



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

## HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL ALERTA TEMPRANA ANTE CAMBIOS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO – SPA<sub>OSE</sub>

### Iriburo, Alejandro (\*)

Ing. Civil H/A. Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE. Gerencia de Agua Potable, Jefatura División Asesoramiento a los Sistemas de Abastecimiento de Agua.

### de Lima, Amalia

Ing. Quím. Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE.

### Forcheri, Pablo

Ing. Civil H/A. Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE.

### Gallo, Florencia

Ing. Quím. Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE.

### Ormaechea, Sofía

Ing. Civil H/A. Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE.



### TEMA: 2 Agua Potable

CUENCA: Todas

ODS: 3 y 6

(\*) Dirección: Carlos Roxlo 1275, piso 3, Gerencia de Agua Potable, Montevideo, C.P. 11200, Uruguay, Tel. +598(2) 19521938. Correo electrónico: [airiburo@ose.com.uy](mailto:airiburo@ose.com.uy)

**Palabras Clave:** Alerta Temprana, Fuentes, Gestión, Potabilización, Software.

### RESUMEN

En el marco del desarrollo de los Planes de Seguridad y de la mejora de la gestión en sus Sistemas de Abastecimiento de Agua, las Gerencias de Agua Potable y de Tecnologías de la Información de la Administración de las Obras Sanitarias del Estado desarrollaron una herramienta informática (SPA<sub>OSE</sub>) soporte. Dentro de sus funcionalidades la herramienta incluye el manejo compartido de los datos de agua bruta entre Plantas Potabilizadoras de la misma cuenca hidrográfica estableciéndose un criterio de alerta en función de los resultados obtenidos. La puesta en común de los datos de calidad de agua bruta, transmitidos en tiempo real, constituye un aporte al sistema de alertas tempranas y a la toma de decisiones en las distintas unidades de producción que potabilizan agua superficial en una cuenca hidrográfica.

### INTRODUCCIÓN

La Administración de las Obras Sanitarias del Estado (OSE) es la empresa encargada de la gestión del Agua Potable en todo el territorio de la República Oriental del Uruguay abasteciendo al 98% de la población nucleada del país.

La producción de agua está distribuida a lo largo del país en más de 600 Sistemas de Abastecimiento. En el año 2016 el total de agua producida alcanzó los 356 millones de metros cúbicos, de los cuales el 90,5% provino del tratamiento de Fuentes Superficiales. La figura 1 muestra la ubicación de las 62 Plantas Potabilizadoras de Tratamiento Convencional que realizan dicha potabilización.

La división del territorio en cuencas hidrográficas establece seis cuencas principales las cuales pueden visualizarse en la figura 2. La distribución porcentual de producción de agua de fuente superficial por cuenca sobre el total país (año 2016) es la siguiente:

14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

Río Santa Lucía	72,9%	Río Negro	5,3%
Río de la Plata	9,1%	Laguna Merín	3,3%
Río Uruguay	8,6%	Océano Atlántico	0,8%



**Figura 1 – Distribución de plantas potabilizadoras de fuente superficial en el territorio. Imagen Fondo Google Earth**



**Figura 2 – Cuencas hidrográficas. Fuente DNH**

En el marco de su estrategia para Asegurar la Calidad de Agua que produce y distribuye, OSE viene trabajando en la implantación de Planes de Seguridad de Agua (PSA) de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del compromiso con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible adoptada en el año 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

A través de la meta 6.1 del Objetivo 6 de Desarrollo Sostenible, los países han mostrado una fuerte voluntad de alcanzar para 2030 un acceso universal, equitativo y seguro al agua potable. Este desafío se vincula fuertemente con la incorporación del concepto de los Planes de Seguridad de Agua como el modo más fiable y eficaz de gestionar el suministro de agua potable para salvaguardar la salud pública (WHO & IWA, 2017), contribuyendo asimismo al cumplimiento del ODS 3 en sus metas 3.3 y 3.9 (Monteiro, 2016).

