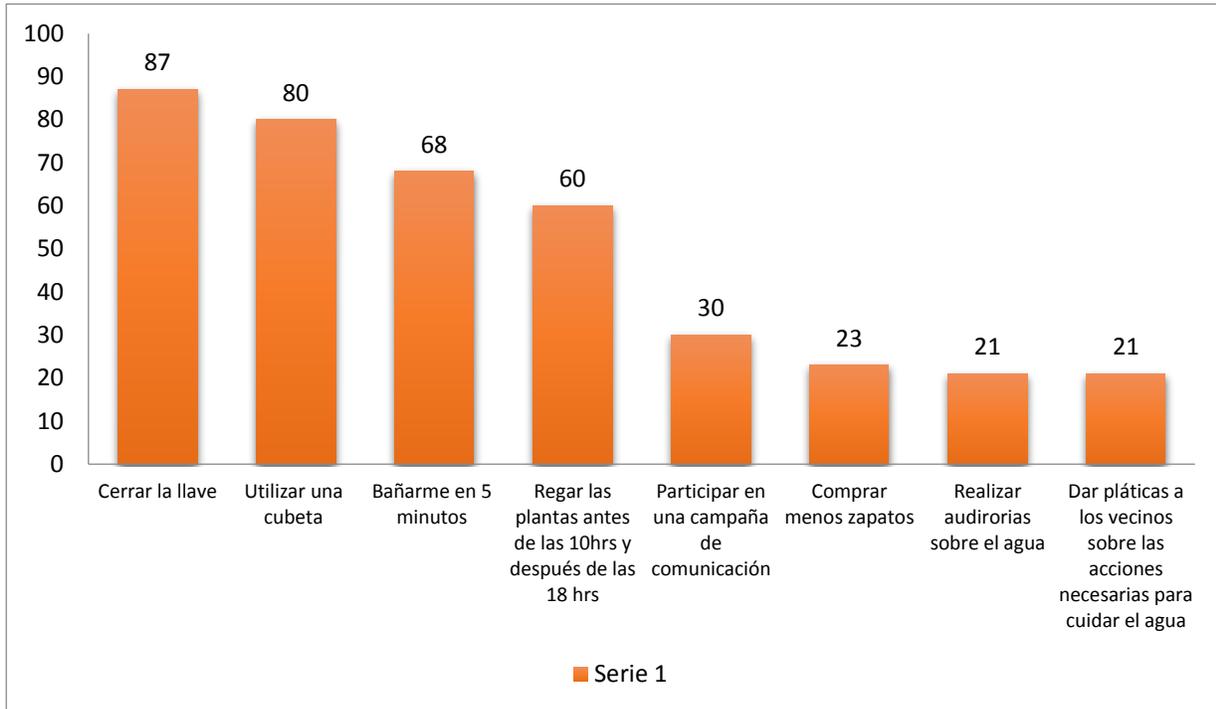
Ilustración 41. Estudiantes de la Facultad de Contaduría y Administración

[Análisis de la encuesta sobre conductas, creencias y actitudes sobre el tema del agua en la Facultad de Odontología](#)

Un grupo de estudiantes de la Facultad de Odontología aplicó una encuesta en su entidad, para determinar las conductas, creencias y actitudes de la comunidad respecto al tema del agua. La encuesta fue aplicada a 83 participantes de los cuales 63% son mujeres y 37% hombres, todos de diferentes sectores, en su mayoría, estudiantes de licenciatura (89%).

Aunque los participantes mostraron un alto grado de conducta prosocial con un promedio de 3.8, se encontró una mayor disponibilidad para realizar conductas de índole proambiental sólo cuando estas impliquen un grado de esfuerzo personal menor, como cerrar las llaves del agua (87%), utilizar cubetas en vez de manguera (80%), bañarse en 5 minutos (68%) o, regar las plantas antes de las 10:00 hrs., o después de las 18:00 hrs., (60%), en comparación con aquellas que son consideradas de mayor esfuerzo o involucramiento personal, las cuales reducen a casi la mitad el grado de intención para iniciar la acción, por ejemplo, participar en campañas de comunicación (30%), comprar menos zapatos (23%), realizar auditorías en la facultad y dar pláticas a vecinos (21% cada una). Para conocer la relación que había entre la variable “Conducta Prosocial” y la variable “Interés en participar en PUMAGUA” se realizó una prueba estadística de correlación (Spearman Brown), la cual reportó que sí existe relación entre estos dos aspectos ($r=.30$; $\text{sig}=.003$), es decir, que las personas que son más prosociales estarían más dispuestas a participar en el programa, sin embargo, sólo la mitad aceptó que lo haría (50%). Se evidencia así que, los participantes mostraron un grado alto de deseabilidad social y se comprueba que para realizar una conducta prosocial en favor del ambiente, ésta debe implicar un grado esfuerzo personal menor. Ver el análisis completo en el anexo.

Tabla 17. Gráfica sobre la disponibilidad para realizar conductas de índole proambiental.



Autoridades universitarias

Reuniones con dependencias y entidades de Ciudad Universitarias

Con el objetivo de dar seguimiento a las acciones PUMAGUA y recibir retroalimentación de las instituciones, se convocó a las autoridades universitarias a reuniones realizadas en diferentes entidades, donde se les dio a conocer la Plataforma digital del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua (SUMA). Se les motivó también a dar continuidad a las acciones de manejo responsable del agua, instalar bebederos con especificaciones de PUMAGUA, dar mantenimiento a sus medidores y muebles de baño. En estas reuniones estuvieron presentes las siguientes instituciones:

Marzo:

- Instituto de Investigaciones Económicas
- Instituto de Investigaciones Sociales
- Instituto de Investigaciones Históricas
- Instituto de Investigaciones Jurídicas
- Instituto de Investigaciones Estéticas
- Instituto de Investigaciones Filosóficas
- Instituto de Investigaciones Filológicas
- Coordinación de Humanidades

Junio:

Universum
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación
Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios
Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA)
Facultad de Economía
Posgrado de la Facultad de Economía

Junio:

Coordinación de Difusión Cultural
Dirección General de Artes Visuales
Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial
Dirección General de TV UNAM
Dirección General de Actividades Cinematográficas
Dirección de Danza
Dirección de Literatura
Dirección de Teatro
Centro Universitario de Estudios Cinematográficos
Centro Universitario de Teatro
Museo Universitario del Chopo

Julio:

Dirección General de Asuntos del Personal Académico
Dirección de Literatura
Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria (DGACU)
Defensoría de los Derechos Universitarios
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (Laboratorios)
Programa de Vinculación con Exalumnos
Coordinación de Difusión Cultural (Delegada Administrativa)

Agosto:

Facultad de Arquitectura
Dirección General de Finanzas
Dirección General de Comunicación Social
Dirección General de Orientación y Servicios Educativos
Dirección General de Personal
Dirección General de Servicios Médicos
Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades

En la reunión realizada con las autoridades universitarias de la DGAPA, DGACU y las cinco dependencias que comparten un mismo edificio, se logró motivarlos para que entre ellos designaran un representante para establecer comunicación con PUMAGUA y planear la instalación del medidor de agua.

En términos generales, se logró establecer contacto con el nuevo personal administrativo y de servicios generales, quienes no contaban con un conocimiento sobre el manejo de agua en sus instalaciones.

Además, se obtuvo retroalimentación del por qué algunas dependencias no habían colocado el medidor de agua que les fue donado o, el por qué había sido retirado.



Ilustración 42. Reunión con instituciones universitarias en la zona cultural de Ciudad Universitaria

Administrativos y Jefes de Servicios

Primer taller de mantenimiento a fluxómetros y llaves de lavabo

Como resultado de las reuniones con las autoridades universitarias, se descubrió que los muebles de baño de las dependencias no habían recibido un debido mantenimiento que ayudara al correcto funcionamiento de los equipos sanitarios, por esta razón, se realizó un diagnóstico que evidenció la necesidad de llevar a cabo un taller sobre fluxómetros y llaves de lavabo.

