

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

**Anexo G
Reúso urbano, ambiental y recreativo de las aguas residuales
tratadas de las Plantas Principal y del Gran Bosque Urbano de
Saltillo y de la Planta de Ramos Arizpe**

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo

Créditos

Agradecimientos

1 Reúso Urbano

- 1.1 Demanda de agua recuperada
- 1.2 Confiabilidad y Protección de la salud pública
- 1.3 Consideraciones de Diseño
 - 1.3.1 Instalaciones de Recuperación de Agua
 - 1.3.2 Sistemas de Distribución
- 1.4. Uso de Agua Recuperada para Sistemas contra incendio

2 Reúso Ambiental y Recreativo

- 2.1 Humedales naturales y construidos
- 2.2 Estanques Recreativos y de Ornato
- 2.3 Aumento de caudales

3. Calidad de los efluentes de las plantas tratadoras de Saltillo y Ramos Arizpe

- 3.1 Planta Principal de Saltillo
- 3.2 Planta del Gran Bosque Urbano de Saltillo
- 3.3 Planta de Ramos Arizpe

4. Información sobre jardines y parques públicos al norte de Saltillo y Ramos Arizpe

- 4.1 Jardines y Parques Públicos de Saltillo
- 4.2 Jardines y Parques Públicos de Ramos Arizpe
- 4.3 Déficit de áreas verdes en Saltillo y Ramos Arizpe

5. Información sobre clubes de golf fraccionamientos en Saltillo y Ramos Arizpe

- 5.1 Áreas Verdes y Fraccionamientos localizados al norte de Saltillo
 - 5.1.1 Club Campestre de Saltillo
 - 5.1.2 Fraccionamientos localizados al norte de Saltillo
- 5.2 Áreas Verdes y Fraccionamientos localizados al sur de Saltillo
 - 5.2.1 Club de Golf Lourdes

- 5.2.2 Fraccionamiento Parques de La Cañada
- 5.2.3 Fraccionamiento Lomas de Lourdes
- 5.2.4 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
- 5.3 Áreas Verdes y Fraccionamientos localizados en Ramos Arizpe

6. Usar potencial de aguas residuales tratadas

- 6.1 Entrevistas con personas relacionadas con el tema
 - 6.1.1 Ing. Armando Alonso Rodríguez, Subdelegado de Asistencia Técnica Operativa
 - 6.1.2 Dr. Rodolfo Garza Gutiérrez, Ex-Director de Ecología del Estado de Coahuila y habitante del fraccionamiento Lomas de Lourdes, al sur de Saltillo
 - 6.1.3 Ing. José María Valdés Garza, nogalero y habitante del fraccionamiento Los Bosques, al norte de Saltillo
- 6.1 Jardines y Parques Públicos Existentes
- 6.2 Clubes de Golf y Fraccionamientos localizados al norte de Saltillo
 - 6.2.1 Club Campestre de Saltillo
 - 6.2.2 Fraccionamientos localizados al norte de Saltillo
- 6.3 Clubes de Golf y Fraccionamientos localizados al sur de Saltillo
 - 6.3.1 Club de Golf Lourdes
 - 6.3.2 Fraccionamiento Parques de La Cañada
 - 6.3.3 Fraccionamiento Lomas de Lourdes
- 6.4 Proyectos de los gobiernos estatal y municipales
- 6.5 Uso Ecológico del Arroyo La Encantada

8. Conclusiones

9. Recomendaciones

10. Referencias

LISTA DE GRÁFICAS

- Fig. 1.1 Variación de la Demanda Histórica Mensual de Agua Potable y No-potable en dos ciudades diferentes de EE.UU. (Irvine Ranch, California y St. Petersburg, Florida)
- Fig. 1.2 Símbolo internacional de “No beber el agua”

LISTA DE FOTOS

No.	Descripción	Tomada por
5.1	Fraccionamientos en el norte de Saltillo que podrían utilizar aguas residuales para riego de jardines	GoogleEarth
5.2	Vista aérea del Club de Golf Lourdes	GoogleEarth
5.3	Vista aérea del Fraccionamiento Parques de La Cañada	GoogleEarth
5.4	Vista aérea del Fraccionamiento Lomas de Lourdes	GoogleEarth
5.5	Vista aérea de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	GoogleEarth
5.6	Vista aérea de Ramos Arizpe, en la que se aprecia el área reducida de espacios verdes	GoogleEarth
5.7	Vista aérea del Club de Golf Santa María, ubicado en el Fraccionamiento del mismo nombre en Ramos Arizpe	GoogleEarth

LISTA DE TABLAS

- Tabla 3.1 Calidad del efluente secundario de la Planta Tratadora Principal de Saltillo
- Tabla 3.2 Calidad del efluente secundario de la Planta Tratadora del Gran Bosque Urbano de Saltillo
- Tabla 3.3 Calidad del efluente secundario de la Planta Tratadora de Ramos Arizpe
- Tabla 4.1 Requerimientos de espacios abiertos en Saltillo
- Tabla 4.2 Principales Jardines y Parques Públicos de Saltillo que podrían usar aguas residuales tratadas para riego
- Tabla 4.3 Espacios verdes por habitante en Saltillo y Ramos Arizpe

RESUMEN EJECUTIVO

Las aplicaciones de reúso urbano se pueden clasificar en cuatro categorías diferentes:

- El reúso urbano no restringido, que comprende el riego de áreas en las que no se limita el acceso del público, como parques, campos de juego, patios de escuelas y residencias, descarga de sanitarios, aire acondicionado, protección contra incendios, construcción, fuentes ornamentales, embalses y lagos ornamentales.
- El reúso urbano restringido, que comprende el riego de áreas en las que se puede controlar el acceso del público, tales como campos de golf, cementerios y camellones de carreteras.
- El reúso recreativo sin restricciones, que comprende cuerpos de agua en los que no se imponen limitaciones a las actividades recreativas que implican contacto corporal con el agua.
- El reúso recreativo restringido, que comprende cuerpos de agua en los que la recreación se limita a la pesca, paseos en bote, y otras actividades recreativas que no implican contacto corporal.

Incluimos en este documento también el reúso ambiental, que comprende: humedales construidos, mejora de humedales naturales y conservación/aumento de los caudales de corrientes de agua.

De las aplicaciones anteriores, las que tienen relevancia para el caso de la zona de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga son las dos primeras y el reúso ambiental, ya que es difícil que se creen embalses con el agua residual tratada, ya que las aplicaciones agrícolas, industriales, riego de áreas verdes urbanas y conservación ambiental darán cuenta de los caudales disponibles de agua residual tratada, que no son muy grandes.

En 2008 empezaron a operar las dos plantas tratadoras de aguas residuales municipales de Saltillo: Principal y Gran Bosque Urbano, y también la de Ramos Arizpe. Aunque sus flujos de diseño son de 1200, 70 y 160 Lps respectivamente, los gastos promedio de influente han sido de 600-900, 45-60 y 60-100 Lps. La calidad del agua residual tratada cumple con los estándares de tratamiento secundario, pero no siempre lo hace con los límites establecidos en la norma mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas residuales tratadas que se reúsan en servicios al público.

A pesar de la capacidad excedente en las plantas tratadoras en operación, el agua residual cruda de varios fraccionamientos localizados al sur, oriente y poniente de Saltillo y en Ramos Arizpe, y la de varias fábricas de los dos municipios, se sigue descargando a los arroyos El Pueblo/La Encantada, Cárdenas y El Águila, principalmente,

Actualmente sólo el Mpio. de Saltillo reúsa parte del agua que se trata en la planta del Gran Bosque Urbano para riego de áreas verdes municipales, y vende una cantidad mínima (10-20 Lps) de la planta tratadora Principal para fines industriales. Tanto Saltillo como Ramos Arizpe tienen en la actualidad compromisos y/o planes de comercializar –

para reúso industrial- una parte importante del efluente de sus plantas tratadoras (150 Lps en Saltillo y 40 Lps en Ramos Arizpe).

Los Planes Directores de Desarrollo Urbano de Saltillo y de Ramos Arizpe, indican que los dos municipios tienen un déficit importante de espacios verdes, y recomiendan incrementarlas. Para este fin, las aguas residuales tratadas resultan muy convenientes, por su contenido de materia orgánica y nutrientes.

Además, existen varios fraccionamientos residenciales, cuyas viviendas tienen áreas relativamente grandes de jardines y/o huertas –de nogales principalmente- que utilizan agua de pozos propios para fines de riego. El intercambio de esta agua de primer uso por agua recuperada tendría varios aspectos positivos importantes: a) la reducción de la extracción de agua del subsuelo, lo que ayudaría a conservar los mantos acuíferos; b) el agua de reúso es benéfica para las plantas, principalmente por los nutrientes que contiene –como se comentó en el párrafo anterior-; c) el precio del agua tratada es mucho menor de lo que se paga por metro cúbico al organismo operador, principalmente en el caso de Saltillo, en donde los usuarios que consumen más de 200 metros cúbicos por mes pagan más de \$40/m³, incluyendo saneamiento, y pagarán más de \$57/m³ a finales de 2013.

Campesinos de ejidos y algunas pequeñas propiedades al norte de Ramos Arizpe están usando actualmente el agua del arroyo La Encantada, la cual prácticamente se acaba en los Ejidos Paredón y San Francisco Paredón. La distribución y el uso que se da al agua del arroyo para riego de parcelas agrícolas y abrevadero de animales es ineficiente, y sería posible reducir el consumo de agua para esta aplicación, con el fin de poder destinar parte del agua residual municipal tratada a otras aplicaciones, por ejemplo en la industria y en parques y jardines urbanos, sin afectar a los ejidatarios en forma significativa.

Sobre la base del estudio presentado en el presente documento, recomendamos:

- Conectar todas las descargas de los fraccionamientos de Saltillo y Ramos Arizpe, que en la actualidad se descargan al arroyo La Encantada sin tratamiento alguno, a los colectores que alimentan a las plantas tratadoras de aguas residuales de las dos ciudades. Estas plantas tienen todavía bastante capacidad disponible, en especial la Principal de Saltillo.
- Exigir a las industrias y parques industriales que den debido tratamiento a sus aguas residuales.
- Establecer un reglamento para el reúso de aguas residuales municipales tratadas.
- Incrementar las áreas dedicadas a espacios verdes en Saltillo y Ramos Arizpe. Uno de los posibles lugares a considerar se encuentra en la vecindad de la confluencia de los arroyos Cárdenas y El Pueblo, al sur de Ramos Arizpe. Hace algunos años se mencionó la posibilidad de desarrollar allí un bosque urbano, para beneficio de los habitantes de los dos municipios.
- Destinar parte del caudal de agua tratada para mantener y aumentar la vegetación existente en las márgenes del arroyo La Encantada –el cual tiene parajes de gran valor estético-, para que éstos se conviertan en lugares de esparcimiento.

- Los gobiernos estatal y municipales no deben concentrarse únicamente en la venta de agua residual tratada para usos industriales y urbanos. Tanto los ejidatarios que viven de las cosechas que obtienen gracias a la disponibilidad de agua del arroyo, como los habitantes actuales y futuros de la zona tienen derecho a disfrutar de las áreas verdes que existen gracias al agua que conducen los arroyos, en especial La Encantada; la comunidad saltillense ya empezó a pagar por el saneamiento de sus aguas residuales, y se debe escuchar su opinión en relación al reúso que se debe dar a estas aguas.

CRÉDITOS

Actividad	Responsable
Estructuración y escritura del presente documento	Dra. Gloria Tobón de Garza
Entrevistas con personas relacionadas con el tema	Dra. Gloria Tobón de Garza
Investigación de gabinete (Búsqueda de información en internet, INEGI, Conagua, bibliotecas reales y virtuales)	Dra. Gloria Tobón de Garza
Ubicación de posibles usuarios de ARMT para uso urbano en Fotos de GoogleEarth	Dr. Luis Samaniego Dra. Gloria Tobón de Garza
Recorrido por el arroyo La Encantada	Dr. Luis Samaniego Ing. Alfredo Valdés Dra. Gloria Tobón de Garza
Recorrido por fraccionamientos residenciales de la ciudad	Dr. Luis Samaniego
Revisión final del documento	Dra. Lourdes Díaz y Dr. Salvador Carlos

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen en forma especial a las siguientes personas, funcionarios de Dependencias Gubernamentales relacionadas con el tema del presente estudio, o habitantes de fraccionamientos al norte o sur de Saltillo, la información que proporcionaron, la mayor parte de la cual fue utilizada para la elaboración del presente documento.

