

**Proyecto COAH-2010-C14-149646:  
Plan integral de reúso de las aguas residuales municipales  
tratadas (ARMT) de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga**

**Anexo J**

**Diagnóstico preliminar de la situación de las aguas residuales en  
Saltillo, Ramos Arizpe**

**ÍNDICE**

**Créditos**

Introducción

1. Planta Tratadora de Agua Residual Principal de Saltillo
2. Planta Tratadora de Agua Residual del Gran Bosque Urbano de Saltillo
3. Planta Tratadora de Agua Residual de Ramos Arizpe
4. Conclusión
5. Referencias

## CRÉDITOS

<b>Actividad</b>	<b>Responsabl e</b>
Estructuración y escritura del presente documento	- Ing. Alfredo Valdés Ramos -Dra. Elsa Nadia Aguilera González
Solicitud de la información	- Dra. Gloria Tobón Echeverri
Investigación de gabinete y análisis de la información	- Ing. Alfredo Valdés Ramos - Ing. Manuel Antonio Álvarez Garza, COMIMSA - Ing. Luis Ernesto Salinas Morales, COMIMSA
Revisión final del documento	- Dra. Elsa Nadia Aguilera González

# Calidad del agua en el influente y efluente de la Plantas Tratadoras de Aguas Residuales (PTARs) de Saltillo y Ramos Arizpe

## INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan un análisis de la calidad en el influente y efluente de las Plantas Tratadoras de Aguas Residuales (PTARs) de Saltillo y Ramos Arizpe, desde el mes de mayo de 2008 hasta el mes de noviembre de 2011. El análisis de la calidad de agua se hizo con base a los reporte de operación de estas plantas de tratamiento, en términos de la demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y los sólidos suspendidos totales (SST). Asimismo se revisó el contenido de metales pesados, así como los datos de conductividad y coliformes antes y después del tratamiento. El caudal de operación de la planta también fue revisado.

## 1. PLANTA TRATADORA DE AGUA RESIDUAL PRINCIPAL DE SALTILLO

### 1.1 Demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales

La Figura 1 y 2 muestran los valores de  $DBO_5$  y SST respectivamente para la PTAR Principal de Saltillo. Los datos de  $DBO_5$  y SST en el influente son típicos de aguas residuales domésticas. Los valores de  $DBO_5$  son en promedio de 362mg/L y están ligeramente arriba del valor especificado en el diseño de la planta (340 mg/L). Los sólidos suspendidos totales están alrededor de los 325 mg/L y están por debajo de lo considerado en el diseño (370 mg/L). Tanto la  $DBO_5$  y los SST se encuentran por arriba de la NOM-002-SEMARNAT-1996 (valores) *“que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal”*

A pesar de que la carga contaminante referida como  $DBO_5$  se encuentra por arriba del valor de diseño (30 mg/L), los valores de  $DBO_5$  y SST en el efluente ( $DBO_5= 30$  mg/L y SST 19 mg/L) se encuentran muy abajo de los valores considerados en el diseño ( $DBO_5= 44$  mg/L y SST= 40 mg/L) y cumplen ampliamente la NOM-001-SEMARNAT-1996 para el caso de descarga en ríos con uso de riego agrícola, situación con la que opera actualmente. Asimismo estos valores cumplen con modalidades más estrictas como son la de descarga a embalses naturales y artificiales con protección de vida acuática y la NOM-003-SEMARNAT-1997 *“que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público en la modalidad de servicios al público con contacto indirecto u ocasional”*.

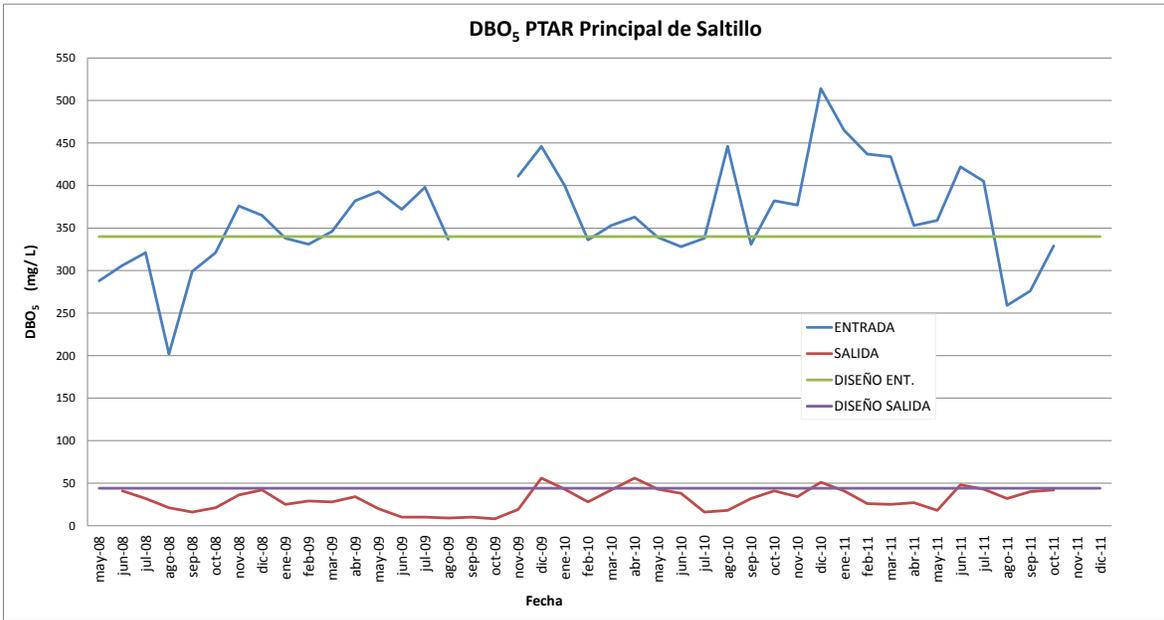


Figura 1. DBO<sub>5</sub> del influente y efluente de la PTAR Principal de Saltillo.

