



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

Maestría en Valuación

**AVALÚO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES**

TESIS

Para obtener el grado de:

Maestro en Valuación

Presenta:

Pedro Rocha Maguey

Asesor:

Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez

Puebla, Puebla.

Septiembre 2014



Oficio No. 1457/2014

C. PEDRO ROCHA MAGUEY

Pasante de la Maestría en Valuación
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de tema de tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Avalúo de una planta de tratamiento de aguas residuales**. Requisito para obtener el grado de Maestro en Valuación. Asignándose como Asesor al Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR"
H. Puebla de Zaragoza, a 12 de mayo de 2014.



C.c.p. Mtro. David A. Sánchez Jiménez, Asesor del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

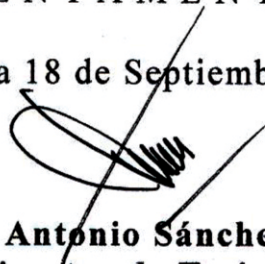
GJS/DSJ/sco*

Mtro. Edgar Iram Villagrán Arroyo
Director de la Facultad de Ingeniería
de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e

El suscrito Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez, Director del Tema de Tesis denominado: **“Avalúo de una planta de tratamiento de aguas residuales”**, que presenta el C. Arq. Pedro Rocha Maguey, egresado de la Maestría en Valuación, se permite informarle que después de haber revisado la tesis correspondiente, no existe inconveniente en **autorizar la impresión** de la misma, ya que cumple con el formato establecido en el reglamento de titulación de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado. Por lo que se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

A T E N T A M E N T E

Puebla, Pue. a 18 de Septiembre de 2014



Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez
Director de Tesis

ccp Mesa de Exámenes Profesionales
ccp Interesado
ccp Archivo

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| CAPÍTULO 1.- AVALÚO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | 6 |
| 1.1 Tema | 6 |
| 1.2 Delimitación del tema | 6 |
| 1.3 Planteamiento del problema | 6 |
| 1.4 Hipótesis | 7 |
| 1.5 Justificación | 7 |
| 1.6 Objetivos generales | 8 |
| 1.7 Objetivos Específicos | 8 |
| 1.8 Metodología | 8 |
| CAPÍTULO 2.- RECURSOS HÍDRICOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO. | 9 |
| 2.1 ¿Por Que Reusar El Agua? | 9 |
| 2.2 Agua superficial de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). | 10 |
| 2.3 Agua subterránea y extracción en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. | 12 |
| CAPÍTULO 3.- EL AGUA EN MÉXICO, INSTITUCIONES, NORMAS Y LA LEGISLACIÓN PARA SU PRESERVACIÓN. | 15 |
| 3.1 Marco Jurídico en Materia de las Aguas Nacionales | 15 |
| 3.2 Creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA o CONAGUA) | 15 |
| 3.3 Normas Oficiales en Materia de Protección Ambiental. | 16 |
| 3.4 Legislaciones | 18 |
| 3.4.1 <i>Ley de Aguas Nacionales</i> | 19 |
| 3.4.2 <i>Ley Ambiental del D.F.</i> | 19 |
| CAPÍTULO 4.- INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO | 20 |
| 4.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable. | 20 |

| | |
|---|----|
| 4.2 Infraestructura de Agua Potable de la Ciudad de México | 22 |
| 4.3 Sistema de Drenaje en la Ciudad de México | 24 |
| 4.3.1 <i>Plantas Tratadoras en el Distrito Federal</i> | 27 |
| 4.4 Aguas Residuales y su Tratamiento | 32 |
| 4.4.1 <i>Características físicas, biológicas y químicas del agua residual</i> | 34 |
| 4.4.1.1 <i>Características físicas</i> | 35 |
| 4.4.1.2 <i>Características químicas</i> | 35 |
| 4.4.1.3 <i>Características biológicas</i> | 36 |
| | |
| CAPÍTULO 5.- PROCESOS Y ELEMENTOS QUE INTEGRAN A LAS PLANTAS TRATADORAS | 39 |
| 5.1 Procedimiento de Tratamiento para Aguas Residuales. | 39 |
| 5.2 Elementos de una Planta Tratadora de Reactor Aeróbico y Anaeróbico | 41 |
| 5.3 Registro Fotográfico de la Planta Tratadora de la UAM Iztapalapa | 42 |
| CAPÍTULO 6.- TEORÍA DE LA VALUACIÓN | 49 |
| 6.1 Teoría de la Valuación | 48 |
| 6.2 Usos del Avalúo | 48 |
| 6.3 Enfoques de Valuación | 48 |
| 6.3.1 <i>La homologación de factores en los enfoques de valuación</i> | 49 |
| 6.4 Definición del Enfoque de Mercado | 49 |
| 6.5 Características Físicas de los Comparables en el Enfoque de Mercado | 49 |
| 6.6 Expresión Matemática del Enfoque de Mercado | 50 |
| 6.7 Justificación de la no aplicación del enfoque de mercado en este trabajo | 51 |
| 6.8 Definición y Utilidad del Enfoque de Costos | 51 |
| 6.9 Componentes que Integran el Enfoque de Costos | 51 |
| 6.9.1 <i>Definiciones de los Elementos Considerados para el Cálculo del Valor del Terreno</i> | 52 |
| 6.9.2 <i>Fórmula para el Cálculo del Valor del Terreno</i> | 53 |

| | |
|--|----|
| 6.10 Definiciones de los Elementos Considerados para el Cálculo del Valor de las Construcciones y de las Instalaciones Especiales, Elementos Accesorios y Obras Complementarias | 53 |
| 6.10.1 <i>Fórmula para el Cálculo del Valor de la Construcción o Construcciones</i> | 56 |
| 6.10.2 <i>Fórmula para el Cálculo del Valor de las Instalaciones Especiales, Elementos Accesorios y Obras Complementarias</i> | 56 |
| 6.11 Aplicación del Enfoque de Costos para la Planta Tratadora de Aguas Residuales de la UAM Iztapalapa | 56 |
| 6.12 Definición del Enfoque de Capitalización | 58 |
| 6.13 La Fórmula General | 58 |
| 6.14 Componentes que Integran el Enfoque de Capitalización | 59 |
| 6.15 Aplicación del Enfoque de Capitalización (versión condensada del modelo estándar) para la Planta Tratadora de Aguas Residuales de la UAM Iztapalapa | 60 |
| | |
| CAPÍTULO 7.- ANÁLISIS DEL FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES UAM IZTAPALAPA | 62 |
| | |
| 7.1 Definición de FED | 62 |
| 7.2 Nicho de Oportunidades: La Escasez del Suministro de Agua Potable En la delegación de Iztapalapa | 62 |
| 7.3 Consumo Estimado de Agua Potable de la UAM Iztapalapa | 63 |
| 7.4 Egresos Estimados por Derechos de Agua Potable de la UAM Iztapalapa | 64 |
| 7.5 Posibles Beneficios por la Comercialización de la Producción de la Planta | 64 |
| 7.6 Análisis de Mercado | 64 |
| 7.7 Demanda | 65 |
| 7.8 Oferta | 67 |
| 7.9 Precio | 67 |

| | |
|---|----|
| 7.10 Determinación de Ingresos | 70 |
| 7.11 Determinación de la Inversión | 72 |
| 7.12 Estado de Resultados Pro-forma | 74 |
| 7.15 Criterios de Decisión o Rentabilidad | 76 |
| 7.15.1 <i>Valor actual neto (VAN)</i> | 76 |
| 7.15.2 <i>Tasa Interna de retorno (TIR)</i> | 77 |
| 7.15.3 <i>Índice del valor actual neto (IVAN)</i> | 78 |
| CONCLUSIONES | 78 |
| BIBLIOGRAFÍA | 80 |
| ANEXOS | 82 |

INTRODUCCIÓN

El agua es un factor esencial para el desarrollo de cualquier población, y actualmente su disponibilidad está comprometida por la variación estacional y problemas de calidad del agua. Para afrontar esta situación es necesario el manejo racional del agua que comprenda tres aspectos: ahorro, reúso y uso eficiente.

Actualmente el problema de la contaminación está obligando a los municipios a tratar sus descargas para cumplir con las legislaciones vigentes que cuidan el agua, que es un bien nacional. Y así preservar las fuentes de abastecimiento, ya que al utilizar aguas residuales tratadas en diferentes procesos que no demanden agua potable, como serían actividades tanto industriales y comerciales, riego de áreas verdes, traería consigo un gran beneficio para la población y al medio ambiente. Ya que esta práctica liberará al agua potable en usos donde no se requiere la calidad de potable.

En México, de acuerdo con cifras de la Comisión Nacional del Agua (CNA), alrededor de 93% de las aguas en los principales ríos, lagos y presas están contaminados en algún grado¹. La rentabilidad en el aprovechamiento de agua residual tratada puede valorarse desde la perspectiva que una planta de tratamiento produzca y comercialice el agua tratada a diversos usuarios.

Las inversiones necesarias para llevar a cabo nuevas plantas al Oriente del D.F., traerán beneficio a unos 72,600 habitantes alrededor de las mismas. El gobierno de la Ciudad pretende llevarlas a cabo, pero hacen falta más plantas en otras zonas de la Ciudad, desafortunadamente solo se tienen proyectadas tres para los siguientes años.

En las grandes ciudades como el Distrito Federal y su zona conurbada, el aprovechamiento de aguas residuales tratadas será cada vez más necesario por los altos costos que significa abastecer a esta gran metrópoli de agua. Por lo tanto, sea a corto o mediano plazo, el mercado para el agua residual tratada se muestra muy activo, y la construcción de dichas plantas, pueden ser proyectos altamente rentables.

La escasa inversión en infraestructura como lo son las plantas tratadoras de aguas negras por parte del Gobierno de la Ciudad, provoca que solo el 10 % de las aguas negras sean tratadas, ya que existen solo veinticuatro plantas de este tipo en el D.F. La Ciudad produce 25 metros cúbicos por segundo, contra solo 3 metros cúbicos por segundo que rescatan las plantas tratadoras.

El uso del agua tratada es relativamente nuevo y la necesidad de esta práctica es aumenta día a día en diversas regiones del mundo, debido a la escasez de esta vital recurso tanto en cantidad como en calidad. En muchos países, los requerimientos de depuración hacen que resulte interesante el reúso del agua por la rentabilidad que genera la comercialización del agua tratada o simplemente por el ahorro en el pago de multas por contaminar.

¹ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. Estadísticas del Medio Ambiente del D.F. y Zona Metropolitana 2010.

CAPÍTULO 1.- AVALÚO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

1.1 Delimitación del Tema:

El objetivo del presente trabajo es estimar el valor comercial de una planta de tratamiento de aguas residuales para zonas metropolitanas en general, este trabajo se desarrolló en la zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), caso específico una planta tratadora de aguas residuales existente en la delegación de Iztapalapa. La complejidad para estimar el valor comercial de este tipo de infraestructura dependerá del sistema constructivo de la misma y a su capacidad de producción. Actualmente en el mercado existe una diversidad comercial de opciones para el tratamiento de las aguas residuales producto de las actividades cotidianas que se realizan dentro de edificaciones plurifamiliares, educativas, comerciales o industriales. Existen plantas tratadoras de tipo efímero (por así llamarlas) y que consisten en sistemas prefabricados y de fácil transportación, que se instalan dentro de dichas edificaciones para cumplir con normatividades delegacionales o municipales, y no implican una inversión considerable, ya que pueden sustituirse por uno nuevo cuando su vida útil haya concluido. Ese tipo de instalaciones no están consideradas en el presente trabajo.

1.3.- Planteamiento del Problema:

Los bienes inmuebles dependiendo de su proyecto y sus dimensiones tienen diferentes usos que van desde: habitacional (unifamiliares o plurifamiliares), comercial, industrial, abasto, educativos y en algunos casos se da una mezcla de estos usos, dependiendo la capacidad de adaptación del proyecto, la compatibilidad y factibilidad entre los usos y autorización por parte de las autoridades competentes. Para este tipo de inmuebles anteriormente descritos, existe un gran mercado inmobiliario abierto y diverso, con opciones de venta, renta o hasta permuta. Y gracias a esta gran demanda y oferta, estos bienes cuentan con una gran movilidad de comercialización. Resultando que para estimar el valor comercial de estos bienes, sea utilizada la actual metodología de valuación que abarca los tres enfoques de costos, mercado y de capitalización. Dependiendo de la ubicación, estado de conservación y vocación del inmueble, se considerará como conclusión el enfoque que resulte del mejor y óptimo uso del bien valuado. Pero para una planta tratadora de aguas residuales, no hay mercado abierto, debido a dos circunstancias: la primera es que en México, el Estado es el único proveedor de este tipo de bien y la segunda es que tampoco hay mercado para bienes especializados, como resulta ser una planta tratadora. Actualmente hay plantas tratadoras del Estado que están concesionadas a particulares y que obtienen una utilidad por la comercialización del agua tratada. También hay intermediarios que comercializan esta agua tratada por medio de pipas.

1.4.- Hipótesis:

“Un edificio no posee más sustancia que el flujo de ingresos que le produce al propietario...”²

El escaso mercado inmobiliario para poder estimar el valor comercial de una planta tratadora de aguas residuales, la gran oportunidad de comercialización del agua tratada e imperante necesidad de desarrollar una política racional del manejo del agua, se considera que el mejor enfoque para estimar el valor comercial de esta planta de tratamiento de aguas residuales es el enfoque de la capitalización.

1.5.- Justificación:

Este trabajo tratará de estimar el valor comercial de la planta tratadora de aguas residuales existente en la delegación de Iztapalapa por los enfoques de costos y de capitalización, con la finalidad de comparar los resultados de estos dos enfoques y lograr así cuantificar los beneficios y posibles utilidades que genera la utilización y comercialización del agua tratada, producto de la misma.

Al utilizar agua de reúso o tratadas en procesos tanto industriales, comerciales o de riego de áreas verdes, trae consigo un gran beneficio para la sociedad y el medio ambiente. Ya que esta práctica libera al agua potable de aquellos usos donde no se requiere la calidad de potable. Las utilidades en la comercialización del agua residual tratada, determinará el valor comercial de la planta de tratamiento.

En las grandes ciudades y en especial en la ZMCM, el aprovechamiento de aguas residuales tratadas será cada vez más necesario por los altos costos que significa abastecer a esta gran zona de agua. Por lo tanto sea a corto o mediano plazo, el mercado para el agua residual tratada se muestra muy activo, y la construcción de dichas plantas pueden ser proyectos altamente rentables.

Este trabajo surge debido a la incertidumbre del mal uso y desaprovechamos de este vital recurso, y como las futuras generaciones van a heredar este grave problema.

En el campo de la valuación y en general, este trabajo busca ser un apoyo para valuadores y público en general interesados en el tema sobre el tratamiento de aguas residuales, pero en especial para valuadores que tengan la necesidad de conocer los procesos, la infraestructura necesaria y la rentabilidad de este tipo de plantas para conocer el valor comercial de este tipo de obras.

² Achour, Dr. Dominique y Gonzálo Castañeda. Inversión en Bienes Raíces. 1 ed. México, Limusa, 1994, pag. 213

1.6.- Objetivos Generales:

Aplicar la actual metodología de valuación de los enfoques de costos y capitalización (Método Versión Condensada del Modelo Estándar (MVCME)³ y por el Análisis de Flujo de Efectivo Descontado (FED)) para estimar el valor comercial de la planta de tratamiento de aguas residuales existente en la delegación de Iztapalapa.