Nombre	Dependencia o Fraccionamiento	Posición
Ing. Armando Alonso	Delegación de CONAGUA en el Estado de Coahuila	Subdelegado de Asistencia Técnica Operativa
Dr. Rodolfo Garza Gutiérrez	Fraccionamiento Lomas de Lourdes, al sur de Saltillo	Ex-Director de Ecología del Estado de Coahuila
Ing. José María Valdés Garza	Fraccionamiento Los Bosques, al norte de Saltillo	Productor de nuez

1. REÚSO URBANO

Los usos urbanos de aguas residuales municipales tratadas incluyen:

- Riego de parques públicos y centros de recreación, campos deportivos, áreas verdes de escuelas y campos de juego, medianas y áreas laterales de carreteras, y jardines alrededor de edificios públicos
- Riego de áreas verdes que rodean residencias unifamiliares y multifamiliares,
- Lavado general y otras actividades de mantenimiento en hogares
- Riego de áreas verdes que rodean oficinas, comercios y desarrollos industriales
- Riego de campos de golf
- Usos comerciales, p. ej. lavado de vehículos, servicios de lavandería, lavado de ventanas, y agua de mezcla para pesticidas, herbicidas y fertilizantes
- Paisajismo ornamental y elementos decorativos con agua, tales como fuentes, espejos de agua y cascadas
- Control de polvos y producción de concreto para proyectos de construcción
- Protección contra incendios (hidrantes con agua recuperada)
- Sanitarios y mingitorios en edificios comerciales e industriales.

El reúso urbano puede incluir sistemas que sirven a grandes usuarios; por ejemplo parques, parques infantiles, campos deportivos, medianas de carreteras, campos de golf e instalaciones recreativas. Además, los sistemas de reúso pueden abastecer a industrias o complejos industriales con grandes requerimientos de agua, así como a propiedades residenciales, industriales y comerciales, a través de "sistemas de distribución dual".

En EEUU se llevó a cabo un proyecto de demostración / investigación en un jardín de prueba, con el fin de comparar los impactos del riego con agua recuperada -en comparación con agua potable- para las plantas del jardín, los suelos y los componentes de riego. La comparación mostró pocas diferencias significativas; sin embargo, las plantas demostraron mejor crecimiento con agua de reúso (Lindsey et al, 1996).

En algunos casos los resultados pueden ser diferentes. Por ejemplo, cuando el agua de reúso tiene un contenido elevado de cloruros, el crecimiento del follaje se reduce (Johnson, 1998).

En los sistemas de distribución dual, el agua recuperada se envía a los clientes a través de una red paralela a la red de distribución, independiente del sistema de distribución de agua potable de la comunidad. El sistema de distribución de agua recuperada se convierte en un tercer servicio de agua, además del agua potable y el drenaje (para aguas residuales). Los sistemas de agua recuperada se operan, mantienen y gestionan de una manera similar al sistema de agua potable.

La aplicación del agua recuperada para uso urbano es relativamente reciente. Uno de los sistemas municipales de distribución dual más antiguo de EE.UU., es el de San Petersburgo, Florida, que ha estado en operación desde 1977. El sistema proporciona agua recuperada a propiedades residenciales, centros comerciales, parques industriales, una planta de energía, un estadio de béisbol y varias escuelas.

Proporcionar un suministro no interrumpible de agua recuperada implica un aumento de costos, por ejemplo en tanques de almacenamiento de agua recuperada, o equipo

adicional. La instalación de un sistema de distribución de agua recuperada en fraccionamientos existentes también puede tener un costo alto.

En algunos casos, sin embargo, los beneficios de conservación de agua potable pueden justificar los costos. Por ejemplo, un sistema de reúso de agua puede ser rentable si elimina o previene la necesidad de:

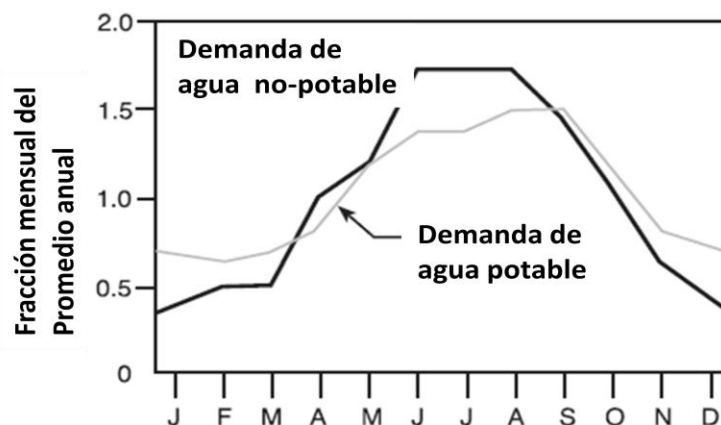
- Obtener un suministro adicional de agua de primer uso desde distancias considerables
- Dar tratamiento a una fuente de suministro de agua de primer uso de baja calidad (por ejemplo, desalar agua de mar)
- Dar tratamiento adicional a las aguas residuales para cumplir con requerimientos estrictos de descarga.

Cuando se desarrollan zonas urbanas, se pueden obtener ahorros importantes de costos mediante la instalación de un sistema de distribución dual. Un procedimiento eficaz para lograr la conexión de los usuarios es establecer que la conexión al sistema dual es un requisito de la comunidad, y demostrarles las ventajas económicas del uso de agua recuperada.

1.1 Demanda de agua recuperada

La demanda diaria de agua recuperada generada por un sistema urbano, en particular para fines de riego, puede estimarse a partir de: a) un inventario de la superficie total de riego que será servida por el sistema de agua recuperada; y b) los gastos semanales estimados de riego. Estos gastos se determinan teniendo en cuenta los siguientes factores: características locales del suelo, condiciones climáticas y tipo de paisaje.

La figura 1.1 muestra la variación histórica mensual en la demanda de agua potable y no potable para el Distrito de Agua de Irvine Ranch en California y San Petersburgo, Florida, respectivamente. A pesar de que la variación estacional de la demanda es diferente para las 2 comunidades, ambas muestran una tendencia similar en la variación estacional entre la demanda de agua potable y no potable.



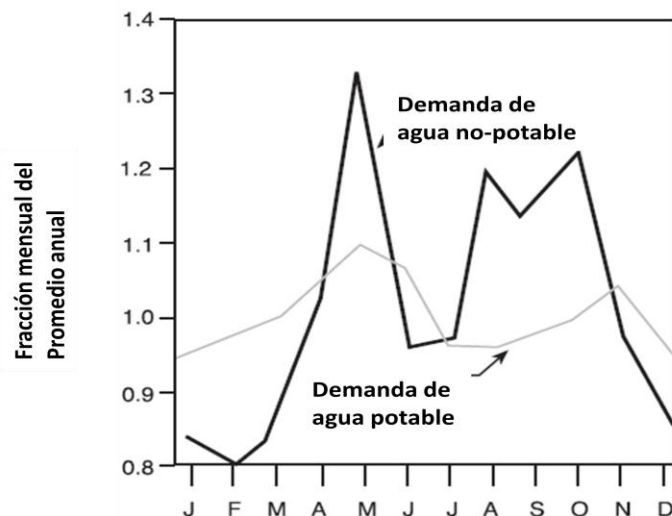


Fig. 1.1.- Variación de la Demanda Histórica Mensual de Agua Potable y No-potable en dos ciudades diferentes de EE.UU. (Irvine Ranch, California y St. Petersburg, Florida)

Para estimar las necesidades de agua recuperada de usuarios potenciales que extraen agua de pozos, por ejemplo campos de golf, se pueden utilizar para los cálculos; a) las tasas de extracción permitidas (derechos de agua), o b) los registros de bombeo.

En la evaluación de las necesidades de reuso de un sistema urbano, también se deben considerar las demandas de otros usuarios, p. ej. industriales, comerciales y recreativos. Las demandas de los usuarios industriales y comerciales, por ejemplo lavado de carros, pueden estimarse a partir del uso del agua o de los registros de facturación. Las demandas de los embalses recreativos se pueden estimar mediante la determinación del volumen de agua necesario para mantener el nivel de agua deseado en el embalse.

Para los sistemas que utilizan agua recuperada para descarga de sanitarios como parte de su sistema de reuso urbano, los registros de uso del agua se pueden utilizar para estimar la demanda. Según Grisham y Fleming (1989), la descarga de sanitarios puede representar hasta el 45 por ciento de la demanda de agua dentro de una casa.

1.2 Confiabilidad y protección de la salud pública

En el diseño de un sistema urbano de distribución de agua recuperada, las consideraciones más importantes son la confiabilidad del servicio y la protección de la salud pública.

Se deben considerar las siguientes medidas de seguridad en el diseño de cualquier sistema de distribución dual:

- Garantizar que el agua recuperada que se entrega a los usuarios cumpla con los requisitos de calidad del agua para los usos previstos
- Prevenir deficiencias en el funcionamiento de los sistemas de tratamiento y distribución
- Prevenir conexiones cruzadas con líneas de agua potable

- Prevenir el uso indebido de agua no potable.

Para evitar conexiones cruzadas, se deben marcar claramente todos los accesorios y equipos asociados a los sistemas de agua recuperada, que no estén enterrados.

Ni en EEUU ni en México se han establecido normas nacionales de color para los sistemas de agua recuperada, pero la mayoría de los fabricantes y las ciudades han adoptado el color morado para las líneas de distribución. También se requiere colocar letreros de advertencia para dar a conocer que el agua no es potable, y/o usar el símbolo internacional de "No beber el agua" (Fig. 2) en todos los materiales, tanto en la superficie como en el subsuelo, para reducir al mínimo las posibles conexiones cruzadas.



Fig. 1.2.- Símbolo internacional de "No beber el agua".

1.3 Consideraciones de diseño

Los sistemas de reúso urbano del agua recuperada tienen dos componentes principales:

1. Las instalaciones de tratamiento de agua
2. El sistema de distribución de agua recuperada, que incluye las instalaciones de almacenamiento y bombeo

1.3.1 Instalaciones de Tratamiento de Agua

Las instalaciones de tratamiento deben proporcionar un agua que cumpla con los estándares apropiados de calidad para el uso previsto. Para el reúso en un entorno urbano se requieren filtración y desinfección general, además de un tratamiento secundario. Debido a que el reúso urbano por lo general implica el riego de propiedades sin restricciones de acceso al público, u otros tipos de reúso en que puede haber exposición humana al agua recuperada, esta agua debe ser de una calidad más alta que la necesaria para otras aplicaciones de reúso. En los casos en que un solo usuario grande necesita agua recuperada de mejor calidad, puede resultar más adecuado que Él se haga cargo de las instalaciones de tratamiento adicional, como se hace comúnmente con agua potable.

1.3.2 Sistema de Distribución

Las instalaciones de bombeo y almacenamiento de agua recuperada se encuentran normalmente en la misma área de las instalaciones de tratamiento de agua. Sin embargo,

en algunos casos, particularmente en las grandes ciudades, pueden localizarse algunas instalaciones de almacenamiento en lugares apropiados en el sistema de distribución y/o cerca de los sitios de reúso. Cerca de las instalaciones de bombeo se pueden utilizar tanques enterrados o elevados; en el área de las plantas tratadoras, el almacenamiento operativo es generalmente elevado.

Para el buen funcionamiento de un sistema de agua recuperada, es esencial contar con almacenamiento suficiente para atender la variación diurna de flujo. El volumen de almacenamiento requerido se puede determinar a partir de la demanda diaria de agua recuperada y las curvas de suministro.

El agua recuperada se produce normalmente 24 horas por día, de acuerdo con el flujo diurno a la planta de tratamiento de agua y puede fluir: a) a un almacenamiento subterráneo, de donde se bombea al sistema; o b) a un cárcamo de donde se bombea a instalaciones de almacenamiento elevadas. Con fin de mantener una calidad adecuada del agua, se prefiere el almacenamiento cubierto para impedir crecimientos biológicos y mantener el residual de cloro.

Debido a las variaciones estacionales en la demanda de agua recuperada, pueden requerirse grandes volúmenes de almacenamiento, si se desea utilizar toda el agua recuperada disponible, aunque esto puede resultar muy costoso. La ubicación de los tanques de almacenamiento también afecta el diseño del sistema de distribución. En las zonas donde el almacenamiento superficial es limitado, debido a las limitaciones de espacio, se puede aprovechar la capacidad de almacenamiento de los acuíferos (ARA) para depósito temporal de agua recuperada.

El diseño de un sistema de distribución urbana de agua recuperada es similar en muchos aspectos al de un sistema municipal de distribución de agua potable. Se recomienda usar materiales de igual calidad para la construcción. Aunque se debe asegurar la integridad del sistema en los dos casos, para el agua recuperada la confiabilidad no necesita ser tan estricta como para un sistema de agua potable, a menos que la primera se utilice como la única fuente de protección contra incendios. No se requieren medidas especiales para bombear, entregar y utilizar el agua. No se requieren modificaciones cuando se utiliza agua recuperada, con la excepción de que se deben identificar claramente el equipo y los materiales. Para las líneas de servicio en entornos urbanos, puede ser deseable usar materiales diferentes para una identificación más segura.

