



## **LA NUEVA NORMA INTERNA DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE O.S.E. DESAFIOS Y ACCIONES IMPLEMENTADAS PARA SU CUMPLIMIENTO**

Castagnino Griselda<sup>(1)</sup> Fierro Emma<sup>(1)</sup> Garat Saúl<sup>(1)</sup> Iriburo Alejandro<sup>(1)</sup>

(1) O.S.E. Gerencia de Producción

### **Dirección:**

Calle: Carlos Roxlo 1275

Ciudad: Montevideo

Uruguay

CP: 11200

Tel: 598 2 19521947

Fax: 598 2 19521947

e-mail: efierro@ose.com.uy

### **RESUMEN**

En marzo de 2007 la Administración de las Obras Sanitarias del Estado (O.S.E.) puso en vigencia una nueva versión de la Norma Interna de Calidad de Agua Potable, sustituyendo la versión anterior que databa de 1986. Esta norma es de aplicación en todo el territorio nacional donde la Administración realiza operaciones y limitada a las aguas provistas por ésta mientras circulen por sus instalaciones y tuberías.

En su nueva versión, además de actualizar el conjunto de indicadores de calidad atendiendo a los avances científicos y tecnológicos, introduce requisitos de frecuencia mínima de muestreo a realizar en distintos puntos del sistema de producción y distribución.

Estos cambios han significado un desafío para el área operativa de O.S.E., y la implementación consiguiente de una serie de acciones para asegurar el cumplimiento de la nueva normativa.

El objetivo de este trabajo es presentar los principales cambios introducidos en la nueva versión de la Norma, analizar su impacto en la gestión de la producción y distribución de agua potable, describir las acciones emprendidas para asegurar el cumplimiento de la nueva norma y evaluar su efectividad.

Se evalúan resultados analíticos históricos para diferentes parámetros con anterioridad a la entrada en vigencia de la norma 2006 en los servicios de Montevideo e interior, calculando el porcentaje de muestras con resultado aceptable con la norma 1986 y comparándolo con el índice de aceptabilidad que surgiría de aplicar las exigencias de la nueva normativa.

A partir del análisis de estos resultados, se establecen prioridades referentes a tipo de parámetros con mayores apartamientos y localización de los sistemas en los cuales se detectan los principales problemas y se elabora una estrategia para implementar las acciones que permitan cumplir con la nueva normativa.

Se presenta una evaluación final del resultado de la aplicación de estas acciones, calculando el índice de aceptabilidad del agua para los parámetros turbiedad, pH y aluminio luego de un año de la entrada en vigencia de la nueva norma.

Se concluye que el impacto del cambio de las exigencias de la norma para los tres parámetros analizados en detalle no ha sido muy significativo debido a que con anterioridad ya se venían aumentando las exigencias para la calidad del agua a salida de planta y en red. En el último año se ha hecho un esfuerzo importante para continuar con esta mejora de calidad, que se evidencia en los resultados obtenidos. Se debe trabajar para aumentar los índices de aceptabilidad, en particular para la turbiedad en algunas plantas del interior que se estudiarán en profundidad. En algunos casos será suficiente con implementar mejoras en la operación, en otros se requerirá reformas en la infraestructura.

### **INTRODUCCIÓN**

En marzo de 2007 la Administración de las Obras Sanitarias del Estado puso en vigencia una nueva versión de la Norma Interna de Calidad de Agua Potable, aprobada en diciembre de 2006, sustituyendo la versión anterior que databa de 1986. Esta norma, que tiene por objeto proteger la salud de los consumidores estableciendo requisitos que debe cumplir el agua para ser considerada como potable, es de aplicación en todo el territorio nacional donde O.S.E. realiza operaciones y limitada a las aguas provistas por O.S.E. mientras circulen por sus instalaciones y tuberías.



La modificación de los límites de admisibilidad de algunos parámetros, entre ellos turbiedad y pH, la introducción de nuevos parámetros y el establecimiento de la exigencia de frecuencias mínimas de muestreo ha significado un desafío para el área operativa de O.S.E., y la implementación consiguiente de una serie de acciones para asegurar el cumplimiento de la nueva normativa.

## OBJETIVOS Y METAS

El objetivo general de este trabajo es presentar los principales cambios introducidos en la nueva versión de la Norma Interna de calidad de agua potable de O.S.E., analizar el impacto de estos cambios en la gestión de la producción y distribución de agua potable, describir las acciones emprendidas para asegurar el cumplimiento de la nueva norma y evaluar su efectividad.

## METODOLOGIA

Se presentan los principales cambios introducidos en la nueva versión de la norma, en lo concerniente a nuevos rangos para parámetros definidos en la versión anterior, nuevos parámetros a evaluar y frecuencias de control estipuladas a salida de planta y en red.

Se evalúan resultados analíticos históricos para diferentes parámetros con anterioridad a la entrada en vigencia de la norma 2006 en los servicios de Montevideo e interior, calculando el porcentaje de muestras con resultado aceptable con la norma de 1986 y comparándolo con el índice de aceptabilidad que surgiría de aplicar las exigencias de la nueva normativa.

A partir del análisis de estos resultados, se establecen prioridades referentes a tipo de parámetros con mayores apartamientos y localización de los sistemas en los cuales se detectan los principales problemas.

Se elabora una estrategia para implementar las acciones que permitan cumplir con la nueva normativa.

Se presenta una evaluación final del resultado de la aplicación de estas acciones, calculando el índice de aceptabilidad del agua para diferentes parámetros luego de un año de la entrada en vigencia de la nueva norma.

## RESULTADOS

### **1. La nueva Norma Interna de Calidad de Agua Potable de OSE. Aspectos principales**

Esta nueva versión de la Norma Interna fue aprobada el 20 de diciembre de 2006 y entró en vigencia el 1° de marzo de 2007. Contiene requisitos de calidad para el agua potable de aplicación en todos los servicios de OSE en el país e incluye requisitos de frecuencia mínima de muestreo a realizar en distintos puntos del sistema de producción y distribución.