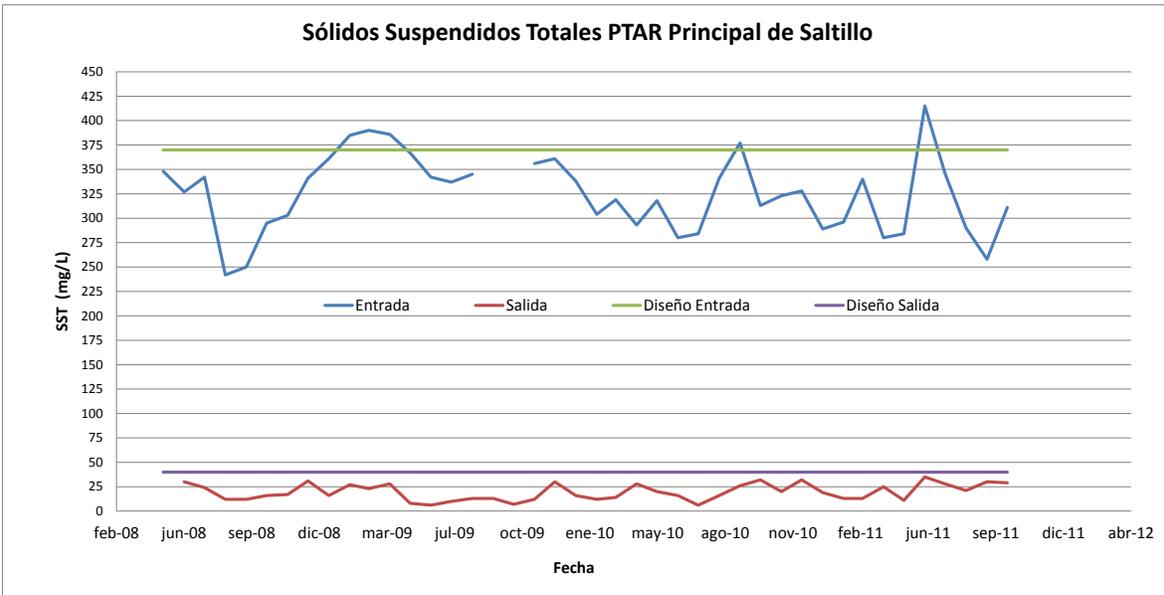


Figura 2. Sólidos suspendidos totales (SST) del influente y efluente de la PTAR Principal de Saltillo.

## **1.2 Metales pesados**

Los valores de los análisis de metales encontrados en el influente de la planta son de diez a cien veces menores que los marcados en la NOM-002-SEMARNAT-1996, y en muchos de los casos están por debajo de los límites de detección analítica actuales.

Estas características concuerdan con el origen de las aguas residuales, que en más del 85% son de origen doméstico y un 15% son aguas residuales que se generan en comercios/servicios e industria, que no tienen procesos relacionados con los metales pesados.

## **1.3 Conductividad**

La conductividad promedio del influente de la PTAR Principal Saltillo es de 1724 S/cm (Ver Figura 3). Si consideramos que la conductividad promedio de agua surtida a la red de agua potable es de 1000 S/cm, el incremento de la conductividad por efecto de la adición de sólidos disueltos y concentración por evaporación, está arriba de lo esperado.

Los valores de conductividad en el efluente son en promedio 1848 S/cm. El incremento entre el valor del influente y efluente es explicado por la evaporación de agua y consecuente concentración de sólidos disueltos en el proceso de tratamiento. Esta calidad de agua puede ser utilizada en la industria para enfriamiento. El alto contenido de sales, al concentrarse por evaporación, implica una baja eficiencia y un costo alto de mantenimiento de los equipos. Este problema puede ser eliminado mediante un proceso de desalinización o puede ser compensado con un ajuste al precio de venta

Las aguas residuales con valores de conductividad como estos, pueden ser apropiadas para el riego de áreas verdes y para el riego de una gran variedad de cultivos que toleran una alta cantidad de sales disueltas.

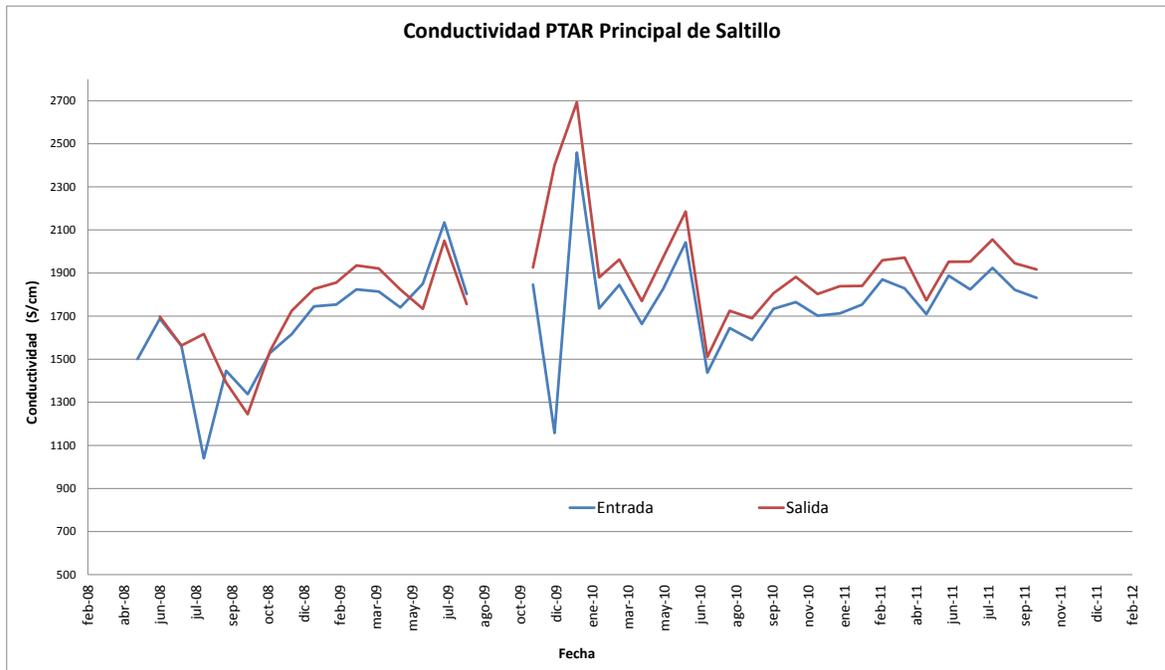


Figura 3. Conductividad del influente y efluente de la PTAR Principal de Saltillo

#### 1.4 Coliformes

La calidad bacteriológica del agua medida como coliformes totales, mostró en el influente un promedio de  $2 \times 10^8$  NMP/ 100mL y en el efluente el promedio fue de 488 NMP/100mL, no obstante que en 2 meses el promedio mensual sobrepasó el valor de diseño y límite máximo permisible establecido en la NOM- 001-SEMARNAT-1996 de 1000 NMP/100mL (Ver Figura 4).