El 25 de junio, con apoyo de un especialista de la empresa Helvex, se convocó a los jefes de servicio de las instituciones universitarias ubicadas en la zona cultural de Ciudad Universitaria, quienes cuentan con equipos de baño de la marca.

En el taller se visualizaron los distintos problemas que se presentan en las partes mecánicas de los fluxómetros para taza o mingitorio y, para llaves de lavabo; en la parte electrónica, se revisaron las anomalías que llegan a tener los sensores de presencia y las baterías, entre otros detalles que provocan un funcionamiento deficiente y con ello, pérdidas de agua.



Segundo taller de mantenimiento a fluxómetros y llaves de lavabo

El 27 de noviembre, en la Torre de Ingeniería, se llevó a cabo el Segundo taller de mantenimiento a fluxómetros y llaves de lavabo, en esta ocasión, un especialista de la empresa Techno Baños presentó y recomendó los pasos fundamentales para brindar un buen servicio de mantenimiento a los equipos de baño de la marca Sloan. En dicho evento participaron los Jefes de Servicios Generales y los Secretarios Administrativos que previamente asistieron a las reuniones de PUMAGUA, en las cuales se determinó la necesidad de realizar talleres de mantenimiento.

Comunidad universitaria

Diseño del componente de participación social para la plataforma digital

Continuando con los módulos que complementan la Plataforma de monitoreo en tiempo real, dentro de la parte de “Comunicación y Participación universitaria” se compiló y actualizó la información referente a las acciones de manejo eficiente del agua que realizan las instituciones universitarias, dentro de CU y en los campus de la FES Aragón y Juriquilla, Querétaro. Esta información será parte del Módulo de Mapeo de acciones, en el cual PUMAGUA, con apoyo de los Jefes de Servicios Generales y Secretarios Administrativos, podrán actualizar los avances en las acciones que implementan para el mejor aprovechamiento del agua.

Además, se trabaja en el diseño de diferentes tipos de encuestas dirigidas a cada uno de los sectores de la comunidad universitaria. La difusión en la aplicación de los cuestionarios estará a cargo de PUMAGUA y de las instituciones de la UNAM, quienes invitarán a su propia comunidad a responder las encuestas. Los resultados obtenidos serán analizados por la Plataforma y posteriormente, difundidos por PUMAGUA.

Campaña UNAMeta común: Valorar el agua

Partiendo del supuesto de que el uso del agua depende de la labor de cada persona, ya sea estudiante, laboratorista, jardinero o lavacoche, se diseñó una serie de carteles, asociados a la campaña de la UNAM “Valor UNAM”, en los cuales se emitían recomendaciones de uso responsable del agua para cada tipo de usuario.

La campaña UNAMeta común: Valorar el agua, estuvo acompañada de un video que circuló en redes sociales e internet, el cual promovía acciones sobre el correcto manejo de residuos en los laboratorios, reporte de fugas y evitar el desperdicio de agua en los baños. Este mismo video ha sido difundido desde el mes de noviembre en las pantallas panorámicas electrónicas de la DGSG, ubicadas en salida hacia Avenida del IMAN, en el paradero de metro Universidad y en la salida hacia la calle Cerro del Agua.



Ilustración 43. Carteles de la campaña UNAMeta común: Valorar el agua

Fin de semana del medio ambiente en Tienda UNAM

En el marco del “Fin de semana de cuidado del medio ambiente” en Tienda UNAM, el día 27 y 28 de marzo, PUMAGUA participó con carteles de gran formato en el exterior de las instalaciones, el material de difusión contenía las acciones sugeridas para un uso responsable del agua en los diferentes sectores de la población universitaria. Además, se informó brevemente a las personas sobre las metas del Programa, el sistema de manejo de agua en Ciudad Universitaria y se obsequió el cómic “El misterio de la USB”.

VI Encuentro Universitario del Agua

La Red del Agua de la UNAM realizó el 10 y 11 de septiembre el VI Encuentro Universitario del Agua, la M. en C. Cecilia Lartigue Baca presentó “Estrategias para el manejo sustentable del agua”, donde el tema fue el agua en Ciudad Universitaria, las acciones y los avances PUMAGUA. En el encuentro asistieron académicos y estudiantes universitarios, asociaciones, empresas y sistemas operadores de agua, así como comunidad civil.

Durante ambos días, en la sala de exposiciones de la Torre de Ingeniería, Ciudad Universitaria, se contó con un stand que mostraba las áreas y avances de PUMAGUA, se presentaron tres diseños de bebederos, los cuales estaban próximos a instalarse en el campus, esto con el objetivo de conocer la opinión de la comunidad sobre su funcionamiento. Además, en el mismo espacio del stand, se montaron 4 módulos sobre el Observatorio del Agua de la UNAM, añadiendo los avances de la plataforma del Sistema Universitario de Monitoreo del Agua, en una pantalla se pudo visualizar el funcionamiento de la plataforma.



Ilustración 44. Stand de PUMAGUA y del Observatorio del agua, UNAM

El escultor Ulises Solano Razo, quien fue uno de los ganadores del concurso de *ReUNAMos acciones por el agua*, en el año 2012, expuso en el encuentro su escultura “La Ola”.



4ª. Carrera SEFI-UNAM por la sustentabilidad de México

La Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI) de la UNAM, en conjunto con otras instituciones universitarias, incluyendo a PUMAGUA como coorganizador, realizaron la carrera “Por la sustentabilidad en México”, la cual tuvo como objetivo generar proyectos sustentables en el país, el dinero recaudado fue en apoyo a la generación de proyectos ecológicos en la UNAM.

La carrera fue abierta a todo el público, se llevó a cabo el domingo 5 de octubre, en el Estadio Olímpico Universitario, PUMAGUA participó con un stand donde se repartieron bidones, playeras y postales, material promocional con frases y consejos sobre el buen uso del agua.



Ilustración 45. Stand de PUMAGUA en la Carrera SEFI-UNAM por la sustentabilidad de México

Exposición fotográfica “Por el disfrute del agua” en la Facultad de Psicología

El 5 de noviembre se instaló la exposición fotográfica “Por el disfrute del agua”, en la zona de convivencia de la Facultad de Psicología. La exhibición muestra parte de las imágenes premiadas en los certámenes de fotografía de “H2O: efecto esperado”, realizados en el año 2012 y 2011. Las fotografías estarán expuestas hasta el 5 de diciembre de 2014.



Grupos focales con los sectores de Ciudad Universitaria para el diseño de la campaña de comunicación de PUMAGUA

Con el objetivo de obtener información para el desarrollo de la nueva campaña de comunicación de PUMAGUA, entre los meses de octubre a diciembre, se llevaron a cabo cinco grupos focales con los sectores de la comunidad universitaria, a través de estos grupos se logró indagar en términos cualitativos en las percepciones, conocimientos y prácticas de los usuarios del agua en el campus.

Los sectores participantes en los grupos focales fueron: 1) Laboratoristas; 2) Estudiantes; 3) Administrativos; 4) Jardineros y 5) Personal de cocina. El número de participantes en cada grupo varió, de 5 a 10 personas. Estas sesiones fueron moderadas por el Mtro. Eduardo Velasco Rojano y la Lic. Rocio Carranza Flores, ambos de la Facultad de Psicología, UNAM. La discusión se basó en una guía de siete preguntas generales y tres preguntas específicas, de acuerdo al sector de cada grupo. De manera general, la sesión de trabajo se desarrolló de la siguiente manera: 1) Presentación del moderador; 2) Presentación de los participantes; 3) Apertura de la sesión de intercambio, basada en la guía de preguntas del grupo focal y 4) Técnica de asociaciones libres para definir el Programa PUMAGUA.

Conclusiones generales

A continuación se presentan los resultados sistematizados de las cinco jornadas de trabajo, las cuales reúnen el sentir en común de los participantes.