1.7- Objetivos Específicos:

- Se investigará sobre los recursos hídricos con los que cuenta México, y cuáles son los que proveen a la ZMCM.
- Se mencionarán y analizarán brevemente las legislaciones que regulan el uso y cuidado de este vital recurso.
- Se censaran las plantas tratadoras (indicando el uso, nivel, proceso de tratamiento, proceso, origen y destino del agua residual) en la Ciudad de México.
- Se analizara los elementos mínimos requeridos en una planta tratadora, así como el proceso de tratamiento que se usa en las aguas residuales.
- Se analizara la productividad de una planta de tratamiento existente en la delegación de Iztapalapa.

1.8.- Metodología:

- Se realizará un estudio de mercado en el radio de influencia de la planta para la comercialización del agua tratada en negocio de auto lavado.
- Se realizara la estimación del valor comercial por el Método del Enfoque de Costos de la planta existente en la delegación de Iztapalapa.
- Se realizara la estimación del valor comercial por el Método de Capitalización (MVCME) de la planta existente en la delegación de Iztapalapa.
- Se realizara la estimación del valor comercial por el Método de Capitalización (FED) de la planta existente en la delegación de Iztapalapa.

³ Achour, Dr. Dominique y Gonzálo Castañeda, Inversión en Bienes Raíces. 1 ed. México, Limusa, 1994, pag. 212

CAPÍTULO 2 RECURSOS HÍDRICOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

En este capítulo trata sobre los beneficios del reúso del agua, que se traducen en ayudar a combatir la contaminación del medio ambiente, abatir costos por derechos del suministro del servicio de agua. Aquí también se menciona como se ha usado el agua residual en México y la problemática de salud que está práctica ha generado. Se hace referencia al capital hídrico con el que cuenta México, se enlista las regiones hídricas en que esta subdivida la República Mexicana para la administración de este vital recurso no renovable y las cuencas que alimentan a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

2.1 ¿POR QUÉ REUSAR EL AGUA?

El uso eficiente del agua permite compaginar las necesidades de desarrollo planteadas por la industria, la agricultura y los asentamientos humanos, en lugares donde es escaso este recurso no renovable. Con este fin se considera el ahorro (menor consumo), el reciclamiento (empleo repetido y ordenado en un mismo proceso) y el reúso (uso escalonado para diversos fines). Falkenmark, 1986,⁴ propone como patrón ideal de consumo escalonado el orden siguiente: consumo doméstico, industrial y agrícola.

Si el agua tratada para controlar la contaminación es considerada como un recurso en lugar de un residuo, existe una gran posibilidad de recuperar los costos de tratamiento con beneficios directos a la población al disminuir el pago de derechos y contar con una mayor disponibilidad de agua de mejor calidad.

En México se práctica desde hace tiempo el reúso del agua pero no de forma planificada, sin obtener todas las ventajas y sí con muchos perjuicios para la salud. Un ejemplo de este tipo de reúso son los distritos de riego, que son proyectos de irrigación creados por el Gobierno Federal desde el año de 1926, año en el que se formó la Comisión Nacional de Irrigación. Estos proyectos incluyen diversas obras como son los vasos de almacenamiento, pozos, canales, plantas de bombeo y caminos entre otros. La República Mexicana está dividida en 112 distritos de riego.

En el distrito de riego 03 (Tula, Hidalgo), el agua residual del Valle de México a permitido aumentar en 71 % la producción de alfalfa. Sin embargo, los trabajos realizados por el Instituto Nacional de Salud Pública desde 1988 demuestran que la población de esa región (aproximadamente 400,000 personas) sufre de infecciones intestinales con índices entre 6 y 22 veces mayores que otras zonas del país. Los efectos no solo se presentan en los consumidores de los productos regados con estas aguas negras sino en los mismos agricultores y sus familias.

Para definir un proyecto de reúso es necesario establecer cuáles son los grupos de usuarios interesados y que nivel de tratamiento es el requerido.

⁴ Jiménez Cisneros, Blanca Elena y Judith Ramos Hernández. Reúso Posible del Agua Residual en México. Instituto de Ingeniería UNAM. México 1999.

2.2 AGUA SUPERFICIAL DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (ZMCM).

“El 97% del agua disponible en este planeta se encuentra en los mares y el 3% restante corresponde a agua dulce, pero de ésta sólo poco más de una centésima parte (0.036%) se le encuentra en la superficie terrestre: en ríos, lagos y embalses, y como aguas freáticas, pues el resto está en los polos de la tierra: el Ártico y el Antártico, y en los glaciares de las cordilleras. Una parte, no menos importante, corresponde a las aguas fósiles profundas que se hallan en algunas regiones, y una cantidad insignificante (0.0001%) en las nubes.”

Las formas de vida como las conocemos, tuvieron su origen en las aguas saladas de los océanos, una vez que la vida se diversificó dentro de los océanos, ésta se propagó en tierra firme y las múltiples formas de vida terrestre sobrevivieron y evolucionaron gracias al agua dulce.

La disponibilidad de este preciado recurso es gracias al ciclo hidrológico, el cuál se inicia con la evaporación del agua salada de los océanos y el agua dulce de cuerpos superficiales como son los ríos, lagunas y lagos, dando lugar a las nubes. Después estas nubes llegan a zonas más altas y el agua cae en forma de precipitación. El agua genera vida sobre la tierra y el exceso de agua se infiltra al subsuelo, donde nacen los ríos superficiales y los subterráneos. Finalizando con el retorno del agua al océano a través de estos ríos.

El agua ha sido vital para la evolución de las civilizaciones, ya que éstas surgieron y se desarrollaron en áreas cercanas a ríos o mares. Pero dicho desarrollo involucra diversas actividades que han modificado las características originales del ciclo, así como la calidad del agua, convirtiéndola en un recurso no renovable en términos de su calidad o pureza.

El agua en las grandes ciudades se vuelve un recurso estratégico para su desarrollo y habitabilidad, para cubrir esta necesidad se debe contar con un capital ecológico y servicios ambientales en la zona de influencia capaz de satisfacer dicha demanda. De no contar con éstos, será necesario importar el agua, generando costosas inversiones en infraestructuras hidráulicas para traer el líquido desde zonas lejanas como sucede en el caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

Un adecuado suministro este vital líquido es una condición indispensable para la salud de los habitantes de la ZMCM, así como el funcionamiento de la industria, hospitales y otras infraestructuras urbanas de la misma.

Uno de los grandes retos para la ZMCM es y será el seguir proporcionando a los habitantes este vital líquido, así como desalojar de la Cuenca de México las aguas negras o residuales generadas por las actividades de la zona.

Debido a su cercana ubicación geográfica con el trópico de Cáncer, la ZMCM registra una precipitación promedio anual de 746.59 mm. La época de mayor intensidad pluvial es de mayo a octubre, con lluvias que provocan el desbordamiento del sistema de alcantarillado de la ZMCM.

Para fines administrativos y de planeación de los recursos hídricos con los que cuenta México en su territorio, se creó la Comisión Nacional del Agua (CNA), la cual tiene como tarea

administrar las aguas nacionales. La CNA ha dividido al territorio nacional en trece regiones.⁵
(Ver tabla 2.2)

| Región Administrativa | Sup. (km ²) | Precipitación media (mm) | Escorrentamiento virgen ¹ (10 ⁶ m ³) | Recarga acuíferos ² (10 ⁶ m ³) | Extracción total (10 ⁶ m ³) | Disponibilidad per capita (2004) m ³ /hab |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|
| 1. Península de Baja California | 144 | 147 | 2600 | 1364 | 4139 | 1432 |
| 2. Noroeste | 212 | 367 | 5210 | 2759 | 7044 | 3419 |
| 3. Pacífico Norte | 149 | 891 | 21000 | 1331 | 9557 | 5824 |
| 4. Balsas | 118 | 1129 | 39540 | 3387 | 8366 | 4397 |
| 5. Pacífico Sur | 80 | 1445 | 36812 | 1645 | 1674 | 10034 |
| 6. Río Bravo | 377 | 436 | 6738 | 5269 | 10142 | 1321 |
| 7. Cuencas Centrales del Norte | 206 | 393 | 2067 | 1666 | 4084 | 995 |
| 8. Lerma-Santiago-Pacífico | 192 | 735 | 14019 | 7044 | 15221 | 1135 |
| 9. Golfo Norte | 127 | 881 | 22860 | 1950 | 6634 | 5218 |
| 10. Golfo Centro | 105 | 1932 | 98063 | 2335 | 4474 | 11076 |
| 11. Frontera Sur | 102 | 2362 | 155548 | 6220 | 1978 | 28383 |
| 12. Península de Yucatán | 139 | 1196 | 3250 | 31054 | 1308 | 10872 |
| 13. Valle de México | 16 | 519 | 2293 | 712 | 4737 | 157 |
| TOTAL | 1967 | 772 | 410000 | 66737 | 79358 | 4977 |

Tabla 2.2 Gerencias Regionales en México

La ZMCM se ubica en la región XIII. La cuenca de México cuenta con una extensión de 9,568 km², y se localiza entre tres regiones hidrológicas. La mayor parte de esta cuenca se ubica en la región hidrológica del Pánuco (RH-26). Las otras dos regiones hidrológicas son las de Lerma – Santiago (RH-12) y Balsas (RH-18). (ver tabla 2.2)

⁵ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. Estadísticas del Medio Ambiente del D.F. y Zona Metropolitana 2010.

Regiones Hidrológicas cercanas a la ZMCM.

| Número | Nombre | Superficie de km. ² | Gasto medio anual m ³ x seg. |
|--------|------------------|--------------------------------|--|
| RH-12 | Lerma – Santiago | 123532 | 236 |
| RH-18 | Balsas | 117406 | 496.3 |
| RH-26 | Pánuco | 84956 | 496.3527.4 |

Tabla 2.2' Regiones Hidrológicas cercanas a la ZMCM.

Así mismo la cuenca de la ZMCM esta rodeada por las cuencas de Cutzamala, Amacuzac, Libres Oriental y Tecolutla. Por esta cercanía, estas cuencas, han sido fuentes idóneas para el suministro de agua para la capital del país. El uso intensivo de los recursos hidrológicos de la cuenca de México ha alterado el equilibrio hidrológico de la zona, modificando la disponibilidad del recurso.

2.3 AGUA SUBTERRÁNEA Y EXTRACCIÓN DE AGUA EN LA ZMCM

El acuífero que se encuentra en el subsuelo abastece la mayor cantidad de agua para realizar las diversas actividades en la ZMCM. El 5 de diciembre del 2000 recibió oficialmente el nombre de Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Se estima que el acuífero de la Ciudad de México esta sobre explotado en un 35 %, mientras que los acuíferos de Texcoco y del Valle de Chalco llegan a un 50% y 19% de sobreexplotación respectivamente. En el 2009 se extrajeron 437.7 millones de metros cúbicos de agua, a razón de 1.2 millones por día mediante la operación de pozos profundos que se ubican en las 16 delegaciones del Distrito Federal. De las delegaciones donde se extrajo el mayor caudal fueron Xochimilco, Coyoacán, Tlalpan e Iztapalapa; que son las delegaciones con el mayor número de pozos en operación. (Ver tabla 2.3)

| Delegación | Pozos | Operando | Caudal obtenido (Millones de M ³ por año) |
|---------------------|------------|------------|---|
| Álvaro Obregón | 35 | 16 | 13.4 |
| Azcapotzalco | 35 | 27 | 33.0 |
| Benito Juárez | 24 | 19 | 24.9 |
| Coyoacán | 92 | 59 | 72.7 |
| Cuajimalpa | 2 | 2 | 1.5 |
| Cuauhtémoc | 6 | 3 | 2.6 |
| Gustavo A. Madero | 3 | - | - |
| Iztacalco | 9 | 6 | 7.9 |
| Iztapalapa | 71 | 34 | 51.2 |
| Magdalena Contreras | 5 | 4 | 1.6 |
| Miguel Hidalgo | 34 | 28 | 29.7 |
| Milpa Alta | 26 | 16 | 1.6 |
| Tláhuac | 23 | 6 | 6.6 |
| Tlalpan | 98 | 57 | 54.2 |
| Venustiano Carranza | 79 | 64 | 86.0 |
| Xochimilco | 79 | 64 | 86.0 |
| Chiconautla | 39 | 29 | 45.6 |
| Total | 587 | 374 | 437.7 |

Tabla 2.3 Regiones Hidrológicas cercanas a la ZMCM.

Esta desmedida extracción genera severos hundimientos en el Distrito Federal y zona metropolitana. Entre los años de 1983 y 1996 se registraron hundimientos de 1.20 m en el Zócalo de la Ciudad de México. Y en zonas como Aragón, Nezahualcoyotl y Chalco se detectaron hundimientos de 3.60 m. y en Xochimilco, el hundimiento fue de 2.00 metros.

Estos hundimientos generan la compactación de suelos blandos que interactúan con suelos compactos que casi no se deforman, provocando agrietamientos en la superficie que con el paso del tiempo forman escalonamientos en el subsuelo, poniendo en peligro la estabilidad del parque urbano y la infraestructura hidráulica existente dentro de ZMCM.

Esta sobreexplotación se debe a la alta concentración económica y demográfica que presenta la cuenca de México, en el 2010, según cifras del INEGI, el 19.3 % de la población y el 26 % del PIB nacional se concentraba en dicha zona.

La principal recarga del acuífero de la cuenca de México, proviene de la filtración de agua pluvial que se genera en las elevaciones topográficas, principalmente en el Sur del Distrito Federal donde se localiza la Sierra de Chichinautzín, y esto debido a la alta permeabilidad de las rocas y zona boscosa que aún existe en esta zona de la ciudad y que forma parte del suelo de conservación. Le sigue en importancia la zona poniente donde se encuentra la Sierra de las Cruces, que cuenta con una permeabilidad media que propicia una circulación radial del agua subterránea desde las sierras hacia el centro de la cuenca.

Mientras que en la parte plana de la ciudad no se produce filtración vertical de agua pluvial, debido a la existencia de la mancha urbana. En la parte Oriente, disminuye la recarga natural del subsuelo debido a la presencia de arcillas lacustres de los sedimentos de antiguos lagos que conforman al acuífero. Provocando que la escasez del agua en esta zona Poniente se agrava cada día más.

El gobierno de la Ciudad de México ha tratado de resolver este problema en el suministro del servicio de agua por medio de camiones pipa que surten el agua entre las colonias más afectadas de la delegación de Iztapalapa.

CAPÍTULO 3.- EL AGUA EN MÉXICO, INSTITUCIONES, NORMAS Y LAS LEGISLACIONES PARA SU PRESERVACIÓN.

Este capítulo trata sobre los avances en materia legislativa para administrar, proteger y preservar las aguas nacionales, se hace referencia sobre la historia y creación del Instituto facultado para administrar las aguas nacionales, la CNA o CONAGUA, así como sus principales directrices. Se hizo un listado de algunas normas emitidas por la misma CNA para la protección del medio ambiente.

3.1 Marco Jurídico en Materia de las Aguas Nacionales.

La política hidráulica de México tiene sus orígenes desde la Constitución Política de 1917, donde el artículo 27 menciona... “las aguas comprendidas dentro del territorio nacional, corresponde originalmente a la nación, la cuál ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.”

Una serie de legislaciones se han desarrollado en los últimos noventa años para definir el ámbito de intervención de la autoridad, así como los derechos y obligaciones de todos los usuarios del agua, sean personas físicas o morales, públicas o privadas.

Durante décadas a pesar de los trabajos realizados, los problemas continuaban empeorando, restricciones financieras incrementaron el rezago en los servicio de agua, situaciones de escasez en el servicio de agua potable se presentaban de manera continua, se carecía de un uso eficiente del agua y la calidad de los cuerpos receptores se encontraba altamente deteriorada.