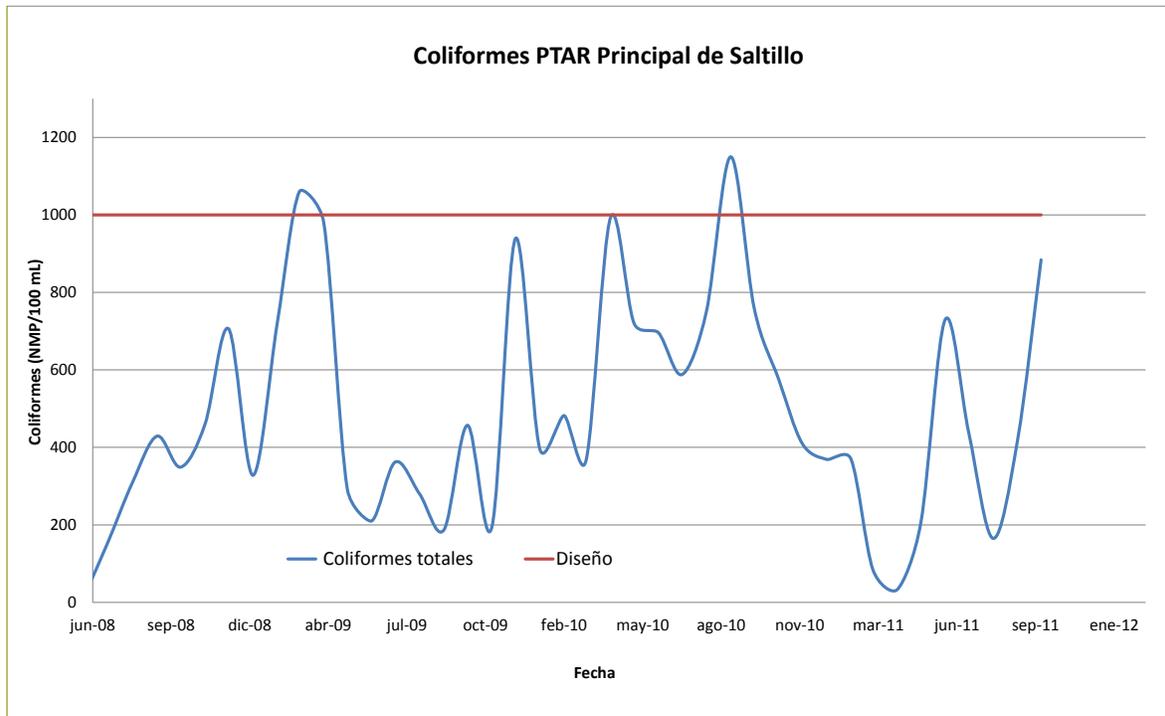


Figura 4. Calidad bacteriológica del agua del efluente de la PTAR Principal de Saltillo.

### 1.5 Caudales

Los datos disponibles de caudales de operación de la planta se encuentran a partir de enero de 2009 y en estos datos se muestra un promedio de flujo de agua en la entrada a la PTAR Principal de 741 lps. El promedio de flujo en la salida es de 643 lps (Ver Figura 5).

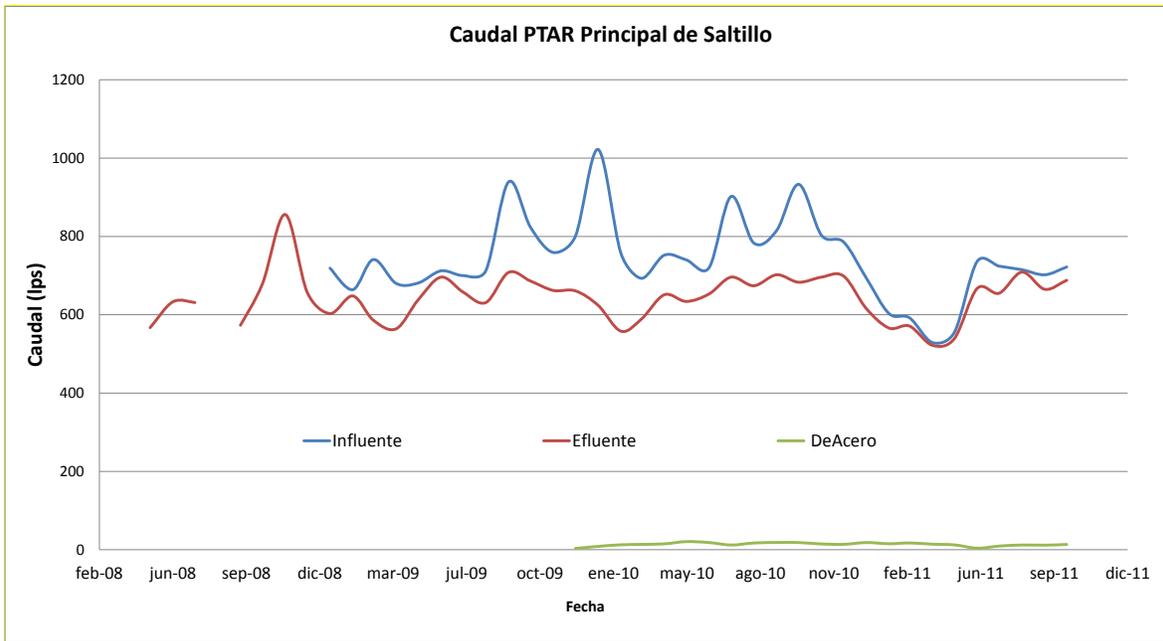


Figura 5. Caudal (lps) de la PTAR Principal de Saltillo

El valor de entrada comparado con un estimado de 1200 lps alimentados a la red por el organismo operador y por otros usuarios de la red de drenaje, y descontando 120 lps de agua extraída de la red de drenajes para tratamiento en otras plantas es bajo, e indica una baja eficiencia de captación de aguas residuales y/o una red de drenaje deficiente.

A partir del mes de diciembre de 2009, del caudal de salida de la PTAR Principal Saltillo se están enviando por bombeo a la empresa DeAcero 14 lps en promedio, para reutilizarse en el proceso industrial de esta empresa, ubicada aproximadamente a 300 metros de la PTAR. El resto del caudal de salida es descargado al arroyo La Encantada del municipio de Ramos Arizpe y es utilizado aguas abajo en labores agrícolas.

## 2. PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DEL GRAN BOSQUE URBANO DE SALTILLO

### 2.1 Demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales

Los valores promedio de DBO y SST de la PTAR del Gran Bosque Urbano Saltillo, muestran valores típicos de agua residual sanitaria de origen doméstico. El valor de  $DBO_5$  en el influente es de 446 mg/L en promedio (Figura 6). Este valor es mayor que el de la planta Principal, que es de 362 mg/L.