- La mayoría de los invitados conciben a PUMAGUA como un proyecto responsable y capaz de implementar acciones relevantes con respecto al agua, sin embargo, muchos de ellos reconocieron tener poca o nula información de las acciones que realiza. Las palabras definidoras señalan características positivas del Programa y reiteran la necesidad de mayor difusión de las actividades desempeñadas, así como de acciones, habilidades y competencias que favorezcan el ahorro y protección del recurso.
- Los participantes reconocen que pueden realizar acciones útiles por el agua en Ciudad Universitaria, principalmente reportar fugas, además de difundir conocimientos que erradiquen la idea de que en el campus hay mucha agua. Conjuntamente, tienden a adjudicar responsabilidades a otros sectores que no sean los propios.
- De manera generalizada, los participantes reconocen que no debería haber un límite para actuar a favor del agua, debido a que reconocen la importancia del recurso. Los únicos grupos que dieron una concesión al uso abundante y la contaminación del agua fueron los laboratoristas y cocineros. Los primeros consideran que existe un beneficio mayor para las personas al realizar pruebas que tengan por resultado datos objetivos y científicos que, de manera directa benefician a las personas. Los segundos, atribuyen el uso excesivo al estricto requerimiento de higiene para la preparación de alimentos y de limpieza de los utensilios necesarios para realizar sus prácticas.

Material y medios de difusión

Algunos de los invitados reconocieron la necesidad de un cartel, el cual debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Que contenga información específica y sobre todo útil para saber qué y cómo realizar acciones a favor del recurso en un determinado momento.
- b) Que use ejemplos cotidianos.
- c) En el caso de reporte de fugas, debe contener a quién y dónde; un número telefónico, correo electrónico y página web donde pueda ser visible el seguimiento y estado final de la fuga, estos son datos fundamentales.
- d) Que el mensaje sea amigable, que no contenga información que intimide al receptor, debe mostrar beneficios más que consecuencias.
- e) Que utilice gráficos e ilustraciones, la información es complementaria.
- f) Que incluya la parte emotiva o motivacional de cuidar el recurso.
- g) En el caso de los laboratoristas, que contenga información procedimental sobre el manejo de residuos.
- h) El mensaje no puede ser generalizado, debe ser dividido por sectores, incluso por áreas de especialidad, de esta manera el mensaje sería asociado a las necesidades e intereses.
- i) Que de retroalimentación de logros obtenidos, por muy pequeños que estos sean, sirven de incentivo para seguir actuando.
- j) Deben ser colocados en lugares donde haya un uso inmediato del recurso, en baños, llaves o bebederos.

Otra parte de los participantes, no considera importante el cartel como método de intervención, sugieren la implementación de estrategias, para ellos, más novedosas:

- a) Difusión en las pantallas panorámicas electrónicas ubicadas en el campus.
- b) Obras de teatro.
- c) Capacitación a sectores operativos.

- d) Pláticas informativas para el desarrollo de competencias.
- e) Uso de redes sociales, en sectores específicos, parece ser una herramienta viable para emprender una campaña, sin embargo, ésta debe ser novedosa e incluir videos, debido a su reproducción automática.

Particularidades por sector

Laboratoristas

Este sector señala la necesidad de ser informado sobre los procesos específicos que reduzcan la cantidad de residuos peligrosos que se vierten por la tarja, por ello, colocar carteles informativos, videos explicativos de la secuencia de procesos y el uso de elementos distintivos en los que puedan diferenciar los tipos de residuos, resultan fundamentales para sus labores.

Se destaca la participación conjunta con miembros sindicalizados, administrativos y de su institución universitaria para el éxito de la campaña.

Estudiantes

Identifican a PUMAGUA como un Programa multidisciplinario, que se identifica con todos los estudiantes. Sugieren una campaña innovadora e impactante, específica para cada licenciatura. Los carteles no son un material de difusión conveniente, consideran que a los carteles no se les presta atención. Con el objetivo de entender mejor el mensaje de la campaña, piensan que éste debe contener comparaciones sobre los beneficios de ahorrar el agua, los cuales sean emotivos, con ideas cortas y específicas.

Administrativos

Requieren carteles con información útil, por ejemplo, los datos necesarios para hacer un reporte efectivo de fugas y cómo realizar acciones concretas para un uso responsable del agua.

Consideran que la falta de capacitación y planeación, en los sectores operativos principalmente, hace que los esfuerzos de intervención resulten en un acto fallido. Los administrativos señalan que la integración del sindicato es esencial para el óptimo manejo y uso del agua.

Jardineros

Hacen énfasis en la capacitación sobre tipos de suelo y métodos eficientes de riego, así como implementar roles de riego reglamentados. Sugieren que los carteles de difusión no es material adecuado para llegar a su sector.

Personal de cocina

Se detectó en este sector un bajo sentir universitario. No perciben un desperdicio ni un manejo ineficiente del agua dentro de Ciudad Universitaria. Reconocen que les es necesario ser informados sobre el manejo de agua en el campus y sobre qué medidas pueden implementar en sus labores dentro de la cocina.

Comunidad externa

Escuela Nacional Preparatoria Anexa a la Normal de los Reyes Acaquilpan del Estado de México

El 26 de marzo, PUMAGUA recibió la visita de 130 alumnos de nivel bachillerato, provenientes de la Escuela Nacional Preparatoria Anexa a la Normal de los Reyes Acaquilpan, durante su asistencia se les informó sobre el sistema de suministro y manejo de agua en las ciudades y, en específico en Ciudad Universitaria.

El Ing. Leonardo Toscano, del área de Calidad del agua, les mostró el funcionamiento del rack del edificio 8 del Instituto de Ingeniería, el cual monitorea en tiempo real los parámetros fisicoquímicos del agua potable que se suministra en el campus.

Los estudiantes recibieron un recorrido por la planta de tratamiento de aguas residuales del Instituto de Ingeniería, el Ing. Roberto Briones, del mismo Instituto, ofreció una plática sobre la operación del sistema de tratamiento y el reúso para la descarga en escusados.

Finalmente, se les presentaron algunas especies de la vegetación nativa del Pedregal de San Ángel, resaltando la importancia de la preservación del ecosistema y, la reducción en la extracción de agua de los pozos, debido a que son plantas que no requieren riego.



Ilustración 46. Visita a la planta de tratamiento de aguas residuales en el Instituto de Ingeniería

Seminario de Recolección de Agua Pluvial y Conservación de Agua de Negocios e Investigación en el Estado de Puebla

Con el objetivo de informar sobre las prácticas de uso eficiente del agua en Zacatlán, Puebla, el 26 de mayo, PUMAGUA participó en el seminario organizado por el Sistema Operador de Agua del Municipio y por el Instituto Tecnológico de la Sierra Norte de Puebla, dicho evento constó de tres etapas: 1) presentación; 2) ponencias y 3) un foro abierto de discusión en el cual interactuaron los participantes.

PUMAGUA se hizo presente a través de la ponencia “Prácticas de conservación de agua implementadas en la UNAM, logros de PUMAGUA”, a cargo del Ing. Josué Pablo Hidalgo Jiménez del área de Balance hidráulico, se mostraron los principales resultado del Programa, por ejemplo:

- Los volúmenes de agua ahorrados, a través de diversas estrategias.
- La calidad del agua en Ciudad Universitaria, en apego a las Normas Oficiales.
- Los avances en participación y comunicación de acciones en pro del agua entre la comunidad universitaria.



Segunda evaluación diagnóstica de las instalaciones hidráulicas y sanitarias de la Universidad Autónoma de Baja California Sur

A fin de obtener la información y datos necesarios para mejorar los sistemas hidráulicos y sanitarios de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, campus La Paz, los ingenieros Josué Hidalgo Jiménez y Saúl Morales, realizaron un segundo diagnóstico de las instalaciones del campus.

Para la elaboración del diagnóstico sobre el uso de agua, se realizó una encuesta para conocer cómo se emplea el agua en las diferentes actividades que lleva a cabo la comunidad, así como las percepciones de los usuarios sobre el manejo del recurso. Hasta ahora, el análisis de la información se encuentra en proceso.

Por otro lado, este proyecto reviste una gran importancia en cuanto a la formación de recursos humanos, como en los programas de Licenciatura en Agua e Ingeniería en Fuentes de Energía Renovable de la UABCS, en el ámbito de las asesorías y auditorías ambientales; así como de la investigación sobre el tema hídrico en las ciudades.