El diseño de las instalaciones de distribución se basa en las condiciones topográficas, así como en los requerimientos de demanda de agua recuperada. Si la topografía tiene muchas variaciones, pueden tener que utilizarse sistemas multinivel. La red de distribución se debe dimensionar para proporcionar los picos horarios de demanda a una presión adecuada para los usuarios. Los requisitos de presión para un sistema de distribución dual varían dependiendo del tipo de usuario. Las presiones para los sistemas de riego pueden variar entre 10 psi (70 kPa) -si se proporcionan bombas de refuerzo adicionales en el punto de entrega-, y 100 a 150 psi (700 a 1.000 kPa).

El gasto máximo de uso por hora, lo cual es una consideración crítica en el dimensionamiento de las bombas de suministro y las redes de distribución, se puede determinar mediante la observación y el estudio de las prácticas locales urbanas, y teniendo en cuenta la hora del día y las tasas de utilización de los grandes usuarios. Para el diseño de los sistemas de reúso urbano en varias ciudades de EEUU se han utilizado

factores pico que varían entre 1.92 (San Antonio) y 6.80 (Irvine Ranch para riego de áreas verdes en casas).

La amplia gama de factores pico refleja la naturaleza de las demandas, la ubicación del sistema de reúso (en particular, cuando el riego es el uso final), y la experiencia de los ingenieros de diseño. El bajo factor de pico de San Antonio se debe al gran número de clientes que usan agua recuperada para riego, y al almacenamiento en el sitio para clientes con demandas superiores a 4 Lps.

Para el diseño de los sistemas de distribución de agua recuperada que incluyen la protección contra incendios como parte de su servicio, se debe considerar el flujo de agua necesario para el control de incendios, más la demanda máxima diaria para otros fines..

El factor pico para riego de jardines es mayor porque el uso de agua recuperada tiene lugar entre las 9 pm y las 6 am. Esta restricción no se aplica al uso agrícola o de campos de golf.

En un sistema de reúso urbano hay usuarios de "alta presión" y de "baja presión". Los usuarios de alta presión reciben agua directamente desde el sistema, a presiones adecuadas para el tipo particular de reúso; por ejemplo para riego residencial y de paisaje, procesos industriales y agua de enfriamiento, lavado de autos, protección contra incendios, y descarga de sanitarios en edificios comerciales e industriales.

Los usuarios de baja presión reciben agua recuperada en una pila de almacenamiento en el sitio, que se rebombee a su sistema de reúso. Usuarios típicos de baja presión son: campos de golf, parques y condominios que utilizan agua recuperada para riego, embalses paisajísticos o recreativos, torres de enfriamiento o industrias que tienen tanques in situ para mezcla y/o almacenamiento de agua.

Por lo general, los sistemas urbanos de distribución dual operan a una presión mínima de 50 psi (350 kPa), para satisfacer los requisitos de presión para el riego de grandes zonas de jardines en complejos multi-familiares, oficinas, comercios y parques industriales. Una presión mínima de 50 psi (350 kPa), también debe satisfacer los requisitos de lavado de autos, descarga de sanitarios, control de polvos en construcción y algunos usos industriales. En base a los requisitos de los equipos típicos de riego residencial, se considera una presión mínima de entrega de 30 psi (210 kPa) para el funcionamiento satisfactorio de los sistemas de riego residenciales.

El sistema se debe diseñar con la flexibilidad necesaria para controlar el gasto cuando sea necesario y prever el aumento resultante en la demanda durante las horas pico. Una forma de control sería variar los días de la semana en que se riegan las escuelas, parques, campos de golf y zonas residenciales. Los grandes usuarios, p. ej. campos de golf, tienen un gran impacto en la forma de la curva de demanda diaria de agua recuperada, y por lo tanto en la demanda pico por hora, dependiendo de cómo se les entrega el agua. La curva de demanda diaria de agua recuperada puede "aplanarse" y la demanda horaria máxima reducirse si el agua recuperada se descarga a las lagunas del campo de golf durante un período de 24 horas o durante las horas del día en que la demanda para riego de jardines residenciales es baja. Estos métodos de operación pueden reducir los picos de demanda, y también los requisitos de almacenamiento, capacidades de bombeo y diámetros de tubería, lo que representa una reducción en el costo inversión.

1.4 Uso de agua recuperada para la Protección contra Incendios

El agua recuperada se puede utilizar para la protección contra incendios, pero esta aplicación requiere de consideraciones adicionales de diseño (Snyder et al., 2002). El tamaño de los sistemas urbanos de distribución de agua potable suele diseñarse sobre la base de los requerimientos de los sistemas contra incendios. En las zonas residenciales, esto puede resultar en tuberías hasta de 6 pulgadas de diámetro para soportar las demandas de estos sistemas, aunque un diámetro de tubería de 2 pulgadas podría ser suficiente para satisfacer las necesidades de agua potable. Los requisitos de flujo de los sistemas contraincendios también aumentan el volumen de almacenamiento de agua necesario en un momento dado. Aunque esto da como resultado un sistema de distribución muy robusto, el tamaño mayor de la tubería y del almacenamiento requeridos para los flujos del sistema contra incendio dan lugar a tiempos de residencia muy grandes dentro del sistema de distribución, y podrían reducir la calidad del agua recuperada.

Para obtener los beneficios de utilizar agua recuperada para combate de incendios se debe dar a este sistema una confiabilidad igual a la del sistema de agua potable. Esto a su vez, requiere redundancia y energía de emergencia, con aumentos asociados en los costos. Por estas razones, muchas ciudades han decidido no incluir la protección contra incendios en sus futuros sistemas de distribución de agua recuperada.

En algunos casos, los municipios pueden enfrentar la sustitución de los sistemas actuales de distribución de agua potable, debido a que el material de la tubería contribuye a los problemas de calidad del agua. En tales casos, se podría considerar la conversión de la red existente en un sistema de distribución de agua no potable, capaz de proporcionar protección contra incendios; e instalar una red nueva, más pequeña, para manejar las demandas de agua potable. Este enfoque requiere un amplio proceso de control de conexiones cruzadas para asegurar que se rompan todas las conexiones entre el sistema de agua potable y no potable. La codificación de colores de las tuberías enterradas también representa un desafío. Hasta la fecha, ninguna comunidad ha tratado de llevar a cabo tal conversión.

Por lo general el principal medio de protección contra incendios es el sistema de agua potable, y los sistemas de agua recuperada son una fuente adicional de agua para combatir el fuego.

En algunos casos, las investigaciones específicas del sitio pueden determinar que el agua recuperada es más eficaz desde el punto de vista del costo como medio para proporcionar protección contra incendios.

2. REÚSO AMBIENTAL Y RECREATIVO

El reúso ambiental de aguas residuales tratadas incluye la mejoría y restauración de humedales, la creación de humedales que sirvan como hábitat y refugio de vida silvestre, y el aumento del flujo de corrientes de agua. Los usos de agua recuperada para fines recreativos incluyen desde embalses paisajísticos, lagos en campos de golf, desarrollos a gran escala de embalses recreativos, hasta actividades con contacto accidental (pesca y navegación) y contacto corporal total (natación y chapoteaderos). Como con cualquier forma de uso de agua, el desarrollo de proyectos recreativos y ambientales con aguas recuperadas es función de la demanda de agua, junto con la disponibilidad de agua recuperada de calidad adecuada.

Muchos estados de EE.UU. tienen normas que se refieren específicamente a los usos recreativos y ambientales de las aguas recuperadas. Por ejemplo, California recomienda un tren de tratamiento para cada tipo de reúso recreativo de acuerdo al grado de contacto corporal (el tratamiento es más estricto para natación y chapoteaderos). Para los cuerpos de agua recreativos, en los cuales se permiten la pesca, paseos en bote y otras actividades que no implican contacto corporal, se requiere tratamiento secundario y desinfección a 2.2 coliformes totales/100 mL.

Para los usos recreativos no-restringidos, que incluyen chapoteaderos y natación, se requiere tratamiento de efluente secundario seguido por coagulación, filtración y desinfección total para obtener 2.2 coliformes totales/100 mL y un máximo de 23 coliformes totales/100 mL en cualquier muestra tomada durante un período de 30-días.

En California, aproximadamente 10 por ciento (2.080 Lps) del uso total de agua de reúso en el estado se utilizó para fines recreativos y ambientales en 2000 (Departamento de Control de Recursos Hídricos del Estado de California, 2002). En la Florida, se está utilizando aproximadamente 6 por ciento (1,530 Lps) del agua recuperada producida actualmente para mejorar el medio ambiente, por medio de la mejoría y restauración de humedales (Departamento de Protección Ambiental de Florida, 2002). En la Florida, entre 1986 y 2001, hubo un aumento del 53 por ciento (de 800 a 1,500 Lps) en el flujo de agua de reúso utilizado para la mejora y restauración de humedales.

Dos ejemplos de proyectos grandes de reúso ambiental y recreativo son: a) el proyecto de humedales de la ciudad de West Palm Beach; y b) los humedales construidos para usos múltiples del Distrito Municipal de Agua del condado Este de Riverside, California.

En el resto de esta sección se presenta una visión general de los siguientes usos ambientales y recreativos:

- Humedales naturales y construidos
- Embalses recreativos y estéticos
- Aumento de flujos de corrientes de agua.

Los objetivos de estos proyectos de reúso de agua son crear un entorno adecuado para la vida silvestre y/o desarrollar un espacio de mayor valor recreativo o estético para la comunidad, por medio del uso de agua recuperada.

2.1 Humedales naturales y artificiales

Durante los últimos 200 años, se destruyeron aproximadamente el 50 por ciento de los humedales en el territorio continental de Estados Unidos, para dedicar el suelo a usos tan diversos como la agricultura, la minería, la silvicultura y la urbanización. Los humedales proporcionan muchas funciones importantes, que incluyen: atenuar las inundaciones, proveer hábitat para aves acuáticas y vida silvestre, aumentar o mantener la productividad de las cadenas alimentarias, recargar acuíferos y mejorar la calidad del agua. Además, el mantenimiento de los humedales es importante para el equilibrio hidrológico regional.

Los humedales ayudan naturalmente a conservar el agua mediante la regulación de la evapotranspiración y, en algunos casos, permiten la recarga de acuíferos. La aplicación deliberada de agua recuperada a los humedales puede proporcionar un reúso beneficioso, mediante el cumplimiento de cualquiera de los siguientes objetivos:

1. Crear, restaurar y / o mejorar los sistemas de humedales
2. Proporcionar tratamiento adicional a las aguas recuperadas antes de su descarga a un cuerpo receptor
3. Proveer tratamiento alternativo de agua residual.

La aplicación de agua recuperada sirve para restaurar y mejorar los humedales que se han alterado hidrológicamente. La creación de nuevos humedales en los que se aplica agua recuperada, dan lugar a una ganancia neta de superficie y funciones de los humedales. Además, los humedales restaurados y construidos se pueden diseñar y manejar para maximizar la diversidad de hábitats

La aplicación de agua recuperada a los humedales proporciona usos compatibles. Los humedales tienen la capacidad de mejorar la calidad del agua recuperada sin crear efectos no deseados al sistema de humedales. Esto, a su vez, mejora los sistemas naturales de agua río abajo y permite la recarga de los acuíferos.

Se han muchas investigaciones que documentan la capacidad de los humedales, tanto naturales como construidos, para mejorar la calidad del agua en forma constante y confiable. Los humedales diseñados y construidos adecuadamente tienen características similares a las de los humedales naturales, ya que sustentan una vegetación y poblaciones de microbios similares, con capacidad de asimilar contaminantes.

Además, los humedales construidos proporcionan hábitat de la fauna y beneficios ambientales similares a los humedales naturales. Los humedales construidos son eficaces en el tratamiento de DBO, SST, nitrógeno, fósforo, patógenos, metales, sulfatos, compuestos orgánicos y otras sustancias tóxicas.

La mejoría de la calidad del agua se obtiene mediante la transformación y/o almacenamiento de componentes específicos dentro del humedal. El contacto prolongado del agua recuperada con el humedal asegura un buen tratamiento y almacenamiento.

Los humedales pueden proveer una mejora adicional de calidad (pulido) para el agua recuperada. Si se mantienen condiciones óptimas en los humedales, se puede obtener la asimilación de nitrógeno y DBO, y la generación de productos gaseosos finales en forma indefinida, ya que éstas se controlan principalmente mediante procesos microbianos. En

contraste, la asimilación de fósforo en humedales es finita y se relaciona con la capacidad de adsorción del suelo y el almacenamiento a largo plazo dentro del sistema.

En la mayoría de los proyectos de humedales para agua recuperada, la intención principal es proporcionar un tratamiento adicional al agua antes de su descarga del humedal. Sin embargo, este enfoque no niega la necesidad de tener en cuenta en el diseño los hábitats de vida silvestre, para proporcionar beneficios secundarios importantes. Para los humedales construidos, se deben seleccionar especies de plantas apropiadas de acuerdo al tipo de humedal que se construye y los objetivos de hábitat.