Desde la visión de PSA, la gestión de los Sistemas de Abastecimiento debe tener un abordaje holístico desde la Fuente al Consumidor, evaluando, priorizando y gestionando los riesgos (Bartram, 2009). Un elemento muy valioso en tal sentido es disponer de los resultados de los muestreos operativos en forma sistematizada y accesible.

Dentro de los muestreos operativos se incluyen los controles que el funcionamiento de las Plantas Potabilizadoras realiza sobre las fuentes de agua en el punto de ingreso de agua bruta. A partir de estos controles se analizan las variaciones en la calidad del agua a potabilizar y se ajusta el tratamiento, estos monitoreos incluyen además los distintos puntos de control a lo largo del proceso así como el producto final y la distribución.

Además de los controles operativos realizados por los Laboratorios de Planta, OSE cuenta con una Red de Laboratorios Regionales que amplían la paramétrica y realizan el muestreo de verificación, y del Laboratorio Central, referencia analítica, encargado de los análisis que representan la paramétrica completa de la Norma de Calidad de Agua.

Con el propósito de dar soporte a una gestión dinámica y eficiente de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, la Gerencia de Tecnologías de la Información (GTI) y Gerencia de Agua Potable (GAP) de



## IX Congreso Nacional de AIDIS Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

OSE han venido trabajando en conjunto durante los últimos años en el desarrollo de un conjunto de herramientas informáticas, entre las que se incluye el software SPA<sub>OSE</sub>, las cuales constituyen además una vía de comunicación entre los operadores y técnicos de los Sistemas de Abastecimiento de Agua (SAA) con el resto de la organización. Su empleo permite el seguimiento y análisis de distintos aspectos relacionados con el desempeño del Sistema incluyendo la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento.

### **OBJETIVO**

Desarrollar una herramienta para estandarizar el ingreso de los datos generados a partir de los muestreos operativos realizados por el funcionariado de las Plantas Potabilizadoras.

Establecer una plataforma para compartir la información resultante de los muestreos operativos del agua bruta entre las Plantas Potabilizadoras pertenecientes a una misma Cuenca Hidrográfica generando información que colabore a establecer alertas tempranas ante cambios en la calidad de la fuente a potabilizar.

Agregar valor a los resultados de los monitoreos operativos de calidad de agua bruta que se generan en cada Planta Potabilizadora, fortalecer la visión de cuenca hidrográfica en la gestión de los SAA y la comunicación entre el funcionariado de las Plantas que compartan la cuenca.

Contar con un registro de parámetros de los puntos de control de las unidades de producción de forma estandarizada, en una base de datos centralizada y respaldada, habilitando opciones gráficas para visualizar de forma sencilla tendencias de las variables y variaciones estacionales en el agua bruta.

Implantar y dar sostenibilidad al uso de la herramienta en la totalidad de las Plantas Potabilizadoras de Fuente Superficial gestionadas por OSE y capacitar al personal en su utilización como soporte para la implantación de Planes de Seguridad de Agua.

### **METODOLOGÍA**

Antecedentes

*El foco en el funcionariado que opera las Plantas Potabilizadoras*

En la Administración, en sus más de 65 años de existencia, hay una rica historia de capacitación continua al personal en materia de Tratamiento de Agua Potable, área estratégica de la empresa.

*Cursos básicos de operación*

Con el aumento de los Sistemas de Abastecimiento con Tratamiento de Agua superficial en la década de los noventa, asociado a la instalación de Unidades UPAs los cursos se instalaron en el Centro Recreativo Paso Severino. Estos cursos de Operación de Plantas Potabilizadoras Convencionales de Fuente Superficial, en permanente actualización, son coordinados por la División Capacitación y Desarrollo Gerencial y cuentan con la participación de Profesionales de la Gerencia de Gestión de Laboratorios, la Gerencia de Agua Potable y de otras áreas técnicas capacitando anualmente más de 60 funcionarios. Se forma al funcionariado en conceptos de tratamiento, técnicas analíticas para los monitoreos operativos de planta y aspectos vinculados a la operación.