La sobre explotación de acuíferos, costosas transferencias de agua entre cuencas para satisfacer las crecientes demandas, conflictos sobre la posesión y uso del recurso, un marco normativo completamente atrasado y fragmentado en diferentes instancias gubernamentales evitaban un buen manejo y aprovechamiento del agua en la ZMCM. Para tratar de responder a la problemática antes mencionada, se toman tres direcciones que fueron:

Desarrollar la infraestructura necesaria para satisfacer las crecientes demandas, maximizar el uso del agua y reducir los niveles de contaminación en los cuerpos acuíferos.

3.2 Creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA o CONAGUA).

La Comisión Nacional del Agua es heredera de una gran tradición hidráulica y a lo largo de su historia ha estado integrada por destacados profesionales y especialistas de diversas disciplinas, reconocidos internacionalmente por su dedicación y capacidad técnica. Dentro de las instituciones que le antecedieron destacan la Dirección de Aguas, Tierras y Colonización creada

en 1917; la Comisión Nacional de Irrigación, en 1926; la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1946 y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en 1976.⁶

Actualmente, la misión de la Comisión Nacional del Agua consiste en administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso. La Comisión considera que la participación de la sociedad es indispensable para alcanzar las metas que se han trazado en cada cuenca del país, ya que entre otros aspectos, los habitantes pueden dar la continuidad que se requiere a las acciones planteadas.

Estas políticas hidráulicas fueron formuladas de acuerdo a las estrategias desarrolladas en el Plan Nacional Hidráulico, con los ajustes necesarios para las nuevas circunstancias sociales, económicas, ambientales y políticas.

Para llevar acabo estas direcciones se crea en 1989, por decreto presidencial, La Comisión Nacional del Agua (CNA). Y en 1982 se publica la Ley Nacional de Aguas (LAN) y en 1994, su Reglamento.

Confirmando a la CNA la facultad exclusiva de administrar las aguas nacionales, realizar programas de investigación sobre el sector hidráulico y definir las prioridades de acuerdo a las condiciones de cada una de las trece cuencas en que se subdividió el territorio nacional. Las prioridades de la CNA, son tres:

1) Mejorar el aprovechamiento de los Recursos Hídricos, reforzando la capacidad financiera y operativa de los organismos prestadores de servicios de agua potable y saneamiento, así como de las autoridades locales. Lograr una atención eficiente en las zonas rurales y urbanas. También se pretende mejorar la operación y desarrollo de la infraestructura para el control del sistema hidrológico y prevención de riesgos.

2) Administrar el agua en forma eficiente, estableciendo los mecanismos para un mejor conocimiento de la disponibilidad, calidad y ubicación que propicie un mejor control de las descargas de aguas residuales, una recaudación más equitativa y racional, la adecuación del marco jurídico con respecto a los derechos y obligaciones con respecto al uso del agua.

3) Modernizar la estructura organizativa del sector, reordenando las responsabilidades a través de un proceso de descentralización de las mismas organizaciones internas, aumentando la participación de los usuarios y de los tres niveles de gobierno en la planeación hidráulica mediante los Consejos de Cuenca, así como el financiamiento, construcción y operación de los sistemas no estratégicos.

3.3 Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental.

| Área | Norma | Contenido | Aplicación | A quién aplica |
|------|------------------|--|------------|--|
| CNA | NOM-001-CNA-1995 | Sistema de alcantarillado sanitario-Especificaciones | de General | Todos aquellos que descarguen aguas residuales a los sistemas de |

⁶ www.conagua.gob.mx

| | | | | |
|-----|------------------|---|------------|---|
| CNA | NOM-002-CNA-1996 | de hermeticidad Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y pruebas. | General | alcantarillado Usuarios de la red de agua potable. |
| CNA | NOM-003-CNA-1996 | Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. | General | Usuarios de agua subterránea. |
| CNA | NOM-004-CNA-1996 | Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y cierre de pozos en general. | General | Usuarios de agua subterránea. |
| CNA | NOM-005-CNA-1996 | Fluxómetros, especificaciones y métodos de prueba | Específica | Fabricantes de fluxómetros, empresas que realicen medición de flujo. |
| CNA | NOM-006-CNA-1997 | Fosas sépticas, especificaciones y métodos de prueba | Específica | Fabricantes de fosas sépticas. |
| CNA | NOM-007-CNA-1997 | Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua. | Específica | Empresas de construcción y empresas de operación de tanques para agua. |
| CNA | NOM-008-CNA-1998 | Regaderas empleadas en el aseo corporal, especificaciones y métodos de prueba. | Específica | Fabricantes de regaderas |
| CNA | NOM-009-CNA-2001 | Inodoros para uso sanitario. Especificaciones métodos de prueba. | Específica | Fabricantes de inodoros. |
| CNA | NOM-010-CNA-2000 | Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro. Especificaciones y métodos de prueba. | Específica | Fabricantes de inodoros. |
| CNA | NOM-011-CNA-2000 | Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad | Específica | Sistemas de aguas municipales, empresas de construcción instalación de redes de distribución de agua potable. |

| | | | | |
|---------------|------------------------|--|------------|---|
| Agua Residual | NOM-001-SEMARNAT -1996 | media anual de las aguas nacionales Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. | General | Todos aquellos usuarios que descarguen aguas residuales en aguas y bienes nacionales. |
| Agua Residual | NOM-002-SEMARNAT -1996 | Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado. | General | Todos aquellos que descarguen aguas residuales a los sistemas de alcantarillado |
| Agua Residual | NOM-003-SEMARNAT -1996 | Límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios públicos. | Específica | Quienes realicen el tratamiento de aguas residuales para servicios públicos y quienes utilicen el agua tratada. |

3.4 Legislaciones.

Otras legislaciones que tienen como propósito proteger al agua son⁷:
(Debido a lo extenso de éstas, se menciona solamente las Leyes y sus artículos que se consideraron de importancia para el tema de este trabajo.)

A.- Ley de Aguas Nacionales.

Capítulo III

Artículos 9.- Define a las atribuciones, obligaciones y facultades Comisión Nacional del Agua.

Artículo 9 Bis.- Menciona las regulaciones manejo de los recursos financieros recaudados y el presupuesto anual asignado a la Comisión.

Artículo 9 Bis1.- Determina que para el despacho de asuntos de su competencia, la Comisión contará con un Consejo Técnico y un Director General.

Artículo 10.- Determina el Consejo Técnico de la Comisión y los funcionarios de las Secretarías que forman dicho Consejo.

Artículo 11.- Se refiere a las atribuciones indelegables del Consejo Técnico.

Artículo 11 Bis.- se refiere a la Contraloría interna que regulará a la Comisión.

Artículo 11 Bis 1.- Se refiere a los bienes de la Comisión así como su carácter de inembargables de dichos bienes.

Artículo 12.- Define las facultades del Director General de la Comisión.

⁷ Et.Al. Agenda Ecológica 2014. Edo. De México. Ediciones Fiscales ISEF. 2014.

TÍTULO SEXTO. USOS DEL AGUA

Artículo 44.- Se refiere a la explotación, uso de las aguas superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales, municipales o del Distrito Federal. Así como a las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua por parte de los diversos sistemas.

Artículo 47.- Se refiere a las normas a las que se sujetarán las descargas de aguas residuales a los bienes nacionales.

Artículo 47 Bis.- Se refiere a la promoción del uso entre los sectores públicos y privados de aguas residuales.

Capítulo V Bis

Cultura del Agua

Este capítulo consta de tres artículos (84, 84 Bis y 84 Bis 1); y la médula de estos tres capítulos son:

- a) La promoción entre la población, las autoridades y los medios de comunicación, el uso racional y responsable del agua.
- b) Informar sobre la escasez del agua, los costos de proveerla, su valor económico, social y ambiental y fortalecer la cultura de pago por este servicio.
- c) Informar sobre los efectos adversos de la contaminación del agua, así como la necesidad y ventajas de tratar y reusar las aguas residuales.

B.- Ley Ambiental del Distrito Federal

En su Título Cuarto que refiere de la Protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Artículo 104.- Se refiere a que la Secretaría regulará la eliminación gradual del uso del agua potable en los procesos en que se pueda utilizar aguas de reuso o tratadas.

Artículo 105.- se refiere al aprovechamiento sustentable del agua en el Distrito Federal por medio de mantener la integridad de los elementos que intervienen en el ciclo hídrico.

Artículo 106.- se refiere al otorgamiento y revocación de concesiones, permisos, licencias y autorizaciones en general para el aprovechamiento de los recursos naturales que pueden afectar al ciclo hídrico.

Artículo 107.- se refiere al propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio.

Artículo 108.- se refiere a las obligaciones de los habitantes del Distrito Federal para el mejor aprovechamiento y uso del agua.

Como podemos observar México en cuestión legislativa ambiental procura cuidar este valioso recurso natural con el que cuenta, pero faltan muchas acciones por hacer para lograr en conjunto como sociedad para heredarles un país rico en recursos hídricos a las futuras generaciones.

CAPÍTULO 4.- INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

En este capítulo se mencionan como está compuesto el sistema de abastecimiento de la Ciudad de México, la infraestructura hidráulica que permite obtener, controlar y distribuir el caudal que requieren los diversos usuarios de la ZMCM., las obras realizadas en la ZMCM desde comienzo del siglo XX. y como está compuesto el sistema de drenaje del Ciudad de México. Además se enlistaron las plantas tratadoras existentes en el D.F., los procedimientos del tratamiento de las aguas residuales, así como las características físicas, biológicas y químicas estas aguas.

4.1 Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de México.

Las fuentes externas de agua potable de la Ciudad de México son dos: El sistema Lerma que se ubica a 40 km. y el del Cutzamala a 127 km. de la ciudad. Ambas proporcionan la tercera parte del agua que consume la ciudad.

El sistema Lerma comenzó a funcionar en 1951, y es considerada como fuente externa por encontrarse fuera de la ciudad, pero administrativamente es una fuente propia. Dicho sistema esta conformado por 234 pozos localizados en el Estado de México. En el 2010, este sistema, el Río Magdalena y los manantiales existentes en el Distrito Federal dotaron al mismo de 21.4 metros cúbicos por segundo, representando un 63 % del total del suministro⁸.

El sistema Lerma-Chapala-Santiago es uno de los más importantes de México. Tiene una extensión de 132,724 km² (7% del territorio Nacional) y en él se encuentra el Lago de Chapala, que es el más grande del territorio nacional. Dentro de este sistema se encuentra una de las regiones más desarrolladas del país desde el punto de vista económico, por lo que existe una fuerte competencia por el recurso hídrico, en donde se tienen grandes problemas de sobreexplotación de este recurso con un creciente deterioro ambiental asociado a la contaminación de cuerpos de agua.

La cuenca Lerma-Chapala, que representa cerca del 37.5% del sistema Lerma Chapala-Santiago, se caracteriza por una problemática compleja que se expresa principalmente en una creciente sobreexplotación, un deterioro progresivo de la calidad del agua en gran parte de sus cuerpos de agua y en una intensa competencia por el recurso hídrico que incluso ha sido motivo de conflictos sociales.

También es de señalarse que en ésta región se instaló el primer Consejo de Cuenca de México (“Lerma-Chapala”) el 28 de enero de 1993 y la primera comisión de cuenca (“Río Turbio”) el 9 de febrero de 1995.

Esta cuenca es una de las zonas económicamente más dinámicas de México, ya que forma un eje de desarrollo entre dos de las más grandes ciudades del país: Ciudad de México y Guadalajara. En ella vive uno de cada diez mexicanos y se tiene una de cada ocho hectáreas de

⁸ Et. Al. Anuario Estadístico: Distrito Federal. Aguascalientes, México. INEGI 2010. 525 páginas.

riego, lo que representa más del 30% de la producción industrial nacional. No obstante estos indicadores, la región muestra algunos rezagos: cerca de 1.5 millones de habitantes aún no tienen acceso al servicio adecuado y seguro de agua potable y alrededor de 3.9 millones de habitantes carecen del servicio de alcantarillado.

Dentro del Estado de México la cuenca del río Lerma ocupa una superficie de 5,255 km² que corresponde a cerca del 10.5% de la extensión territorial de la cuenca Lerma-Chapala. Es en esta zona en donde se asienta un porcentaje significativo de las actividades productivas del estado y la ZMCM con más de 2'500,000 habitantes.

La segunda fuente externa es el sistema del Cutzamala y comenzó a operar en el año de 1982, está conformado por siete presas, un vaso regulador y un acueducto de 127 km. de longitud, que cuenta con 19 km. de túneles y 7.5 km. de canales, una planta potabilizadora con una capacidad de 24 metros cúbicos por segundo y seis plantas de bombeo. En el 2010, este sistema en conjunto con los sistemas Norte y Sur, dotaron a la Ciudad de México 16.45 metros cúbicos por segundo de agua, representando el 37 % del suministro total a la ciudad.

En ambos sistemas los caudales son bombeados a través de acueductos de concreto a una altura aproximada de 1,200 metros, esto con la finalidad de vencer al desnivel que presentan dichas fuentes con respecto a la altitud de la Ciudad de México. Este bombeo requiere un gran consumo de energía. Para un mejor aprovechamiento y distribución de los caudales provenientes del sistema Cutzamala, que ingresan al Poniente de la ciudad y son dirigidos al la zona Oriente donde se presenta el mayor déficit de agua en la misma, se inició en 1983 la construcción del Acueducto perimetral (Acuaférico).

Por la magnitud del proyecto, éste se seccionó en tres partes. (Ver tabla 4.1).

Características del Acueducto Perimetral de la Ciudad de México.

| Tramo | Inicio de operación | Diámetro (Metros) | Longitud (Km) | Capacidad de conducción (m ³ x seg.) | Sifón | Longitud (Km) |
|----------------------------|---------------------|-------------------|---------------|---|-------------|---------------|
| Primera etapa | 1988 | | 11.779 | | | 1.236 |
| Total | | | | | | |
| San José – El Borracho | | 4 | 1.807 | 25 | San José | 0.350 |
| El Borracho – El Cartero | | 4 | 4.314 | 25 | El Borracho | 0.396 |
| El Cartero - Plateros | | 4 | 2.906 | 25 | Santa Lucia | 0.380 |
| Plateros – Cerro del Judío | | 4 | 2.752 | 25 | Plateros | 0.110 |
| Segunda Etapa | 1994 | | 9.937 | | | 1.146 |
| Total | | | | | | |
| Cerro del Judío - | | 4 | 3.677 | 25 | El Judío | 0.151 |

| | | | | | |
|---|------|---------------|----|-------------|----------|
| Providencia | | | | | |
| Providencia – L2 | 4 | 1.480 | 25 | Magdalena | 0.582 |
| Cadenamiento 5 - Ajusco | 4 | 2.930 | 25 | Providencia | 0.413 |
| Ajusco – L2 | 4 | 1.850 | 25 | NA | NA |
| Tercera Etapa | 1999 | | | | |
| Total | | 11.997 | | | - |
| La Primavera – San Andrés Toltepec | 3.2 | 2.310 | 17 | NA | NA |
| San Andrés Toltepec – San Fco. Tlalnepantla | 3.2 | 9.687 | 17 | NA | NA |

Tabla 4.1 Características del Acueducto de la Ciudad de México

Estas fuentes internas de agua potable de la Ciudad de México son proporcionadas por el acuífero de la Ciudad de México y por algunas corrientes del Río Magdalena y manantiales ubicados en la parte Surponiente de la misma. En este rubro se incluyen las aportaciones del sistema Lerma y desde 2004 a 2010, las proporciones del caudal dotado por las fuentes internas disminuyeron.