Hay mucha información disponible sobre el desempeño de los varios tipos de humedales en el tratamiento de agua, así como recomendaciones sobre la selección de especies vegetales (Cronk y Fennessy, 2001). La remoción de sólidos suspendidos totales en los humedales es poca o nula. Además, podría requerirse una evaluación de la salinidad debido a que los efluentes con alto contenido de sales pueden causar impactos no deseados en la vegetación de los humedales. En algunos casos, puede resultar apropiado usar vegetación tolerante a la sal. Las consideraciones de diseño tienen que equilibrar las cargas hidráulicas y los contaminantes presentes en el agua con los impactos al humedal. También se deben evaluar los impactos a la calidad del agua subterránea.

Los beneficios de un sistema de tratamiento con humedales incluyen:

- Mejorar la calidad del agua por medios naturales
- Proteger las aguas receptoras corriente abajo
- Proporcionar la creación, restauración o mejora de humedales
- Proporcionar hábitat para vida silvestre y aves acuáticas
- Dar lugar a costos de operación y mantenimiento relativamente bajos
- No requerir costos altos de inversión
- Mantener "espacios verdes"
- Atenuar picos de flujo
- Constituir una componente de un tren de tratamiento, en zonas con alto nivel freático y/o suelos de baja permeabilidad
- Oportunidades estéticas y educativas

Las limitaciones potenciales de un sistema de tratamiento con humedales incluyen:

- Requerimientos importantes de terreno
- Aplicación limitada en entornos urbanos
- Potencial de corto-circuitos, lo que conducirá a un rendimiento deficiente
- Potencial de vegetación indeseable y algas
- Puede ser necesario recubrir el fondo del humedal para mantener el hidro-periodo de los humedales.

En 1999, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA, 1999a) indicó que se habían realizado pocos esfuerzos para recoger y organizar la información relativa a las funciones de hábitat de los humedales de tratamiento. Por esa razón, se preparó el documento "Evaluación del Uso de Humedales de Tratamiento para Creación de Hábitats para Vida Silvestre" (EPA, 1999a).

Los niveles de contaminantes son generalmente inferiores a los niveles permisibles publicados. Aparentemente no hay documentación que indique que se han producido efectos nocivos en los humedales diseñados para mejorar la calidad del agua.

Varios estados de EE.UU., que incluyen Florida, Dakota del Sur, y Washington, han elaborado regulaciones que se refieren específicamente al uso de agua recuperada en sistemas de humedales. Los humedales naturales, que se consideran aguas de EE.UU., están protegidos por medio de permisos NPDES de la EPA y los programas de Normas de Calidad del Agua. El agua recuperada que entra a los humedales naturales tener por lo menos tratamiento secundario, o superior, para satisfacer las normas de calidad del agua de las agencias federales, estatales y locales. Los humedales construidos, que se construyen y operan con fines de tratamiento únicamente, no se consideran aguas nacionales de EE.UU.

La tecnología de humedales de flujo superficial libre para tratamiento de aguas residuales, se ha utilizado, con mayor o menor éxito, desde hace casi 30 años en los EE.UU. (EPA, 1999b). Entre los numerosos documentos que resumen la información disponible, y deben usarse para el diseño de sistemas de tratamiento con humedales, podemos citar:

- “Humedales de Tratamiento” (Kadlec y King, 1996)
- “Humedales de Flujo Superficial Libre para Tratamiento de Aguas Residuales” (EPA de los EE.UU., 1999b)
- “Humedales construidos para control de la Contaminación: Proceso, Desempeño, Diseño y Operación” (IWA, 2000), y
- El capítulo 9: “Sistemas de Humedales” del Manual de Práctica FD-16 de la Water Environment Federation “Sistemas Naturales para Tratamiento de Aguas Residuales”, segunda edición, (WEF, 2001).

2.2 Embalses recreativos y estéticos

Un embalse se define como un cuerpo de agua construido por el hombre. Los embalses pueden servir para diversas funciones estéticas, usos sin contacto directo, navegación, pesca y natación. El nivel requerido de tratamiento varía de acuerdo con el uso del agua. Al aumentar la posibilidad de contacto humano, también lo hacen los requerimientos de tratamiento. Cuando se utiliza agua recuperada para embalses se debe considerar también su apariencia. Puede ser necesario aplicar tratamiento para la eliminación de nutrientes, con el fin de controlar las algas, ya que la proliferación de éstas da lugar a malos olores, mal aspecto y condiciones eutróficas.

Los embalses de agua recuperada se pueden incorporar fácilmente en los desarrollos urbanos. Por ejemplo, los campos de golf y desarrollos residenciales comúnmente integran estanques de agua. Estos cuerpos de agua también pueden servir para almacenar agua de riego.

2.3 Aumento de Flujos

El aumento de flujos se diferencia de la descarga de agua superficial en que el primero tiene por objeto lograr un fin benéfico, mientras que el fin de la descarga es principalmente la eliminación. El aumento de flujos puede ser deseable para mantener corrientes de agua y para mejorar el hábitat acuático y la fauna, así como para mantener

el valor estético de los ríos y arroyos. Esto puede ser necesario en lugares donde se extrae un volumen significativo de agua de un río para usos potables o de otro tipo, reduciendo en gran medida el volumen de agua corriente abajo.

Al igual que con los embalses, los requerimientos de calidad de agua para aumentar los flujos se basan en la utilización prevista de la corriente, así como en los objetivos de mantener una apariencia aceptable y/o sustentar la vida acuática.

Un caso muy conocido es el de San Antonio, Texas, en donde se usa agua recuperada para mantener el caudal del río en su recorrido a través de un parque, el zoológico y el “Paseo del Río” en el centro de la ciudad.

3. CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS TRATADORAS DE SALTILLO Y RAMOS ARIZPE

En las secciones siguientes analizaremos la calidad de las aguas residuales tratadas de la Planta Principal y del Gran Bosque Urbano de Saltillo y la de Ramos Arizpe, en función de su uso potencial para fines de riego de jardines, recreativos y ambientales.

3.1 Planta Principal de Saltillo

La calidad del agua tratada en la Planta Principal de Saltillo (Tabla 3.1) cumple con los requerimientos de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para ríos que se utilizan para riego agrícola, pero ocasionalmente ha sobrepasado los de la norma NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, en lo que a DBO₅, SST y coliformes fecales se refiere.

Tabla 3.1- Calidad del efluente secundario de la Planta Tratadora Principal de Saltillo y su cumplimiento con las normas NOM-001 y NOM-003

Parámetro	Unidades	Límites de la norma NOM-001		Límites de la norma NOM-003		Rango 2009-2012
		P.M.	P.D.	C.D.	C.I.	
DBO ₅	mg/L	150	200	20	30	8-56
SST	mg/L	150	200	20	30	6-35
DQO	mg/L	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	43-287
pH	Un. pH	5.0	10.3	N.A.	N.A.	7.4-8.0
Conductividad	μSiemens/cm	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1245-2693
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,000	2,000	240	1000	19-1150
Huevos de helminto	h/L	≤ 1	≤ 5	≤ 1	≤ 5	0
Metales pesados*		P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Arsénico	mg/L	0.2	0.4	0.2	0.4	<0.2
Cadmio	mg/L	0.5	0.1	0.5	0.1	<0.5
Cianuro	mg/L	2.0	3.0	2.0	3.0	<2.0
Cobre	mg/L	4	6.0	4	6.0	<4
Cromo	mg/L	0.5	1.0	0.5	1.0	<0.5
Mercurio	mg/L	0.005	0.01	0.005	0.01	<0.005
Níquel	mg/L	2	4	2	4	<2
Plomo	mg/L	5	10	5	10	<5
Zinc	mg/L	10	20	10	20	<10

* Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N.A. = No es aplicable

C.D. = Contacto directo

C.I. = Contacto indirecto u ocasional

3.2 Planta del Gran Bosque Urbano

La calidad del agua tratada en la Planta del Gran Bosque Urbano (Tabla 3.2) cumple con los requerimientos de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para ríos que se utilizan para riego agrícola, pero ocasionalmente ha sobrepasado los de la norma NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, en lo que a DBO₅, SST y coliformes fecales se refiere.

Tabla 3.2- Calidad del efluente secundario de la Planta Tratadora Principal de Saltillo y su cumplimiento con las normas NOM-001 y NOM-003

Parámetro	Unidades	Límites de la norma NOM-001		Límites de la norma NOM-003		Rango 2009-2012
		P.M.	P.D.	C.D.	C.I.	
DBO ₅	mg/L	150	200	20	30	2-12
SST	mg/L	150	200	20	30	2-11
DQO	mg/L	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	20-30
pH	Un. pH	5.0	10.3	N.A.	N.A.	7.1-8.0
Conductividad	μSiemens/cm	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1058-1937
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,000	2,000	240	1000	4-237
Huevos de helminto	h/L	≤ 1	≤ 5	≤ 1	≤ 5	0
Metales pesados*		P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Arsénico	mg/L	0.2	0.4	0.2	0.4	<0.2
Cadmio	mg/L	0.5	0.1	0.5	0.1	<0.5
Cianuro	mg/L	2.0	3.0	2.0	3.0	<2.0
Cobre	mg/L	4	6.0	4	6.0	<4
Cromo	mg/L	0.5	1.0	0.5	1.0	<0.5
Mercurio	mg/L	0.005	0.01	0.005	0.01	<0.005
Níquel	mg/L	2	4	2	4	<2
Plomo	mg/L	5	10	5	10	<5
Zinc	mg/L	10	20	10	20	<10

* Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N.A. = No es aplicable

C.D. = Contacto directo

C.I. = Contacto indirecto u ocasional

3.3 Planta de Ramos Arizpe

La calidad del agua tratada en la planta tratadora de Ramos Arizpe (Tabla 3.3) cumple con los requerimientos de la norma NOM-001-SEMARNAT para ríos que se utilizan para riego agrícola, pero ocasionalmente ha sobrepasado los de la norma NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, en lo que a DBO₅, SST y coliformes fecales para contacto directo, y sólo el límite de DBO₅ para contacto indirecto.

Tabla 3.3- Calidad del efluente secundario de la Planta Tratadora de Ramos Arizpe y su cumplimiento con las normas NOM-001 y NOM-003

Parámetro	Unidades	Límites de la norma NOM-001		Límites de la norma NOM-003		Rango 2009-2012
		P.M.	P.D.	C.D.	C.I.	
DBO ₅	mg/L	150	200	20	30	1-41
SST	mg/L	150	200	20	30	4-30
DQO	mg/L	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10-149
pH	Un. pH	5.0	10.3	N.A.	N.A.	6.3-7.5
Conductividad	μSiemens/cm	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1976-2387
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,000	2,000	240	1000	2-890
Huevos de helminto	h/L			≤ 1	≤ 5	
Metales pesados*		P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Arsénico	mg/L	0.2	0.4	0.2	0.4	<0.2
Cadmio	mg/L	0.5	0.1	0.5	0.1	<0.5
Cianuro	mg/L	2.0	3.0	2.0	3.0	<2.0
Cobre	mg/L	4	6.0	4	6.0	<4
Cromo	mg/L	0.5	1.0	0.5	1.0	<0.5
Mercurio	mg/L	0.005	0.01	0.005	0.01	<0.005
Níquel	mg/L	2	4	2	4	<2
Plomo	mg/L	5	10	5	10	<5
Zinc	mg/L	10	20	10	20	<10

* *Medidos de manera total.*

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N.A. = No es aplicable

C.D. = Contacto directo

C.I. = Contacto indirecto u ocasional

4. INFORMACIÓN SOBRE JARDINES Y PARQUES PÚBLICOS DE SALTILLO Y RAMOS ARIZPE

4.1.- Jardines y Parques Públicos de Saltillo

El cuadro 8 de la Actualización 2005 del Plan Director de Desarrollo Urbano de Saltillo indica que:

“...en 2005 se destinaban 477 hectáreas (3.43%) a recreación, deporte, áreas verdes y espacios abiertos, de un total de 13,901 que tiene la ciudad...”

Para el 2027, se prevén 812.3 hectáreas (4.00%) a recreación, deporte, áreas verdes y espacios abiertos, de un total de 20,304 que tendrá la ciudad...”

“IX. Espacios Verdes y/o Abiertos

“Con base en la estrategia, resulta necesario preservar las actuales áreas verdes, esto es reglamentar el uso y mantenimiento de los parques, jardines y deportivos. Como conclusión se hace notar que los espacios son muy limitados, hecho que prevé la construcción o adecuación de nuevas áreas verdes, con el fin de lograr un crecimiento armónico y una mejor calidad de vida para la población local.