#### *Definiciones*

Las definiciones siguientes contenidas en esta versión aclaran el alcance de los principales conceptos a tener en cuenta, de los cuales extraemos:

**Aceptable** - Calificativo que aprueba las características de una muestra de agua para consumo humano, establecidas en el presente documento.

**No Aceptable** – Calificativo que se utiliza cuando una muestra no cumple al menos uno de los requisitos establecidos en el presente documento.

**Control recomendado** – Control de un parámetro sujeto a la presunción de su presencia en el agua.

**Valor máximo permitido (VMP)** - Valor que representa el nivel máximo en concentración de un componente, por encima del cual la muestra de agua se considera no aceptable.

**Valor máximo recomendado (VMR)** - Valor de concentración de un componente que se aconseja no superar la mayor parte del tiempo, pero no determina por sí mismo un criterio de aceptabilidad.

#### *Requisitos de calidad*

Los requisitos de calidad para el agua potable se agrupan en tres tipos: componentes microbiológicos, componentes químicos y características físicas y componentes radioactivos.

#### *Componentes microbiológicos*

La calidad bacteriológica se continúa evaluando con los indicadores coliformes totales, coliformes termotolerantes o *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*, con el requisito de ausencia en el volumen de muestra definido, y se recomienda el conteo de bacterias aerobias heterotróficas.

También es requisito la ausencia de bacterias y virus patógenos y formas resistentes de parásitos intestinales.



En cuanto a la calidad hidrobiológica, se distingue entre organismos que pueden presentar riesgo para la salud y organismos que pueden interferir en las operaciones de producción/distribución y/o modificar las características organolépticas del agua. En el primer grupo se incluyen las cianobacterias potencialmente tóxicas y en el segundo otros organismos planctónicos. Para ambos casos se establece como VMR ausencia en 25 mL.

#### Componentes químicos y características físicas

Se separan en dos grupos: 1) sustancias químicas que presentan riesgo para la salud a niveles superiores a los establecidos y 2) características físicas y sustancias químicas que afectan la calidad organoléptica del agua.

Es en este capítulo donde se presentan las mayores diferencias con la norma anterior en los criterios de aceptabilidad, ya que se introdujeron nuevos parámetros y se han definido límites más exigentes para algunos parámetros presentes en la versión de 1986.

La información está presentada en tablas de fácil manejo, con una columna de observaciones donde se indica si se trata de un parámetro de control recomendado (cr), el posible origen de la sustancia en el agua, y referencias cruzadas en aquellas sustancias que afectan la calidad organoléptica en ciertas concentraciones, y representan un riesgo para la salud a concentraciones mayores.

El listado de componentes orgánicos incluidos en el grupo 1) es extenso y comprende 21 componentes generales y 17 agrotóxicos e introduce un grupo de cianotoxinas que contiene la microcistina. Se presentan también dentro del grupo 1) desinfectantes y productos secundarios de la desinfección: 12 compuestos varios, 4 trihalometanos específicos y THM totales.

#### Componentes radiactivos

Comprende la radiactividad alfa y beta global, exigiendo la investigación de estos parámetros radiactivos cuando se presume la existencia de radiactividad natural o artificial.

A título de ejemplo, se muestra en la **Tabla 1** la forma de presentación de la información en esta versión de la norma:

**Tabla 1. Norma Interna de Calidad de Agua de OSE. Diciembre 2006.**  
Ejemplo de presentación de la información

#### SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PRESENTAN RIESGO PARA LA SALUD

(cr): control recomendado

PARAMETRO	VMP	UNIDAD	OBSERVACIONES
<b>A. Componentes inorgánicos</b>			
Antimonio	0,005	mg/l	(cr) - Descargas de refinerías de petróleo; cerámicas; electrónica.
Cobre	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > 1 mg/l afecta la calidad organoléptica del agua. Corrosión de tuberías domésticas; erosión de depósitos naturales.

#### CARACTERISTICAS FISICAS Y SUSTANCIAS QUIMICAS QUE AFECTAN LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA

PARAMETRO	VMP	UNIDAD	OBSERVACIONES
<b>A. Características físicas</b>			
pH	6,5 – 8,5		
Turbiedad	Agua Tratada	1,0	VMR < 0,5 N.T.U. para favorecer la adecuada remoción de microorganismos patógenos (enterovirus, quistes de <i>Giardia</i> o quistes de <i>Cryptosporidium</i> ).
	Agua Distribuida	3,0	
<b>B. Sustancias inorgánicas</b>			
Cobre	1	mg/l	A concentraciones > 2 mg/l puede afectar la salud.

#### Muestreo

La norma contiene un capítulo con recomendaciones para la elaboración de planes de muestreo que incluye criterios para los componentes microbiológicos, hidrobiológicos y químicos y para las características físicas.



Establece frecuencias mínimas de muestreo diferenciando fuente de abastecimiento superficial o subterránea, y puntos de muestreo a la salida del tratamiento y en la red de distribución, en este último caso en función del tamaño de la población abastecida. Reproducimos en la **Tabla 2** los requisitos para el muestreo de los principales parámetros de control de producción: cloro libre, color, olor, turbiedad y pH. La determinación de estos parámetros a salida de planta o de pozo con la frecuencia establecida tiene por objeto asegurar la calidad del proceso de tratamiento para el caso de fuente superficial y la permanencia del sistema de desinfección para las fuentes subterráneas.