En 2010, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) del Distrito Federal y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de México, manifestó que la ZMCM recibió 2.2 millones de metros cúbicos de agua al día, de los cuáles el 53.3 % fue para abastecer a la Ciudad de México y el resto a los municipios conurbados.

De los 2.2 millones de metros cúbicos, 1.2 millones de metros cúbicos suministrados a la capital, no incluyen las aportaciones de los sistemas del Cutzamala, Lerma, Norte y Sur. El 97 % de esta dotación de agua para la ciudad tuvieron su origen del subsuelo y el volumen más importante se extrajo de las delegaciones de Coyoacán, Tlalpan e Iztapalapa.

4.2 Infraestructura del Agua Potable en la Ciudad de México.

Para el año del 2006, la Ciudad de México tenía 1,031.2 km. de red primaria para distribuir agua potable, con diámetros de ½ a 12 pulgadas, conectadas directamente a los grandes ductos del sistema distribuidor y 12,287.4 km de conexiones de menor diámetro a las redes secundarias que abastecían a las tomas domiciliarias. Las delegaciones con mayor número de redes son las de Iztapalapa y Gustavo A. Madero.⁹

En el mismo año, la infraestructura hidráulica del Distrito Federal estaba constituida por 13,866 km. de acueductos, líneas de conducción, redes primarias y secundarias, 295 tanques de almacenamiento y regulación, 254 plantas de bombeo, 34 plantas potabilizadoras, 972 pozos, 68 manantiales y 56 estaciones que miden la presión del agua. (Ver tabla 4.2)

⁹ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. Estadísticas del Medio Ambiente del D.F. y Zona Metropolitana 2010.

Sistema Hidráulico de Agua Potable en la Ciudad de México

| Infraestructura en operación | Cantidad |
|--|-----------|
| Red Primaria (kilómetros) | 1,031.23 |
| Red Secundaria (kilómetros) | 12,287.37 |
| Planta de Bombeo (Plantas) | 254 |
| Pozos (Pozos) | 972 |
| Plantas Potabilizadoras (29 a pie de pozo) (Plantas) | 34 |
| Manantiales (Manantiales) | 68 |
| Tanques de Almacenamiento y regulación (Tanque) | 295 |
| Líneas de conducción y acueductos (kilómetros) | 295 |
| Estaciones medidoras de presión (Estación) | 56 |
| Acueducto Perimetral (Kilometro) | 34 |

Tabla 4.2 Sistema Hidráulico de Agua Potable en la Ciudad de México

En 2010, la red de agua potable que abastece a los municipios conurbados del Estado de México, era de 162 km. La oferta incrementó a 29,828 lt./seg. y la demanda fue de 34,105 lt./seg., resultando un déficit de 4,277 lt./seg.

De acuerdo a el Sistema de Aguas de la Ciudad de México en el 2010, el 32 % de los 33.8 % metros cúbicos de agua potable que se distribuyeron en el Distrito Federal, se perdieron por fugas en la red de distribución y tomas domiciliarias. Si agregamos el volumen sustraído por tomas clandestinas ubicadas generalmente en asentamientos irregulares, la pérdida aumenta a 109 litros de agua por habitante al día. Esta situación aumenta los gastos de operación y merma los recursos hídricos para satisfacción de la zona.

En 2006, de acuerdo con el 1er. Censo de Agua realizado por la CNA y el INEGI, 29.8% del agua suministrado por el organismo operador encargado de prestación del servicio de agua potable y drenaje en el Distrito Federal no se facturó. El 36.3 % de esta agua no facturada se utilizo para fines de uso doméstico.

Ese mismo año, el Censo de Agua arrojó que en el Distrito Federal, el 48% de los gastos del organismo operador de esta servicio se destinaron para el pago en bloque, como es el caudal importado de cuencas externas; el 11.7% para el pago de derechos de explotación, el 20.7% en el pago de electricidad para el bombeo del agua y el 20% restante se utilizó en la compra de productos químicos, materiales, suministros y otros conceptos no especificados. (ver tabla 4.2')

Gasto de Organismos operadores que proporcionan el servicio de Suministro de Agua Potable en el Distrito Federal.

| | Total Nacional | Distrito Federal |
|--|----------------|------------------|
| Organismos Operadores | 2,356 | C |
| Gastos derivados de la actividad | | |
| Total | 6,670,627 | 1,520,028 |
| Pago de suministro de agua en bloque | 1,152,828 | 735,591 |
| Agente Físico-químico reactivos e insumos similares. | 281,076 | 25,950 |
| Materiales y Suministros | 792,003 | 86,841 |
| Pagos por derechos de explotación | 416,209 | 177,651 |
| Pagos por derechos de descarga | 14,734 | ND |
| Energía eléctrica | 2,085,550 | 314,407 |
| Otros conceptos | 1,928,227 | 179,588 |
| Gastos no derivados de la actividad | | |
| Total | 1,218,252 | 1,146 |
| Intereses sobre créditos y/o prestamos financieros | 522,443 | ND |
| Otros conceptos | 695,809 | 1,146 |
| ND – No Disponible | | |
| C - Cifra no publicable | | |

Tabla 4.2' Gastos de Organismos operadores que proporcionan el servicio de Suministro de agua potable en el D.F.

Para afrontar esta problemática, el gobierno del Distrito Federal ha elaborado un programa de recuperación de caudales, que consiste en eliminar fugas y sustitución de redes obsoletas, logrando así la recuperación de 1,000 litros por segundo.

Otras acciones de este Programa son: la rehabilitación de pozos para hacerlos eficientes y aumentar el caudal, mejorar el sistema de válvulas, preservando así la red, incrementar y mejorar los sistemas de tratamiento de agua potable. Actualizar y mejorar el padrón de usuarios y la sustitución e instalación del número de medidores de buena calidad.

4.3 SISTEMA DE DRENAJE EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Uno de los mayores desafíos para el desarrollo de la Ciudad de México ha sido el desalojo de las aguas residuales y pluviales fuera de la Cuenca de México. Desde tiempos coloniales se han aplicado diversas medidas. En 1607 se inició la obra hidráulica más importante de América en esa época, y fue la construcción del Tajo de Nochistongo para desviar las aguas del Río Cuatitlán y conectarlo al mar a través del Río Tula y sus afluentes.

Con la perforación de un túnel artificial llamado Huehuetoca, la cuenca se convirtió en lo que es hoy el Valle de México. Desde entonces se han realizado otras obras de gran magnitud e importancia durante el siglo XX. (ver cuadro 4.3)

Grandes Obras de Drenaje Durante el Siglo XX en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

| Año | Obra o actividad |
|------------|---|
| 1900 | Se inicia la operación del Gran Canal de desague y del Túnel de Tequixquiac para el desalojo de las aguas residuales de la ciudad |
| 1902 | Entre en funcionamiento el primer sistema de alcantarillado y drenaje de la ciudad, proyecto del ingeniero Roberto Gayol. |
| 1961 | Se construye el interceptor y emisor Poniente con el objeto de recibir y desalojar las aguas provenientes del oeste de la cuenca. |
| 1966 | Se inicia la construcción del Sistema de Drenaje Profundo |
| 1975 | Se inaguran 66 km de túneles del Drenaje Profundo. |
| 1992 | Entra en operación el primer tramo del interceptor Canal Nacional- Canal de Chalco. |
| 1993 | Se inician los trabajos para el entubamiento del Gran Canal. |

Tabla 4.3 Grandes Obras de Drenaje durante el Siglo XX en la ZMCM.

La infraestructura de drenaje recolecta, conduce y dispone las aguas residuales. El sistema general de desagüe de la Cuenca de México está integrado por lagos, lagunas y presas de regulación y canales como son: el Gran Canal de Desagüe, Canal de Chalco, el de Los Remedios, Tlalnepantla, Canal Nacional y San Buenaventura. En suma la longitud de todos estos canales es de 111.3 kilómetros. También se cuentan con los ríos entubados como son: el Río Churubusco, La Piedad y Consulado, que en conjunto suman una longitud de 42.7 kilómetros. Esta infraestructura esta conectada al Sistema de Drenaje Profundo que en 2002 constaba de 165 kilómetros, faltando 26 kilómetros de los 191 que se han planeado construir.

La ampliación de la infraestructura para el drenaje realizada entre los años de 1994 y 2002, fue la construcción de 115 kilómetros de colectores, el inicio de la operación del Drenaje Profundo y de 16 plantas de bombeo, las cuales en conjunto tienen una capacidad de operación de 123 m³/seg. (ver tabla 4.3)

Ampliación de infraestructura Hidráulica para Drenaje y Desague Pluvial en el Distrito Federal 1994-2005.

| Obra | Unidad de medida | 1994 -97 | 1998-2000 | 2001 | 2002 |
|--------------------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|
| Colectores | Km. | 52.50 | 45.11 | 6.22 | 12.03 |
| Drenaje Profundo | | | | | |
| Excavación | Km. | 19.10 | 8.37 | NA | NA |
| Revestimiento | Km. | 20.40 | 7.53 | NA | NA |
| Operación | Km. | 153.00 | 165.00 | 165.00 | 165.00 |
| Plantas de Bombeo | Número | 13 | 1 | NA | NA |
| Capacidad conjunta | M ³ /seg | 43 | 20 | NA | 60 |

Tabla 4.3' Ampliación de Infraestructura Hidráulica para drenaje y Desague Pluvial en el D.F. 1994 -2005

En el 2010, ésta infraestructura estaba conformada por 2,087 kilómetros de red primaria y 10,237 kilómetros de red secundaria, en su conjunto ambas redes cubrían el 94% del servicio de drenaje de la Ciudad de México y se contaban con 87 plantas de bombeo con una capacidad de 670 m³/seg, 23 presas de regulación de mas de 3 millones de metros cúbicos, 10 lagunas y lagos para regular mas de 7 millones de metros cúbicos de agua; 47 kilómetros del Gran Canal de Desagüe; 129 kilómetros de cauces a cielo abierto y 49 kilómetros de ríos entubados; así como 78 estaciones pluviográficas. (ver tabla 4.3").

Infraestructura de Drenaje en el Distrito Federal 2002

| Infraestructura en operación | Cantidad / Unidad |
|--|--------------------------|
| Red primaria (Km.) | 2,087 |
| Red secundaria (Km.) | 10,237 |
| Colectores marginales (Km.) | 144 |
| Plantas de bombeo (Planta) | 87 |
| Capacidad de plantas de bombeo (m. ³ /seg.) | 670 |
| Plantas de bombeo en paso a desnivel (Planta) | 91 |
| Capacidad de plantas de bombeo en pasos a desnivel (m. ³ /seg.) | 16 |
| Presas de regulación (Presas) | 23 |
| Capacidad de regulación de presas (m. ³) | 3,307,171 |
| Lagunas y lagos de regulación (Laguna) | 10 |

| | |
|---|-----------|
| Capacidad de lagunas y lagos de regulación (m. ³) | 7,589,701 |
| Drenaje profundo (Km.) | 165 |
| Gran Canal de desagüe (Km.) | 47 |
| Cauces a cielo abierto (Km.) | 129 |
| Cauces entubados (Km.) | 49 |
| Nivel de servicio (%) | 94 |
| Estaciones Pluviográficas (Estación) | 78 |

Tabla 4.3” Infraestructura de Drenaje en el D.F. 2006

4.3.1 PLANTAS TRATADORAS EN EL DISTRITO FEDERAL

En el Distrito Federal existen veinticinco plantas de tratamiento. El tratamiento de aguas residuales esta regulado por las Normas NOM-001-ECOL-1996 y NOM-002-ECOL-1996. La primera establece los límites máximos y permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas en aguas y bienes nacionales.

La segunda establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, y su objetivo es prevenir y controlar la contaminación de aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas.

El volumen de las aguas residuales es proporcional al del agua potable utilizada en diferentes actividades humanas, más el agua de lluvia, como ambas son recolectadas y conducidas por el mismo sistema, se denomina drenaje combinado.

En el Distrito Federal se han realizado análisis para determinar la calidad físico-química y bacteriológica de las aguas residuales desde 1980. Los parámetros analizados en las pruebas de laboratorio comprenden contaminantes biológicos (bacterias, parásitos y agentes patológicos), químicos-orgánicos (volátiles), físicos (Ph, temperatura, turbiedad y color); medidas tradicionales como son las demandas de tipo bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno y nitrógeno amoniacal, entre otros.

Las aguas residuales dependiendo de sus características físico-químicas se distinguen en dos grupos: doméstico y el industrial. Las primeras son las más abundantes y se caracterizan por sus altos niveles de nitrógeno (nitratos, nitritos y amoniacal) en sus diferentes estados, bacterias coliformes. Las segundas son menos y se caracterizan por la presencia de altos contenidos de metales pesados, exceso de ferro, manganeso y color, entre otros agentes contaminantes.

En 2010, el volumen de agua residual generado en la ZMCM ascendió a 2,897 millones de metros cúbicos, de éste el 56.5% provino del Distrito Federal y el 43.5% restante se generó en

los municipios conurbados. El 66% del agua colectada en el Distrito Federal es conducida a través de los túneles de Tequixquiac para ser desalojada de la ZMCM.

Las plantas 25 tratadoras de aguas residuales con las que cuenta el Distrito Federal son:
(Ver tabla 4.3.1)

| PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN OPERACIÓN, POR PROCESO, CAPACIDAD Y ORIGEN-DESTINO DEL FLUJO EN EL DISTRITO FEDERAL 2006. | | | | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------------------|---|-------------------------------|---|
| Nombre de la planta y Delegación | Inicio de operación | Uso | Nivel de tratamiento | Proceso básico de tratamiento | Origen | Destino |
| El Rosario / Azcapotzalco | 1981 | Riego y llenado de lago | Terciario | Lodos activados convencional mas filtración con arena, grava y torres de carbón activado. | Ramal El Rosario | Riego de áreas verdes de la delegación y llenado de lago en Parque Tezozomoc. |
| Iztacalco / Iztacalco | 1971 | Riego de áreas verdes | Terciario | Lodos activados convencional mas filtración con arena, grava y torres de carbón activado. | La Unidad infonavit Iztacalco | Unidad infonavit Iztacalco |
| Cerro de la Estrella / Iztapalapa | 1971 | Llenado de lagos y canales, riego de área verdes, agrícola, industrial y recarga de acuífero | Terciario | Lodos activados convencional mas filtración con arena, grava y antracita | Planta de bombeo Aculco | Áreas verdes y zona industrial, agrícola y chinampera de Tlahuac y Xochimilco. Sierra Sta. Catarina para recarga artificial y riego agrícola. |
| Sn. L. Tlaxialtemalco / Xochimilco | 1989 | Riego de áreas verdes, riego agrícola y mantener nivel en canales. | Terciario | Lodos activados convencional con tratamiento de lodos. | Bombeo San Luis | Llenado de canales en zona turística de Xochimilco. |
| San Lorenzo / Tlahuac | 1998 | Riego de áreas verdes, | Terciario | Aereación a contracorriente, filtración en medio | Colector Ameca | Llenado de canales y recarga de |

| | | | | | | |
|--|------|---|-------------------|--|---|--|
| | | riego agrícola y llenado de lagos. | | sintético mas tratamiento de lodos. | | acuífero |
| San Pedro Atocpan / Milpa Alta | 1997 | Riego agrícola | Primario avanzado | Físico-químico mas filtración rápida y tratamiento de lodos. | Colector San Pedro Atocpan | Zona agrícola de la delegación Milpa Alta. |
| San Andrés Mixquic / Tlahuac | 1997 | Riego agrícola | Primario avanzado | Físico-químico mas filtración rápida y tratamiento de lodos. | Colector San Andrés Mixquic | Riego de hortalizas |
| Coyoacán / Coyoacán | 1958 | Mantener el nivel del Canal Nacional, industria, comercio y áreas verdes | Secundario | Lodos activados convencional | Planta de Bombeo Aculco | Riego de áreas verdes de la zona Suroriente de la Delegación |
| Tlaltelolco / Cuauhtemoc | 1965 | Riego de áreas verdes | Secundario | Lodos activados convencional | Ramal Lerdo | Riego de áreas verdes de la U.H. Tlaltelolco |
| Acueducto de Guadalupe / Gustavo A. Madero | 1975 | Comercio, industrial y riego de áreas verdes | Secundario | Lodos activados convencional | Colector Acueducto de Guadalupe | Zona industrial Vallejo, riego de áreas verdes. |
| San Juan de Aragón / Gustavo A. Madero | 1964 | Mantener nivel de lagos, Bosque de Aragón, Alameda Oriente, riego de áreas verdes, comercio e industria | Secundario | Lodos activados convencional | Gran Canal, Colector de Alivio Oceanía y Colector Adicional | Llenado de lagos y riego de áreas verdes. |
| Cd. Deportiva / Iztacalco | 1959 | Industria, comercio y riego de áreas verdes | Secundario | Lodos activados convencional | Colector Río Churubusco | Zona Industrial Iztapalapa, Iztacalco, finsa, deportivos y áreas verdes. |
| Bosques de las Lomas / Miguel Hidalgo | 1973 | Riego de áreas verdes | Secundario | Lodos activados con aereación extendida | Colectores Ahuehuetes Norte y Sur | Riego de camellones en Palmas y Reforma, |