Escuela Secundaria Diurna 127 Ramón López Velarde, Coyoacán, Distrito Federal

El 4 de abril, PUMAGUA recibió la visita de alumnos de secundaria, quienes recibieron una plática y un recorrido por las instalaciones del Instituto de Ingeniería de la UNAM, los estudiantes tuvieron la oportunidad de conocer la planta de tratamiento de aguas residuales del edificio 13 del mismo instituto, el rack de monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del agua potable del campus. Se les informó sobre las acciones que pueden implementar en la casa y en su escuela, a modo de reducir el consumo de manera responsable.

Foro: Reacciona por el agua, en Atlixco, Puebla.

El Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Atlixco (SOAPAMA), Puebla, organizó el Foro Reacciona por el agua ¿Cómo ser eficientes con el recurso? El evento se llevó a cabo el 16 de octubre, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Atlixco. Por parte de PUMAGUA se presentó una ponencia dirigida a estudiantes de licenciatura y bachillerato del Municipio, donde se mostraron diversas acciones que pueden ser realizadas a favor del agua.

En dicho evento estuvo presente el Lic. Enrique Coca Vázquez, Director General del SOAPAMA, el M.A.P. José Guillermo Velázquez, Director del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, el Ing. Rodolfo Torres, el escultor Ulises Solano Razo, quien presentó y expuso sus esculturas de la colección de “Derrame plástico” y la Lic. Berenice Hernández Mastache, Responsable de Fomento a la Participación Social de PUMAGUA.



Ilustración 47. Plática de PUMAGUA e instalación de esculturas en el Instituto Tecnológico de Atlixco

3er. Foro del Agua: agua, usos y tecnología. Universidad del Papaloapan, campus Loma Bonita

El 22 de octubre en la Universidad del Papaloapan, campus Loma Bonita, Oaxaca, se llevó a cabo el 3er. Foro del Agua, el cual tuvo por objetivo presentar acciones sobresalientes en el manejo del agua e incentivar a los estudiantes de nivel licenciatura, bachillerato y secundaria a realizar un uso correcto del agua en el Municipio de Loma Bonita.

En el foro se platicó sobre los avances que ha logrado PUMAGUA dentro de la UNAM y se motivó a las autoridades de la Universidad del Papaloapan y de las escuelas que fueron invitadas a monitorear la cantidad y calidad del agua para uso y consumo humano que consumen en sus instalaciones, a instalar bebederos y a trabajar en proyectos con sus alumnos, los cuales benefician su escuela y municipio.

XXVIII Convención Anual y Expo ANEAS, Mérida, Yucatán 2014

La asociación que agrupa a los organismos operadores de agua potable y alcantarillado en México, llevó a cabo la Convención anual y expo ANEAS. En el área de exposiciones, PUMAGUA participó con un stand donde se presentó la plataforma PUMAGUA, UNAM, con la información en tiempo real sobre el manejo del agua.

El evento se llevó a cabo en el Centro de Convenciones y Exposiciones Yucatán Siglo XXI. Del martes 11 al viernes 14 de noviembre, el Ing. Josué Hidalgo Jiménez, ofreció información a los asistentes provenientes de sistemas operadores de agua y de asociaciones y empresas relacionadas con el manejo de agua en distintos estados del país.



Actualización de la página web

Se mantuvo actualizada la página, incluyendo la información sobre:

Consumos de agua de las dependencias: Consumo mensual, histórico y semáforo de fugas.

Semáforo de la calidad del agua: Red de distribución y bebederos de Ciudad Universitaria.

Dependencias activas: Acciones que implementan las dependencias y entidades en el campus.

Eventos y actividades: Acontecimientos relacionados con PUMAGUA y el medio ambiente.

Prensa: Medios impresos y digitales, radio y televisión.

Descargas: Carteles, cómics y material impreso y de difusión.

Reporte de fugas de agua: Directorio de jefes de servicio de las instituciones universitarias que trabajan con PUMAGUA.

Valores UNAM

Página de inicio: Banner con noticias e información reciente sobre PUMAGUA.

Actualización de las redes sociales

Se actualizó diariamente la cuenta de facebook y de twitter con información general y avances de PUMAGUA, así como con noticias nacionales e internacionales sobre el agua, el medio ambiente y temas relacionados a la UNAM. Se le dio atención a todos los comentarios y preguntas. En youtube se actualizó el canal de PUMAGUA, con videos generados por el Programa, por estudiantes, canales de televisión y proyectos independientes.

Cabe señalar que la cuenta de twitter ha aumentado en este año a 1,500 seguidores, es decir, se cuenta con 4,300 amigos. Actualmente, facebook cuenta con 4,704 "Likes o Me gusta". En youtube, el video *UNAMeta en común: valorar el agua*, subido por PUMAGUA, logró tener 354 visitas y, el mismo video difundido por la UNAM en sus redes sociales, tuvo 398 visitas.

Boletín PUMAGUA

Se elaboraron y enviaron a las cuentas de correo electrónico los Boletines 15 al 22, informando:

Boletín #15: Campaña "*UNAMeta común: Valorar el agua*", Nueva estructura de personal en PUMAGUA.

Boletín #16: 2° Concurso "*ReUNAMos acciones por el agua*", PUMAGUA garantiza agua potable en CU Nueva medición de consumos, video informativo, PUMAGUA en el Campus de Morelos de la UNAM.

Boletín #17: 2° Concurso "*ReUNAMos acciones por el agua*", La Universidad Autónoma de Baja California Sur realiza trabajos de manejo eficiente del agua, PUMAGUA en el Comité de Evaluación y Seguimiento del Premio ICLEI, *UNAMeta común: Valorar el agua*.

Boletín #18: 2° Encuentro "*ReUNAMos acciones por el agua*", Medición de consumos en Ciudad Universitaria, Instituto de Ingeniería desarrolla proyecto de desalinación de agua, *UNAMeta común: Valorar el agua*.

Boletín #19: Calidad del agua en bebederos de CU, PUMAGUA en la Revista AZ, Detección de fugas en CU, Seminario de agua pluvial en Puebla, Semana de asesorías "*ReUNAMos acciones por el agua*".

Boletín #20: Limpieza de cisternas en CU, Generación de electricidad por choque de olas, Taller de mantenimiento a muebles de baño ahorradores, Estudiantes de la UNAM ganan premio internacional por vivienda sustentable.

Boletín #21: Sistema Universitario de Monitoreo de Agua, Carrera SEFI-UNAM, VI Encuentro Universitario del Agua, Reporte de fugas, PUMAGUA en la radio.

Boletín #22: Funcionamiento de la Plataforma SUMA, Artículo sobre la calidad del agua potable en Ciudad Universitaria, Despachadores de agua en la Facultad de Medicina, Regadera Aqualoop, Servicio Social-Comunicación.

Elaboración de artículos

- González Villarreal, Fernando *et. al.*, *Drinking Water Quality in a Mexico City University Community: Perception and Preferences*, 30 de septiembre de 2014. EcoHealth.

Se publicó el siguiente artículo de divulgación:

- González Villarreal, Fernando; Lartigue Baca, Cecilia, *Las acciones y hallazgos de PUMAGUA-UNAM*, Revista AZ Educación y Cultura No. 82, junio de 2014: 6-10.

Se publicó sobre la instalación de bebederos en el campus:

- González Villarreal, Fernando; Lartigue Baca, Cecilia, *PUMAGUA, Agua segura en la UNAM Agua y Saneamiento*, ANEAS No. 56, septiembre - octubre 2014: 81.

