

# CURSO VIRTUAL DE FORMACIÓN DE OPERADORES Y OPERADORAS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Ávalos, Jimena I.<sup>1</sup>, Vezzoni, Agustín<sup>1</sup>, Rodríguez Bormioli, Nicolás<sup>1</sup>, Hanela, Sergio<sup>1</sup>;  
Aguerrebey Emilianio<sup>2</sup>, del Río, Ignacio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Tecnología de Tratamiento, Subgerencia Centro de Tecnología del Uso del Agua, Instituto Nacional del Agua, Argentina

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento, Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica, Ministerio de Obras Públicas, Argentina

<sup>3</sup> Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, España

javalos@ina.gov.ar, avezzoni@ina.gov.ar, nbormioli@ina.gov.ar, shanela@ina.gov.ar, emilianoaguerrebey@gmail.com, Ignacio.rio@cedex.es

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el servicio de desagüe por red cloacal en Argentina cubre a un 63,1% de la población urbana. Del total de aguas residuales recolectadas actualmente se trata de forma adecuada el 27,5 %. Este porcentaje de tratamiento se encuentra directamente vinculado a la falta de conocimientos necesarios, por parte del personal que opera las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de origen doméstico (PTARs), para operar dichas unidades de forma adecuada. (DNAPyS, 2020 y 2022) Previamente a la presente experiencia, no existían en el país, ofertas de capacitación dirigidas a satisfacer esta demanda.

En respuesta a esta situación, se organizó el Curso Virtual de Formación para Operadores y Operadoras de PTARs, llevado adelante por la Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento (DNAPyS) de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica (SIPH) – Ministerio de Obras Públicas (MOP), el Instituto Nacional del Agua (INA) y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), de España y el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). El curso estuvo dirigido al personal encargado de la operación de PTARs de todo el país, y tuvo como principales objetivos: i) Mejorar las capacidades y conocimientos necesarios para el personal respecto al funcionamiento y mantenimiento de PTARs, ii) Jerarquizar el rol de operadores/as, resaltando la importancia de dicha tarea.

Dado que en el país existe una gran diversidad de tamaños y tipologías de plantas, tanto en las tecnologías que emplean como en su modalidad de administración (municipales, cooperativas, concesiones privadas, entre otras), el perfil del público resultó sumamente heterogéneo. Entre los participantes hubo personas con distintos niveles de educación, experiencias de operación en planta y diversidad de contextos, que resultaron ser un desafío a la hora del diseño y desarrollo del curso.

### Diseño y desarrollo del curso.

Debieron resolverse aspectos relativos a la selección de contenidos, perfil de los/as participantes, modalidad de cursada y la coordinación de un cuerpo de 20 docentes nacionales y 8 internacionales. El curso se desarrolló en un total de 63 horas de clase, más 3 de examen, distribuidas en 22 encuentros virtuales sincrónicos de tres horas cada uno, los días martes y jueves entre el 31 de Marzo y el 16 de Junio de 2022. Se adoptó un horario matutino a fin de procurar horarios aceptables para los docentes de España, y permitir que los/as participantes puedan continuar sus tareas laborales por la tarde, evitando ausencias prolongadas.

La currícula del curso se organizó en 12 módulos, agrupados en 3 grandes bloques, más una clase integradora. El primer bloque, introductorio, incluyó aspectos generales sobre el objetivo de las PTARs, la organización y situación del sector, la normativa y los parámetros ambientales y sanitarios a considerar. Contemplando la heterogeneidad del grupo en cuanto a su nivel de conocimientos previos, se incluyó también un módulo específico sobre conceptos importantes, tales como sistemas materiales, estequiometría, balances de masa, conversión de unidades e interpretación de protocolos analíticos. El primer bloque se

completó con un módulo sobre hidráulica de plantas. El segundo bloque recorrió las principales operaciones unitarias: pretratamiento y separación primaria; tratamientos biológicos, ahondando en las tres tecnologías de mayor difusión a nivel nacional (lodos activados, lechos percoladores y lagunas); operaciones de desinfección y remoción de nutrientes. Se concentraron inicialmente las ponencias en la comprensión de aspectos conceptuales para ahondar luego en aspectos operativos y de mantenimiento propios de cada una de las operaciones presentadas, procurando hacer énfasis en los aspectos prácticos. El tercer bloque se centró en cuestiones transversales de operación, mantenimiento y monitoreo de los sistemas. Aquí se incluyeron conceptos de mantenimiento y detección de fallas, sistemas de control, procedimientos y operaciones de rutina (tareas de limpieza, registro de parámetros operativos, recolección de muestras, equipamiento analítico de laboratorio y campo, protocolos de operación), y condiciones de parada de planta o situaciones de emergencia, incluyendo una clase específica sobre aspectos de seguridad e higiene. En todos los casos se procuró brindar clases concretas y sintéticas, dejando un espacio de discusión e intercambio al finalizar cada clase, que resultó en una sinergia positiva entre la coordinación, los docentes nacionales e internacionales y los participantes.