Figura 3 – Curso Básico de Potabilización

#### *Camino hacia la Gestión según Planes de Seguridad de Agua*

Desde 2007 se realiza un Encuentro Anual de Supervisores Departamentales donde se fortalece el intercambio, la incorporación de temáticas emergentes, la aprobación de procedimientos operativos entre otras. Cuando estos Encuentros comenzaron, no se disponía (con excepción de las plantas de mayor tamaño) de computadoras en los centros de producción de agua, y los registros de los resultados de los controles operativos se realizaban en formularios (en soporte papel).

En sintonía con las recomendaciones de la OMS se comenzó a dar pasos hacia la Gestión según Planes de Seguridad de Agua, primero de las Plantas y luego de los Sistemas de Abastecimiento. Ejemplos de acciones en este sentido son la aprobación de procedimientos, instructivos y otros documentos a partir de los Encuentros, la Certificación del Proceso de Potabilización en Planta Dolores (según UNIT ISO 9001) a los que luego se fueron sumando otros Sistemas de Producción y Distribución, talleres de HACPP, de Planes de Seguridad de Agua, encuentros anuales de Técnicos en Agua Potable y la incorporación en los últimos 2 años de Cursos para el personal de los SAA sobre Planes de Seguridad de Agua.

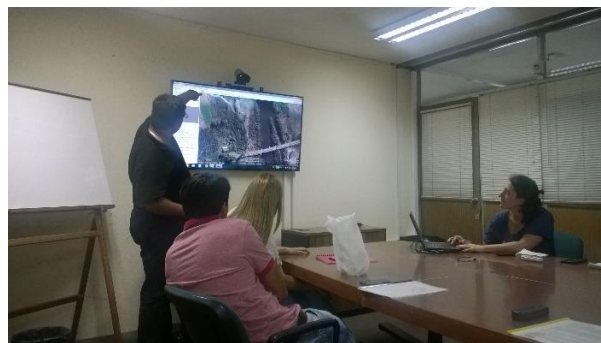


Figura 4 – Encuentro de Supervisores y Cursos PSA

#### *Incorporación de parámetros operativos adicionales en el monitoreo de agua bruta (Detección Presuntiva Algal)*

La Metodología de Detección Presuntiva Algal por Filtración de Membrana es una metodología de control operativo, diseñada y evaluada en OSE (Guarnieri et al., 2008) para su uso en todas las Plantas Potabilizadoras del país. Dicha metodología establece indicadores para el reconocimiento anticipado de cianobacterias en el agua que ingresa a las Plantas. Utilizando un equipo sencillo y de bajo costo, se estandarizó el procedimiento de ensayo que consiste en hacer pasar un litro de agua bruta por una membrana de 20 micras, medir tiempo y volumen filtrado, a partir de lo cual se calcula la Tasa de Filtración (TFA), se registra el color de la membrana (CM) luego del filtrado y el patrón de distribución de manchas obtenido.

La obtención de un resultado con coloración de membrana en cualquier tonalidad de verde en este ensayo dispara una solicitud de muestreo no programado al Laboratorio Central para la realización de



## IX Congreso Nacional de AIDIS Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

análisis hidrobiológicos y de olor que confirmen si existe presencia de algas en el agua bruta e identifique los riesgos presentes. La comunicación del resultado de ensayo con otras plantas de la cuenca se realiza fácilmente a través del software SPA<sub>OSE</sub>.