El valor de SST en el influente es de 297mg/L (Figura 7) y es ligeramente menor que el de la planta Principal, que es de 325mg/L en promedio. Estos valores están por arriba de lo especificado en la NOM-002-SEMARNAT-1996 “*que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal*”. Los valores del efluente en términos de DBO y SST (6 mg/L y 4 mg/L respectivamente) son más bajos que los correspondientes valores de DBO y SST de la Planta Principal (30 mg/L para DBO y 19 mg/l de SST). Estos parámetros cumplen con todas las especificaciones de las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997 y con las condiciones de diseño para esta planta, que son de 20 mg/L para ambos parámetros.

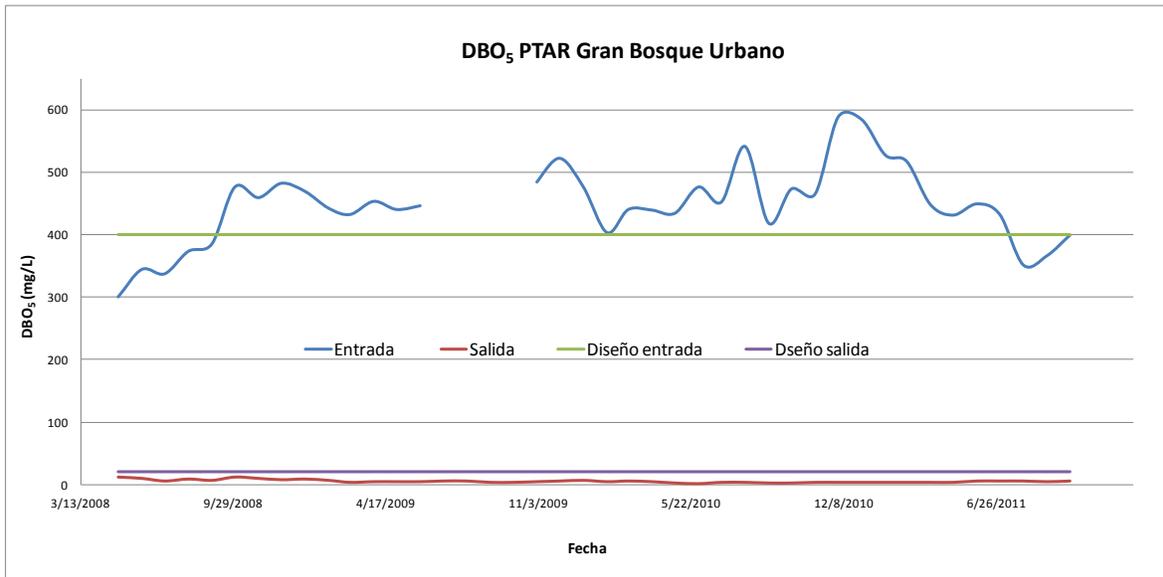


Figura 6.  $DBO_5$  del agua residual a la entrada y salida de la PTAR Gran Bosque Urbano de Saltillo

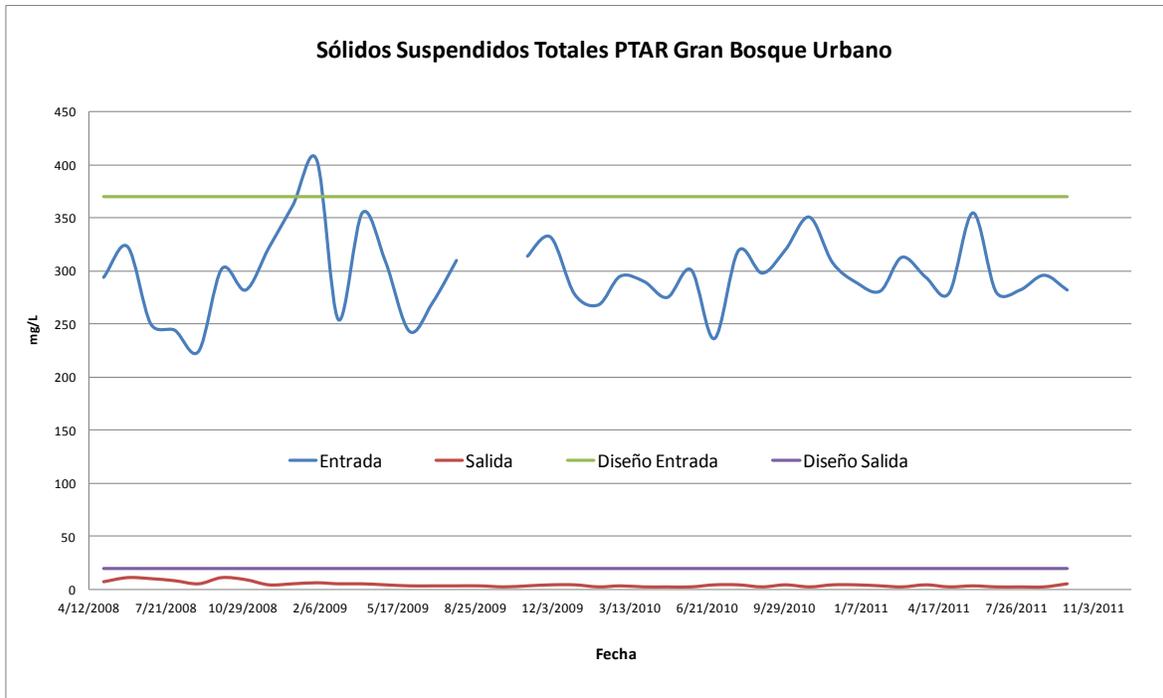


Figura 7. SST del agua residual a la entrada y salida de la PTAR Gran Bosque Urbano de Saltillo

## 2.2 Metales pesados

El contenido de metales pesados en influente y efluente de esta planta, como en el caso de la planta Principal, están muy por debajo de los límites marcados en la NOM-002 SEMARNAT-1996. No se pudo detectar diferencia en el contenido de metales pesados entre ambas plantas, no obstante de ser una zona con menos aportaciones de agua residual de origen industrial.

## 2.3 Conductividad

Los valores de conductividad en el influente de la PTAR del Gran Bosque Urbano muestran un promedio de 1701 S/cm (Figura 8), el cual es muy similar al del influente de la planta Principal que es de 1724 S/cm.

El valor de conductividad en el efluente es de 1366 S/cm. Este valor no corresponde con el valor de entrada.