**Tabla 2. Norma Interna de Calidad de Agua de OSE. Diciembre 2006.**  
Frecuencia de muestreo para los parámetros básicos de control de producción

PARAMETRO	TIPO DE FUENTE	SALIDA DEL TRATAMIENTO (N° muestras/Frecuencia)	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN - Tanques y redes - (N° muestras / Frecuencia)		
			POBLACIÓN ABASTECIDA		
			< 10.000 hab.	10.000 a 60.000 hab.	> 60.000 hab.
Cloro libre	Superficial	1 cada 2 horas	1 / diaria	1 c/10.000 hab. / día	3 + (1 c/20.000 hab.) / diaria
	Subterránea	1 / diaria	1 / diaria	1 c/10.000 hab. / día	3 + (1 c/20.000 hab.) / diaria
Color, olor, turbiedad, pH	Superficial	1 cada 2 horas	2 / mensual	1 c/5.000 hab. / mensual	6 + (1 c/10.000 hab.) / mensual
	Subterránea	1 / semanal	1 / mensual	1 c/10.000 hab. / mensual	3 + (1 c/20.000 hab.) // mensual

#### Métodos analíticos

En este capítulo se incluye un listado de los métodos analíticos a emplear para la determinación de la concentración de los diferentes componentes.

#### 2. Comparación entre los requisitos de calidad en las versiones de la norma de 1986 y 2006

Se presenta en la **Tabla 3** la comparación de valores admisibles para aquellos parámetros de determinación más corriente, que registran diferencias entre ambas normas.

**Tabla 3: Comparación de valores admisibles para algunos parámetros en las versiones de la Norma de 1986 y 2006**

PARAMETRO	Norma 1986	Norma 2006
Aluminio (mg/l)	≤ 0,5	≤ 0,2
Amonio (mg/l)	-	≤ 1,5
Cloruros (mg/l)	≤ 300	≤ 250
Color (U. Pt-Co)	≤ 20	≤ 15
Nitratos (mg/l)	≤ 45	≤ 50
pH	6,0 – 9,0	6,5 – 8,5
Plomo (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,03
Turbiedad (NTU)	≤ 5	≤ 3 (agua distribuida) ≤ 1 (salida de planta o pozo)
Microcistina (µg/l)	-	1

Observamos que la nueva norma introduce exigencias mayores en los parámetros más utilizados para el control de producción en plantas de potabilización y para la vigilancia de la calidad en la red de distribución: turbiedad y pH. Otros parámetros, como cloruros y nitratos, no representan un problema para los sistemas abastecidos con agua superficial, pero son determinantes en los abastecimientos con agua subterránea.

El aluminio se considera un parámetro de control de proceso en las plantas de potabilización, al ser introducido con el coagulante.

El plomo, cuya presencia en los sistemas de distribución obedece a su utilización como material constituyente de las tuberías utilizadas para conexiones hasta el año 1982., aumenta su solubilidad a pH bajo, por lo que la exigencia de aumentar el pH mínimo de 6 a 6,5 podrá disminuir los valores registrados.

Con la información del comportamiento de estos parámetros en las redes del interior para un período de 35 días del año 2006, generamos la **Tabla 4**, donde se aprecia el nivel de aceptabilidad que surgiría de aplicar a estos resultados la nueva norma.



**Tabla 4: % de aceptabilidad en muestras de redes de agua de Servicios del Interior en el período 2/10/06 – 6/11/06 (578 muestras)**

PARÁMETRO	VMP 1986	% Aceptable 1986	VMP 2006	% Aceptable 2006
Cloruros (mg/l)	300	99,6	250	99,1
Color (U. Pt-Co)	20	99,8	15	99,5
Nitratos (mg/l)	45	97,6	50	97,6
pH	6 - 9	99,5	6,5 – 8,5	96,0
Turbiedad (NTU)	5	99,6	3	99,1

Para analizar los datos de agua elevada en plantas del interior tomamos los valores de turbiedad y pH en todo el año 2006 debido a que se cuenta con menor cantidad de datos. El resultado se muestra en la **Tabla 5**.

**Tabla 5: % de aceptabilidad en muestras de agua elevada de Servicios del Interior en el período 01/06 –12/06 (76 muestras)**

PARÁMETRO	VMP 1986	% Aceptable 1986	VMP 2006	% Aceptable 2006
pH	6 - 9	97,33	6,5 – 8,5	90,67
Turbiedad (NTU)	5	100	1	96,05
PARÁMETRO	VMR 1986	% 1986	VMR 2006	% 2006
Turbiedad (NTU)	-	-	0,5	82,89

Surge de este análisis que al cambiar el rango de aceptabilidad para el pH se obtendrá un porcentaje de resultados no aceptables mayor que el que surge de aplicar la norma de 1986. Este será entonces uno de los parámetros elegidos para realizar un seguimiento y mejorar cuando se requiera los procesos de alcalinización.

Los otros dos parámetros seleccionados serán la turbiedad y el aluminio.

Si bien no se esperan importantes cambios en cuanto a la aceptabilidad del parámetro turbiedad en las redes de distribución, al cambiar la exigencia de 5 a 3 NTU, se aprecia una incidencia en la aceptabilidad de la turbiedad a la salida de planta o pozo, porque el nuevo valor se fija en 1 NTU, recomendándose además para las plantas de tratamiento no superar las 0,5 NTU como forma de controlar la calidad microbiológica.

En cuanto al aluminio, se aprecia en la **Tabla 6** el impacto que significa la aplicación de la nueva norma.

**Tabla 6: % de aceptabilidad para el aluminio en muestras de agua elevada y distribuida en Servicios del Interior en el período 26/03/07 – 11/06/07 (planta: 209 muestras; red 109 muestras)**

PARÁMETRO	VMP 1986	% Aceptable 1986	VMP 2006	% Aceptable 2006
Aluminio (mg/l)	0,5	92 salida de filtro y elevada 93 red de distribución	0,2	80 salida de filtro y elevada 77 red de distribución

### 3. Acciones emprendidas

Se elabora una estrategia para implementar las acciones que permitan cumplir con la nueva Norma, que consisten básicamente en: difusión de la nueva normativa, incremento del número de cursos para operadores de plantas de potabilización, talleres de trabajo con los supervisores de producción para ajustar procedimientos operativos de tratamiento, elaboración y difusión de procedimientos de trabajo en planta, implantación de una planilla única para control de procesos en planta, adquisición de equipamiento de laboratorio para las unidades operativas, intervención específica en aquellas plantas que requieran ajustes de tratamiento.