### *SPA<sub>OSE</sub> - Hacia la conectividad y la gestión digitalizada de los datos*

Sobre la base de lo transmitido en los cursos, las conclusiones de los Encuentros anuales, el Sistema de Gestión de Calidad implantado y certificado en la Planta Potabilizadora de Dolores y el cambio de paradigma que representan los Planes de Seguridad de Agua, se comenzó a desarrollar una herramienta para acompañar los cambios. A partir del trabajo conjunto entre la GTI y la GAP de OSE se diseñó un proyecto para el desarrollo e implementación de una herramienta, el Software de gestión para Sistemas de Abastecimiento, denominado Sistema de Producción de Agua (SPA<sub>OSE</sub>) para contribuir a la mejora de la gestión del trabajo en las Plantas Potabilizadoras (Bassetti et al., 2012)

A través del software se puede recabar la información generada en cada planta potabilizadora, estrategia para asegurar la transferencia de datos, internet, intranet. Esto requirió la instalación de computadoras y conexión a internet en cada planta potabilizadora, infraestructura necesaria para el uso de la herramienta, así como la parametrización particular de cada planta en el software.

Se diseñó una interfaz en la herramienta, compartida entre operadores de una misma cuenca, con la utilidad de alerta temprana frente a desvíos en la calidad de agua bruta complementando las comunicaciones telefónicas.

Los parámetros que se controlan y comparten son los siguientes: Turbidez, Alcalinidad, Color, pH, Temperatura y nivel de agua a lo que se suman controles asociados a la metodología de Detección Presuntiva Algal como el tamaño de la membrana utilizada, volumen de agua filtrado y tiempo (que determinan la Tasa de filtración) y Color de la membrana.

Para la difusión de la herramienta SPA<sub>OSE</sub> se realizaron inducciones hacia el personal involucrado en el tratamiento y se integró a la propuesta de capacitación continua de la empresa un curso sobre Planes de Seguridad de Agua que incluye, además de la gestión en base a análisis de riesgo, el manejo del software SPA<sub>OSE</sub>.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### Alerta temprana ante cambios de calidad de agua en la cuenca

Como se indicó anteriormente, el funcionariado que se desempeña en una Planta Potabilizadora accede a los controles operativos que se realizan en el agua bruta en la cuenca hidrográfica a la que pertenece.

La figura 5, muestra una captura de la pantalla del ambiente compartido en el software por el personal de las Plantas Potabilizadoras de la Cuenca del Río Santa Lucía. El usuario visualiza un semáforo a la izquierda del nombre de la Planta que señala una advertencia volviéndose amarilla en función que se presente alguna de las siguientes anomalías: pH que supere el valor 8, olor “no característico” en el agua bruta, color en algún tono de verde como resultado del ensayo de Detección Presuntiva Algal por Filtración de Membrana.