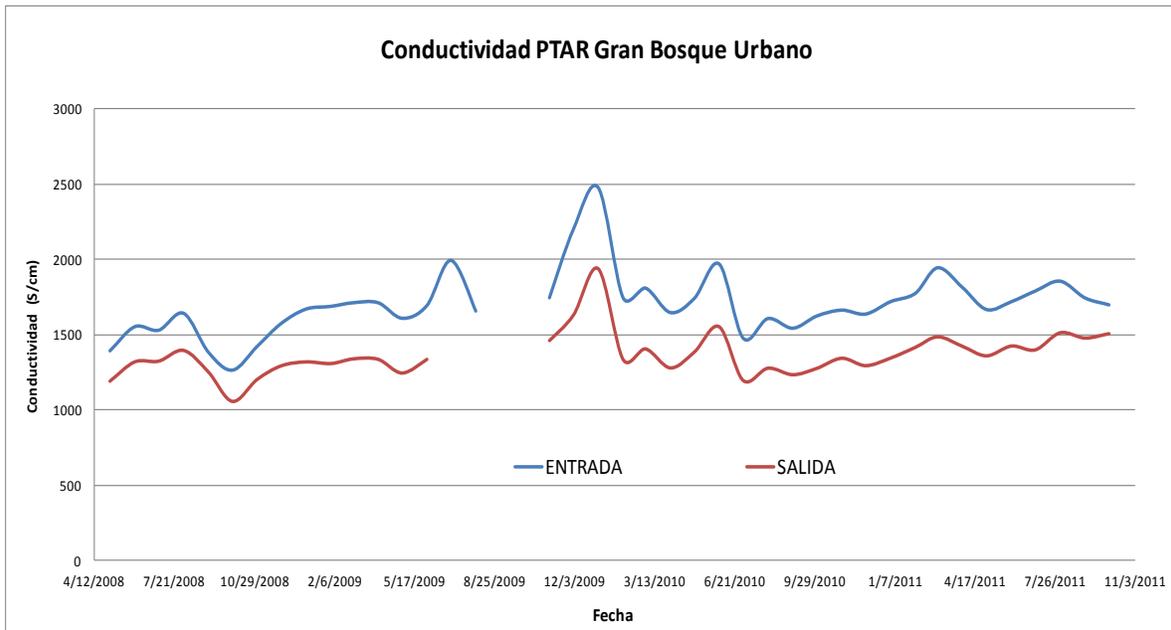


Figura 8. Datos de conductividad del agua residual a la entrada y salida de la PTAR Gran Bosque Urbano de Saltillo

## 2.4 Coliformes

Uno de los usos principales del agua tratada que sale de la PTAR del Gran Bosque Urbano es el riego de áreas verdes públicas. Puesto que en esta aplicación el agua puede estar ocasionalmente en contacto con el humano, la calidad bacteriológica de estas aguas, medida bajo el parámetro de coliformes totales, resulta vital para monitorear su calidad.

Los valores de este parámetro en el efluente de la planta cumplen con las condiciones de diseño y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, aplicable para este uso. En todos los casos, el contenido de coliformes fecales está por abajo del límite máximo de 240 NMP/100mL (Figura 9).

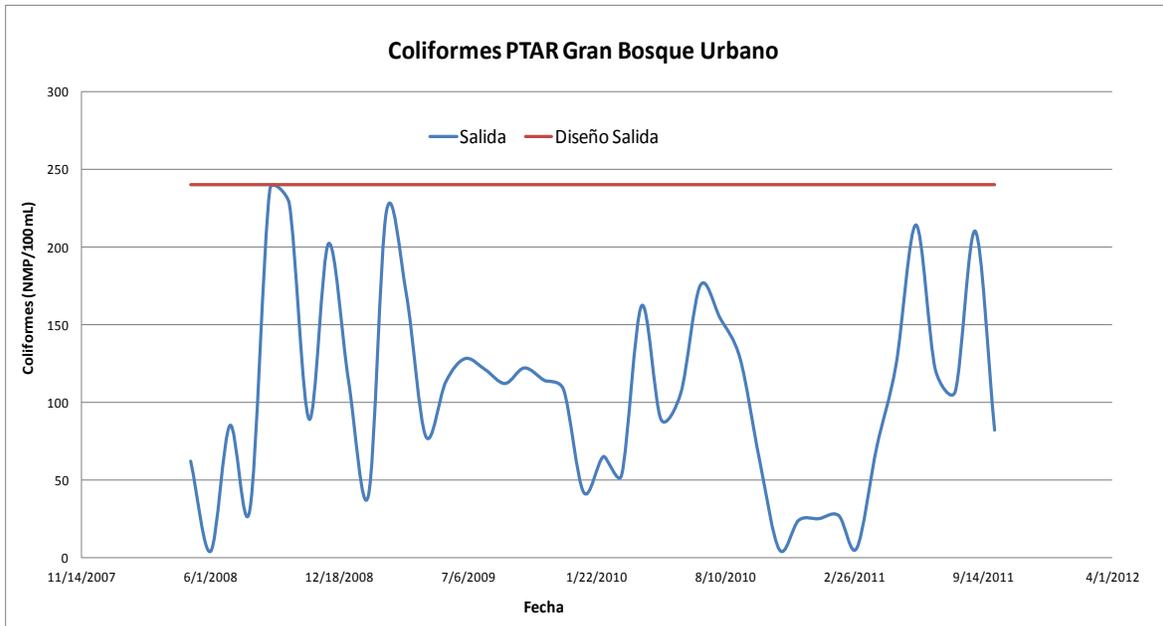


Figura 9. Número de coliformes fecales del agua residual a la salida de la PTAR del Gran Bosque Urbano de Saltillo

## 2.5 Caudal

Los datos disponibles en este rubro indican un caudal promedio de 43.8 lps en el periodo de estudio -de mayo de 2008 a octubre de 2011 (Figura 10). A partir del 2009 el promedio sube a 46.8 lps. La planta tiene una capacidad de diseño de 70 lps.

A partir de noviembre de 2009 parte del efluente de esta planta se utiliza en el riego de áreas verdes en la zona oriente de la ciudad, con un flujo promedio de 28 lps incrementándose en últimas fechas hasta 34 lps.