Presencia en medios de comunicación

Televisión

- Noticiero Esfera Azul de Green TV
- TVUNAM

Radio

- Big Bang de Reactor 105.7
- Primer Movimiento de Radio UNAM 96.1FM
- Todo educación de Radio Fórmula 104.1FM y 1500 AM
- Zona Libre de Reactor 105.7

Medios impresos

- *Participación social y manejo del agua: el caso de PUMAGUA*. H2O Gestión del Agua, enero-marzo, 2014. Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Medios digitales

- Alvarado, Isela, *A prueba, bebederos en la Facultad de Medicina*, No. 4643, 23 de octubre de 2014, Gaceta UNAM, 4p. http://pumagua.unam.mx/Despachadores_Facmedicina.html
- *PUMAGUA: un modelo sustentable para garantizar agua de calidad*, Alianza por el agua ,18 de septiembre.
http://www.alianzaporelagua.mx/pumagua_un_modelo_sustentable_para_garantizar_agua_de_calidad

- *Domínguez Ríos, Miguel Ángel*, Nueva alerta por tendencia a la baja del agua potable en Atlixco. La Jornada de Oriente, 22 de octubre de 2014. <http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2014/10/22/nueva-alerta-por-tendencia-a-la-baja-del-agua-potable-en-atlixco/>
- Notimex, *La UNAM instalará despachadores de agua en Ciudad Universitaria*. Sin Embargo, 24 de octubre de 2014. <http://www.sinembargo.mx/24-10-2014/1151413>
- Terra, *Mexicanos gastan 2 mdd en agua embotellada; UNAM lanza plan*. Terra, 24 de octubre de 2014. <http://noticias.terra.com.mx/mexico/mexicanos-gastan-2-mddd-en-agua-embotellada-unam-lanza-plan,f039448853349410VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>
- Notimex, *Instalarán despachadores de agua en Ciudad Universitaria, Grupo Fórmula*, 24 de octubre de 2014. <http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?Idn=450729&idFC=2014>
- Rodríguez, Melisa. *PUMAGUA: supervisor del consumo responsable de H2O*. Por Editorial, Sección: 360°. Mundo HVACR. <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2013/03/pumagua-supervisor-del-consumo-responsable-h2o/>
- Olivares Alcalá, E. *Llevan PUMAGUA a Puebla, Oaxaca y Tlaxcala.*, 18 de agosto de 2014. Argonmexico, Agencia informativa. http://www.argonmexico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46467:llevan-pumagua-a-puebla-oaxaca-y-tlaxcala&catid=112:estados&Itemid=367
- *PUMAGUA llega a Oaxaca, Puebla y Tlaxcala*, 25 de agosto de 2014. Alcaldes de México. <http://www.alcaldesdemexico.com/notas-principales/pumagua-llega-a-oaxaca-puebla-y-tlaxcala/>
- *Retoman ocho municipios de bajo desarrollo la experiencia de PUMAGUA*, 26 agosto 2014. Planeta azul. <http://www.planetaazul.com.mx/site/2014/08/26/retoman-ocho-municipios-de-bajo-desarrollo-la-experiencia-de-pumagua/>
- Olivares Alonso, E. *Retoman ocho municipios de bajo desarrollo la experiencia de PUMAGUA*, 26 agosto 2014. 25 de agosto de 2014. La Jornada. <http://www.jornada.unam.mx/2014/08/25/sociedad/040n1soc>
- Notimex/ Obras web. *UNAM desarrolla acciones para una mejor gestión hidráulica*. 18 de agosto de 2014. <http://www.obrasweb.mx/construccion/2014/08/18/unam-desarrolla-acciones-para-una-mejor-gestion-hidraulica>
- *Instalará la UNAM modelos de despachadores de agua*. 24 de octubre de 2014. Quadratín México. <http://mexico.quadratin.com.mx/Instalara-la-UNAM-modelos-de-despachadores-de-agua/>
- *Especialistas de la UNAM realizan un diagnóstico de las instalaciones hidro-sanitarias*, 6 de marzo de 2014. Universidad Nacional de Baja California Sur. http://www.uabcs.mx/sdifusion/noticia_p/2694

Otras actividades

Reportaje “Realiza PUMAGUA monitoreo de fugas en Ciudad Universitaria”

En el mes de marzo, Belén Álvarez Pascual, estudiante de la carrera de Comunicación de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, realizó un reportaje sobre el tema de fugas y pérdida de caudales en CU. El Ing. Guillermo Montero Medel, informó a la alumna sobre el sistema de monitoreo en línea que ha implementado PUMAGUA, el cual logró recuperar 30 litros por segundo. El reportaje se publicó en la Agencia Estudiantil de Noticias Universitarias y fue difundido por los medios digitales de PUMAGUA.

Álvarez Pascual, B. *Realiza PUMAGUA monitoreo de fugas hidráulicas en ciudad Universitaria*, 21 de Marzo de 2014. Aunam Noticias. <http://aunamnoticias.blogspot.mx/2014/03/realiza-pumagua-monitoreo-de-fugas.html>

Cartel para los baños con equipos ahorradores de agua en la UNAM

Con el objetivo de activar la responsabilidad de la comunidad universitaria en las prácticas del correcto uso y manejo del agua, durante los primeros meses del año se envió un cartel de manera física y, en algunos casos de forma digital, a las instituciones dentro de Ciudad Universitaria que cuentan con baños ahorradores de agua, asimismo, al campus de Juriquilla, Querétaro, a la Facultad de Estudios Superiores Aragón y Acatlán. Dicho material impreso, fue colocado en los módulos sanitarios e indicaba que los daños y/o anomalías, deben ser reportados con el Jefe de Servicios Generales.

Video reportaje “PUMAGUA: En defensa del agua”

Hacer en común es una organización sin fines de lucro dedicada a la vinculación de proyectos relacionados a la sustentabilidad social y ambiental; en el mes de octubre difundió en sus medios digitales un video reportaje sobre el objetivo y las metas de PUMAGUA. El siguiente año lanzarán tres videos sobre las áreas, acciones y avances del Programa.

PUMAGUA: En defensa del agua. Hacer en común TV, 6 de octubre de 2014.
<https://www.youtube.com/watch?v=tyds-xAHc-w>

Video: En verdad, ¿prefieres la embotellada?

Con el objetivo fomentar la instalación de bebederos y el consumo de agua potable en Ciudad Universitaria, PUMAGUA difundió en sus medios digitales un video donde un estudiante que, acostumbrado a beber agua embotellada, debe elegir de entre 5 tipos de agua, cuál es su preferida, según el sabor de cada una, al final, el alumno escoge el agua del filtro. En el video se afirma que el agua del campus es segura y además, tiene buen sabor.

En verdad, ¿prefieres la embotellada? Canal de youtube de PUMAGUA, 18 de noviembre de 2014.
<https://www.youtube.com/watch?v=HCBZQqDd22Q>

Proyecto externo para CONAGUA: Diseño y Evaluación de la Encuesta Nacional sobre Percepciones, Actitudes y Conductas respecto al Servicio de Agua Potable

El objetivo de la encuesta fue conocer las percepciones sobre el servicio de agua potable, así como las prácticas responsables de los usuarios, y la disposición a un mayor pago por el servicio, a nivel nacional y en ciudades de diversos tamaños y determinar los factores socio-demográficos relacionados con las percepciones, actitudes y conductas mencionadas.

Método

Revisión de encuestas previas

Se hizo una revisión de encuestas en las que PUMAGUA participó previamente, ya sea en el diseño del cuestionario, en el análisis de resultados, o en ambas actividades. Éstas fueron las siguientes

- (1) Evaluación en el Distrito Federal, sobre el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)
- (2) Encuesta en sobre conocimientos, percepciones, actitudes y prácticas con respecto al agua en Ciudad Universitaria, UNAM
- (3) Evaluación de efectividad del Programa de Cultura del Agua

Revisión literaria

Se hizo una revisión de 59 fuentes bibliográficas, incluyendo estudios sobre los servicios de agua potable referentes a los problemas de abastecimiento, calidad del agua, así como de administración; sobre las percepciones, actitudes y creencias acerca del servicio, incluyendo la desconfianza hacia la calidad del agua y consecuente consumo de agua embotellada.

Diseño de instrumento de Captación

Se diseñó y se puso a prueba un cuestionario con 77 preguntas, en el cual se incluyeron los siguientes temas:

- Percepción de la calidad del servicio de agua entubada
- Conocimientos sobre el manejo responsable del agua
- Actitudes ante el manejo responsable de agua
- Creencias sobre el manejo responsable de agua
- Conductas de ahorro y conservación de la calidad de agua
- Pago
- Compra de agua embotellada

Supervisión del levantamiento

En el mes de octubre el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) llevó a cabo el levantamiento de la información y personal de PUMAGUA supervisó a los entrevistadores, mediante visitas a 17 localidades de 14 estados del país. Aguascalientes, Baja California, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Yucatán.