La adquisición y puesta en marcha de estas áreas se considera acción prioritaria dentro del corto y mediano plazo, ya que no puede seguir desarrollándose un esquema urbano equilibrado sin la existencia de estos elementos. La localización de estas zonas tiene como objetivo principal dotar a la población de áreas propias para el esparcimiento; además de coadyuvar a mejorar el ecosistema local y establecer zonas de transición entre usos, aprovechamiento de áreas vulnerables y espacios subutilizados en el área urbana.

Dichas áreas se ubican prácticamente en toda la ciudad y constituyen un factor trascendental para el desarrollo de las futuras zonas de crecimiento.

La ciudad presenta una situación crítica en el concepto de áreas verdes, al contar con unos cuantos espacios (477 ha¹) para tal fin, que corresponde a un índice de 8 m²/hab. y que no permite cumplir con las recomendaciones de espacio mínimo establecido por la ONU (16 m²/hab.), o la norma inglesa de 24.3 a 26.4 m²/hab., y la norteamericana de 21 m²/hab. mínima y 42 m²/hab. máxima, sin considerar parques metropolitanos o regionales.

“...Si aspiramos a tener una ciudad con desarrollo sustentable, en armonía con el medio ambiente, aplicando el índice mínimo de los EEUU de 21 m²/hab., es necesario prever una reserva territorial del orden de 1,503 ha, sin embargo, debido a que la propiedad de la tierra es en su mayoría de tipo privada, el Plan únicamente asigna como espacios abiertos una superficie de 380 ha, razón por la cual, recomienda que un sector de las laderas de la Sierra de Zapalinamé (1,151 ha) se incorpore como zona de amortiguamiento a efecto de permitir actividades de ocio y entretenimiento, en conjunto se tendría una reserva de 1,531 ha.

“En adición, se requiere 60 m²/hab. para parque regional-metropolitano, lo que implica una superficie de 7,386 ha, tomando en cuenta las poblaciones de Ramos

¹ Incluye camellones, parques, jardines, viveros, campo de golf, zonas deportivas y plazas.

Arizpe y Arteaga; esta demanda sería subsanada por el Área Natural Protegida de Zapalinamé.

“Lo anterior es importante ya que el reto del crecimiento urbano es tal, que se debe evitar que el desarrollo masivo de vivienda de interés social ocasione la saturación de mantos freáticos y la infiltración natural del pluvial al subsuelo. Así mismo, los espacios de recreación deben de contribuir a dos objetivos, preservar el medio ambiente y aprovechar espacios que por valor del suelo y condiciones geográficas hagan factible su instrumentación y que beneficien a la población de escasos y bajos recursos económicos.

Tabla 4.1
Requerimientos de espacios abiertos en Saltillo

Concepto	Año 2002		Año 2027		Índice		
	Sup. Ha	Hab.	Sup. Ha	Hab.	m2/hab	m2/hab	
Áreas verdes	477		857		9.1		
Área de amortiguamiento	0		1,151				
T O T A L	477	596,187	8.0	2,008	942,637	21.3	21.0

(1) *Tabla presentada por la compañía CEURA, S.A. de C.V., en el Plan Director de Desarrollo Urbano de Saltillo – 2005 (Cuadro 15).*

En la sección 6.2.4 del Plan se señala que hay

“...zonas densas de árboles de nogal que se encuentran inmersas en el área urbana y con serios problemas encaminados a su desaparición si no se protegen; se tiene que promover áreas verdes y espacios abiertos en estos sitios mediante mecanismos de transferencia de derechos de desarrollo.

Los mecanismos de transferencia permiten cambiar los desarrollos de estos sitios paisajísticos a otras zonas en las que se les permitirá como beneficio incrementar su densidad...”

“Los propietarios que no quisieran optar por la Transferencia de Derechos, se les permitirá desarrollar fraccionamientos de densidad muy baja (H1), esto ayudará a conservar las zonas sin disminuir la densidad de árboles. Como estímulo se les darán...” incentivos de reducción del impuesto predial de 15 a 25%, y de reducción en la compra de agua tratada por litro (de 20 a 40%) (Cuadro 4).

También se indica que:

“...cuando se construya la planta de tratamiento se tendrá que desarrollar un convenio con los administradores (de) para darles un beneficio a los propietarios que habiten en estas zonas y que compren agua reciclada para regar sus áreas verdes...”

Entre los Criterios y Lineamientos de Ordenamiento Ecológico se señalan:

“...Prever las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en su preservación...”

La sección IX de la sección de Usos del Suelo, Espacios Verdes y Abiertos, señala:

“Con

En el listado de los principales problemas detectados durante las investigaciones y análisis realizados en el PDDU de Saltillo se señala que

“...existe un marcado déficit en áreas verdes per capita, espacios abiertos y zonas arboladas...”

Y entre los objetivos particulares del Plan figura

“...fomentar la reforestación de camellones y la creación de áreas verdes...”

La tabla 4.2 presenta una lista de los principales jardines y parques públicos de Saltillo, algunos de los cuales ya están usando aguas residuales tratadas de la planta del Gran Bosque Urbano, la cual tiene una capacidad de 70 Lps, pero trata actualmente entre 50 y 60 Lps.

Tabla 4.2.- Principales Espacios Verdes en Parques y Plazas Públicos de Saltillo

Nombre	Área (has)
Gran Bosque Urbano (GBU) - Zonas I y II	23
Ampliación GBU (anunciada en 2010) – Zonas III y IV	17
Cd. Deportiva	
Parque Ecológico El Chapulín	
Parque Ecológico El Paraíso, en La Aurora	
Parque Venustiano Carranza	
Alameda Zaragoza	
Parque Ecológico El Chapulín	
Casi 100 plazas públicas, ubicadas en las diferentes colonias de la ciudad, y camellones ubicados en las avenidas principales, cuya atención fue concesionada a una empresa privada (1)	32.3
Otros Parques y Jardines ubicados en diferentes colonias (son 483 en total, menos los 100 del renglón anterior)	
Total dedicado a áreas verdes	104

(1) Información tomada de la licitación para “Prestación de servicios para la limpieza y el mantenimiento de áreas verdes, plazas, jardines y parques del municipio de Saltillo, Coahuila”.

La Fig. 4.1 presenta un esquema de las zonas I y II (1ª etapa) del GBU de Saltillo.



Fig. 4.1.- Esquema de las zonas I y II (1ª etapa) del GBU de Saltillo.

4.2.- Jardines y Parques Públicos de Ramos Arizpe

La Actualización 2005 del Plan Director de Desarrollo Urbano de Ramos Arizpe indica que:

“...las áreas verdes y espacios abiertos son muy limitados en la ciudad, considerando como espacios importantes la Alameda y el campo de golf Santa María...”

El cuadro 20 del PDDU de Ramos Arizpe indica que en 2005 se destinaban 104 hectáreas (2.5%) a recreación, deporte, áreas verdes y espacios abiertos, de un total de 3,971 que tiene la ciudad.

También establece el PDDU de RA que:

“...En cuanto a las áreas verdes y espacios para recreación, la mayor parte de los espacios habitacionales no cuentan con una dosificación suficiente, y la gente que vive al Sur o al este tienen que cruzar toda la ciudad para poder llegar al parque recreativo que se encuentra al Norte de la localidad recientemente creado, o en la alameda que se encuentra localizada en el centro de Ramos Arizpe.”

“La escasez de áreas verdes o espacios deportivos han llevado a la plaza cívica ubicada frente al Palacio Municipal a convertirse en uno de los pocos lugares para concurrencia de la juventud.”

En el listado de los principales problemas detectados durante las investigaciones y análisis realizados en el PDDU de Ramos Arizpe se señala que

“...existe un marcado déficit en áreas verdes per capita, espacios abiertos y zonas arboladas...”

Y entre los objetivos particulares del Plan figura

“...fomentar la reforestación de camellones y la creación de áreas verdes...”

En la sección 6.2.4 del Plan se señala que hay

“...zonas densas de árboles de nogal que se encuentran inmersas en el área urbana y con serios problemas encaminados a su desaparición si no se protegen; se tiene que promover áreas verdes y espacios abiertos en estos sitios mediante mecanismos de transferencia de derechos de desarrollo.

Los mecanismos de transferencia permiten cambiar los desarrollos de estos sitios paisajísticos a otras zonas en las que se les permitirá como beneficio incrementar su densidad...”

“Podrá optarse también por permitir las zonas de nogales por áreas de donación municipales e integrar la propiedad a un Fideicomiso de Desarrollo Municipal

“Los propietarios que no quisieran optar por la Transferencia de Derechos, se les permitirá desarrollar fraccionamientos de densidad muy baja (H1), esto ayudará a conservar las zonas sin disminuir la densidad de árboles. Como estímulo se les darán...” incentivos de reducción del impuesto predial de 15 a 25%, y de reducción en la compra de agua tratada por litro (de 20 a 40%) (Cuadro 4).

También se indica que:

“...cuando se construya la planta de tratamiento se tendrá que desarrollar un convenio con los administradores (de) para darles un beneficio a los propietarios que habiten en estas zonas y que compren agua reciclada para regar sus áreas verdes...”

Entre los Criterios y Lineamientos de Ordenamiento Ecológico se señalan:

“...Prever las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en su preservación...”

Más adelante, en la sección VIII del capítulo 6, “Espacios Verdes y/o Abiertos”, se señala:

“...resulta necesario preservar las actuales áreas verdes, esto es reglamentar el uso y mantenimiento de los parques, jardines y deportivos. Como conclusión se hace notar que los espacios son muy limitados, hecho que prevé la construcción o adecuación de nuevas áreas verdes, con el fin de lograr un crecimiento armónico y una mejor calidad de vida para la población local.

La adquisición y puesta en marcha de estas áreas se considera acción prioritaria dentro del corto y mediano plazo, ya que no puede seguir desarrollándose un esquema urbano equilibrado sin la existencia de estos elementos. La localización de estas zonas tiene como objetivo principal dotar a la población de áreas propias para el esparcimiento; además de coadyuvar a mejorar el ecosistema local y establecer zonas de transición entre usos, aprovechamiento de áreas vulnerables y espacios subutilizados en el área urbana.

Dichas áreas se ubican prácticamente en toda la ciudad y constituyen un factor trascendental para el desarrollo de las futuras zonas de crecimiento; a continuación se mencionan las plazas más importantes a las que hay que darle mantenimiento:

Ramos Arizpe tenía en 2009, un total de 60 plazas y parques públicos, no todas las cuales son áreas verdes, según lo señaló Francisco Méndez, director de Ecología, en una entrevista a Sofía Noriega del periódico El Diario de Coahuila (Noriega, 2009). La tabla 4.3 presenta una lista de las principales plazas y parques públicos de este municipio.

Tabla 4.3.- Principales Plazas y Parques Públicos de Ramos Arizpe que podrían usar aguas residuales tratadas para riego

<i>Plaza Principal</i>	<i>Benito Juárez</i>
<i>Magisterio</i>	<i>Fidencio Flores</i>
<i>San Antonio</i>	<i>Francisco I. Madero (colonia Esmeralda)</i>
<i>Col. Nogalera</i>	<i>Plaza Pistaches (nueva creación col. Manantiales del Valle)</i>
<i>Col. Ampliación Manantiales (entre Arroyo Las Lomas y Río Balsas).</i>	<i>Col. Hacienda (8 áreas de media cuadra cada una aproximadamente)</i>
<i>Blanca Estela (frente al CEBETIS)</i>	<i>Blanca Estela</i>
<i>Santos Saucedo (2 áreas verdes)</i>	<i>Col. Fidel Velásquez (2 áreas verdes)</i>
<i>Plaza Francisco Coss (col. Capellanía)</i>	<i>Plaza Venustiano Carranza</i>
<i>Alameda Fidel Velásquez (2 Has.)</i>	

En el cuadro 20 (Superficie Actual del Uso del Suelo en la Ciudad de Ramos Arizpe) del *Plan Director de Desarrollo Urbano*, en el rubro *Recreación, Deporte, Áreas Verdes y Espacios Abiertos* se indica una superficie de 104 hectáreas, de las 3,971 en total que tiene Ramos Arizpe. Sin embargo, no todas esas hectáreas son espacios verdes.

Nota: Aunque el PDDU no indica el total de áreas verdes que tiene el municipio, una auditoría realizada por PROFEPA en 2009, indicó que ésta era de 37.5 Has.

En el capítulo 9, en la sección 9.3.1.3, “De la Vegetación” aparecen estos tres párrafos:

“...Todos los proyectos ejecutivos de los programas de mejoramiento urbano o rehabilitación de inmuebles, así como los de obras nuevas, tanto públicas como privadas, deberán incluir propuestas para la conservación o el incremento de las áreas verdes.