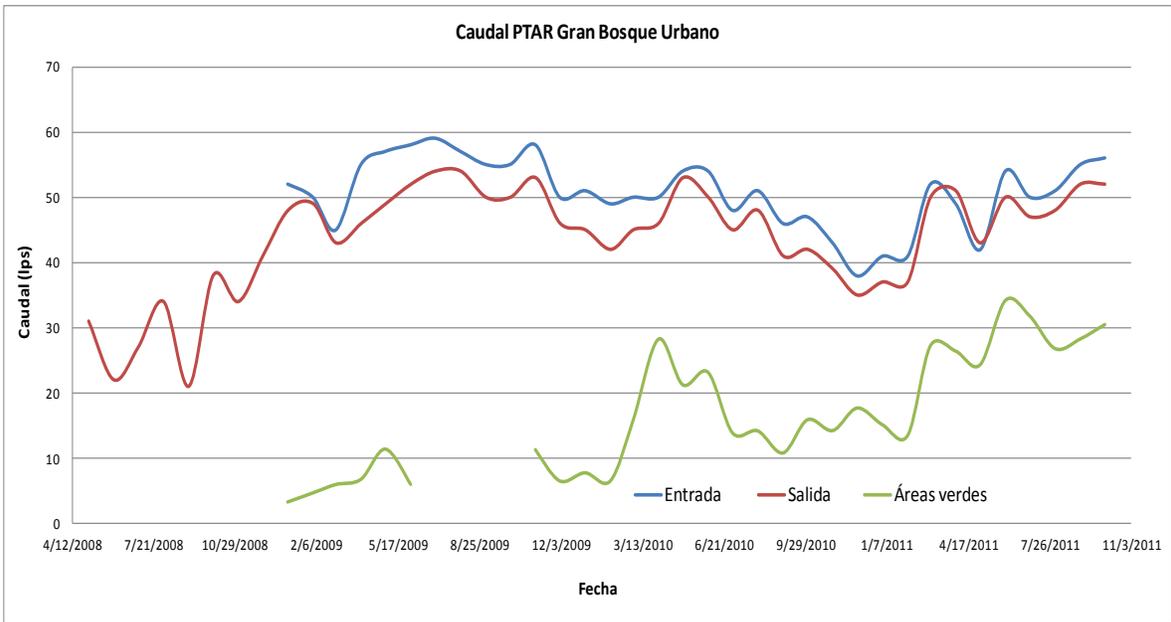


Figura 10. Gasto de la PTAR del Gran Bosque Urbano de Saltillo

### 3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE RAMOS ARIZPE

#### 3.1 Demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales

Los valores de DBO<sub>5</sub> y SST para el influente y efluente de la PTAR de Ramos Arizpe se muestran en las Figuras 11 y 12 respectivamente. El valor promedio de la DBO<sub>5</sub> del influente es de 339 mg/L, mientras que los SST están alrededor de 240 mg/L. Se puede ver en la gráfica de la Figura 11 que el valor de DBO<sub>5</sub> tiene grandes variaciones. Esto se puede deber a descargas a la red de drenaje de agua residuales industriales sin tratamiento. No obstante el valor de DBO<sub>5</sub> en la descarga, fue más alto que lo especificado sólo un mes. El valor de DBO<sub>5</sub> en la descarga en promedio es de 10 mg/L, similar al valor de la PTAR de Saltillo.

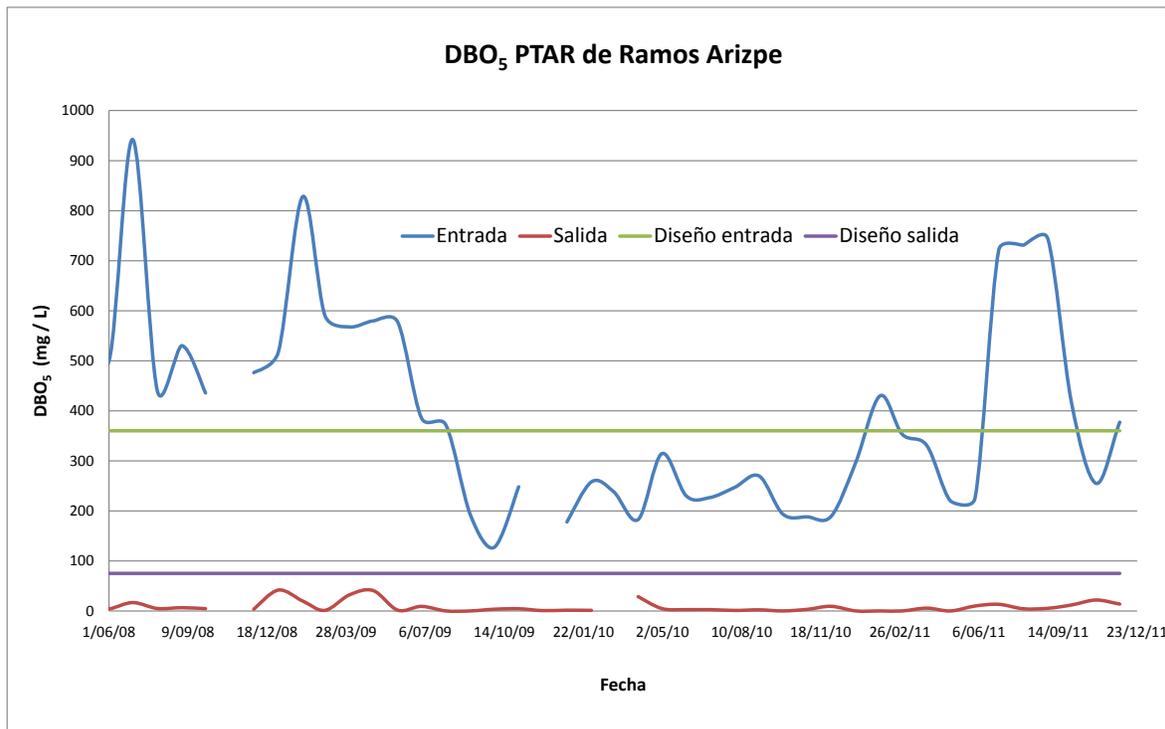


Figura 11. DBO<sub>5</sub> del agua residual a la entrada y salida de la PTAR de Ramos Arizpe.

### Sólidos suspendidos totales

El parámetro de sólidos suspendidos totales en el influente de la planta es de 240 mg/L promedio con altas variaciones. No obstante, la operación de la planta absorbe estas variaciones y cumple ampliamente con la especificación de diseño. El valor promedio en el efluente es de 7.88 mg/L, valor similar al de la PTAR de Saltillo.