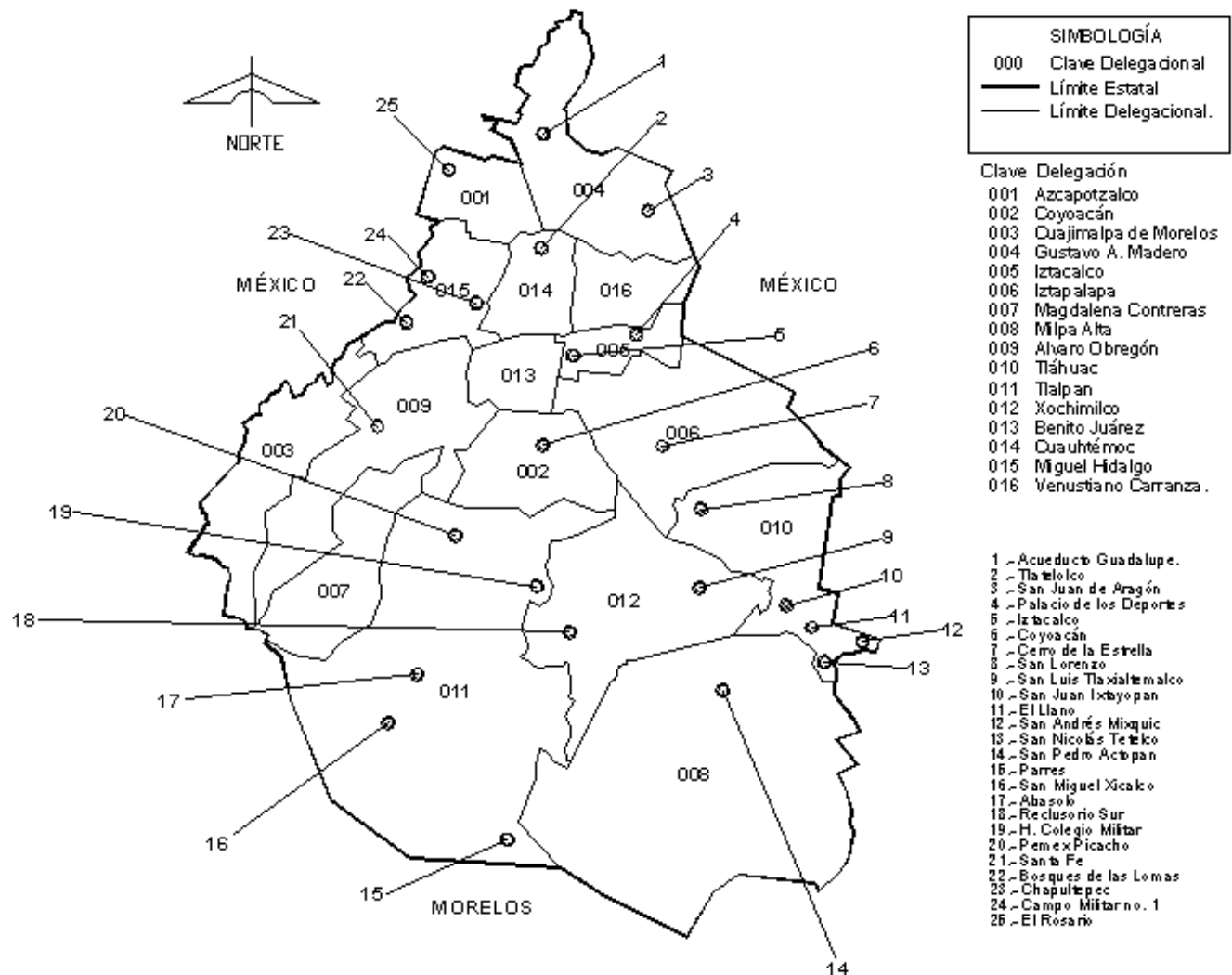
| | | | | | | |
|----------------------------------|------|--|------------|-------------------------------|---|--|
| | | | | | | comercios en Polanco. |
| Chapultepec / Miguel Hidalgo | 1956 | Llenado de lagos y riego de áreas verdes. | Secundario | Lodos activados convencional | Colectores Montes Urales y Ramal Periférico Norte | Lagos de 1ª. Y 2ª. Sección de Chapultepec, Panteón Dolores y Central Poniente. |
| Campo Militar 1 / Miguel Hidalgo | 1994 | Riego de áreas verdes | Secundario | Lodos activados convencional | Colectores Campo Militar 1, | Tanque Campo Militar 1. |
| La Lupita / Tlahuac | 1994 | Riego agrícola y saneamiento de cauces. | Secundario | Lodos activados convencional | San Juan Ixtayopan | Zona agrícola San Juan Ixtayopan |
| San Nicolás Tetelco / Tlahuac | 2001 | Riego de áreas verdes y agrícola | Secundario | Lodos activados convencional | San Nicolás Tetelco | Zona agrícola en San Nicolas Tetelco |
| Abasolo Tlalpan | 1993 | Riego de áreas verdes, agrícola y saneamiento de cauces. | Secundario | Lodos activados convencional | Abasolo | Riego de áreas verdes. |
| H. Colegio Militar Tlalpan | 1981 | Riego de áreas verdes. | Secundario | Lodos activados convencional. | Colegio Militar | Riego de áreas verdes. |
| Parres Tlalpan | 1994 | Riego de áreas verdes, agrícola y saneamiento de cauces. | Secundario | Lodos activados convencional | Parres | Riego de áreas verdes |
| PEMEX Picacho Tlalpan | 1993 | Riego de áreas verdes | Secundario | Lodos activados convencional | U.H. Pemex | Riego de áreas verdes. |

| | | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--|------------|--|---------------------------------------|---|
| San Miguel Xicalco / Tlalpan | 1994 | Riego de áreas verdes, agrícola y saneamiento de cauces. | Secundario | Lodos activados convencional | San Miguel Xicalco | Riego de áreas verdes |
| Reclusorio Sur / Xochimilco | 1981 | Riego de área verdes | Secundario | Lodos activados convencional | Aguas residuales del mismo reclusorio | Riego del Deportivo Xochimilco y Deportivo Cruz Azul. |
| Santa Fé / Álvaro Obregón | NP | Riego de áreas verdes e infiltración | Terciario | Lodos activados convencional, filtración con arena, grava y torres de carbón activado mas tratamiento de lodos. | | |
| El Llano / Tlahuac | Fuera de servicio | Riego agrícola, infiltración al acuífero y saneamiento en el manejo del agua | Terciario | Tipo modular, pretratamiento físico-químico, secundario biológico facultativo, terciario filtración y desinfección con rayos ultravioleta. | | |

Tabla 4.3.1 Plantas de Tratamiento de Agua Residual en Operación.

En la siguiente ilustración se muestra la ubicación de las plantas de tratamiento de agua residual antes enlistadas que existen en el Distrito Federal y como están distribuidas en sus dieciséis delegaciones políticas.

Ubicación de Las Plantas Tratadoras en La Ciudad de México.¹⁰



4.4 AGUAS RESIDUALES Y SU TRATAMIENTO.

El agua residual son las evacuaciones de agua utilizada en actividades humanas de una zona o ciudad, estas actividades son diversas, y van desde usos domésticos o industriales, de servicio agrícolas o pecuarios, y así como la mezcla de todas ellas. Dichas evacuaciones se hacen en la red de drenaje o saneamiento. Las aguas residuales deben devolverse a la tierra o los

¹⁰ Et. Al. Anuario Estadístico: Distrito Federal. Aguascalientes, México. INEGI. 525 páginas.

cuerpos de agua para la continuidad del ciclo hídrico, pero antes de hacer esto, se deben eliminar el mayor número de contaminantes de las aguas residuales para proteger el medio ambiente, esto dependiendo el caso de análisis de las condiciones locales, conocimiento científico y juicios técnicos. El tratamiento de las aguas residuales se puede dividir en tres etapas que son:

Recolección.- Las aguas residuales se recolectan por medio de la red de drenaje de las ciudades, en la mayoría de las ciudades las descargas son de tipo doméstico aunque en también existen descargas de tipo industrial, así como también existen las descargas de tipo pluvial, como es el caso de la ZMCM. A este tipo de drenaje se le conoce como combinado o mixto, como se mencionó anteriormente.

Tratamiento.- El tratamiento de las aguas residuales consiste en remoción y disminución de los contaminantes que contienen las aguas residuales, este proceso se lleva a cabo en plantas tratadoras, mediante procesos de tipo físico, químico, biológico u otros. Dichos procesos hacen posible la reutilización de esta agua para diversas actividades donde no se requiere el uso de agua potable. El tratamiento inicia separando los sólidos gruesos sedimentales (tratamiento primario). El siguiente paso es la separación de materia orgánica en suspensión de naturaleza coloidal y disuelta (tratamiento secundario) y remoción de materiales disueltos orgánicos e inorgánicos (tratamiento terciario y avanzado).

Evacuación.- La evacuación final de las aguas residuales tratadas del lodo y de los contaminantes concentrados separados por este tratamiento secundario, ha sido y continua siendo, uno de los problemas más difíciles en el campo de la ingeniería de las aguas residuales. En el pasado, la evacuación se realizaba en la mayoría de las ciudades por el método más sencillo posible, sin tomar en cuentas las desagradables condiciones que se provocaban en los lugares de vertido.

La irrigación, practicada en la antigua Atenas, fue probablemente el primer método de evacuación de las aguas residuales, si bien la disolución fue el primer método adoptado por el mundo. Surgieron algunos problemas cuando se evacuaron los residuos domésticos a las alcantarillas pluviales, ya que con esto se excedía frecuentemente la capacidad de auto depuración de la corriente de agua en la que la vertían.

En las plantas pequeñas de tratamiento, los contaminantes concentrados y lodos se evacuan frecuentemente a las lagunas o vertederos controlados. Sin embargo, en las grandes plantas de tratamiento en servicio para áreas metropolitanas, el volumen de residuos que requiere la evacuación final se ha hecho tan grande que la filtración al vacío seguida de secado e incineración debe usarse en la mayoría de los casos. Por otro lado, la cantidad de lodos aumenta igualmente al eliminarse nuevos contaminantes en cumplimiento de normas mas rigurosas para el vertido. Por tanto la continua investigación de mejores métodos y medios de evacuar los contaminantes concentrados de las aguas residuales continuará en el futuro en la lista de prioridades.

4.4.1 Características Físicas, Biológicas y Químicas del Agua Residual.

Los principales parámetros utilizados para caracterizar al agua residual son los de tipo físicos, químicos y biológicos.¹¹ Estos parámetros varían desde precisas determinaciones químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. Muchos de los parámetros están interrelacionados entre sí, como es la temperatura, que es un parámetro físico y que afecta tanto la actividad biológica del agua residual como las cantidades de gases disueltos en ella. Estos últimos están clasificados como parámetros químicos. (ver tabla 4.4.1)

Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual.

Características Físicas

| Parámetro | Origen |
|-------------|--|
| Sólidos | Suministro de agua, residuos industriales y domésticos |
| Temperatura | Residuos industriales y domésticos |
| Color | Residuos industriales y domésticos |
| Olor | Agua residual en descomposición |

Características Químicas

| | |
|-----------------------------|---|
| Orgánico: | |
| Proteínas | Residuos comerciales y domésticos |
| Carbohidratos | Residuos comerciales y domésticos |
| Grasas animales y minerales | Residuos industriales, comerciales y domésticos |
| Agentes tensoactivos | Residuos industrial y doméstico |
| Inorgánicos: | |
| Cloruros | Suministro de agua doméstica, residuos industriales |
| Alcanilidad | Residuos domésticos, suministro de agua doméstica |
| Nitrógeno | Residuos agrícolas y domésticos |
| Fósforo | Residuos industriales y domésticos |
| Azufre | Residuos industrial y doméstico |
| Gases: | |
| Oxígeno | Suministro de agua doméstica |
| Sulfuro de hidrógeno | Descomposición de aguas domésticas |
| Metano | Descomposición de aguas domésticas |

Características Biológicas

| | |
|-----------|---|
| Protistas | Residuos domésticos, plantas de tratamiento |
| Virus | Residuos domésticos |
| Animales | Corriente de agua al cubierto y planta de tratamiento |
| Plantas | Corriente de agua al cubierto y planta de tratamiento |

Tabla 4.4.1 Características físicas, químicas y biológicas del agua residual

¹¹ García de Alba Cassaigne, Rubén. “Construcción, Diseño, Costos, Mantenimiento y Funcionamiento de Plantas de Tratamiento de Agua para Fraccionamientos y Edificios de Departamentos en el D.F.” Inédita. México. Tesis presentada para aspirar al grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Universidad Iberoamericana. 2001. 115 pags.

4.4.1.1 Características Físicas.

El agua residual está constituida en más del 99.9 % por agua, pero el resto de sus componentes tienen una gran importancia. El agua residual fresca tiene un ligero aspecto aceitoso o jabonoso, es turbia y contiene sólidos de naturaleza reconocible por su gran tamaño.

A temperaturas del orden de 20° C, el agua residual pasa de su condición de fresca a séptica en un tiempo variable de 2 a 5 horas, dependiendo de la concentración de materia orgánica. La cantidad de sólidos residuales producidos por una sola persona es relativamente constante, pero la cantidad de agua que la persona utiliza es variable.

Determinación del contenido de sólidos presentes en el agua residual pueden estar en forma suspendida o en disolución. Los sólidos totales incluyen ambas formas y se determinan evaporando un volumen o peso determinado de muestra y pesando el residuo remanente, los resultados se expresan en mg/lit.

Temperatura.- Es generalmente más alta que la del suministro, debido a la adición de agua caliente proveniente de las industrias y casas. Como el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas de las aguas residuales observadas son más altas que las temperaturas locales del aire durante la mayor parte del año y solo más bajas durante los meses más cálidos del verano, según la localización geográfica. La temperatura media anual del agua residual varía de 10° C a 21° C, siendo 15° C un valor representativo.