– En ningún caso se permitirán alteraciones que tiendan a degradar las áreas verdes, como tampoco se autorizará que se corten árboles en el interior de los predios o en la vía pública, sin que medie para ello una razón plenamente justificada y autorización tanto local y/o federal; de acuerdo con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila y la cual debe apoyarse con la elaboración del Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental del Municipio de Ramos Arizpe

“... En ningún caso se autorizarán obras que puedan lesionar las especies vegetales características de la región y micro-clima; debiéndose fomentar aquellas que dentro

de sus proyectos contemplen la arborización o la reproducción de las especies nativas.”

4.3.- Déficit de áreas verdes en Saltillo y Ramos Arizpe

Los espacios verdes son áreas de libre acceso (parques, plazas, plazoletas, bulevares) cualquiera sea su superficie, con la condición de que sean públicos. No se incluyen viviendas privadas, nuevas urbanizaciones o clubes privados que, si bien cumplen algunas de las funciones consideradas, no sirven de lugar de reunión y vida comunitaria para todos.

Los espacios verdes cumplen variadas funciones dentro del ambiente urbano: estético, urbano, social, científico y ambiental. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha fijado como óptimo 15 m² de espacios verdes por habitante y como mínimo 10 m².

Muy lejos están las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe de la meta establecida por la OMS, ya que solo tienen 6.6 y 5.0 m²/habitante respectivamente (Tabla 4.4)

Tabla 4.4.- Espacios verdes por habitante en Saltillo y Ramos Arizpe

Ciudad	Población (1)	Áreas verdes (Has.)	Espacios verdes (m ² /por habitante)
Saltillo	725,123	477	6.6
Ramos Arizpe	75,461	37.5	5 (2)

(1) INEGI (2010), Censo de Población y Vivienda.

(2) La auditoría “Municipio Limpio” realizada por la Profepa señaló que 2009 el Mpio. de Ramos Arizpe contaba con 5 metros cuadrados de área verde por habitante.

5. INFORMACIÓN SOBRE CLUBES DE GOLF Y FRACCIONAMIENTOS EN SALTILLO Y RAMOS ARIZPE

5.1.- Clubes de Golf y Fraccionamientos localizados al norte de Saltillo y en Ramos Arizpe

5.1.1 Club Campestre de Saltillo

El Club Campestre de Saltillo tiene una extensión de alrededor de 50 hectáreas (Foto 5.1).

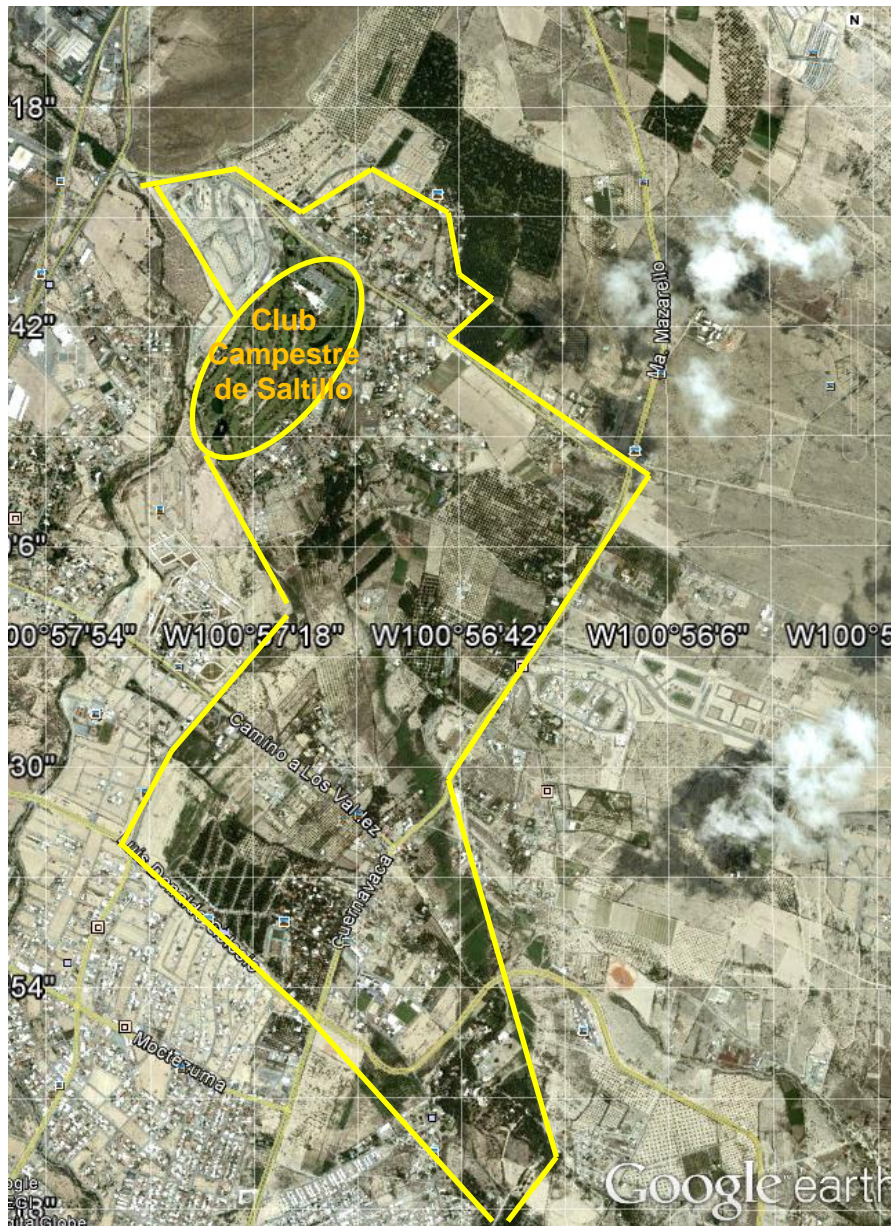


Foto 5.1.- Club Campestre de Saltillo y delimitación del área de los fraccionamientos residenciales en el norte de la ciudad que podrían utilizar aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes.

Este club tiene una concesión del Mpio. de Saltillo, para usar 50 Lps de la red de alcantarillado de la ciudad, los cuales trata en una planta con igual capacidad. El efluente secundario se usa para riego de las áreas verdes del club.

5.1.2 Club de Golf Santa María

Este club está localizado dentro del fraccionamiento del mismo nombre en Ramos Arizpe, el cual colinda con el Parque Industrial Santa María. La extensión aproximada de las áreas verdes del club es de 2 Has.

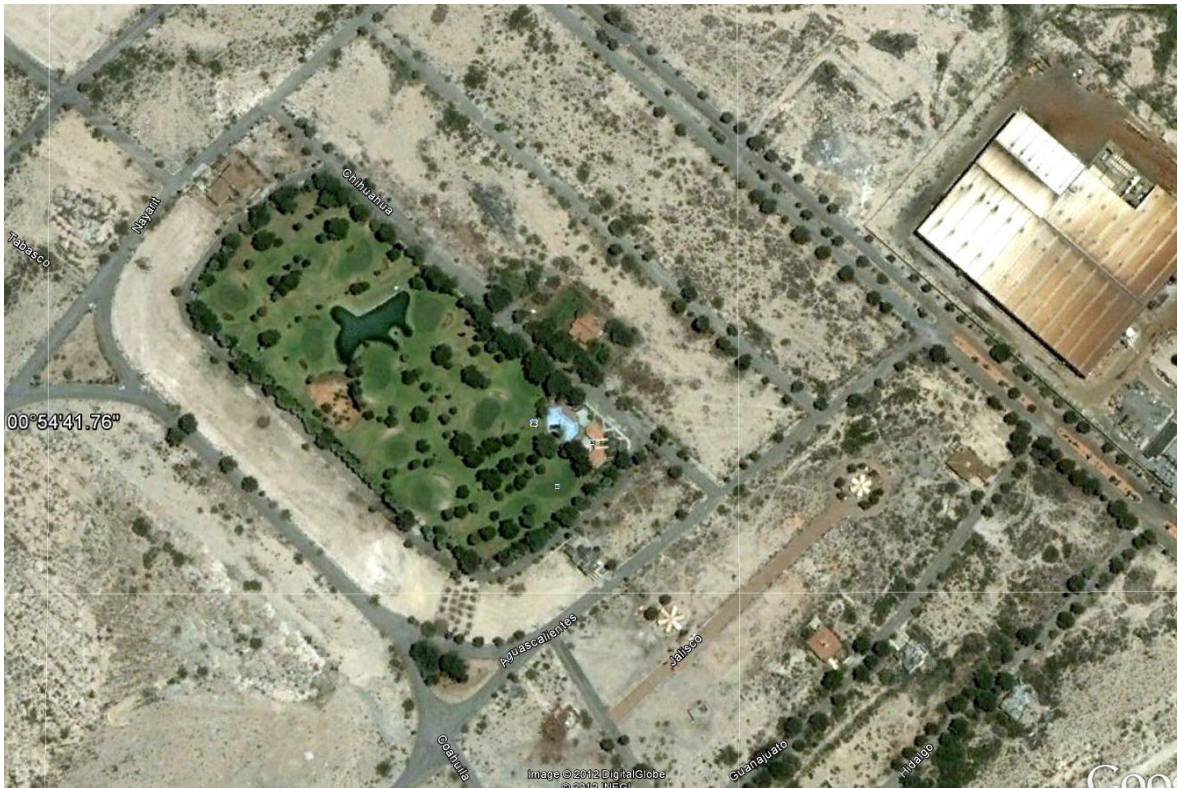


Foto 5.2.- Vista aérea del Club de Golf Santa María, ubicado al norte del área urbana de Ramos Arizpe

5.1.3 Fraccionamientos residenciales localizados al norte de Saltillo

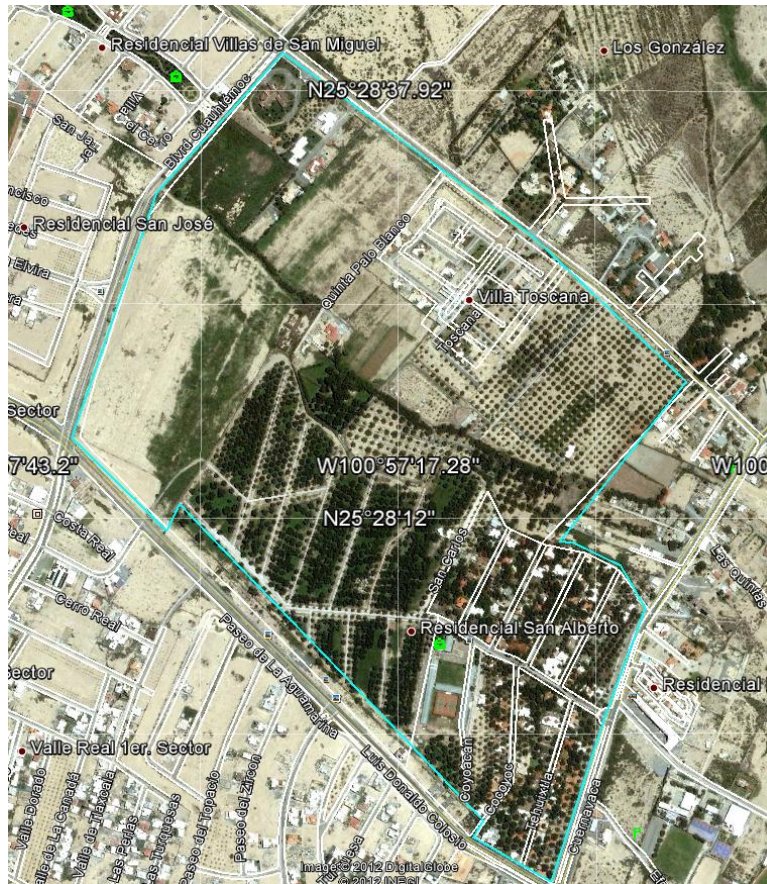
La foto 5.1 presenta una vista aérea de los fraccionamientos localizados al norte de Saltillo (todos ellos en la vecindad del Club Campestre. La distancia máxima entre el Club y la esquina inferior del polígono en amarillo es de 5 kms. aproximadamente).

Para calcular los espacios verdes en estos fraccionamientos, se efectuaron los cálculos siguientes:

- Cada cuadro en la gráfica mide aproximadamente $400 \times 400 \text{ m} = 160,000 \text{ m}^2 = 16$ hectáreas.
- El área dentro del polígono amarillo comprende 40 cuadros aproximadamente, lo que equivale a 640 hectáreas.

- Si se supone que el área que podría regarse con aguas tratadas en los fraccionamientos residenciales / de baja densidad es alrededor de 25-30%, se tendrían en total alrededor de 150-200 hectáreas de espacios verdes que podrían regarse con aguas tratadas en los fraccionamientos residenciales de este rumbo de la ciudad.

La foto 5.3 presenta un acercamiento a los fraccionamientos San Alberto / Villa Toscana, construidos parcialmente en huertas de nogal preexistentes.