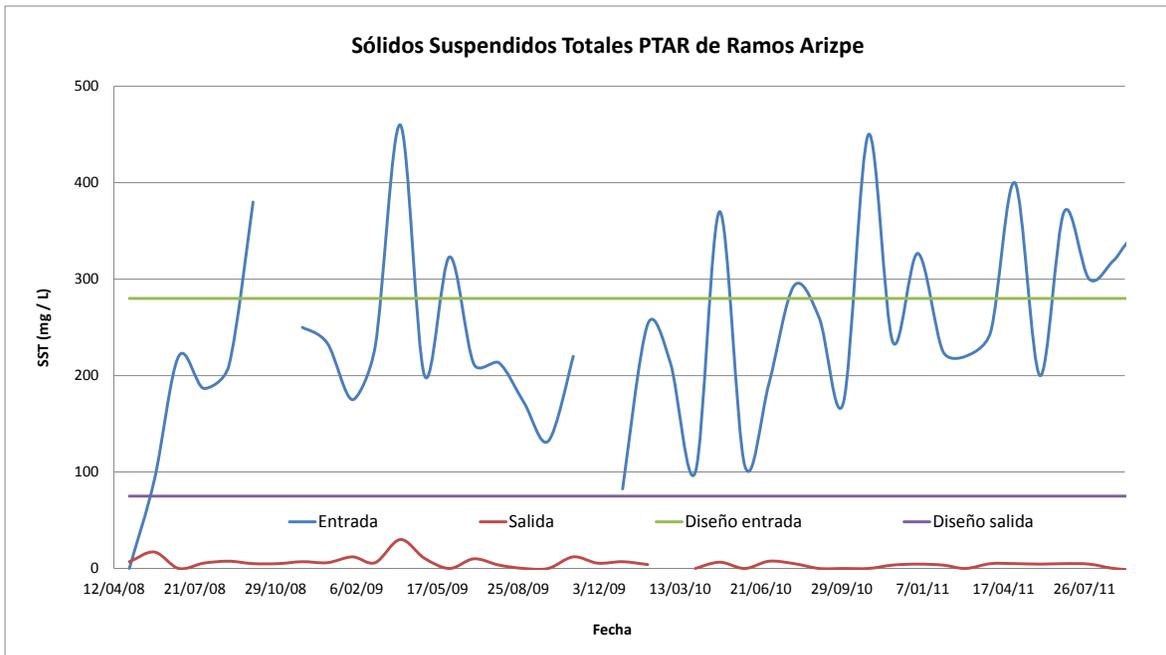


Figura 12. Sólidos suspendidos totales de la PTAR Ramos Arizpe.

### 3.2 Metales pesados

El contenido de metales en influente y efluente de esta planta, al igual que los de las plantas tratadoras de Saltillo, y están muy por debajo de los límites marcados en la NOM-002-SEMARNAT-1996.

### 3.3 Conductividad

Los datos disponibles de este parámetro son escasos y solamente se tienen disponibles datos del segundo semestre de 2008 y primer semestre de 2009. Los valores de este parámetro dependen principalmente de la calidad del agua extraída de las fuentes que abastecen la red de agua potable operada por SAPARA y el agua de pozo que abastecen

algunas de las industriales en Ramos Arizpe. Los valores de conductividad no se afectan ni se modifican si las fuentes de abastecimiento no cambian.

De los datos disponibles, el valor de conductividad en el influente es de 2289 S/cm (Ver Figura 13), el cual es mucho más alto que el valor de conductividad del influente de la PTAR Principal de Saltillo. El valor de la conductividad en el efluente es de 2283 S/cm, 23.55% más alto que el valor del efluente de la planta de Saltillo.

El contenido de sólidos disueltos totales medidos como conductividad es un factor altamente importante para la reutilización del agua en los procesos industriales. De acuerdo con este criterio, el agua tratada de la planta de Saltillo tiene gran ventaja sobre el agua tratada de la Planta Ramos Arizpe para su reuso.

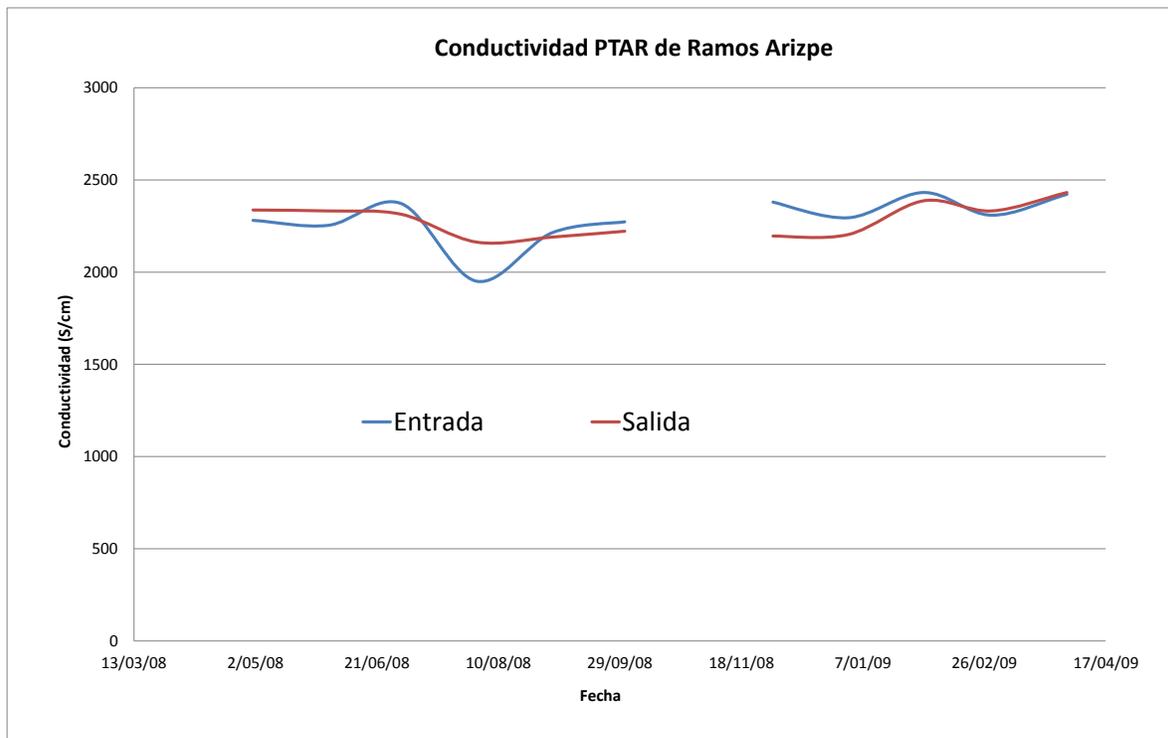


Figura 13. Datos de conductividad del agua residual a la entrada y salida de la PTAR Ramos Arizpe

### 3.3 Caudal

Los datos disponibles, indican un caudal de 102.4 lps en el influente y de 89.4 lps en el efluente (Figura 14). El caudal del influente representa sólo el 54% del volumen extraído por SAPARA. Esto indica una deficiente captación de las redes de drenaje, al igual que el municipio de Saltillo. Los operadores de la planta indicaron que en algunas ocasiones, el influente a la planta es disminuido por extracciones de agua para utilizarla en labores agrícolas (aguas arriba de la ubicación de la planta), y que el bajo flujo puede ser debido a que el emisor fue destruido parcialmente por el huracán Alex (en junio del 2010) provocando fugas de agua que no llegan a la planta de tratamiento.