En las visitas se detectaron varios errores en la aplicación del cuestionario, los cuales fueron informados a INEGI. Asimismo, durante todo el levantamiento se mantuvo comunicación con los entrevistadores a través de un foro virtual de dicha institución, resolviendo las dudas expuestas por ellos.

Análisis de los resultados

Se recibió de INEGI la base de datos resultante de la aplicación de 4931 cuestionarios, a la cual hubo que hacerle modificaciones importantes, pues carecía de etiquetas y se había utilizado letras para la codificación e variables, en lugar de números.

Se realizó un análisis preliminar de los resultados:

La muestra estuvo compuesta por 49.1% de mujeres y 50.9% hombres, con una edad promedio de 30.24 años (D.E. =20.5 años). En cuanto al tipo de vivienda, el 95.4% de los participantes viven en casa independiente, el 3.6% en departamento en edificio y el 1% en otro tipo de vivienda. Los habitantes han habitado sus viviendas un promedio de 19.3 años.

Los principales resultados del análisis son los siguientes:

No existe un alto nivel en los conocimientos para el ahorro y el cuidado de la calidad del agua, es decir, sobre la problemática ambiental, así como sobre problemas con el agua y sobre el ahorro y conservación de la calidad del agua.

Existen creencias que apoyan las conductas pro ambientales. La gente que cree que existe una responsabilidad individual, social y gubernamental de cuidar el agua es aquella que tiende a realizar con mayor frecuencia las conductas de cuidado del agua.

Las actitudes hacia el agua son mayoritariamente favorables, es decir, la mayoría de los participantes tienen una actitud positiva hacia acciones en favor del cuidado y conservación del agua, ya sea educativas, informativas o coercitivas.

Cerca del 90% de los encuestados señala que la calidad del agua que recibe es buena o excelente y la percepción de problemas específicos de la calidad del agua es reducida. Sin embargo una gran mayoría prefiere beber agua embotellada, lo cual parece revelar que la gente ha dejado de creer que el agua de la llave es bebible y, así, con usarla en otras actividades considera que tiene una buena calidad.

El 85% de la población entrevistada recibe agua entubada, 4% menos que lo que señala el Atlas Digital del Agua de 2010 (CONAGUA para 2010).

El consumo de agua de pipas es muy escaso entre los entrevistados, a diferencia de zonas específicas del país en donde es frecuente. En el caso de Ocotlán de Morelos, cada hogar destina en promedio 260 pesos mensuales al pago de pipas (González Villarreal y Arriaga 2014)

En general, la continuidad del servicio es deficiente, como lo señalan otros estudios: casi la mitad de los entrevistados recibe el agua entubada cada tercer día o con menor frecuencia, y menos de una sexta parte lo recibe las 24 horas del día.

Los entrevistados realizan acciones de cuidado el agua de manera consistente, tanto de uso eficiente (lavadora con carga completa, riego en horarios adecuados), como de reuso (reutilizar el agua de lavadora y lavamanos).

La percepción de calidad del agua suministrada se relaciona, tanto con la fuente de abastecimiento, como con la presencia de infraestructura de almacenamiento. Se tiende a considerar más deficiente la calidad del agua cuando se cuenta con cisternas, tinacos, etc., por lo cual los hábitos de limpieza de esta infraestructura son fundamentales.

Los conocimientos no parecen tener incidencia sobre las conductas de ahorro, mientras que las creencias y las actitudes sí la tienen, es decir, para que la gente efectúe acciones de cuidado del agua no es relevante que la gente tenga conocimientos sobre problemas ambientales o sobre el agua, en particular, pero sí que tenga creencias y actitudes positivas.

El servicio de agua entubada es considerado como el tercero, por su importancia y es percibido por los entrevistados como un servicio bueno y barato. Sin embargo, no existe una disposición generalizada a pagar más por este servicio, aún cuando es mucho más barato que el teléfono celular, también considerado por los participantes en este estudio como barato.

Todas las características del servicio de agua potable evaluadas (presión, residuos, atención a fugas en la calle, sabor, color y olor) son percibidas de manera positiva por los encuestados, a excepción de la continuidad que sí es considerada como mala.

Las personas que sí están dispuestas a pagar más por el servicio del agua entubada La disposición a un mayor pago son aquellas que realizan puntualmente el pago o con aquellas que compran agua embotellada, así como con quienes tienen actitudes y percepciones positivas sobre el servicio. También están más dispuestas a pagar más por el servicio quienes comprenden mejor la información del recibo.

De los entrevistados que compran agua de pipa, más de la mitad lo hace con una frecuencia menor a cada 15 días, pagando en promedio \$196.00 cada vez, por un volumen de 2800 litros.

Durante el mes de enero de 2015 se realizarán análisis adicionales para conocer la relación entre variables sociodemográficas y los temas incluidos en el cuestionario, así como entre el tamaño y nivel socio-económico de la localidad y dichos temas.

Lecciones aprendidas a lo largo de 2014

Sistema de manejo de agua en CU

Para el funcionamiento correcto del sistema de manejo de agua en CU, incluyendo la localización y reparación de fugas, el sistema de desinfección de agua potable, y las acciones para fomentar la participación social, ha sido necesario que PUMAGUA lleve a cabo un monitoreo constante, que tenga comunicación con las dependencias y entidades universitarias (incluyendo la DGOC), para la implementación de acciones preventivas y correctivas. De otra manera, el sistema muy pronto regresa al “equilibrio”, en donde el desperdicio de agua, las irregularidades en la desinfección y la falta de participación, son tolerados o ignorados por la comunidad. Por lo tanto, el Observatorio del Agua hacia el que transita el Programa no debe referirse únicamente al monitoreo y difusión de indicadores del estado del sistema de manejo de agua, sino que debe incluir forzosamente la comunicación con autoridades y el seguimiento de acciones.

Calidad del agua

De acuerdo con nuestros resultados de calidad del agua para uso y consumo humano en CU, el agua potable debe ser consumida directamente de la red, y es necesario evitar componentes de los bebederos/despachadores que requieran de mantenimiento constante. Conviene fomentar despachadores, como los de PUMAGUA, que promueven condiciones de higiene y no tienen tratamiento. Actualmente, se ha comenzado a instalar bebederos en las escuelas primarias del D.F., a partir de las reformas a la Ley General de la Infraestructura Física Educativa, en Materia de Bebederos Escolares. Asimismo, se establecieron lineamientos técnicos para dicha instalación. Conforme a nuestros resultados de calidad del agua en los bebederos de la UNAM, sería provechoso colaborar con el Instituto de Infraestructura Física Educativa para hacer un diagnóstico que incluya la calidad del agua, el cumplimiento a los lineamientos, el nivel de aceptación de los bebederos, la frecuencia de actividades de mantenimiento y con base en dicho diagnóstico, emitir recomendaciones para mejorar el funcionamiento y aceptación del consumo de agua de la llave.

En cuanto al monitoreo mismo de la calidad del agua para uso y consumo humano, se detecta una diferencia entre los resultados del cloro residual libre entre el monitoreo en línea y el monitoreo puntual, debido a que éstos últimos se realizan cada semana, de acuerdo a la normatividad oficial. Por lo tanto, es claro que se requiere de muestreos más frecuentes para tener un seguimiento más preciso de la calidad del agua. Sin embargo, a partir del 2015 la normatividad señala que los muestreos se tienen que hacer con una mayor frecuencia (1 muestreo semanal de parámetros microbiológicos por cada 5,000 habitantes), lo cual, aunque requiere de una inversión económica mayor, si se realiza de manera rutinaria en PUMAGUA, nos dará un mayor control de la calidad del agua y con ello se promoverá la salud de los universitarios. En este mismo sentido, dada la falta de precisión de los muestreos puntuales, sería conveniente contar con un sistema de monitoreo en línea para conocer la calidad del agua de la Zona Cultural de CU, el cual podría ser colocado en el Instituto de Ecología.