### 4. Resultados obtenidos a un año de vigencia de la nueva norma

Se exponen a continuación los resultados obtenidos en este año de operación para los parámetros turbiedad, pH y aluminio. Los resultados se presentan en forma separada para el Sistema Montevideo, del cual se dispone de datos diarios de calidad a salida de Aguas Corrientes elaborados por el laboratorio de la planta y de datos diarios de alrededor de 10 puntos de la red de distribución elaborados por el Laboratorio Central de OSE.

Los servicios del interior se han analizado en forma conjunta, correspondiendo destacar que se cuenta para el último año (marzo 2007 – febrero 2008) con resultados analíticos del Laboratorio Central de OSE correspondientes a aproximadamente 300 muestreos de salida de planta y a 9100 muestreos de las redes de distribución analizados en el Laboratorio Central. En cuanto a años anteriores, los datos de red generados en el Laboratorio Central son abundantes, no así los de agua elevada, que corresponden a un total de 214 muestras entre el año 2002 y febrero de 2007. Las muestras de redes reflejan el conjunto de los sistemas de distribución, sin distinción de la fuente de abastecimiento.



Si bien existen registros de los parámetros básicos en las planillas de control de producción de las plantas, éstos no están digitalizados, por lo que no los hemos procesado a efectos del presente trabajo.

#### 4.1 Servicios del interior

##### 4.1.1 Turbiedad

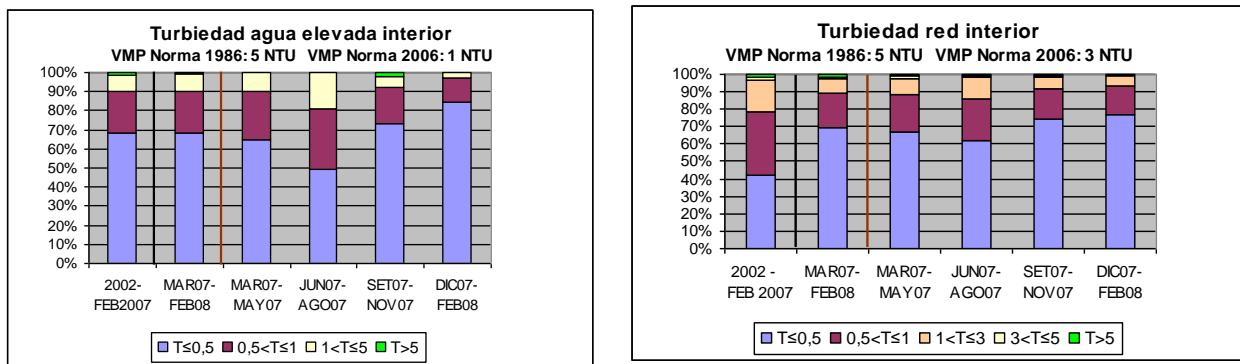
Los resultados para el parámetro turbiedad se presentan por separado para agua elevada (salida de planta de potabilización) y redes de distribución, ya que las exigencias de la nueva norma difieren en el VMP para estas dos diferentes situaciones. Para comparar con resultados anteriores, la información se presenta en forma de gráfico con 5 columnas (**Gráfico 1**). La primera columna corresponde al total de muestras analizadas en el Laboratorio Central entre el año 2002 y el mes de febrero de 2007, previo a la entrada en vigencia de la nueva norma. La segunda columna comprende la información de 1 período marzo 2007 – febrero 2008, primer año de vigencia de la norma 2006. Las otras 4 columnas corresponden a los 4 trimestres del período marzo 2007 – febrero 2008.

La **Tabla 6** resume los porcentajes de aceptabilidad obtenidos en cada caso.

**Tabla 6. Servicios del Interior. Turbiedad**

PERIODO	RED				ELEVADA		
	T $\leq$ 0,5	T $\leq$ 1	T $\leq$ 3	T $\leq$ 5	T $\leq$ 0,5	T $\leq$ 1	T $\leq$ 5
2002-FEB 2007	42,20	78,36	96,72	98,53	68,22	90,19	98,60
MAR07-FEB08	69,95	89,97	98,36	99,25	68,08	90,23	99,35
MAR07-MAY07	66,96	88,04	97,71	98,88	65,08	90,48	100,00
JUN07-AGO07	62,01	85,76	98,26	99,22	49,37	81,01	100,00
SET07-NOV07	74,04	92,03	98,39	99,25	73,40	92,55	97,87
DIC07-FEB08	76,69	93,62	99,10	99,67	84,51	97,18	100,00

**Gráfico 1. Rangos de turbiedad. Interior. Período 2002 – febrero 2008**



La primera observación es que la aceptabilidad en las redes de distribución, con una exigencia de un máximo de 3 NTU se alcanza sin mayores problemas, como se había previsto. Se aprecia además una mejora general de la calidad en la red en cuanto a la permanencia de turbiedades menores a 0,5.

La segunda observación es que la frecuencia de ocurrencia de diferentes valores de turbiedad en el agua elevada para los períodos 2002-febrero 2006 y marzo 2007-febrero 2008 tiene un comportamiento casi idéntico, con un promedio de turbiedad mayor que 1 NTU del 10 %.