14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

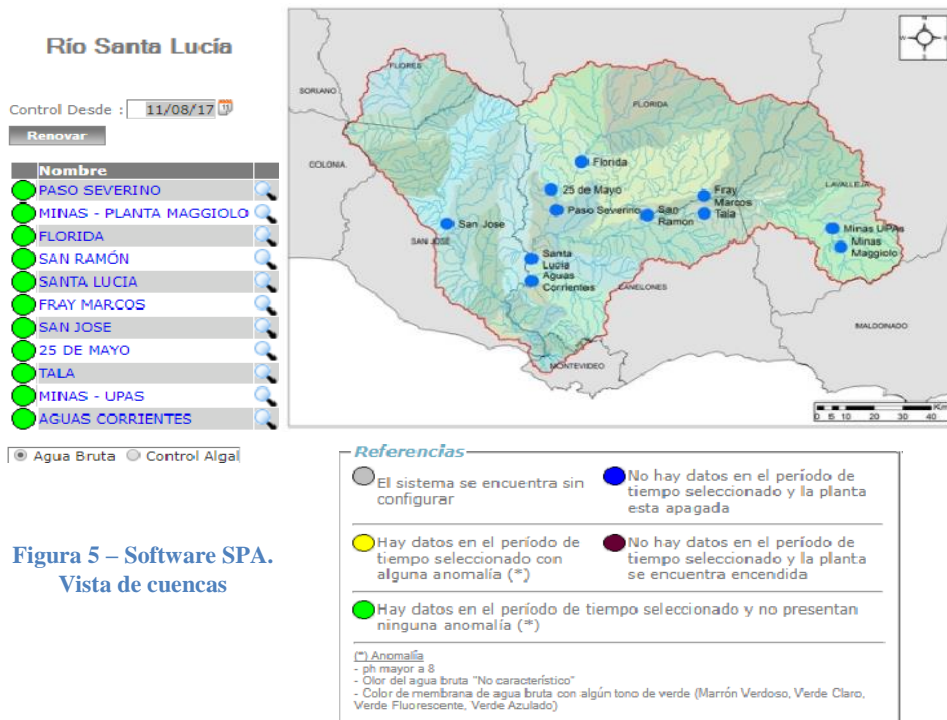


Figura 5 – Software SPA. Vista de cuencas

Al seleccionar una Planta se accede a los siguientes datos relativos al agua Bruta (fig.6), esta pantalla se complementa con otra en la que se informan los resultados obtenidos en el ensayo de filtración en membrana de 20 µm (color de membrana, Tasa de Filtración, Tiempo y volumen filtrado).

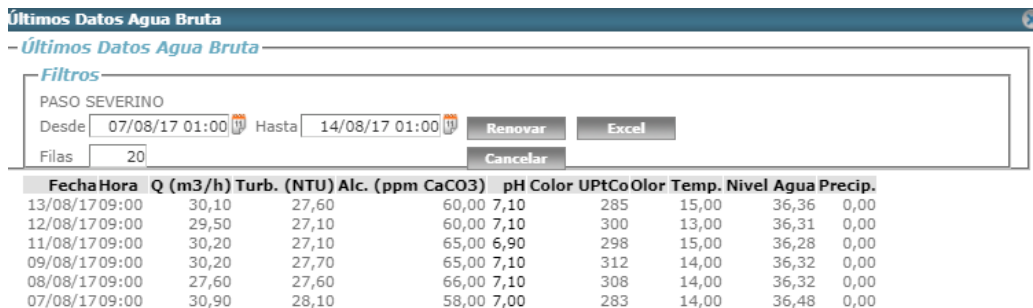


Figura 6 – Software SPA. Datos de agua bruta

Ejemplo de Alerta temprana por presencia de Cianobacterias.

El software también muestra todos los resultados de los controles operativos en formato de gráfica y en la figura 7 se muestra un evento de floración algal detectado en la zona de toma de la Planta Nueva Palmira, la detección (Alerta Temprana) se realiza por parte del personal de Planta a partir del 05/01/2015 correspondiendo a una coloración tipo Verde Claro, de inmediato se toman en Planta las medidas preventivas en el Tratamiento y se comienza con el protocolo de seguimiento con muestreos del Laboratorio Central, la detección en Planta se verifica con un conteo por parte del Laboratorio Central de 972 cel.eq.de cianobacterias/ml, lo que en el Protocolo de Alertas de

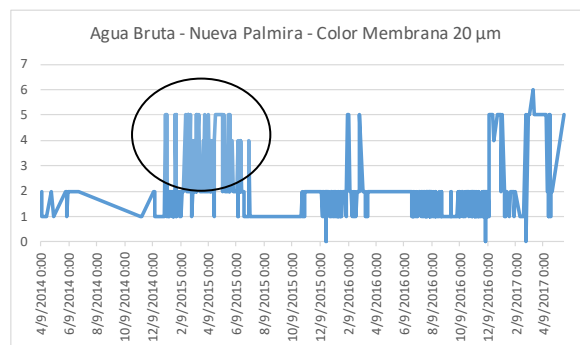


Figura 7 - Software SPAOSE. Visualización de evento de floración algal



IX Congreso Nacional de AIDIS  
Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

OSE está asociado a un Estado de Vigilancia (500 a 2000 cel.eq./ml), constituyéndose en Alerta Nivel 1 a partir de 2000 cel.eq./ml.