En cuanto a los recursos informáticos, se procuró emplear plataformas de simple registro y uso comprendiendo las posibles limitaciones del público en cuanto a manejo de herramientas informáticas. Se trabajó mediante Google Classroom® para compartir presentaciones y realizar intercambios. También se implementó un sistema de tutorías, donde cada participante contó con un/a tutor/a a fin de recibir asistencia en caso de dificultades, y también realizar un seguimiento en caso de ausencias prolongadas. Como requisito para rendir el examen, se exigió una conexión superior a 120 minutos, en el 70% de las clases.

### Principales resultados

Se recibieron 197 postulaciones, de las cuales fueron seleccionados 103 participantes de 29 prestadoras de servicios distribuidas en 18 de las 24 Provincias Argentinas. Del total de participantes, 58 pertenecen a las provincias del Norte Grande y 45 a otras regiones del país. El 66% de los/as participantes informaron trabajar en operación de planta, un 7% en laboratorio, y un 5% en mantenimiento, seguidos de otros sectores con porcentajes menores. Prevalecen los participantes con nivel de estudios secundarios como máximo alcanzado (46%), seguidos de los universitarios (38%), terciarios (12%) y primarios (3%).

En complemento, se elaboró un formulario a fin de conocer el tipo de plantas y la problemática de los participantes con el objetivo de brindar herramientas a los/as docentes para focalizar sus clases hacia las características del alumnado. A la encuesta respondieron 56 participantes y se detallan a continuación los resultados recabados. De allí se desprende que prácticamente la mitad de los participantes no habían recibido capacitaciones en los últimos 5 años, mientras que el 30% de los mismos nunca habían sido capacitados en la temática. Cerca del 65% refirió haber sido instruido por un compañero/a o superior, o bien haber aprendido directamente en la práctica, pero sin contar con

capacitaciones específicas. Un 16% refirieron trabajar como operarios/as hace no más de un año, el 47% entre 1 y 5 años y el 37% hace más de 5 años. La mayor cantidad de participantes (64%) operaba una única planta, seguidos por quienes operaban dos plantas (17%) y una menor proporción que refirieron operar más de dos. La mitad de los participantes reportaron operar plantas que sirven a más de 50.000 habitantes.

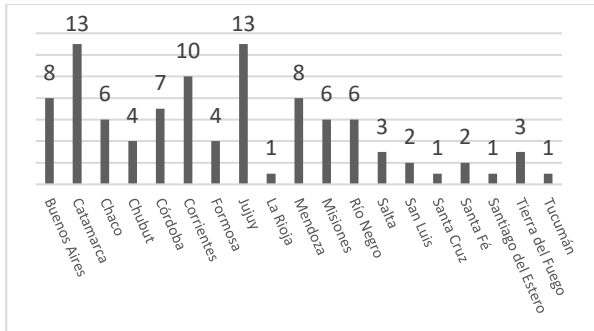


Figura 1 – Seleccionados/as por provincia

En cuanto a las características de las plantas operadas, el 82% de las respuestas indicaron la presencia de cámaras de recepción y partición de caudal. Dada la gran abundancia de esta unidad en las plantas, puede asumirse que algunos de los participantes no identificaron a las cámaras de carga como tales. Casi el mismo número de respuestas indicó la disponibilidad de rejillas gruesas, mientras que 30 casos indicaron disponer rejillas finas. Luego se apreció una dispersión considerable de unidades existentes, habiendo 11 participantes con tanques Imhoff, 21 con sistemas biológicos de biomasa suspendida, 2 con percoladores, 38 con lagunas, 7 con emisarios, 11 con espesado de lodos, 9 con estabilización aeróbica y 13 anaeróbica de lodos, y 24 con sistemas de secado. Del personal que tiene lagunas, prácticamente la mitad reportó poseer sistemas de aireación mecánica. El 70% reportó que la remoción de lodos, nunca se hizo, o bien manifestó desconocer al respecto.

Respecto a las unidades de ingreso y bombeo, 18 personas reportaron no disponer mecanismos que protejan las bombas de sólidos y 6 manifestaron no estar seguros/as al respecto. Más de la mitad indicó tener rejillas para tal fin. El 60% indicó tener bombas sumergidas. Solo 5 indicaron tener unidades de remoción de nitrógeno y fósforo.