La aceptabilidad del parámetro turbiedad a salida de planta baja en uno de los trimestres del 2007 al 80 %, lo que está lejos de cumplir con las exigencias de la norma. En principio lo atribuimos a que el trimestre junio-agosto de 2007 corresponde al período de inundaciones, durante el cual debido a circunstancias extraordinarias se trabajó en situaciones límites en varias plantas, llegando en algunos casos a elevarse a la red agua no tratada, previo aviso a la población. Este fenómeno se amortigua en las muestras de redes ya que en éstas están incluidos todos los sistemas, no sólo aquellos abastecidos con agua superficial, y la turbiedad de las aguas subterráneas es más estable.

En tercer lugar, se observa en los últimos trimestres un aumento de los valores de aceptabilidad.



Sin embargo, si graficamos el comportamiento de las redes para el período marzo 2006– febrero 2007 (**Gráfico 3**), agrupado en trimestres, vemos que el comportamiento en marzo 2006–febrero 2007 es similar al del período marzo 2007-febrero 2008, por lo que puede existir una variación estacional.

Otro aspecto a destacar es la obtención de valores a salida de planta no superiores a 0,5 NTU en un importante número de casos, superior al 80 % en el último trimestre y con un mínimo de 49 %. Esto significa que se han realizado esfuerzos sostenidos en los últimos años por obtener bajas turbiedades a salida de planta, y que la nueva norma recoge como recomendación expresa una práctica que se viene aplicando con anterioridad.

En resumen:

- la turbiedad en las redes de distribución del interior cumple con las exigencias de la nueva norma
- la turbiedad en el agua elevada de las usinas del interior tiene en promedio un 90% de aceptabilidad, no apreciándose diferencias entre el último año y los años anteriores.
- se consigue desde hace unos años obtener en al menos el 50 % de los casos la turbiedad a salida de planta no superior a 0,5 NTU

#### 4.1.2 PH

También se presentan por separado para agua elevada y redes de distribución los resultados para el parámetro pH. En este caso porque el tratamiento del agua superficial con sulfato de aluminio provoca un descenso de alcalinidad y pH, que en la mayoría de los casos es necesario corregir con alcalinización, agregando cal o soda.

La expresión gráfica para el pH es un diagrama de líneas para la aceptabilidad, y el período seleccionado para el análisis va desde marzo de 2006 a febrero del 2008, con datos trimestrales para las redes, mientras que para el agua elevada se descartan los dos primeros trimestres por ser muy bajo el número de datos. La **Tabla 7** resume los porcentajes de aceptabilidad obtenidos en cada caso.

**Tabla 7. Servicios del Interior. pH**

PERIODO	RED		ELEVADA	
	6,5≤pH≤9	6,5≤pH≤8,5	6≤pH≤9	6,5≤pH≤8,5
MAR06-FEB07	99,39	95,71	97,25	90,83
MAR07-FEB08	99,60	97,35	97,72	95,44
MAR06-MAY06	95,85	80,08	-	-
JUN06-AGO06	99,17	88,33	-	-
SET06-NOV06	99,43	95,84	94,74	84,21
DIC06-FEB07	99,66	98,05	98,55	95,65
MAR07-MAY07	99,44	96,17	95,24	93,65
JUN07-AGO07	99,39	97,31	94,94	92,41
SET07-NOV07	99,73	97,56	100,00	97,87
DIC07-FEB08	99,86	98,35	100,00	97,18

Para el parámetro pH sí se aprecia una mejora de la aceptabilidad del cumplimiento de los límites de la nueva norma en el último período analizado, tanto para las redes de distribución como a salida de planta, ubicándose los valores del último trimestre en un 98 % para la red y 97 % para el agua elevada.

**Gráfico 2. Rangos de turbiedad. Agua red interior. marzo 2006 – febrero 2008**

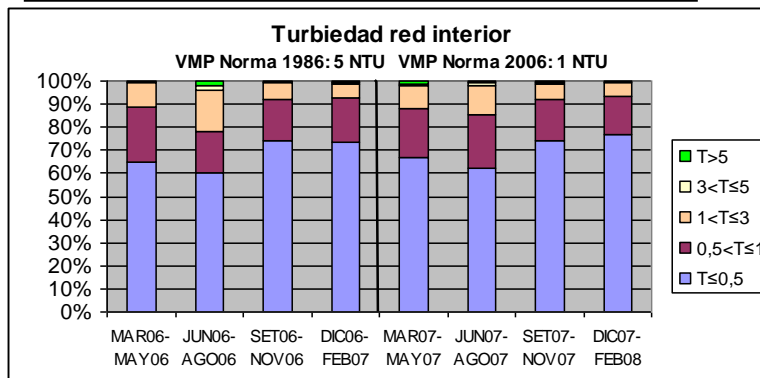
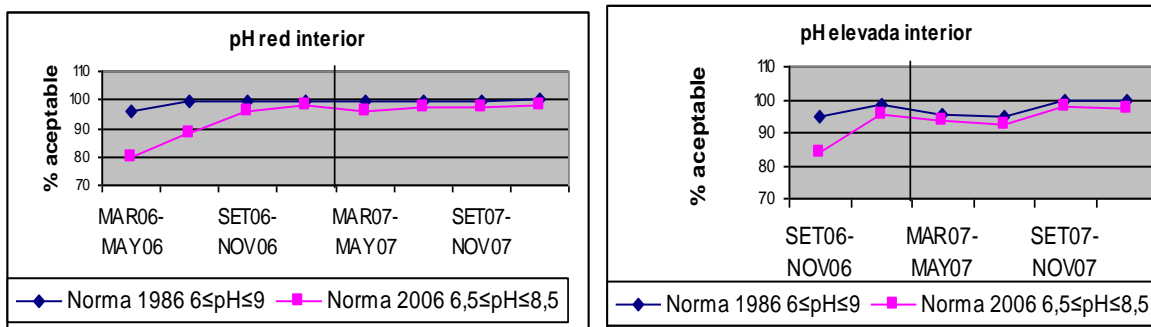




Gráfico 3. pH interior. % de aceptabilidad.