La temperatura del agua es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas, velocidades de reacción y en la aplicación del agua a usos útiles. Una temperatura más elevada puede por ejemplo producir un cambio en las especies que existen en el agua.

Color.- La condición se refiere a la edad del agua residual. Se determina cualitativamente por su color y olor. El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, como quiera que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica.

Olor.- Los olores son debido a los gases producidos por la descomposición de materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el sulfuro de hidrógeno producido por los microorganismos anaerobios que reducen los sulfatos a sulfuros.

4.4.1.2 Características Químicas.

El agua residual contiene compuestos químicos de naturaleza orgánica e inorgánica. El tratamiento convencional del agua residual no está dirigido a la alteración del contenido en contaminantes inorgánicos. Cuando por determinadas circunstancias hay que mantener una calidad del agua más elevada, se emplean tratamientos terciarios, los cuales utilizan técnicas similares a las del tratamiento para la potabilización del agua.

Los componentes orgánicos incluyen aquellos presentes en los residuos que se descargan a la red del alcantarillado y los productos de su degradación, aunque por técnicas analíticas puede llegarse a distinguir entre grasas, proteínas, carbohidratos, etc., tal esfuerzo no vale la pena de ser realizado.

El nitrógeno y fósforo pueden estar presentes, tanto como parte de la fracción orgánica, como la inorgánica. La concentración de los mismos es importante desde el punto de vista de contaminación del agua, así como por ser necesario en cantidades reducidas para los sistemas de tratamiento biológicos.

La alcalinidad del agua residual es importante por que proporciona capacidad contra los ácidos producidos durante el curso de la acción bacteriana o de los sistemas nitrificantes. Conforme aumenta el tiempo, el ph del agua residual tiene tendencia a disminuir debido a la producción de ácidos, pero en el curso del tratamiento vuelve a elevarse.

4.4.1.3 Características Biológicas.

Los aspectos biológicos con los que el ingeniero sanitario debe estar familiarizado incluye el conocimiento de los grupos principales de microorganismos que se encuentran en las aguas superficiales y residuales así como aquellos que intervienen en el tratamiento biológico, el de los organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia y finalmente de los métodos utilizados para valorar la toxicidad de las aguas residuales tratadas.

Debido a su origen, el agua residual contiene grandes cantidades de microorganismos. Dependiendo de su edad y de la cantidad de agua de disolución, el número de bacterias presentes en el agua residual cruda suele oscilar entre 500,000/ml. a 5'000,000/ml.

Las bacterias, virus, protozoos, gusanos, etc., también se hallan presentes, pero su concentración es rara, como para proceder a su determinación. Las bacterias son plantas unicelulares las cuáles metabolizan elementos nutritivos en estado soluble y se reproducen por fusión binaria. Las bacterias son capaces de solubilizar partículas de alimento situadas en la zona exterior a la célula por medio de enzimas extracelulares y por lo tanto pueden eliminar materia orgánica que esté presente en el agua residual en forma soluble, coloidal y como sólidos suspendidos.

Medida del contenido orgánico.- Con el transcurso de los años se ha desarrollado una serie de ensayos para determinar el contenido orgánico de las aguas residuales. Un método consiste en medir la fracción volátil de los sólidos totales, pero este método está sujeto a muchos errores y rara vez se emplea. Los métodos de laboratorio más utilizados son los de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT).

DBO.- el parámetro de contaminación más utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales es la DBO a los 5 días (DBO₅). Se supone esta determinación es la medida de

oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica. La medida de la DBO es importante en el tratamiento de aguas residuales y para la gestión técnica de la calidad del agua residual por que se utiliza para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para establecer biológicamente la materia orgánica presente. Los datos de la DBO se utilizan para dimensionar las instalaciones de tratamiento y medir el rendimiento de algunos de estos procesos. Con los datos de la DBO se podrá asimismo calcularse la velocidad a la que se requerirá el oxígeno.

A fin de asegurarse que los resultados obtenidos sean significativos, la muestra deberá ser convenientemente diluida con agua de disolución especialmente preparada de modo que existan nutriente y oxígeno disponibles durante el periodo de incubación. Normalmente se preparan varias muestras para cubrir la gama completa de posibles valores.

Los intervalos de DBO pueden medirse con distintas soluciones, basadas en mezclas porcentuales y pipeteo directo, como se muestra en la siguiente tabla. (ver tabla 3.9)

| DBO medible en distintas diluciones de las muestras | | | |
|---|-----------------|--|------------------|
| Muestras porcentuales | | Pipeteo directo en botellas de 300 ml. | |
| % mezcla | Intervalo DBO | ML. | Intervalo DBO |
| 0.01 | 20,000 – 70,000 | 0.02 | 30,000 – 105,000 |
| 0.02 | 10,000 – 35,000 | 0.05 | 12,000 – 42,000 |
| 0.05 | 4,000 – 14,000 | 0.10 | 6,000 – 21,000 |
| 0.1 | 2,000 – 7,000 | 0.20 | 3,000 – 10,500 |
| 0.2 | 1,000 – 3,500 | 0.50 | 1,200 – 4,200 |
| 0.5 | 400 – 1,400 | 1.0 | 600 – 2,100 |
| 1.0 | 200 – 700 | 2.0 | 300 – 1,050 |
| 2.0 | 100 – 350 | 5.0 | 120 – 420 |
| 5.0 | 40 – 140 | 10.0 | 60 – 120 |
| 10.0 | 20 – 70 | 20.0 | 30 – 105 |
| 20.0 | 10 – 35 | 50.0 | 12 - 42 |
| 50.0 | 4 – 14 | 100.0 | 6 - 21 |
| 100.00 | 0 – 7 | 300.0 | 0 – 7 |

Tabla 4.4.1.3 DBO Medible en distintas diluciones de las muestras

El agua de dilución es inoculada en un cultivo bacteriano que ha sido aclimatado a la materia orgánica presente en el agua. El inóculo que se usa para preparar el agua de dilución para el ensayo de la DBO es un cultivo mixto. Dichos cultivos contienen un gran número de bacterias saprofitas y otros organismos que oxidan la materia orgánica no carbonosa. Cuando la muestra contiene una gran población de microorganismos (agua residual cruda) no es necesario realizar la inoculación. El periodo de incubación es generalmente de 5 días a 20° C, si bien pueden utilizarse otros periodos de tiempo y temperatura, esta última deberá ser constante a lo largo del ensayo.

La oxidación bioquímica es un proceso lento y teóricamente tarda un tiempo indefinido en completarse. Al cabo de un periodo de 20 días, la oxidación se ha completado en un 95 % a un 99 % y en el plazo de 5 días utilizando el ensayo de DBO, la oxidación se ha efectuado en un 60 – 70 %.

La temperatura de 20° C empleada es un valor medio para los cursos del agua que circula a baja velocidad en climas suaves y es fácilmente obtenible en un incubador. A distintas temperaturas se obtendrán diferentes resultados ya que las velocidades de reacción bioquímica son funciones de la temperatura.

Durante la hidrólisis de las proteínas se produce materia no carbonosa, tal como el amoníaco. Algunas materias autógrafas son capaces de utilizar oxígeno para oxidar el amoníaco a nitritos y nitratos. La demanda de oxígeno de las materias nitrogenadas causadas por las bacterias autótrofas se conoce como la segunda fase de la DBO.

Sin embargo, a 20° C la velocidad de reproducción de las bacterias nitrificantes es muy lenta. Normalmente han de pasar de 6 a 10 días para que alcancen número significativos y ejerzan una demanda de oxígeno medible. La interferencia causada por su presencia puede eliminarse mediante un pre tratamiento de la muestra o con el uso de agentes inhibidores.

Los procedimientos de pre tratamiento incluyen la pasteurización, cloración y tratamiento ácido. Los agentes inhibidores suelen ser de naturaleza química e incluyen el azul de metileno, tiourea y aliltiourea. Las limitaciones de la determinación de la DBO incluyen la necesidad de tener que disponer de una elevada concentración de bacterias activas aclimatadas que hagan inóculo.

CAPÍTULO 5.- PROCESOS Y ELEMENTOS QUE INTEGRAN A LAS PLANTAS TRATADORAS

Ahora es necesario referirse a los procesos necesarios para llevar a cabo el tratamiento del agua residual, los tipos de éstos, las diferentes clases de plantas que existen y los elementos que componen una planta. Se hizo un reporte fotográfico de la planta en estudio y una maqueta virtual en autocad.

5.1 Procedimientos de Tratamiento para Aguas Residuales.

Los procedimientos en el tratamiento de aguas residuales consisten en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen con finalidad eliminar los contaminantes presentes en el agua. Estos procedimientos son cuatro y a continuación se describen.

Proceso de Pre-tratamiento.

El agua residual contiene cantidades variables de sólidos flotantes y suspendidos, algunos de ellos de tamaño considerable. Algunos materiales, tales como trapos, pedazos de madera, papeles, metales y plásticos, todo esto y más pueden ser introducidos en el drenaje y llegar hasta la planta de tratamiento. Las instalaciones de tratamiento suelen contar con un sistema de medida del caudal, como un canal Parshall y sistemas mecánicos y físico – químicos cuyo objeto es la eliminación de sólidos flotantes de gran tamaño, las arenas y a veces, las grasas. Estos elementos, antes mencionados, se deben eliminar cuando su presencia puede interferir con los procesos de tratamiento subsecuentes o con los equipos mecánicos.

Proceso de Tratamiento Primario.

Tradicionalmente, el tratamiento primario consiste en el uso de procesos de recolección de sólidos flotantes de gran tamaño por medio de una rejilla, donde quedan atrapados. Posteriormente se da la sedimentación para eliminar los sólidos de menor tamaño que lograron pasar por la rejilla suspendidos de naturaleza inorgánica y orgánica. Este proceso se lleva a cabo por medio de clarificadores o desarenadores. En algunos casos se añaden productos químicos a los clarificadores primarios para eliminar los sólidos finalmente divididos, coloidales, y o para precipitar el fósforo.

Proceso de Tratamiento Secundario.

El objetivo de los sistemas de tratamiento secundario es la eliminación de la materia orgánica disuelta y coloidal que queda remanente después del tratamiento primario. Aunque la eliminación de estos componentes puede realizarse por medio de tratamientos físico – químicos, la denominación de tratamiento secundario se aplica generalmente a procesos de tratamiento biológicos.

Como se ha mencionado el agua residual, además de contener materia orgánica, contiene un gran número de microorganismos. Los tratamientos biológicos consisten en la aplicación controlada de procesos naturales por los cuales los microorganismos eliminan la materia orgánica disuelta y coloidal del agua residual, al tiempo que ellos mismos sufren un proceso de eliminación.

A fin de llevar a cabo este proceso natural en un tiempo razonable, es preciso disponer de un gran número de microorganismos en un reactor de tamaño razonablemente reducido. Existen dos tipos de reactores anaeróbicos y aeróbicos.

La digestión anaeróbica es un proceso bacteriano que se realiza en ausencia del oxígeno. El proceso puede ser la digestión termofílica en la cual el fango se fermenta en tanques en una temperatura de 55°C o mesofílica, en una temperatura alrededor de 36° C. Sin embargo permitiendo tiempo de una retención más corta, así en los pequeños tanques, la digestión termofílica es más expansiva en términos de consumo de energía para calentar el fango.

La digestión aeróbica es un proceso bacteriano que ocurre en presencia del oxígeno. Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica y la convierten en el bióxido de carbono. Una vez que haya una carencia de la materia orgánica, las bacterias mueren y son utilizadas como alimento por otras bacterias. Esta etapa del proceso se conoce como respiración endógena. La reducción de los sólidos ocurre en esta fase. Porque ocurre la digestión aeróbica mucho más rápidamente, los costos de capital de digestión aerobia son más bajos. Sin embargo, los gastos de explotación son característicos por ser mucho mayores para la digestión aeróbica debido a los costes energéticos para la aireación necesitada para agregar el oxígeno al proceso.

Procesos de cultivo fijo.- Los procesos de cultivo fijo, utilizan un medio sólido que sirve de soporte a los sólidos bacterianos que se acumulan en el mismo, a fin de mantener elevada la población de microorganismos. La superficie disponible para tal desarrollo bacteriano es un parámetro de diseño importante, habiéndose desarrollado cierto número de procesos cuya finalidad es maximizar tal superficie, al tiempo que ciertos valores de algunos factores limitantes. Entre los procesos de cultivo fijo se pueden encontrar otros sistemas similares que son objeto de patentes.

Proceso de cultivo en suspensión.- Los procesos de cultivos en suspensión mantienen una masa biológica adecuada en suspensión en el reactor, por medio de un mezclado que sea natural o mecánico. En la mayor parte de los procesos, el volumen necesario se reduce a base de reciclar microorganismos desde el clarificador secundario para poder mantener una concentración elevada de sólidos. Los procesos de cultivo en suspensión incluyen los lodos activados y sus varias modificaciones, estanques de estabilización y sistemas de digestión de lodos.

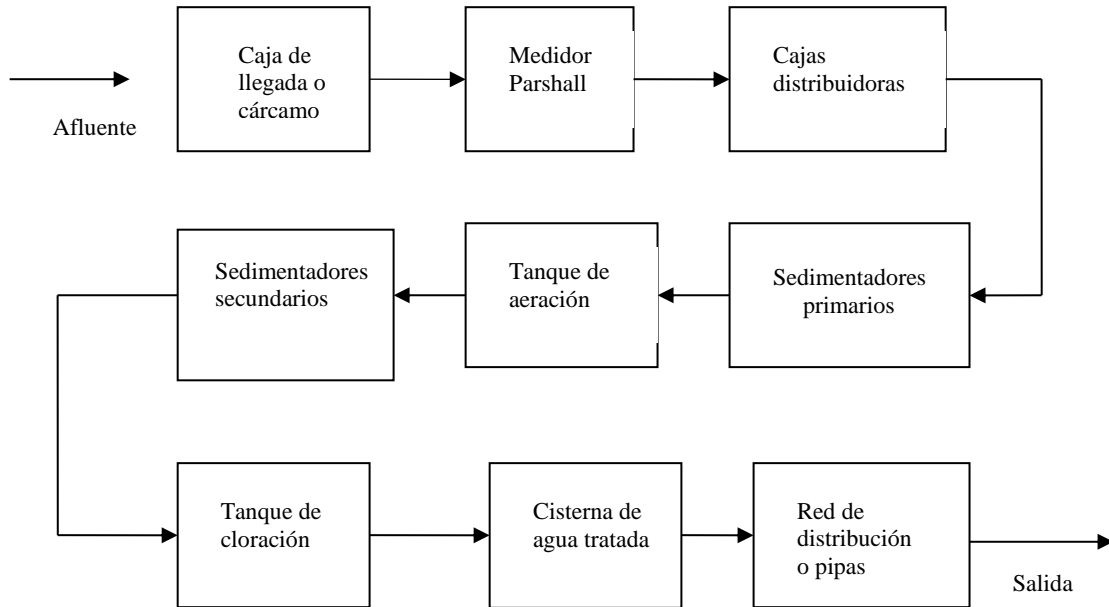
Tratamiento y Evacuación de Lodos.

El conjunto de sólidos suspendidos que entran en una planta depuradora y los sólidos generados en el tratamiento biológico, son recogidos como lodos en algún punto del proceso de tratamiento. El carácter y cantidad de los sólidos depende, hasta cierto punto de los tratamientos primarios y secundarios empleados y por lo tanto la elección de estos sistemas debe girar alrededor de los problemas que se puedan prever al tratar los lodos. Se ha comprobado que los costos por tratamiento de los lodos son del 30% al 40% de los costos del primer proceso, del 50% de los de operación y que los problemas derivados de tal tratamiento suponen el 90% de los problemas de funcionamiento de las plantas depuradoras.