Los resultados de las medidas operativas (determinación de color de membrana) se mantuvieron acorde a los conteos de verificación. Estos resultados dieron una alerta temprana a las Plantas de Colonia y Juan Lacaze (ubicadas aguas abajo en la Cuenca del Río de la Plata) que semanas más tarde comenzaron a identificar esta floración.

Ejemplo Alerta Temprana por cambio de turbidez

En el siguiente ejemplo podemos ver como un pico de turbidez en la toma de Planta Florida se percibió en Planta Paso Severino (ubicada aguas abajo) entre 48 y 72 horas después, del 12/07 al 14/07 y del 9/08 al 12/08.

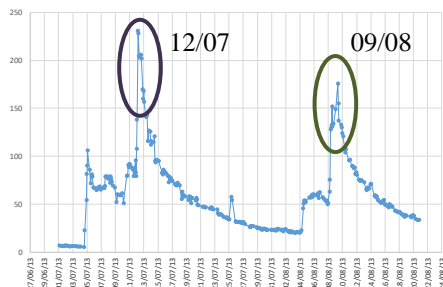


Figura 8 – Turbidez agua bruta – Planta Florida. Julio-agosto de 2013

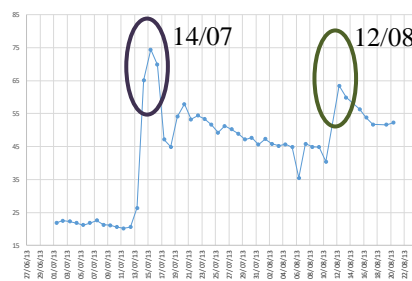


Figura 9 - Turbidez agua bruta – Planta Severino. Julio-agosto de 2013

Otras funcionalidades. Búsqueda de antecedentes de calidad de Agua Bruta

Otra funcionalidad que presenta el software SPA<sub>OSE</sub> para la gestión del proceso de potabilización ante cambios en la calidad del agua bruta es una herramienta que toma los datos de operación de planta (caudal de agua bruta), calidad de agua bruta (turbiedad, alcalinidad, pH, color, olor, temperatura) y condiciones ambientales (precipitación, nivel de agua de la fuente) del momento y los compara con datos de otros momentos de operación con similares condiciones.

**Informe Agua Elevada y Preparación de Sustancias**  
Fecha: 07/09/17 Hora: 12

Ultimas medidas	Porcentajes rangos de busqueda	
Caudal (m3/h)	160,00	<input type="checkbox"/> Activo 10
Turbiedad (NTU)	67,40	<input checked="" type="checkbox"/> Activo 10
Alcalinidad (ppm CaCO3)	100,00	<input checked="" type="checkbox"/> Activo 10
pH	7,4	<input checked="" type="checkbox"/> Activo 10
Color (UPTCo)	150	<input type="checkbox"/> Activo 2
Olor	0	<input type="checkbox"/> Activo 2
Temperatura (°C)	16,00	<input type="checkbox"/> Activo 2
Nivel Agua - Fuente (m)	2,06	<input type="checkbox"/> Activo 2
Precipitación (mm)	0,00	<input type="checkbox"/> Activo 2

Buscar

Figura 8 - Software SPA<sub>OSE</sub>. Selección de parámetros de referencia para comparación de condiciones operativas

La analogía de condiciones puede definirla el usuario de la herramienta, pautando cuales son los parámetros a cotejar y en que rango de valores se asume una condición de semejanza.

El resultado de esta comparación es la conformación de un informe de agua elevada y dosis de sustancias que resume las condiciones operativas adoptadas en el proceso al momento de operación bajo similares condiciones y los resultados de calidad de agua obtenidos. Por lo tanto, esta funcionalidad facilita la búsqueda de datos históricos que ayudan a la toma de decisiones relativas a un ajuste de tratamiento necesario ante cambios en las condiciones de la fuente de agua bruta.