#### 4.1.3 Aluminio

Con referencia al aluminio, no se dispone de valores sistemáticos para el interior con anterioridad a marzo de 2007, por lo que no es posible comparar la situación actual con el pasado. Nos limitamos a indicar la variación registrada en el último año para planta y red, con la aclaración de que sólo se determina aluminio en red en los sistemas que tienen abastecimiento de agua superficial. Se dispone de una base de análisis realizados en el Laboratorio Central con 175 muestras de red (84 % aceptables) y 476 muestras de agua elevada (89,09 % aceptables) en el período considerado.

Gráfico 4. Aluminio interior

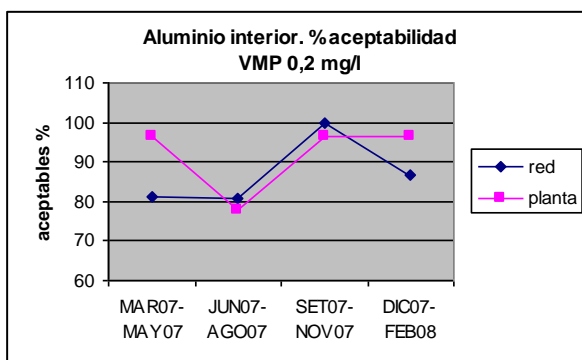


Tabla 8. Aluminio interior

Aluminio Interior		
	red	elevada
PERIODO	Norma 2006	Norma 1986
	Al ≤ 0,2 mg/l	Al ≤ 0,2 mg/l
MAR07-MAY07	81,16	96,35
JUN07-AGO07	80,77	77,60
SET07-NOV07	100,00	96,35
DIC07-FEB08	86,84	96,34

Los datos para agua elevada resultan más confiables que los datos de red para un análisis general, por el tamaño de la muestra. Se observa para tres trimestres un valor casi constante de 96 % de muestras aceptables, con un descenso para el segundo trimestre similar al registrado para la turbiedad, y probablemente debido a la misma causa: inundaciones en ese período.

En cuanto a los datos de red, debería analizarse caso a caso el punto de extracción de la muestra a efectos de verificar su ubicación. La aparición de aluminio en red con valores superiores a los de agua elevada significa resuspensión de aluminio presente en el biofilm.

#### 4.2 Montevideo

Montevideo se abastece desde la Planta de Potabilización de Aguas Corrientes. Se dispone valores diarios procesados de turbiedad, pH y aluminio en el agua elevada en esta planta.

##### 4.2.1 Turbiedad

El gráfico permite apreciar la turbiedad a salida de planta en forma diaria. Claramente se destaca la estabilidad de los valores a partir de junio de 2007 y la existencia de un período prolongado con turbiedades inferiores a 0,5 NTU. En este caso se debe no solamente a las condiciones favorables del agua bruta y a la buena operación realizada por





el personal de planta. En marzo de 2007 entraron en servicio dos nuevos decantadores que permitieron ampliar la capacidad de sedimentación mejorando en consecuencia la calidad del agua sedimentada.

Gráfico 5. Turbiedad en el agua elevada en Aguas Corrientes

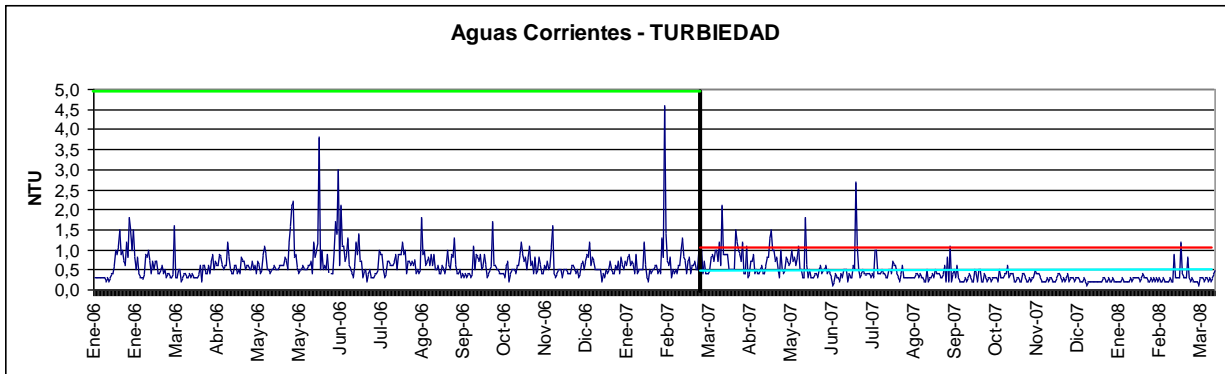
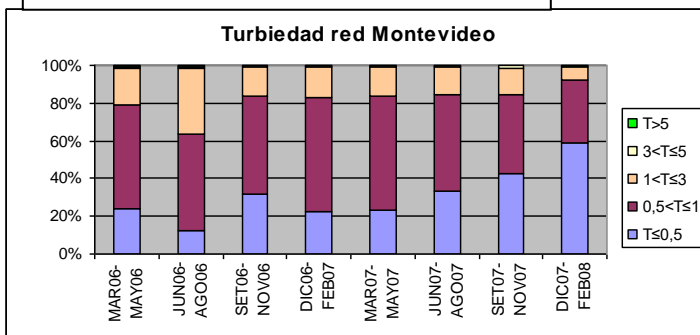


Gráfico 6. Turbiedad red Montevideo



En cuanto a los datos de red, los hemos organizados por trimestres a efectos de su análisis. Como en el caso de las redes del interior, la meta de turbiedad de 3 NTU se consigue fácilmente en la red de Montevideo. La diferencia está en la frecuencia de ocurrencia de las turbiedades menores. En un trimestre llega a ser inferior al 20% el número de datos de hasta 0,5 NTU observándose correspondencia con los datos del agua elevada. En este sentido, se aprecia una mejora sostenida a lo largo del último año, también asociada al buen desempeño de la planta de Aguas Corrientes.