Área aprox.
dentro del
polígono:
91 Has.

Fig. 5.3.- Vista aérea de los fraccionamientos San Alberto y Villa Toscana.

5.2.- Áreas Verdes y Fraccionamientos localizados al sur de Saltillo

Dentro de las áreas verdes localizadas al sur de la ciudad, destacan: a) El Club de Golf Lourdes, b) el fraccionamiento residencial Parques de la Cañada, c) el fraccionamiento Lomas de Lourdes, el cual es catalogado como semi-campestre por la Dirección de Desarrollo Urbano de la Ciudad, y d) la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

5.2.1 Club de Golf Lourdes

El Club de Golf Lourdes (Foto 5.4) tiene una extensión aproximada de Has. Desde hace muchos años, los socios de este club han considerado la construcción de una planta tratadora de aguas residuales dentro de sus instalaciones. Según lo comentó el Lic. Ricardo Aguirre, Director de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), en una reunión que sostuvo con los integrantes del grupo de trabajo del proyecto de “Reúso

Foto 5.4.- Vista aérea del Club de Golf Lourdes

Integral de las Aguas Residuales Municipales Tratadas de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga”, CEAS contempla en sus planes apoyar la construcción de dicha planta, la cual tendría una capacidad de 20 Lps, y tendría como efluente las aguas residuales de muchas colonias nuevas que se han construido en el municipio de Saltillo, cuyas descargas todavía no están conectadas a la red de drenaje de la ciudad.

5.2.2 Club de Golf Lomas de Lourdes (actualmente inactivo)

Este club de golf, que se construyó hace más de 40 años, se encuentra actualmente inactivo. Su área total es de 29 hectáreas. Se sugiere buscar la forma de ponerlo a la disposición de la comunidad, ya que constituiría un espacio verde muy adecuado para el esparcimiento familiar de los habitantes de las colonias del sur de la ciudad, principalmente.

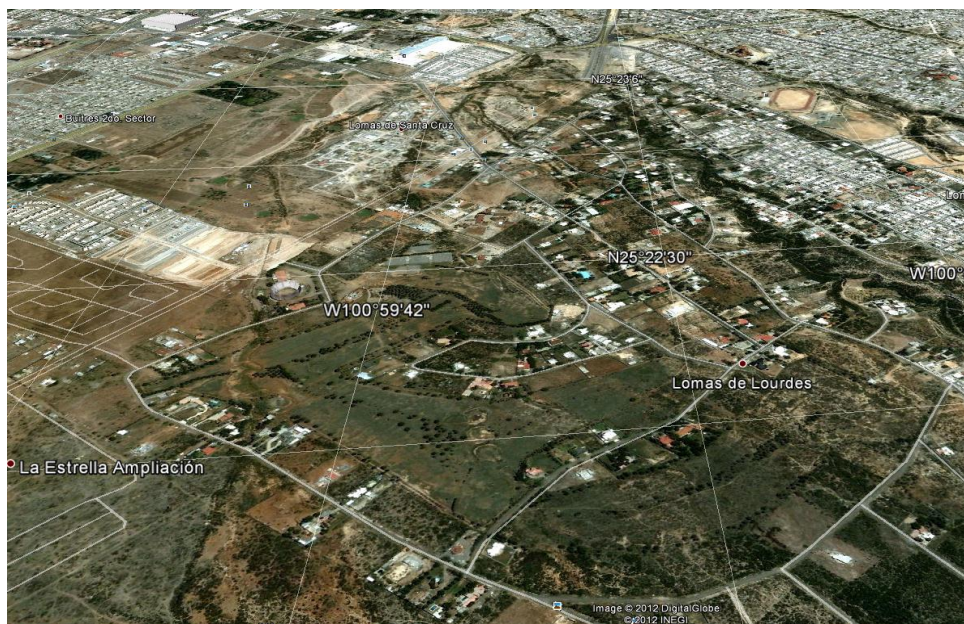


Foto 5.5.- Vista aérea del Club de Golf Lomas de Lourdes

5.2.2 Fraccionamiento Parques de La Cañada

Este fraccionamiento residencial (Foto 5.5) tiene muchas áreas verdes en los camellones de sus calles y dentro de las viviendas. Se calcula un total de espacios verdes de Has. aproximadamente.



Foto 5.3.- Vista aérea del Fraccionamiento Parques de La Cañada

5.2.3 Fraccionamiento Lomas de Lourdes

Este fraccionamiento residencial (Foto 5.4) no tiene parques públicos, ni áreas verdes en los camellones; pero –con excepción de varios zonas de viviendas de alta densidad, construidos a lo largo y ancho del fraccionamiento, las viviendas disponen por lo general de jardines grandes, con áreas que fluctúan entre 500 y 2,500 metros cuadrados por vivienda. Se calcula un total de espacios verdes de Has. aproximadamente.



Foto 5.4.- Vista aérea del Fraccionamiento Lomas de Lourdes

5.2.4 Universidad Agraria Antonio Narro

La Universidad Agraria Antonio Narro (Foto 5.5) tiene un área importante de terreno dedicado a espacios verdes (5 Has aproximadamente) y a parcelas que se utilizan con fines de investigación (del orden de 55 Has, como lo indica la tabla 5.). Los requerimientos totales de agua residual tratada que tiene la universidad serían del orden de 60 Lps. Actualmente se obtiene esta agua, más la que se utiliza para otros fines en la universidad, de pozos propios. Sin embargo, los pozos se han ido abatiendo con el paso de los años, por lo que ha habido necesidad de reducir el área de las parcelas dedicadas a la investigación.

La disponibilidad de aguas residuales tratadas para diferentes usos en la universidad, sería de gran ayuda para asegurar la disponibilidad del área que se requiere para fines de investigación.

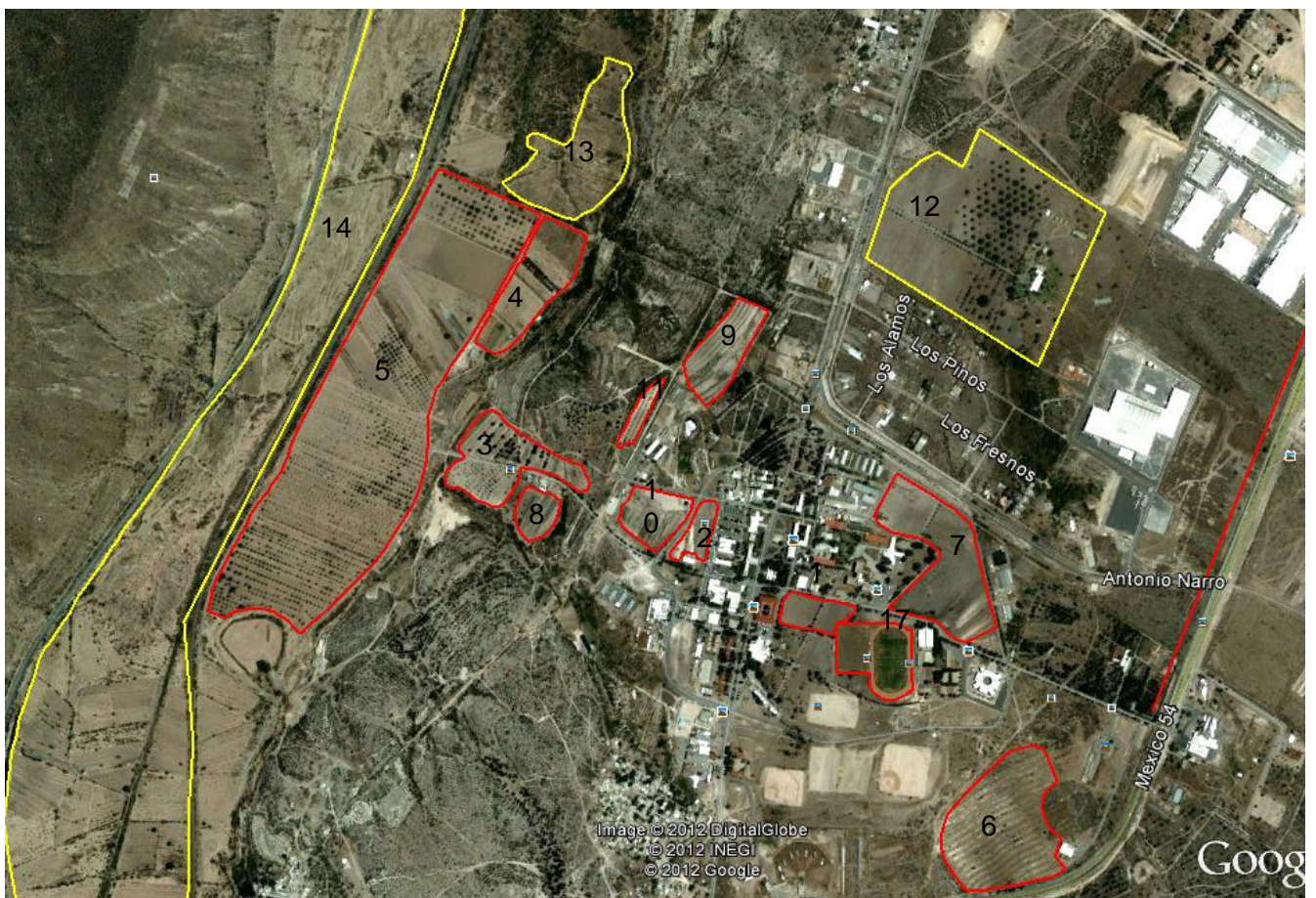


Foto 5.5.- Vista aérea de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y áreas susceptible de riego con aguas residuales tratadas

Tabla.-

Ubicación	Uso del agua	Sup. (ha)
1.- Área atrás del edificio La Gloria UAAAN	Agrícola	1.10
2.- Área de cubículos postgrado UAAAN	Agrícola	0.76
3.- Área de maquinaria bajo UAAAN	Agrícola	3.64
4.- Área del Bajío 2 UAAAN	Agrícola	3.66
5.- Área del Bajío UAAAN	Agrícola	31.24
6.- Área del Inst. Mexicano del Maíz UAAAN	Agrícola	6.42
7.- Área frente a Rectoría UAAAN	Agrícola	5.43
8.- Área maquinaria Bajío 2 UAAAN	Agrícola	0.96
9.- Área prácticas emprendedores UAAAN	Agrícola	2.32
10.- Área del jardín hidráulico UAAAN	Agrícola	1.62
11.- Área de horticultura UAAAN	Agrícola	0.52
17.- Área del deportivo UAAAN	Jardines	2.52
18.- Jardines ubicados en toda la Universidad	Jardines	2.5
Total – Uso agrícola		57.7
Total – Jardines		5.0
Total – Uso agrícola y jardines		62.7

5.3.- Áreas Verdes y Fraccionamientos localizados en Ramos Arizpe

Como lo indica su Plan Director de Desarrollo Urbano, el Mpio. de Ramos Arizpe es muy pobre en espacios verdes. La Foto 5.6 presenta una vista aérea de Ramos Arizpe, en la que se aprecia el área reducida de espacios verdes dentro del área urbana, con la única excepción de las márgenes del arroyo La Encantada, cuyos terrenos pertenecen –aparte del área federal- a particulares.



Foto 5.6.- Vista aérea del área urbana de Ramos Arizpe

6. USO POTENCIAL DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA USO URBANO, AMBIENTAL Y RECREATIVO

6.1 Planes Directores de Desarrollo Urbano de Saltillo y Ramos Arizpe

El reúso de aguas residuales municipales tratadas para diversas aplicaciones se menciona los Planes Directores de Desarrollo Urbano de Saltillo y Ramos Arizpe que se elaboraron en 2005.

Los siguientes párrafos fueron tomados de la página 192 del “Plan Director de Desarrollo Urbano de Saltillo”, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Coahuila el 30 de diciembre de 2005:

“Plantas de Tratamiento de Aguas Negras: con base a un análisis general de las características topográficas y geohidrológicas de Saltillo se propone construir 2 plantas de tratamiento. Su localización obedece al aprovechamiento máximo de las aguas residuales de las zonas habitacionales; una estará localizada al Noroeste cerca de la planta General Motors, su ubicación física es en el municipio de Ramos Arizpe pero será la encargada de captar el mayor número posible de litros de aguas residuales del Oeste de la ciudad de Saltillo; la otra planta estará localizada al Noreste cerca del Seminario Diocesano para captar las aguas residuales de zonas habitacionales del Sureste de Saltillo y del Oeste de Arteaga.

“La red de drenaje de zonas habitacionales deberá estar conectada a un colector principal que será el encargado de alimentar las plantas de aguas residuales para que sea tratada y posteriormente se pueda comercializar con ella. Deben ser proyectos rentables, operados por organismos publico-privados que hagan factible su rentabilidad mediante la venta de agua tratada a las industrias, también ser reutilizada para riego de espacios abiertos, áreas verdes, reactivar algunos arroyos y recarga del manto acuífero.