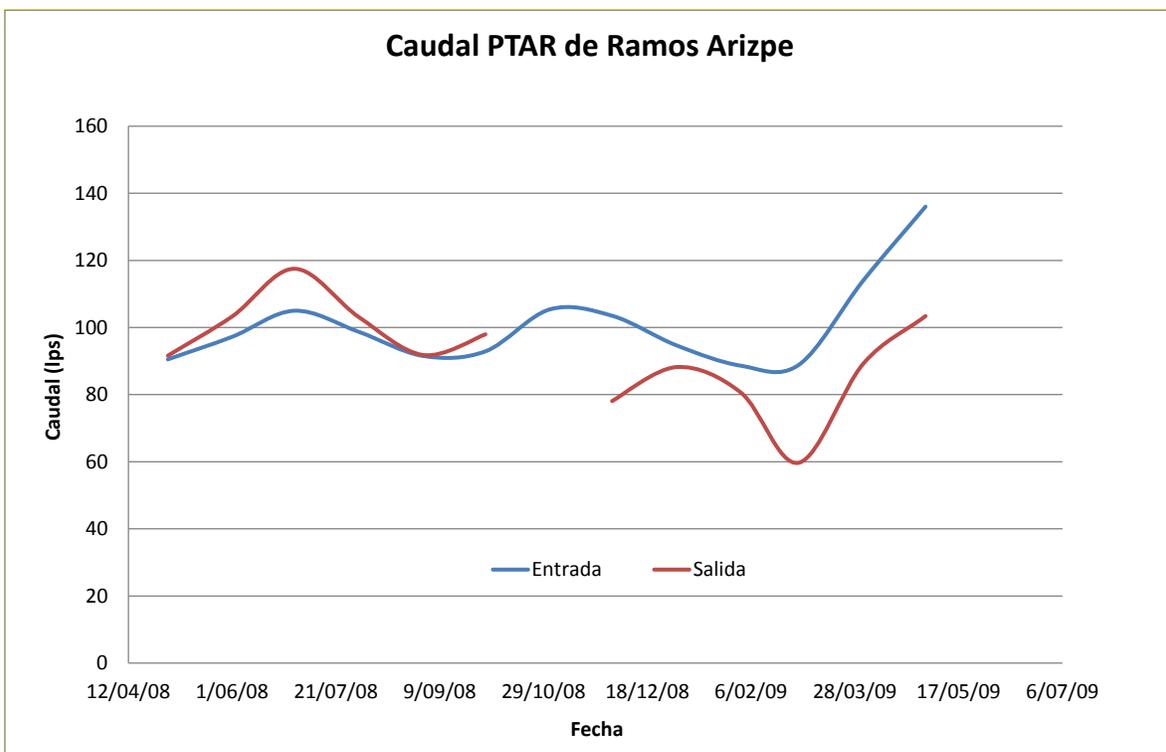


Figura 14. Caudal de la PTAR Ramos Arizpe

#### 4. CONCLUSIONES

1. Las características fisicoquímicas del agua alimentada a las 3 plantas de tratamiento es típica de las aguas residuales domésticas; asimismo por el origen del agua potable que generan estas aguas residuales, presenta un alto contenido de sólidos disueltos totales (referenciado en este estudio como el parámetro de conductividad). El alto valor de conductividad es más notorio en la PTAR de Ramos Arizpe que en la PTAR Principal de Saltillo.
2. La operación actual de las tres plantas está dentro de lo especificado en el diseño y la calidad de los efluentes cumple con las normas oficiales de descarga de aguas residuales tratadas (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997), lo cual permite el reuso de esta agua en riego de áreas verdes y cultivos de mayor valor agregado. El transporte eficiente de las aguas residuales tratadas para su uso en el riego de áreas verdes y el uso eficiente de las aguas residuales tratadas en aplicaciones agrícolas, son dos aspectos que deben ser estudiados y considerados en la segunda etapa del proyecto
3. Para hacer eficiente el reuso de las aguas residuales tratadas en la industria – específicamente en las áreas de enfriamiento o generación de vapor– es necesario *un tratamiento específico*, para la disminución de los sólidos disueltos totales.
4. El caudal de aguas residuales alimentado a las PTARs de Saltillo y Ramos Arizpe, está por debajo de la capacidad de las mismas, por lo que es necesario la revisión de las redes de drenaje para incrementar su recolección, y con esto, evitar la descarga de agua sin tratar a arroyos, lo cual evitaría problemas de contaminación y de salud, sobre todo en áreas pobladas como lo es la zona poniente de la ciudad de Ramos Arizpe.
5. Mejorar el sistema de recolección de aguas residuales incrementaría el volumen de tratamiento, y por consecuencia el volumen de operación de las plantas, aumentando con esto la oferta de agua tratada

## 5. REFERENCIAS

1. Estadísticas del Agua en México, edición 2010, Comisión Nacional del Agua, editado por Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, marzo 2011
2. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Saneamiento de Aguas Residuales del Municipio de Saltillo, Coahuila. Ideal Saneamiento de Saltillo, S.A. de C.V. Marzo del 2006
3. Mpio. de Ramos Arizpe (2009), Datos de flujos y calidades de aguas de alimentación y tratadas de las PTARM Principal y del Gran Bosque Urbano, obtenidos por medio de una solicitud de información a través de InfoCoahuila.
4. Mpio. de Ramos Arizpe (2009), Datos de flujos y calidades de aguas de alimentación y tratadas de la PTARM de Ramos Arizpe, obtenidos por medio de una solicitud de información a través de InfoCoahuila.
5. F. I. Arreguín C., G. Moeller Ch., V.Escalante E., A.Rivas H., El reuso del agua en México, Instituto Mexicano del Agua. México. Memorias
6. Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 1998. Falta pagina
7. Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEMARNAT-1996, Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 1993. Falta pagina
8. Norma Oficial Mexicana NOM-003- SEMARNAT-1997, Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 1998. Falta pagina
9. Informe sobre la situación del sector agua potable en Coahuila al año 2005. Comisión Estatal de Aguas. Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento, Edición 2006.