Tabla 9. Turbiedad red Montevideo

Turbiedad red Montevideo				
PERIODO	T $\leq$ 0,5	T $\leq$ 1	Norma 2006 T $\leq$ 3	Norma 1986 T $\leq$ 5
MAR06-FEB07	22,91	77,78	98,93	99,41
MAR07-FEB08	39,79	86,5	99,16	99,63
MAR06-MAY06	24,01	79,43	98,58	99,09
JUN06-AGO06	12,36	63,37	98,31	99,10
SET06-NOV06	31,63	83,56	99,23	99,81
DIC06-FEB07	22,16	82,93	99,50	99,90
MAR07-MAY07	23,04	83,81	99,30	99,80
JUN07-AGO07	33,33	84,71	99,59	99,90
SET07-NOV07	42,87	84,97	98,84	99,90
DIC07-FEB08	58,87	92,27	98,95	99,14

#### 4.2.2 pH

La evolución del pH a salida de planta demuestra una clara tendencia al aumento, con disminución de la ocurrencia de pH bajos. Se han hecho esfuerzos a nivel de planta para conseguir estas mejoras, sustituyendo en el último año



la cal como alcalinizante e introduciendo soda cáustica. Esta situación se refleja en la red, con altos índices de aceptabilidad para el pH.

Gráfico 7. pH en el agua elevada en Aguas Corrientes

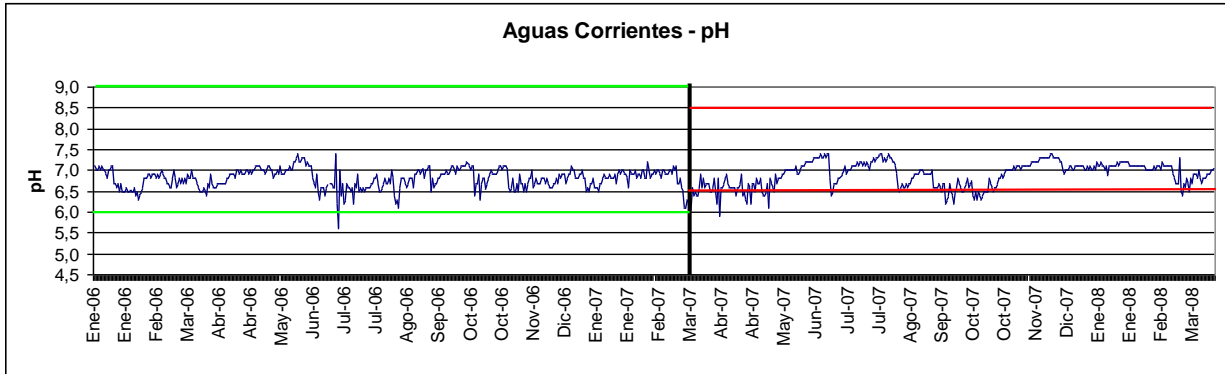


Gráfico 8. pH red Montevideo

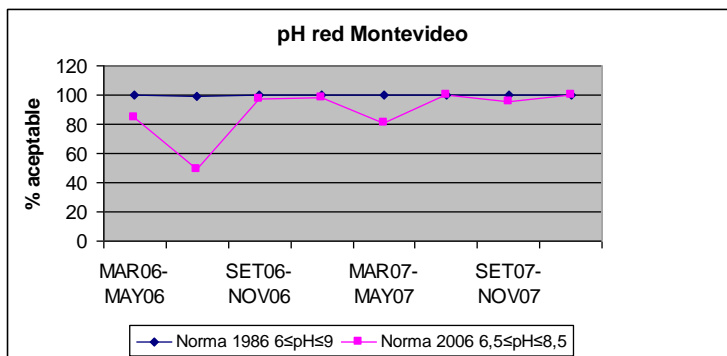


Tabla 10. pH red Montevideo

pH red Montevideo		
PERIODO	Norma 2006 6 ≤ pH ≤ 9	Norma 1986 6 ≤ pH ≤ 9
MAR06-FEB07	83,34	99,82
MAR07-FEB08	94,10	99,93
MAR06-MAY06	84,17	99,90
JUN06-AGO06	48,88	99,33
SET06-NOV06	97,50	100,00
DIC06-FEB07	98,40	100,00
MAR07-MAY07	80,62	99,70
JUN07-AGO07	99,90	100,00
SET07-NOV07	95,73	100,00
DIC07-FEB08	100,00	100,00

#### 4.2.3 Aluminio

Los valores de aluminio a salida de planta se ven estabilizados en los últimos meses del período considerado y francamente por debajo del límite de 0,2 mg/l, por las mismas razones que explican las bajas turbiedades. Estos valores tan bajos de aluminio no se repiten en la red, como en el caso del interior, como consecuencia de desprendimientos de biofilm. Es de esperar que al mantenerse valores bajos de aluminio a salida de planta, disminuya la acumulación en la red y se consiga mejorar el índice de aceptabilidad, que de todas formas es hoy bastante elevado.