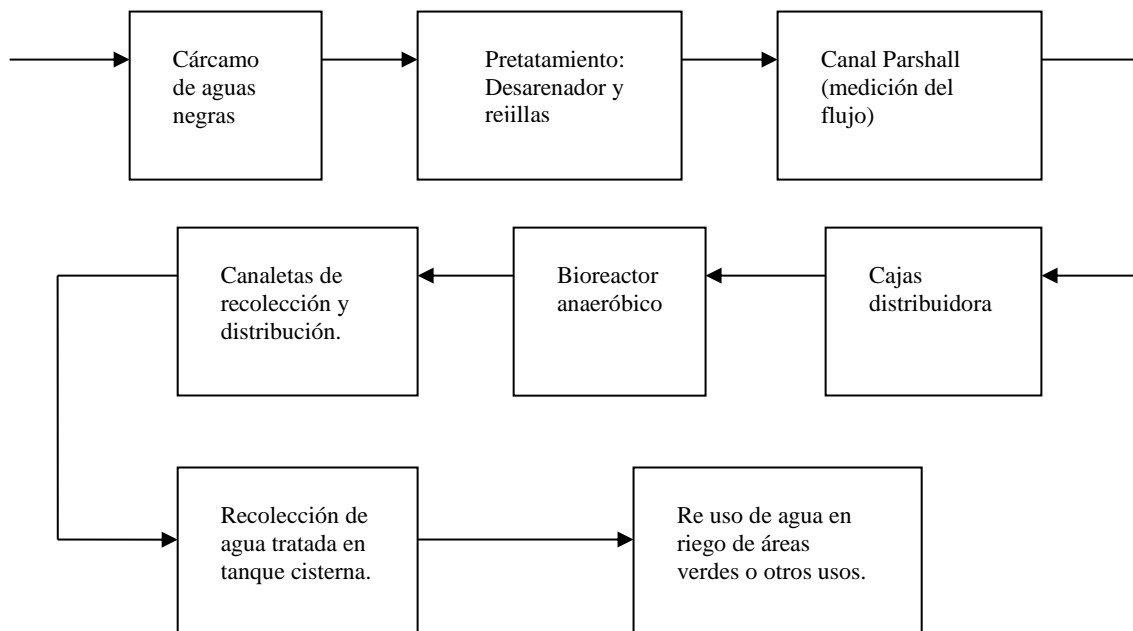
5.2 Elementos de una planta tratadora de reactor aeróbico y anaeróbico

Las plantas tratadoras de aguas residuales de ambos tipos constan de los siguientes elementos.

Planta Aeróbica:



Planta Anaeróbica:



5.3 Registro Fotográfico de la Planta Tratadora de la UAM Iztapalapa.



Foto de Cárcamo de recolección y bomba sumergible.



Foto de Desarenador



Foto de Rejillas para remover sólidos gruesos



Foto de Canal Parshall o Canal de Medición.



Foto de Cajas de distribución y Canaletas de recolección.



Foto de Reactor Anaeróbico y salidas de lodos.



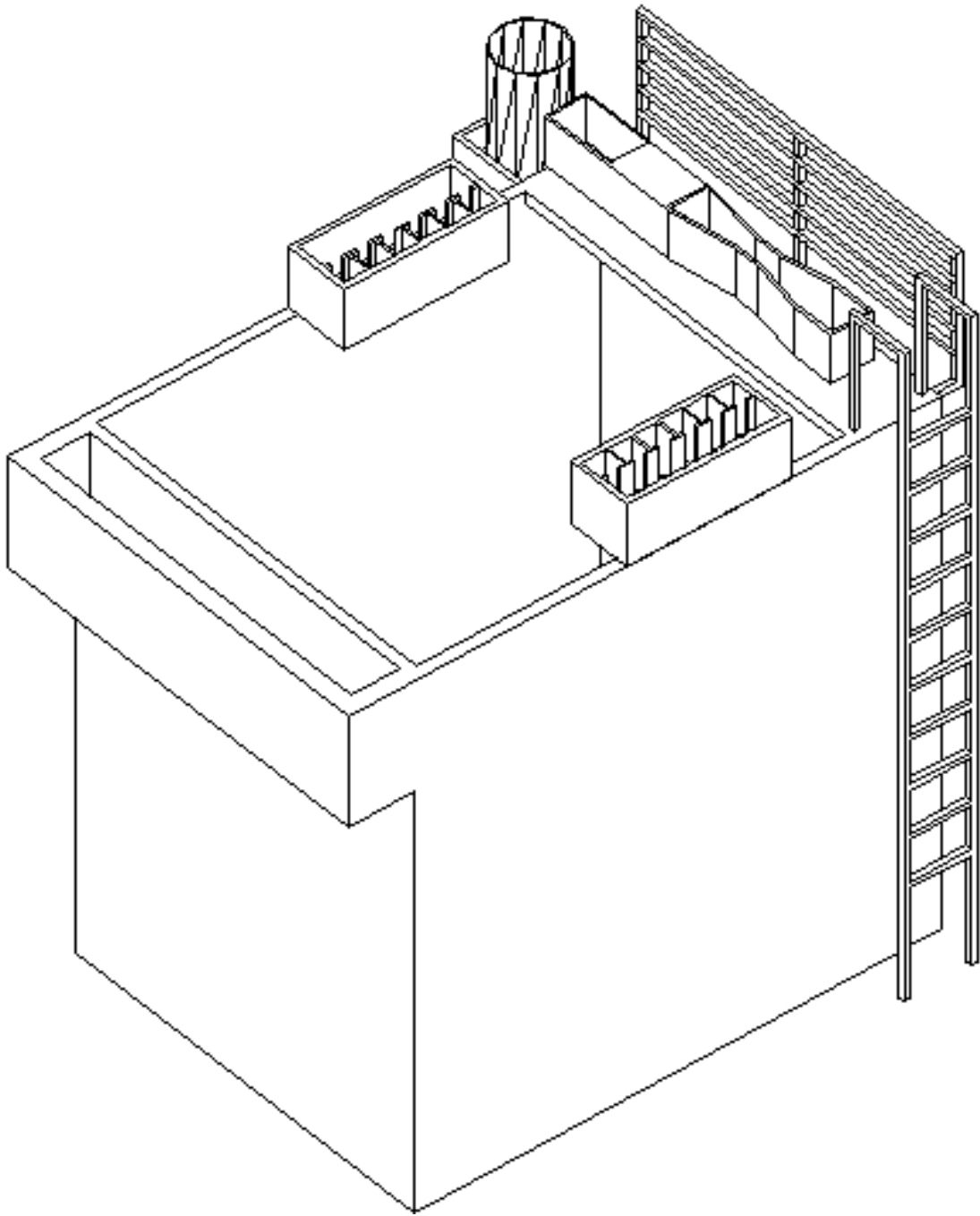
Foto de Canaletas de recolección y distribución.



Foto de Cisternas para agua tratada.



Foto de la Planta de Tratamiento de aguas residuales.



5Axonométrico de la Planta Tratadora de Aguas Residuales

CAPÍTULO 6.- TEORÍA DE LA VALUACIÓN.

Es necesario definir de términos relacionados a la valuación, a los diferentes usos que puede tener un avalúo. Se hace mención sobre los enfoques que integran un avalúo, como la homologación se ponen en igualdad de circunstancias los comparables contra el sujeto en estudio. Se hace referencia de los elementos y componentes de tres enfoques (Mercado, Costos y Capitalización). Se muestra dos casos formatos con los enfoques de Costos y Capitalización.

6.1 Definición de Avalúo y División de los Bienes.

Es un dictamen técnico e imparcial de la estimación del valor comercial de un bien inmueble o bien mueble, dicha estimación se hace en base a las características físicas, de uso y un análisis de mercado, tomando en cuenta las condiciones físicas del bien a valorar.

Los bienes se dividen en dos grandes categorías: Los bienes inmuebles y los bienes muebles. Los bienes inmuebles son inamovibles por estar ligados al suelo, unidos de modo inseparable, física o jurídicamente al suelo. Los bienes muebles son aquellos que pueden transportarse fácilmente de un lugar a otro manteniendo su integridad. El concepto de valor de los bienes surge por la necesidad o deseabilidad de los mismos. Si un bien es deseado por su uso o cualidades estéticas, tiene un valor para el alguien.

6.2 Usos del Avalúo.

Considerando la diversidad de sus usos y para qué fin se está realizando un avalúo, se mencionan algunos de los diversos usos:

La necesidad de comprar o vender el inmueble.

Utilizar el inmueble como garantía de crédito.

Conocer la suma asegurable del inmueble.

Análisis de decisiones entre diferentes alternativas de inversión.

Conocer la renta justa a pagar por el arrendamiento del inmueble.

Conocer el valor del inmueble para efectos tributarios o impositivos (pago de impuesto sobre la renta, traslación de dominio, predial)

Conocer el costo de inversión en el inmueble para fines fiscales o judiciales, etc.

6.3 Enfoques de Valuación.

En un mercado de bienes raíces perfectamente transparente y eficiente, la estimación de valor de un bien inmueble no debería ser un problema. Pero desafortunadamente para la profesión de valuador, el mercado no es perfecto ni eficiente y mucho menos transparente por lo que cuando el precio de una propiedad no está claramente definido, necesitaremos recurrir a técnicas complementarias para estimar el valor de un bien inmueble. Por lo que los bienes inmuebles se analizan generalmente mediante los enfoques de mercado, de costos y de capitalización, considerando en su aplicación aquellos factores o condiciones particulares que influyan o puedan influir significativamente en los valores, razonando y ponderando los resultados de la valuación por los enfoques utilizados en función de las características, condición y vocación del inmueble. En algunos casos o por alguna circunstancia alguno de los

enfoques de valuación no pueden aplicarse, por lo que se concluirá la estimación de valor del bien a valorar por el método que mejor refleje este valor.

6.3.1 La Homologación de Factores en los Enfoques de Valuación.

La definición de homologar es la acción de poner en relación de igualdad y semejanza dos cosas o sujetos. En la valuación inmobiliaria se estarían comparando bienes inmuebles, haciendo intervenir sus variables físicas de conservación, superficie, zona, ubicación, edad consumida, uso de suelo, negociación o cualquier variable que se estime prudente incurrir para un razonable análisis. Estas características de comparación se homologan y son plasmadas en tablas para este fin. Esta homologación se hace por medio de Factores de Homologación que se definen como la cifra que establece el grado de igualdad y semejanza expresado en fracción decimal, que existe entre las características particulares de dos bienes del mismo género para hacerlos comparables entre sí.

6.4 Definición del Enfoque de Mercado.

Este enfoque se define como la cantidad expresada en términos monetarios a una fecha determinada, en la que un comprador y un vendedor, ambos enterados de las características principales y particulares de un bien y de las condiciones del mercado vigentes, estarían dispuestos al intercambiar una cantidad monetaria por un bien raíz, estando libres de presiones externas y realizando esta operación de venta o intercambio en un tiempo razonable.

El enfoque de mercado se basa en la comparación de bienes con características físicas y legales similares al bien en estudio. Estas características físicas similares deben ser preferentemente analizadas por su ubicación, uso, constructivas, cronológicas, conservación y arquitectónicas. Las características legales serían el régimen bajo el cual se encuentra el bien, como puede ser en privada colectiva (condominio) o privada particular. Se podrían buscar más cualidades o beneficios para estimar el valor de un bien pero todo depende del grado de complejidad que requiera o se busque en el análisis. Inclusive el formato del dictamen puede ser una limitante para determinar el número de cualidades propuestas, ya que existe un formato aprobado por las instituciones que regulan la valuación.

6.5 Características Físicas de los Comparables en el Enfoque de Mercado.

Por su ubicación: Los comparables están dentro de un entorno físico equiparable o en el mismo radio de influencia del bien en estudio. El entorno urbano o colonia de los comparables deberá tener los mismos beneficios que el entorno urbano del sujeto. Lo ideal es que los comparables estén dentro de la misma colonia. En algunos casos se presentarán muchos comparables ideales, en otros no.

Por Uso: los comparables tienen el mismo destino o vocación. Los usos o destinos más comunes de un bien puede ser de tipo: habitacional, comercial, salud, cultural, deportivo, industrial o agrícola. Dependiendo del uso del bien en estudio, los comparables deben tener el mismo uso.

Por Constructivas: los comparables deben tener preferentemente una similitud en cuanto a número de niveles, tipos de materiales utilizados en sus entresijos y techados, y la calidad en sus acabados interiores y exteriores. Dependiendo del número de niveles de un comparable, las secciones de los elementos estructurales varían y por lo tanto su capacidad de carga para los entresijos y techados, así mismo los acabados pueden variar en espesor o calidades por esta capacidad de carga.

Por Cronológicas: los comparables deben tener preferentemente una similitud en la fecha de su construcción debido a que los materiales tienen una vida útil. Con el paso del tiempo comienzan a apreciarse la fatiga en algunos elementos estructurales. Habrá caso en que no sean exhibidos en el mercado, comparables con edades similares al sujeto, habrá entonces que buscar los más similares.

Por Conservación: los comparables deben tener preferentemente el mismo estado de conservación que el bien a valorar. El estado de conservación alargará la vida probable del bien e incrementará el valor del mismo bien. El estado de conservación puede calificarse como ruinoso, malo, normal o bueno (Aplicando la normatividad del Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria). Generalmente el estado de conservación califica la continuidad del mantenimiento o renovación en los elementos de los acabados interiores como exteriores, estos elementos son los recubrimientos finales (aplanados, pinturas sobre muros, plafones y herrerías, losetas en pisos, azulejos en muros y carpintería), pero no el estado de conservación de las instalaciones hidrosanitarias o eléctricas.

Por Arquitectónicas: los comparables deben tener preferentemente un área y un proyecto destinado a un uso similar al bien valuado, así como una similitud en la calidad de los materiales utilizados como acabados finales en exteriores e interiores.

En el mercado habrá comparables idénticos, similares, muy similares y parecidos a las características del bien a valorar, esta primera circunstancia simplifica la tarea del valuador. Y en otros casos habrá comparables no son tan parecidos en cuanto a las características del bien a valorar, los habrá de diferentes edades, calidades de materiales o superficie.

El Enfoque de Mercado como se mencionó anteriormente, se basa en la comparación de características. La homologación de estas características nos dará un valor resultante de mercado por M² homologado de construcción. (Se han mencionado algunas de las características más significativas y utilizadas en el análisis para la estimación del valor comercial de un bien).

6.6 Expresión Matemática del Enfoque de Mercado.

El resultado del análisis para la estimación del valor comercial de un bien por el Enfoque de Mercado puede expresarse matemáticamente de la siguiente manera:

Valor de Mercado = Área construida (M²) x Valor Resultante de Mercado (\$/M²) x *Factor de Comercialización.

(*Habrá casos en donde este Valor de Mercado se tendrá que aplicarle un Factor de Comercialización debido a que el área construida no está hecha con un mismo sistema constructivo.)

6.7 Justificación de la No Aplicación del Enfoque de Mercado en este Trabajo.

Hay bienes inmuebles que por sus características y uso, no tienen un mercado con abierto y el número de comparables es muy limitado o incluso nulo tipo. Este tipo de bienes son clasificados como atípicos. Por esta condicionante el enfoque de mercado no puede ser utilizado ya que el análisis sería inadecuado.