El 65% indicó disponer de laboratorio en planta, siendo los parámetros más analizados sólidos sedimentables y pH, seguidos de DQO, y luego por DBO<sub>5</sub> y sólidos totales. 15 participantes mencionaron la realización de observaciones al microscopio. Un 38% indicó medir DBO<sub>5</sub> semanalmente y un 36% mensualmente, el 12% de forma semestral y solo el 6% en forma diaria.

La amplia mayoría refirió descargar el líquido tratado a cursos de agua lóticos superficiales (72%) y un 12% a cuerpos lénticos. Sólo un 9% reportó un reúso del líquido tratado superior al 50%, mientras que el 72% refirió hacer ningún tipo de reúso. De los casos de reúso mayor al 50%, 8 casos manifestaron emplearlo para parquizados y riego de vegetales no comestibles, mientras que 5 indicaron no estar seguros.

Entre las mayores problemáticas de operación, se mencionaron los picos por aportes pluviales, las descargas de atmosféricos y otros actores no autorizados, descargas industriales de características diferentes a los líquidos cloacales, la falta de inversión, ausencia de pretratamientos, la proliferación de vegetación no deseada y acumulación de lodos en plantas con lagunas y en ciertos casos se mencionaron problemas electromecánicos y cortes de luz. Como problemáticas adicionales se destacan errores de proyecto, fallas en la operación, la falta de personal, sub-dimensionamiento de las

unidades y las limitaciones analíticas. Estos aspectos se fueron poniendo de manifiesto también en los espacios de intercambio durante el curso.

Respecto al origen de las aguas residuales procesadas, la mayoría reportó recibir líquidos domiciliarios o de actividades comerciales, municipales, educativas, etc. Una menor proporción indicó también aporte de pluviales. La descarga de líquidos industriales no pareciera ser una preocupación significativa en las respuestas del formulario, aunque durante los intercambios se han manifestado problemas importantes al respecto. Si bien la mayoría refirió recibir descargas de origen doméstico, y eventualmente pluvial, las problemáticas planteadas durante el curso manifestaban numerosos inconvenientes derivados de la descarga de líquidos industriales en la red. Consecuentemente, los datos del formulario revelaron que en la mayoría de los casos los/as operadores/as no tienen una percepción a priori de que las redes reciben estos líquidos, aunque si se manifiesta dicha situación en la práctica. También se destacó como problemática habitual en las preguntas específicas, la gestión inadecuada de líquidos provenientes de camiones atmosféricos.

El día 16 de junio se realizó la evaluación final del curso, oportunidad en que rindieron examen 60 participantes, de los cuales aprobaron 55. Una semana después se tomó una segunda evaluación para quienes no pudieron presentarse previamente y ese mismo día se realizó una instancia de recuperación oral con las 5 personas que habían desaprobado previamente. El curso finalizó con 61 participantes que aprobaron el examen final y 5 personas que completaron la asistencia, pero no rindieron o aprobaron el examen. Respecto al grado de satisfacción, el 92% de los participantes opinaron que el nivel general fue muy bueno (máxima calificación contemplada en la encuesta), 2 opinaron que fue bueno, 2 regular y 1 muy malo. Respecto al nivel del cuerpo docente, el 95% lo calificó como muy bueno, dos personas como bueno y una como muy malo. En relación a los contenidos y la extensión del curso, el 72% la consideró adecuada, el 17% justa, el 8% excesiva y dos personas la consideraron insuficiente. Podría asumirse, de forma general, que las opiniones resultaron sumamente satisfactorias.

## Conclusiones Finales

El Curso Virtual de Formación para Operadores y Operadoras de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales ha constituido un hito relevante a nivel nacional, respondiendo a esta necesidad histórica del sector y constituyó una experiencia inédita en el país, en la cual se formó a operadores y operadoras de las plantas de tratamiento de aguas residuales del país, que en muchos casos nunca habían sido capacitados en la temática.

Adicionalmente, el curso favoreció el intercambio de experiencias entre participantes, docentes y organizadores, nutriendo de esta forma los saberes. Los resultados positivos, así como la alta demanda recibida, que superó ampliamente las capacidades de esta edición.

La caracterización presentada de los/as participantes, sirvió de insumo para realizar ligeras adaptaciones a los contenidos en vistas al dictado de una nueva edición del curso, que dio inicio en Julio del 2023 y se encuentra actualmente en curso. Esta nueva edición recibió con más de 430 postulaciones, siendo un nuevo indicador del éxito de la edición previa y la necesidad de espacios de formación en la temática.

## Referencias

**Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento (DNAPyS)** (2020). Diagnóstico y Prospectiva el Tratamiento de Aguas Residuales en Argentina

**Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento (DNAPyS)** (2022). Base de Información Nacional de Agua y Saneamiento