## IX Congreso Nacional de AIDIS Integrando Cuencas para el Desarrollo Sostenible



14 y 15 de setiembre 2017

Hotel Escuela Kolping

### CONCLUSIONES

El trabajo transversal entre técnicos de las Gerencias de Tecnologías de la Información y de la Gerencia de Agua Potable, permitió el desarrollo y la implantación de una herramienta a medida, de la empresa, parametrizable para las distintas Plantas Potabilizadoras la cual fue positivamente recibida por el personal.

La herramienta desarrollada, integra a las buenas prácticas y conceptos de gestión según PSA los conocimientos sobre operación presentes en la Empresa.

La etapa de implantación a la fecha ha integrado a más del 60% de las Plantas Potabilizadoras Gestionadas por OSE.

La implementación de SPA<sub>OSE</sub> aportó en la valorización del trabajo del funcionariado de las Plantas y colaboró con la implantación de los Planes de Seguridad de Agua, fortaleciendo el concepto de un abordaje holístico desde la cuenca al consumidor, integrando la mirada hacia la Cuenca, el Tratamiento y la Distribución.

Disponer de los datos generados por el personal de las Plantas Potabilizadoras en un soporte electrónico y compartido, permite el intercambio horizontal entre el funcionariado que comparte la cuenca hidrográfica constituyendo un aporte importante para el Sistema de Alertas Tempranas.

### AGRADECIMIENTOS

*Al personal de los distintos Sistemas de Abastecimiento y Jefaturas Técnicas Departamentales que han participado en este trabajo con dedicación buscando mejorar en forma continua la calidad del servicio que brindan a la población.*

*A las Gerencias General, Regionales, y de Gestión de Laboratorios.*

*A las Gerencias de Agua Potable y de Tecnología de la Información: Saúl Garat, Margarita Pintos, Horacio Hernández, Mario Della Torre y Andrea Zilelián.*

*Al funcionariado de la Gerencia de Tecnologías de la información que participa del proyecto SPA<sub>OSE</sub>; Desarrollo: Daniel Corrente, Fabiana Cosentino, Francisco Chang. Telecomunicaciones: Sylvia Hernández, Hugo Bassetti y Julio Fortti.*

*A Pedro Piñeyro, Fernanda Quevedo, Eliana Negrin, Miguel Guarnieri, Emma Fierro, Daniel Scarone y Gustavo Guira, quienes participaron del desarrollo de este proyecto.*

*A la memoria de Fabián Gilino, primer desarrollador de la herramienta SPA<sub>OSE</sub>.*

*Al funcionariado de OSE en General, que día a día renueva a través de su trabajo el compromiso con los usuarios.*

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bartram J, C. L. (2009.). Manual para el desarrollo de planes de seguridad de agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, International Water Association.
- Bassetti, H; Fortti, J; Gilino, F; Iriburo, A; Pereiro, A (2012). "Sistema de Producción de Agua (SPA)"; 1eras jornadas GTI2012, Gerencia de Tecnologías de la Información OSE, Paso Severino, Uruguay.
- Guarnieri, M; Lagomarsino, J.; Meerhoff, M. (2008). "Desarrollo y evaluación de una metodología viable de detección temprana de cianobacterias para operadores de plantas potabilizadoras de agua superficial del Uruguay"; XXXI Congreso AIDIS Interamericana, Santiago, Chile.
- Monteiro, T; (2016). "La OPS/OMS y los ODS en Agua y Saneamiento – Visión General"; SIMPOSIO REGIONAL OPS/OMS, Cartagena, Colombia.
- WHO & IWA (2017). "Global status report on Water Safety Plans: A review of proactive risk assessment and risk management practices to ensure the safety of drinking-water".