Se requiere continuar investigando los micro-organismos que funcionan como indicadores de contaminación biológica, como lo demuestra la tesis de licenciatura elaborada en este año por el estudiante de la M. en C. Isaura Yáñez, del Instituto de Ingeniería, en la cual se encontró que, en muestras

en donde no se detectaron coliformes fecales, aparecieron otras bacterias patógenas. Es decir, los coliformes fecales no funcionan como indicadores de todos los contaminantes microbiológicos.

También se requiere de efectuar análisis de riesgo referidos al uso de agua residual tratada, puesto que no contamos con evidencia sobre si el cumplimiento de la normatividad oficial resulta en la promoción de la salud de los usuarios.

Balance hidráulico

Es urgente la sustitución de tramos de tubería en CU para disminuir las fugas en la red. Desde el inicio de PUMAGUA, se han ido implementando acciones encaminadas a disminuir pérdidas, tales como la sectorización y control de presiones. Sin embargo, se sigue presentando alrededor de 28% de fugas, sin duda debidas en gran parte a la edad de las tuberías en ciertas secciones de la red.

Participación social

El cuidado del agua es un tema de interés mientras no requiera de inversión económica. Esta conclusión resulta de la experiencia de los últimos años, en donde con frecuencia, la intención de implementar acciones del Programa termina en cuanto las instituciones en cuestión (sean de la UNAM o externas) se dan cuenta de que se requiere de un monto significativo para efectuarlas. Asimismo, en las encuestas aplicadas a nivel local y nacional, en las que PUMAGUA ha participado, se ha visto que las conductas de uso responsable del agua son menos frecuentes cuando requieren de una inversión económica. Se requiere entonces de realizar análisis costo-beneficio, en los cuales se haga manifiesto el beneficio a mediano y largo plazos de estas acciones, y se incluyan otras variables, como las ambientales y sociales.

La cultura del cuidado del agua, tanto de las autoridades como de los usuarios, requiere de mucho tiempo. A lo largo del Programa de manera muy paulatina se ha visto que se han ido incorporando buenas prácticas en algunas dependencias y entidades universitarias: la DGOC en la localización, reparación de fugas, instalación de medidores, dosificación del cloro; algunas dependencias y entidades han implementado todas las acciones que se les recomienda (instalación de medidores, sustitución de muebles de baño, cambio de vegetación, etc.). Sin embargo, se requiere fomentar el interés del personal de las dependencias y entidades universitarias en el manejo de agua, puesto que en las reuniones para dar a conocer la plataforma digital y hablar sobre la problemática del agua dentro de sus instalaciones, se detecta un desinterés generalizado en participar en este tema.

Servicio de agua potable en México

A partir de las encuestas realizadas por PUMAGUA y de fuentes de información secundarias, se puede señalar que el servicio de agua potable en México tiene problemas severos, principalmente en cuanto a la continuidad del servicio y en cuanto a la calidad del agua. Aunque la gente la percibe mayoritariamente como buena, el alto consumo de agua de embotellada es prueba de que no es así y de que los usuarios han dejado de considerar que el agua entubada debería de ser bebible. Es indispensable mejorar la calidad del agua, ya que los usuarios están gastando cerca de 200.00 mensuales en la compra de agua embotellada. Parte de este dinero podría destinarse al pago del servicio del agua entubada, puesto que se tiene evidencia de que quienes tienen disposición a pagar más por el servicio son quienes compran agua embotellada.

Aunque existe poca disposición a pagar más por el servicio del agua, se encontró que existe una relación entre quién está dispuesto a pagar más es quien tiene un mejor servicio, lo cual evidentemente apunta hacia el hecho de que para poder cobrar más por el servicio es indispensable primero mejorarlo. Cabe señalar que en la aplicación de las encuestas es patente la insatisfacción de numerosos usuarios por la calidad del servicio y la simple pregunta de si estarían dispuestos a pagar más por él les causa gran enojo. Adicionalmente a la frecuente negación a pagar más por un mal servicio, se detectó que muchos usuarios señalan que con el pago de impuestos se debería de cubrir el pago del servicio de agua entubada.

También es indispensable realizar una campaña que promueva actitudes y creencias positivas respecto al agua. En cuanto a las creencias, se requiere difundir la importancia de la responsabilidad individual, social y gubernamental de cuidar el agua, y en cuanto a actitudes, se necesita sensibilizar a la población en cuanto al beneficio de acciones en favor del cuidado y conservación del agua. Mejorar las creencias y actitudes repercutirá no únicamente en el aumento de conductas proambientales, sino de la disposición a un mayor pago.

En cuanto a los recibos de agua, se ha constatado en la encuesta diseñada por PUMAGUA, así como en estudios internacionales, que comprender la información del recibo es un factor clave para la disposición a un mayor pago. Sin embargo, en muchas localidades del país en el recibo sólo se presenta el monto a pagar, por lo que se está perdiendo la oportunidad de dar a conocer, de manera amigable, otras variables, como el volumen consumido, la comparación entre meses de este consumo, acciones para ahorrar agua, acciones en pro del agua que lleva a cabo el organismo operador.

Referencias

1. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21ª edición. Centennial Edition. Estados Unidos. 2005:9-63.
2. Ashbolt, N. J., W. O. K. Grabow, M. Snozzi. 2001. Indicators of microbial water quality. En: Fewtrell L. and J. Bartram Eds. Water Quality: Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. World Health Organization Press.
3. Castillo-Rodal, A. I., M. Mazari-Hiriart, L. Lloret-Sánchez, B. Sachman-Ruiz, P. Vinuesa and Y. López-Vidal (2011). Potentially pathogenic Non-tuberculous Mycobacteria found in aquatic system. Analysis from a reclaimed water and water distribution system in Mexico city. EJCMI 2011. DOI 10.1007/s10096-011-1359-y
4. Cázares Venegas Jorge Jesús. Calidad del Agua de Reúso: Generación-Almacenamiento-Distribución, Posterior a la Renovación de la Planta De Tratamiento "Cerro Del Agua". Biólogo. Facultad de Ciencias. Ciudad Universitaria. Fecha de titulación: 2014. TUTOR: M en C. Isaura Yañez Noguez.
5. COFEPRIS; CONAGUA (2010). Lineamientos generales para el monitoreo de cloro residual libre y muestreo bacteriológico en sistemas formales de abastecimiento de agua para uso y consumo humano. 13 p.
6. Comisión Federal para la prevención de riesgos sanitarios (COFEPRIS), 2010. Agua de Calidad Bacteriológica. <http://www.cofepris.gob.mx/>
7. CONAGUA (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento. 152 p.
8. CONAGUA (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de agua potable. 270p.
9. CONAGUA (2010). Estadísticas del agua en México. 258 p.
10. CONAGUA (2010) Atlas Digital del Agua. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/usosdelagua28.html>
11. Chu L; Yan; et.al (2009). Avances y perspectivas de la ozonización como un poderoso método de pretratamiento de lodos para la minimización de la producción de fangos en exceso. Volumen 43. PP1 811-1822.
12. Debruyne, L., E. Samyn, E. De Brandt, O. Vandenberg, M. Heyndrickx, P. Vandamme (2008). Comparative performance of different PCR assays for the identification of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. Res. Microbiol. 159:88-93.
13. Del Puerto Rodríguez AM del. Concepción Rojas M, Iglesias Fernández AM. Calidad del agua y enfermedades de transmisión digestiva/Quality of water and digestively transmitted diseases. Rev Cubana Med Gen Integr 1999; 15(5):495-502.
14. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana, NOM-013-CNA-2000. Redes de distribución de agua potable especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba. México, D.F., 9 de julio, 2003.
15. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 modificada en el 2000. Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. México, D.F., 22 de noviembre.

16. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana, NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público. México, D.F. 19 de junio.
17. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana, NOM-181-SSA1-1998. Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico. México, D.F., 20 de junio.
18. DOF (2003). Norma Oficial Mexicana, NOM-230-SSA1-2002. Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua, procedimientos sanitarios para el muestreo. México, D.F., 1 de agosto.
19. DOF (2003). Norma Oficial Mexicana, NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. México, D.F., 23 de abril.
20. DOF (2009). NORMA Oficial Mexicana, NOM-015-CONAGUA-2007. Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua. México, D.F., 25 de julio.
21. EPA. 2001. Method 1602: Male-specific (F+) and Somatic Coliphage in water by single agar layer (SAL) procedure. (Environmental Protection Agency), Washington D. C.
22. Eshcol J., P. Mahapatra, S. Keshapagu. 2009. Is fecal contamination of drinking water after collection associated with household water handling and hygiene practices? A study of urban slum households in Hyderabad, India. *Journal of Water and Health* 7(1):145-149.
23. Figueroa, M., C. Troncoso, P. López, P. Rivas and M. Toro (2009). Occurrence and enumeration of *Campylobacter* spp. during the processing of Chilean broilers. *BMC Microbiol.* 9:94.
24. González-Villarreal, Fernando y Arriaga, Jorge, "Sistemas de agua potable y saneamiento en comunidades medias" en *Revista IC Ingeniería Civil*, Colegio de Ingenieros Civiles de México, Año LXIV, Núm. 542, junio 2014, pp. 10-14.
25. Guías de la OMS para la calidad del agua potable (2006). Organización Mundial de la Salud (OMS).
26. Herman Bouwer, (2004). *Artificial recharge of groundwater: Systems, design, and management.*
27. ISO, 1995. 10705-1: Water quality—Detection and enumeration of bacteriophages-part 1: Enumeration of F-specific RNA bacteriophages. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
28. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. Censo de Población y vivienda 2010. <http://www.censo2010.org.mx/>
29. Joseph A. Cotruvo, (2002). *Unconventional methods for providing safe drinking water in small systems: Arsenic removal demonstration.*
30. Kim, H., H. S. Kim, T. S. Shim, M. N., G. H. Bai, Y. G. Park, S. H. Lee, C. Y. Cha, Y. H. Kook, B. J. Kim (2005). PCR restriction fragment length polymorphism analysis (PRA)-algorithm targeting 644 bp Heat Shock Protein 65 (hsp65) gene for differentiation of *Mycobacterium* spp. *J. Microbiol. Methods.* 62(2):199-209
31. Lambertini E., S. K. Spencer, B. A. Jr. Kieke, F. J. Loge, M. A. Borchardt. 2011. Virus contamination from operation and maintenance events in small drinking water distribution systems. *J Water Health* 9(4):799-812.

32. Lothigius, A., A. Janzon, Y. Begum, A. Sjöling, F. Qadri, A. M. Svennerholm and I. Bölin, (2008). Enterotoxigenic *Escherichia coli* is detectable in water samples from an endemic area by real-time PCR. *J. Appl. Microbiol.* 104:1128–113
33. Maier R., I. L. Pepper, C. P. Gerba. 2009. *Environmental Microbiology*. Academic Press. China. 598 pp.
34. Marshall, H. M., R. Carter, M. J. Torbey, S. Minion, C. Tolson, H. E. Sidjabat et al. (2011). *Mycobacterium lentiflavum* in drinking water supplies, Australia. *Emerg Infect Dis* [serial on the Internet].
35. Martínez H. S., Coronel O. C., Hernández M. A., Miranda L. J. M. y Rodríguez Á. J. A. 2008. Control de la calidad del agua tratada en una depuradora a través de los Bioindicadores bacterianos *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* Laboratorio de Ciencias Ambientales.
36. Mazari, M. (2003). Bacteria and disinfection byproducts in water from southern Mexico City. 5 p. 129 p.
37. Mazari-Hiriart, M., Y. López-Vidal, G. Castillo-Rojas, S. Ponce de León and A. Cravioto (2001). Presence of *Helicobacter pylori* and other enteric bacteria in freshwater environments. *Archives of Medical Research.* 32:1-10.
38. National Research Council, Ground water recharge using waters of impaires quality, Washington (1994). "Soil and Aquifer Processes".
39. Nguyen, T. V., P. Le Van, C. Le Huy, K. N. Gia and A. Weintraub (2005). Detection and characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* from young children in Hanoi, Vietnam. *J. Clin. Microbiol.* 43:755-6.
40. OMS (2006). Guías para la calidad del agua potable, primer apéndice a la tercera edición, Vol. 1. 408 p.
41. Orta de Velásquez M. T. Yañez-Noguez I. González Villareal F.J. García Santiago E.I. (2012). Implementation proposal of safety plan for reuse of treated wastewater in green areas, Case Study: University City. Disinfection of Water, Wastewater and Biosolids Conference 25-29 November 2012. México, City.
42. Pierre Payment and Will Robertson. 2004, *Water Sanitation Health The microbiology of piped distribution systems and public health*. OMS.
43. Polaczyk L. A., Narayanan J., Cromeans L. T., Hahn D., Roberts M. J., Amburgey E. J. y Hill R. V. 2008. Ultrafiltration-based techniques for rapid and simultaneous concentration of multiple microbe classes from 100-L tap water samples. *J Microbiol Meth*, 73: 92-99.
44. Sánchez-Monedero, M. et al. Generación de Bioaerosoles en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales. *Ingeniería 11-1* (2007) 37-42.
45. Smith, S. S. , P. Lindholm-Levy, G. A. Huitt, L. Heifets, J. Cook (2000). *Mycobacterium terrae*: Case Reports, Literature Review, and In Vitro Antibiotic Susceptibility Testing. *Clin. Infect. Dis.* 30(3): 444-453.
46. Telenti, A., F. Marchesi, M. Balz, F. Bally, E. C. Bottger, T. Bodmer (1993). Rapid identification of mycobacteria to the species level by polymerase chain reaction and restriction enzyme analysis and restriction enzyme analysis. *J. Clin. Microbiol.* 31 (2): 175-8.

47. Tomar P; Surindra S (2011). Tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un sistema de Vermi-Biofiltración. Volumen 43. PP1 811-1822. Volumen 282. PP 95-103.
48. Toranzos GA, McFeters GA, Borrego JJ, Savill M. "Detection of microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters" en Manual of environmental microbiology. Hurst CJ, Crawford RL, Garland JL, Lipson DA, Mills AL, Stetzenbach LD. Washintong D. C. ASM Press. 2007: 249-25.
49. Toze, Simon. Water reuse and health risks. Desalination 187 (2006) 41–51.
50. World Health Organization (WHO). 2011. Guidelines for drinking water quality. 4th Ed. Geneva, Switzerland.

Participantes

Dr. Fernando González Villarreal

Director

M. en C. Cecilia Lartigue Baca

Coordinadora ejecutiva

Calidad del agua

Ing. Leonardo Isidoro Toscano Vélez

Pas. Biología. Carlos Kegel Pacheco

Responsable del Área

Dra. Ma. Teresa Orta Ledesma

M. en C. Isaura Yáñez Noguez

Dr. Ignacio Monje Ramírez

Pas. Biología. Jorge Jesús Cázares Venegas

Pas. I.Q. Hugo Márquez Sánchez

Pas. Q.A. Jesús Tadeo Martínez Díaz

Coordinadora de Instituto de Ingeniería

Dra. Marisa Mazari Hiriart

Dra. Ana Cecilia Espinosa García

Pas. Biol. Stephanie Espinosa García

Pas. Biol. José Ramón Sánchez Castañeda

Biología. Antonio Barajas

Coordinadora en Instituto de Ecología

Balance hidráulico

Ing. Guillermo Montero Medel

Ing. Josué Hidalgo Jiménez

Pas. I. José Eduardo Hernández Crisóstomo

Pas. I. Iván Alejandro Cornejo Alcalde

Pas. I. Martín Ángeles Valdez

Pas. I. Jesús Gallegos Jiménez

Pas. I. Armando García Hernández

Responsable del Área

Responsable del SUMA

Fomento a la Participación Social

Lic. Berenice Hernández Mastache

Pas. Comunicación. Jazmin Malleli González Salazar

Lic. Rocio Carranza Flores

Responsable del Área