Gráfico 9. pH en el agua elevada en Aguas Corrientes

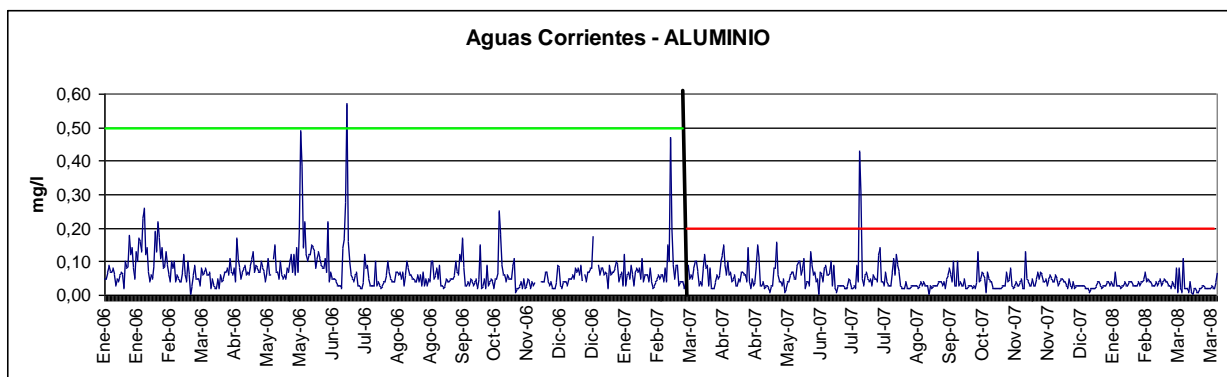




Grafico 8. Aluminio red Montevideo

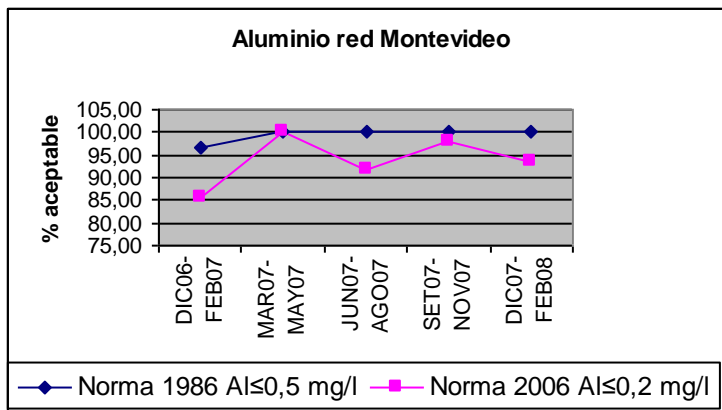


Tabla 11. Aluminio red Montevideo

Aluminio red Montevideo		
PERIODO	Norma 2006	Norma 1986
	Al ≤ 0,2 mg/l	Al ≤ 0,5 mg/l
DIC06-FEB07	85,71	96,43
MAR07-MAY07	100,00	100,00
JUN07-AGO07	91,67	100,00
SET07-NOV07	97,73	100,00
DIC07-FEB08	93,33	100,00

## CONCLUSIONES

Luego de un año de entrada en vigencia de la nueva norma, y analizado el comportamiento de tres parámetros: turbiedad, pH y aluminio para los sistemas del interior y Montevideo, se concluye:

### 1. turbiedad

- el objetivo de turbiedad  $\leq 3$  NTU se consigue en las redes de Montevideo e interior, con altos índices de aceptabilidad
- en las redes se aprecia además un alto porcentaje de ocurrencia de turbiedades menores que 1 NTU y frecuencias en general mayores al 50 % de valores de hasta 0,5 NTU
- en la Planta de Aguas Corrientes se cumple en los últimos meses no sólo con el VMP de 1 NTU para turbiedad, sino también con el VMR de 0,5 NTU. El éxito obtenido es la suma de aumento de capacidad de sedimentación y operación cuidadosa, en particular de la filtración que está al límite de su capacidad.
- las plantas del interior analizadas como conjunto presentan aún apartamientos para llegar al objetivo de 1 NTU, y allí se debe enfatizar el análisis, realizando un estudio caso por caso enfocándose en aquellas plantas donde se verifiquen los menores índices de aceptación. Para ello es necesario procesar la información que se está generando en cada planta registrada manualmente en las planillas de control de producción. Se planifica una actividad con los Jefes Técnicos Departamentales y los Supervisores de Producción a efectos de evaluar estos resultados y plantearse las acciones necesarias para las mejoras. En algunas plantas es posible que estas acciones pasen necesariamente por reformas de la infraestructura.

### 2. pH

- se aprecia una mejora de la aceptabilidad del cumplimiento de los límites de la nueva norma en el último período analizado, tanto para las redes de distribución como a salida de planta, en Montevideo e interior
- es posible mejorar aún estos valores controlando la aplicación de alcalinizante

### 3. aluminio

- el no disponer de información suficiente sobre aluminio en el interior y en la red de Montevideo con anterioridad al año 2007 no permite la comparación con años anteriores
- a partir de los registros disponibles, se observa una evolución muy favorable del comportamiento de este indicador, que es notable para el caso de la Planta de Aguas Corrientes

En resumen, el impacto del cambio de las exigencias de la norma para los tres parámetros analizados en detalle no ha sido muy significativo debido a que con anterioridad ya se venían aumentando las exigencias para la calidad del agua a salida de planta y en red. En el último año se ha hecho un esfuerzo importante para continuar con esta mejora de calidad, que se evidencia en los resultados obtenidos. Se debe trabajar para aumentar los índices de aceptabilidad, en particular para la turbiedad en algunas plantas del interior que se estudiarán en profundidad. En



algunos casos será suficiente con implementar mejoras en la operación, en otros se requerirá reformas en la infraestructura.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. O.S.E. Norma de Calidad de Aguas Potables para ser aplicada en todos los servicios de la Administración, R/D N° 1185/86 del 29/05/1986.
2. O.S.E. Norma Interna de Calidad de Agua Potable, R/D N° 1477/06 del 20/12/06.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Central de OSE y al Laboratorio de la Planta de Aguas Corrientes que proporcionaron los datos para elaborar este trabajo y a los técnicos de la Gerencia de Producción Ing. Juan Ascúe, Quím. Sergio Gigena, Ing. Jimena Alonso por sus aportes y comentarios.