6.2 Entrevistas con personas relacionadas con el tema

6.1.1 Ing. Armando Alonso Rodríguez, Subdelegado de Asistencia Técnica Operativa

El Ing. Alonso, quien revisó el anexo F (Uso agrícola y calidad de las aguas del arroyo La Encantada) del reporte de este proyecto, enfatizó mucho en la necesidad de tomar en cuenta el uso ambiental de las aguas residuales municipales tratadas.

6.1.2 Dr. Rodolfo Garza Gutiérrez, Ex-Director de Ecología del Estado de Coahuila y habitante del fraccionamiento Lomas de Lourdes, al sur de Saltillo

El Dr. Garza comentó que

6.1.3 Ing. José María Valdés Garza, nogalero y habitante del fraccionamiento Los Bosques, al norte de Saltillo

Al Ing. José Ma. Valdés Garza se le entrevistó por dos razones: a) vive en un fraccionamiento ubicado al frente del Club Campestre de Saltillo, ubicado en una huerta de nogales, y b) Él es propietario de una huerta de este tipo de árboles en la zona de Derramadero al sur de Saltillo, y conoce sobre los requerimientos de agua de este tipo de árboles.

El Ing. Valdés considera muy adecuado el uso de aguas residuales tratadas para riego de los jardines de su fraccionamiento y, en especial, para los nogales, ya que este tipo de árboles tiene requerimientos de agua muy altos: se consideran que las necesidades de riego son de 1.5 Lps para una huerta nogalera, vs. 1.0 Lps para otros cultivos agrícolas comunes.

Otra de las ventajas que el Ing. Garza ve a la utilización de agua de reúso en este caso es su costo, mucho menor que lo que esperan pagar a Aguas de Saltillo una vez que el dueño del fraccionamiento transfiera a esta empresa la propiedad del pozo y los derechos correspondientes de uso de agua. Él espera que el municipio de Saltillo no les cobre más de 8.00 por metro cúbico, precio muy inferior a la tarifas de Aguas de Saltillo para los usuarios que consumen 100 m³ por mes o mas (\$27-\$40 aproximadamente, incluyendo saneamiento).

6.2 Áreas Verdes y Fraccionamientos Residenciales Localizados al Norte de Saltillo

Los candidatos privados potenciales para el reúso urbano de las aguas residuales tratadas en el norte de Saltillo y en Ramos Arizpe son, como se mencionó en la sección 5.1: a) el Club Campestre de Saltillo, b) el Club de Golf Santa María, y c) los fraccionamientos residenciales existentes o en desarrollo al norte de la ciudad.

Las extensiones calculadas de las áreas respectivas de riego son:

- 50 hectáreas para el Club Campestre de Saltillo
- ¿? Has para el Club de Golf Santa María y
- ¿? Has para los fraccionamientos.

6.3 Áreas Verdes y Fraccionamientos localizados al sur de Saltillo

Como se mencionó en la sección 5.2, al sur de la ciudad los candidatos privados potenciales para el uso de aguas tratadas en riego urbano son: los Clubes de Golf Lourdes y Lomas de Lourdes, y los fraccionamientos Parques de La Cañada y Lomas de Lourdes.

Un usuario público, aunque de acceso limitado, es la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la cual el área de riego es de ¿? Has.

Las extensiones calculadas de las áreas respectivas de riego son:

- 50 hectáreas para el Club de Golf Lourdes
- ¿? Has para el Club de Golf Lomas de Lourdes
- ¿? Has para el fraccionamiento Parques de la Cañada
- ¿? Has para el fraccionamiento Lomas de Lourdes y

- ¿? Has para la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

6.4 Proyectos de los gobiernos estatal y municipales

En octubre de 2008 (Vanguardia, 2008), el entonces titular de la Secretaría del Medio Ambiente de Coahuila, Dr. Héctor Franco López, informó: "...El próximo año se planea iniciar la construcción de un bosque de 300 hectáreas de extensión que será regado con las aguas de la planta tratadora de Saltillo".

También informó el Dr. Franco que "...preparan la ampliación del Gran Bosque Urbano para llevarlo de 23 a 40 hectáreas...".

En noviembre del 2010 (Zócalo, 2010), el gobernador del Estado, Humberto Moreira Valdés, anunció la construcción del Parque del Bicentenario, en la zona de restauración ecológica de la sierra Zapalinamé, el cual "...contará con mil 400 árboles, área de juegos infantiles, palapas y explanada cívica...".

6.5 Uso Ecológico del Arroyo La Encantada

7. CONCLUSIONES

Las aplicaciones de reúso urbano se pueden clasificar en cuatro categorías diferentes:

- El reúso urbano no restringido, que comprende el riego de áreas en las que no se limita el acceso del público, como parques, campos de juego, patios de escuelas y residencias, descarga de sanitarios, aire acondicionado, protección contra incendios, construcción, fuentes ornamentales, embalses y lagos ornamentales.
- El reúso urbano restringido, que comprende el riego de áreas en las que se puede controlar el acceso del público, tales como campos de golf, cementerios y camellones de carreteras.
- El reúso recreativo sin restricciones, que comprende cuerpos de agua en los que no se imponen limitaciones a las actividades recreativas que implican contacto corporal con el agua.
- El reúso recreativo restringido, que comprende cuerpos de agua en los que la recreación se limita a la pesca, paseos en bote, y otras actividades recreativas que no implican contacto corporal.

Incluimos en este documento también el reúso ambiental, que comprende: humedales construidos, mejora de humedales naturales y conservación/aumento de los caudales de corrientes de agua.

De las aplicaciones anteriores, las que tienen relevancia para el caso de la zona de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga son las dos primeras y el reúso ambiental, ya que es difícil que se creen embalses con el agua residual tratada, ya que las aplicaciones agrícolas, industriales, riego de áreas verdes urbanas y conservación ambiental darán cuenta de los caudales disponibles de agua residual tratada, que no son muy grandes.

En 2008 empezaron a operar las dos plantas tratadoras de aguas residuales municipales de Saltillo: Principal y Gran Bosque Urbano, y también la de Ramos Arizpe. Aunque sus flujos de diseño son de 1200, 70 y 160 Lps respectivamente, los gastos promedio de influente han sido de 600-900, 45-60 y 60-100 Lps. La calidad del agua residual tratada cumple con los estándares de tratamiento secundario, pero no siempre lo hace con los límites establecidos en la norma mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas residuales tratadas que se reúsan en servicios al público.

A pesar de la capacidad excedente en las plantas tratadoras en operación, el agua residual cruda de varios fraccionamientos localizados al sur, oriente y poniente de Saltillo y en Ramos Arizpe, y la de varias fábricas de los dos municipios, se sigue descargando a los arroyos El Pueblo/La Encantada, Cárdenas y El Águila, principalmente,

Actualmente sólo el Mpio. de Saltillo reúsa parte del agua que se trata en la planta del Gran Bosque Urbano para riego de áreas verdes municipales, y vende una cantidad mínima (10-20 Lps) de la planta tratadora Principal para fines industriales. Tanto Saltillo como Ramos Arizpe tienen en la actualidad compromisos y/o planes de comercializar –

para reuso industrial- una parte importante del efluente de sus plantas tratadoras (150 Lps en Saltillo y 40 Lps en Ramos Arizpe).

Los Planes Directores de Desarrollo Urbano de Saltillo y de Ramos Arizpe, indican que los dos municipios tienen un déficit importante de espacios verdes, y recomiendan incrementarlas. Para este fin, las aguas residuales tratadas resultan muy convenientes, por su contenido de materia orgánica y nutrientes.

Además, existen varios fraccionamientos residenciales, cuyas viviendas tienen áreas relativamente grandes de jardines y/o huertas –de nogales principalmente- que utilizan agua de pozos propios para fines de riego. El intercambio de esta agua de primer uso por agua recuperada tendría varios aspectos positivos importantes: a) la reducción de la extracción de agua del subsuelo, lo que ayudaría a conservar los mantos acuíferos; b) el agua de reuso es benéfica para las plantas por los nutrientes que contiene –como se comentó en el párrafo anterior-; c) el precio del agua tratada es mucho menor de los que se paga por metro cúbico al organismo operador, principalmente en el caso de Saltillo, en donde los usuarios que consumen más de 200 metros cúbicos por mes pagan más de \$40/m³, incluyendo saneamiento, y pagarán más de \$57/m³ a finales de 2013.

Campesinos de ejidos y algunas pequeñas propiedades al norte de Ramos Arizpe están usando actualmente el agua del arroyo La Encantada, la cual prácticamente se acaba en los Ejidos Paredón y San Francisco Paredón. La distribución y el uso que se da al agua del arroyo para riego de parcelas agrícolas y abrevadero de animales es ineficiente, y sería posible reducir el consumo de agua para esta aplicación, con el fin de poder destinar parte del agua residual municipal tratada a otras aplicaciones, por ejemplo en la industria y en parques y jardines urbanos, sin afectar a los ejidatarios en forma significativa.

8. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones son comunes con las que se presentan en los anexos F (reúso agrícola) y H (reúso industrial):

- Conectar todas las descargas de los fraccionamientos de Saltillo y Ramos Arizpe, que en la actualidad se descargan al arroyo La Encantada sin tratamiento alguno, a los colectores que alimentan a las plantas tratadoras de aguas residuales de las dos ciudades. Estas plantas tienen todavía bastante capacidad disponible, en especial la Principal de Saltillo.
- Exigir a las industrias y parques industriales que den debido tratamiento a sus aguas residuales.
- Establecer un reglamento para el reúso de aguas residuales municipales tratadas.

Además, sobre la base del estudio presentado en el presente documento, recomendamos:

- Conectar todas las descargas de los fraccionamientos de Saltillo y Ramos Arizpe, que en la actualidad se descargan al arroyo La Encantada sin tratamiento alguno, a los colectores que alimentan a las plantas tratadoras de aguas residuales de las dos ciudades. Estas plantas tienen todavía bastante capacidad disponible, en especial la Principal de Saltillo.
- Exigir a las industrias y parques industriales que den debido tratamiento a sus aguas residuales.
- Establecer un reglamento para el reúso de aguas residuales municipales tratadas.
- Incrementar las áreas dedicadas a espacios verdes en Saltillo y Ramos Arizpe. Uno de los posibles lugares a considerar se encuentra en la vecindad de la confluencia de los arroyos Cárdenas y El Pueblo, al sur de Ramos Arizpe. Hace algunos años se mencionó la posibilidad de desarrollar allí un bosque urbano, para beneficio de los habitantes de los dos municipios.
- Destinar parte del caudal de agua tratada para mantener y aumentar la vegetación existente en las márgenes del arroyo La Encantada –el cual tiene parajes de gran valor estético-, para que éstos se conviertan en lugares de esparcimiento.
- Los gobiernos estatal y municipales no deben concentrarse en la venta de agua residual tratada para usos industriales y urbanos. Tanto los ejidatarios que viven de las cosechas que obtienen gracias a la disponibilidad de agua del arroyo, como los habitantes actuales y futuros de la zona tienen derecho a disfrutar de las áreas verdes que existen gracias al agua que conducen los arroyos, en especial La Encantada; la comunidad saltillense ya empezó a pagar por el saneamiento de sus aguas residuales, y se debe escuchar su opinión en relación al reúso que se debe dar a estas aguas.

9. REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. –EPA- (1999a),
- Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. –EPA- (2004), “Guidelines for Water Reuse” (Guías para el Reúso del Agua), EPA/624/R-04/108, Capítulo 2 “Types of Reuse Applications” (Tipos de Aplicaciones de Reúso).
- Centro de Estudios de Urbanismo y Arquitectura, S.A. de C.V. -CEURA (2005), “Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano de Saltillo, Coahuila”, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 30 de diciembre de 2005.
- Centro de Estudios de Urbanismo y Arquitectura, S.A. de C.V. -CEURA (2005), “Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano de Ramos Arizpe, Coahuila”, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 15 de abril de 2005.
- Cronk y Fennessy, 2001
- Departamento de Control de Recursos Hídricos del Estado de California (2002).
- Departamento de Protección Ambiental de Florida (2002).
- Lindsey et al, (1996).
- Johnson, (1998)
- Grisham y Fleming (1989),
- (Kadlec y Kngith, (1996) “Humedales de Tratamiento”
- “Humedales de Flujo Superficial Libre para Tratamiento de Aguas Residuales” (EPA de los EE.UU., 1999b)
- “Humedales construidos para control de la Contaminación: Proceso, Desempeño, Diseño y Operación” (IWA, 2000), y
- El capítulo 9: “Sistemas de Humedales” del Manual de Práctica FD-16 de la Water Environment Federation “Sistemas Naturales para Tratamiento de Aguas Residuales”, segunda edición, (WEF, 2001).
-