El estimar el valor comercial una planta tratadora de aguas residuales es un ejemplo de un bien atípico, ya que no existe un mercado de venta con comparables para realizar un análisis para la estimación de valor de la planta. Por lo que para el presente estudio el enfoque de mercado queda descartado debido a las circunstancias antes mencionadas.

6.8 Definición y Utilidad del Enfoque de Costos.

Este enfoque se define como el valor que tienen los inmuebles en conjunto con sus instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias a la fecha del dictamen de apreciación, en base a las condiciones físicas en que se encuentran de acuerdo a su edad, estado de conservación y grado de obsolescencia. En este enfoque se considera la edad original, el mantenimiento, funcionalidad del proyecto, el costo de inversión y la vida útil remanente.

El enfoque de costos nos sirve para determinar el nivel adecuado del costo de reproducción, el valor de un bien es comparable al costo de reposición o reproducción de uno nuevo igualmente deseable y con utilidad o funcionalidad semejante a aquel que se valúa. El costo se define como los recursos utilizados para lograr un objetivo específico o también es la cantidad pagada por algún bien o servicio. La cantidad requerida para producir algún bien o servicio y se mide o expresa generalmente en alguna unidad monetaria.

6.9 Componentes que Integran el Enfoque de Costos.

El enfoque de costos es la suma final del valor de todos los componentes que en conjunto forman un bien inmueble. Estos componentes deberán ser afectados por los factores aplicables y que indiquen las normativas indicadas por instituciones reguladoras o manuales técnicos a los que está sujeta la metodología de valuación. Para este trabajo se utilizó el procedimiento de valuación del Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria del Distrito Federal, debido a la localización de la planta tratadora en estudio.

Los componentes que integran el enfoque de costos son:

Valor del Terreno.

Valor de las Construcciones y de las Instalaciones Especiales, Elementos Accesorios y obras complementarias.

6.9.1 Definiciones de los Elementos Considerados para el Cálculo del Valor del Terreno.

El Terreno se podría definir como el espacio físico en donde se desplanta el bien inmueble y es el área de tierra delimitada por sus colindancias y las medidas lineales de las mismas, que conforman el polígono del terreno. Los terrenos pueden tener diferentes usos como son habitacionales, comerciales, industriales o agrícolas dependiendo de las cartas delegacionales o municipales. (Se mencionaron los más usuales, existe muchos más).

El Indiviso se podría definir como el porcentaje de los derechos y obligaciones que tiene una persona sobre un bien inmueble. El indiviso dependerá del régimen de propiedad bajo el cual se encuentre el bien. Hay varios tipos de regímenes como pueden ser:

El Régimen y sus variantes.

En condominio: es un concepto legal en donde varias unidades privativas (departamentos, casas locales o naves industriales o comerciales) susceptibles de aprovechamiento independiente y que pertenecen a distintos propietarios, quienes gozan de un derecho singular sobre su unidad de propiedad exclusiva, así como un derecho de copropiedad (porcentaje) sobre los elementos y partes comunes. En este régimen el indiviso es menor al 100%.

Régimen particular o individual: es un concepto legal en donde un o varias unidades privativas (departamentos, casas locales o naves industriales o comerciales) susceptibles de aprovechamiento independiente y que pertenecen a una sola persona moral o física y que goza del derecho absoluto sobre todos los elementos que conforman el bien inmueble. En este régimen el indiviso es igual al 100%.

El Factor Resultante de Tierra *(FRe) es la multiplicación de los factores de eficiencia del suelo indicados en el Manual antes referido. Estos factores son y se aplican al terreno de acuerdo a la zona (FZo), ubicación (FUb), frente (FFr), forma (FFo) y superficie (FSu).

La expresión matemática del FRe es la siguiente:

$$FRe = FZo \times FUb \times FFr \times FFo \times FSu.$$

El FRe nunca será menor que 0.60 y solo deberán utilizarse sólo dos decimales para cada factor.

El Valor Unitario Resultante (\$/M²) se podría definir como el valor de M² del terreno y que se obtiene por medio de un estudio de mercado de terrenos y una homologación en basada en las características de los terrenos comparables y el terreno del sujeto a valorar.

6.9.2 Fórmula para el Cálculo del Valor del Terreno.

El valor del terreno se obtiene multiplicando los siguientes elementos:

Valor del terreno = Área del Terreno (M²) x Indiviso correspondiente (%/100) x Factor Resultante de Tierra (FRe) x Valor Unitario Resultante (\$/M²).

6.10 Definiciones de los Elementos Considerados para el Cálculo del Valor de las Construcciones y de las *Instalaciones Especiales, Elementos Accesorios y obras complementarias.

La construcción o construcciones se podrían definir como las áreas cubiertas compuestas principalmente por una cimentación (superficial o profunda) y un sistema estructural de carga con diferentes niveles de entresijos y un techo o techumbre, además cuentan con complementos que son las instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias. El área de las construcciones se obtiene por medición con cinta métrica realizada en campo, por planos arquitectónicos o por un régimen en condominio. Y los *complementos se pueden llegar a cuantificar por unidades como equipos, módulo, piezas, lotes, metros, m² ó m³.

Las instalaciones especiales se podrían definir como aquellas instalaciones electromecánicas adheridas al inmueble e indispensables para el funcionamiento operacional de éste. Por citar unos ejemplos, los elevadores de un edificio, montacargas en una fábrica o almacén.

Los elementos accesorios se podrían definir como los bienes muebles que resultan necesarios para llevar a cabo funciones específicas en un inmueble de uso especializado y que terminan siendo parte del mismo. Por citar unos ejemplos, la pantalla de proyección en una sala cinematográfica, una bóveda de seguridad en un banco o una cocina integral en un casa o departamento.

Valor de Reposición Nuevo (V.R.N.) de un bien material se podría definir como el costo actual de un bien valuado considerándolo como nuevo, con sus gastos de ingeniería e instalación, en condiciones de operación, a precios de contado. Este costo considera entonces todos los costos necesarios para sustituir o reponer un bien similar al que se está valuando, en estado nuevo condiciones similares. Puede estar estimado como Costo de Reemplazo o bien como Costo de Reproducción, que se define estos dos últimos costos como la cantidad necesaria, expresada en términos monetarios para construir una réplica nueva de un bien existente, utilizando el mismo diseño y materiales de construcción. El costo de reproducción se considera un valor en tanto aparece registrado en libros.

El monto del V.R.N. está definido por la clasificación de la construcción del bien a valorar. Para la clasificación de las construcciones existen varios parámetros o lineamientos,

como se ha mencionado repetidamente, para el presente trabajo se tomó los parámetros del Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria del Distrito Federal.

Valor Neto de Reposición (V.N.R.) de un bien material se podría definir como el valor físico que tiene un bien a la fecha del avalúo y se determina a partir del costo de reposición nuevo, disminuyéndole los efectos debidos a la vida consumida respecto a su vida útil total, al estado de conservación, al grado de obsolescencia y a otros elementos de depreciación.

Para obtener el V.N.R. se multiplica el V.R.N. x Factor de Conservación x Factor de Depreciación por edad.

Las construcciones se clasifican según el manual antes referido por Uso, Rango de niveles y Tipos.

Por Uso: Las construcciones están clasificadas como: habitacionales (H), hoteles (L), Industrial (I), oficinas (O), abasto (A), comerciales (C), deportivas (D), culturales (Q), salud (S) y comunicaciones (K).

Por Rango de Niveles: Las construcciones por sus niveles construidos (sobre el nivel de banquetas) están clasificadas con las siguientes claves:

02 de 1 a 2 niveles.

05 de 3 a 5 niveles.

10 de 6 a 10 niveles.

15 de 11 a 15 niveles.

20 de 16 a 20 niveles.

99 de 21 o más niveles.

RU Rango Único (Construcciones con uso comercial, deportivo, abasto, industrial, comunicaciones y culturales sin una clara definición de niveles).

Por su Tipo: Las construcciones por la calidad de sus acabados interiores como exteriores, por las secciones y longitudes de los elementos verticales y horizontales que forman su estructura y el techado de la misma, están clasificadas en el Manual antes referido con las siguientes claves:

Tipo 1 Precaria.

Tipo 2 Económica.

Tipo 3 Media.

Tipo 4 Buena.

Tipo 5 Muy Buena.

Tipo 6 Lujo.

Tipo 7 Especial.

Factor de Depreciación.

Existen varios tipos de depreciación, y se puede definir como la pérdida de valor del costo nuevo de un bien ocasionada por el uso, el deterioro físico, por edad, la obsolescencia funcional – técnica (interna) y/o la obsolescencia económica (externa).

Para el presente trabajo se usarán los factores de depreciación por conservación (FCo) y por edad (FE_d). Estos factores son los índices se aplican al valor de V.R.N., permitiendo ajustar al mismo según el estado actual que presenta el bien y la vida consumida del mismo.

Factor de Conservación (FCo).

Dependiendo del estado de conservación de las construcciones, se puede usar los siguientes factores y clasificaciones según el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria del Distrito Federal. Las clasificaciones son:

| | | |
|----|---------|------|
| RU | Ruinoso | 0.00 |
| ML | Malo | 0.80 |
| NO | Normal | 1.00 |
| BU | Bueno | 1.10 |

Factor de Depreciación por edad (FE_d).

Existen varios criterios o métodos de depreciación, los cuáles solo toman en cuenta la edad. Es importante tener presente que existen muchos métodos o fórmulas para el cálculo de la depreciación bajo el enfoque contable, para el presente trabajo se utiliza el Factor de Edad (FE_d)¹² indicado en el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria del Distrito Federal.

Fórmula de la Tesorería del D.F. (FE_d)

$$FE_d = \frac{0.100 VP + 0.900(VP-E)}{VP}$$

En donde:

VP = Vida probable de la construcción nueva. (ver tabla de vida útil de las construcciones).

E = Edad de la construcción.

¹² Gobierno del Distrito Federal. Gaceta Oficial del D.F. Inédita. México. 2014

6.10.1 Fórmula para el Cálculo del Valor del Construcción o Construcciones.

El valor de la construcción o construcciones por su tipo, se obtiene multiplicando los siguientes elementos y sumando los productos resultantes.

Valor de las construcciones = área construida (M² por tipo) x Valor de Reposición Nuevo (V.R.N.) x Factor de Conservación (FCo) x Factor de Depreciación por edad (FE_d).

6.10.2 Fórmula para el Cálculo del Valor de las Instalaciones Especiales, Elementos Accesorios y Obras Complementarias.

El valor de las instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias se obtiene multiplicando los siguientes elementos y sumando los productos resultantes.

Valor de los *complementos = Cantidad x Valor de Reposición Nuevo (V.R.N.) x Factor de Conservación (FCo) x Factor de Depreciación por edad (FE_d) x Indiviso correspondiente (%/100).

6.11 Aplicación del Enfoque de Costos para la Planta Tratadora de Aguas Residuales de la UAM Iztapalapa.

En este subtema se utilizan algunos de los conceptos aplicables antes descritos para la realización del cálculo para el enfoque físico de la planta motivo de este estudio. Este cálculo se hace en un formato que varía en forma, pero que contiene debe contener tres apartados, uno para el cálculo del valor del terreno, otro para el valor de las construcciones y un tercero para el cálculo de las instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias.

El área del terreno (Inciso A) de la planta tratadora es de 264.35 m² con un valor unitario de mercado por m² de \$ 6,700. A este valor unitario se le aplicó el factor de eficiencia del terreno (FRe) de 0.76, por forma (FFo) y superficie (FSu). Quedando un valor unitario resultante de \$ 5,092 por m².

Las áreas construidas de la planta (Inciso B) son dos, la planta misma y una oficina, éstas se clasificaron en dos tipos debido a su calidad y uso en las mismas. La construcción de la planta es únicamente el reactor de la planta y es de concreto armado, y su uso podría ser industrial o comercial. El cuerpo de la oficina es de lámina de asbesto y su uso es administrativo. El área construida de la planta es de 24 m² y el de las oficinas es de 8 m². Como se mencionó anteriormente dependiendo de la clasificación de las construcciones, el V.R.N. se define con un monto. Para después afectar el V.R.N. por un factor de demérito, para este caso de uso el demérito de edad (FE_d). Para la planta el FE_d es de 0.74 y para la oficina de 0.98.

Las instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias de la planta (Inciso C) son siete elementos y su V.R.N. está definido por calidad. Al igual que en el cálculo de las construcciones este V.R.N. se afectó por el FE_d, el cuál varía dependiendo de la vida útil remanente de estos elementos.

A continuación se muestra el cálculo del enfoque de costos de la planta en un formato para este fin.

| VI.- ENFOQUE DE COSTOS | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---|-------------------|----------------------------|------------------|-------------------|--------------|------------|------------------|
| A) Terreno | | | | | | | | | | | | |
| Área del lote tipo o moda M ² : | | 1,500 | | Código | | A090132 | | | | | | |
| Valor unitario de mercado \$/M ² : | | 6,700 | | Valor unitario de referencia : \$/M ² | | 2,883.00 | | | | | | |
| Factores de eficiencia del terreno : | | | | FZo | FUb | FFr | FFo | FSp | FRe | | | |
| | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.83 | 0.92 | 0.76 | | | |
| Fracción | Área M ² | Valor Unitario \$/M ² | Factor Resultante FRe | Motivo del Coeficiente | Valor Unitario Resultante \$/M ² | Valor Parcial \$ | | | | | | |
| 1 | 264.35 | 6,700 | 0.76 | FRe | 5,092.00 | 1,346,070.20 | | | | | | |
| SUMA | 264.35 | | Indiviso | 1.00 | SUBTOTAL (A) : | 1,346,070.20 | | | | | | |
| B) Construcciones | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Factores de depreciación | | | | | | | | |
| Descripción | | Área M ² | V. R. N. \$/M ² | Conser- vación | Edad | Factor Resultante | V. N. R. \$/M ² | Valor Parcial \$ | | | | |
| Planta tratadora de aguas residuales | | 24.00 | 5,200 | 1.00 | 0.74 | 0.74 | 3,848.00 | 92,352.00 | | | | |
| Oficinas | | 8.00 | 3,200 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 3,136.00 | 25,088.00 | | | | |
| SUMA | | 32.00 | | | | | | SUBTOTAL (B) : | | 117,440.00 | | |
| C) Áreas, obras, e instalaciones especiales comunes (Reg. Prop. Privada en Condominio) | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Factores de depreciación | | | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Clave | Cantidad | V. R. N. \$ | Edad | Vida Útil | Conser- vación | Edad | Factor Resultante | V. N. R. \$ | Indiviso | Valor Parcial \$ |
| | | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL (C) : | | | | | | | | | | | | |
| C) Instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias (Reg. Prop. Privada) | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Factores de depreciación | | | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Clave | Cantidad | V. R. N. \$ | Edad | Vida Útil | Conser- vación | Edad | Factor Resultante | V. N. R. \$ | Indiviso | Valor Parcial \$ |
| Malla perimetral (ciclónica) | M ² | OC01 | 69.89 | 350 | 10 | 40 | 1.00 | 0.78 | 0.78 | 273 | 1.00 | 19,080 |
| Pavimentos (concreto) | M ² | OC03 | 60.00 | 650 | 1 | 60 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 644 | 1.00 | 38,610 |
| Jardín (pasto natural) | M ² | OC06 | 172.35 | 80 | 20 | 60 | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 56 | 1.00 | 9,652 |
| Bombas Sumergible (25 h.p.) | Eqpo. | EA10 | 1.00 | 35,000 | 10 | 40 | 1.00 | 0.78 | 0.78 | 27,300 | 1.00 | 27,300 |
| Cárcamo (concreto) | M ³ | OC10 | 5.00 | 2,300 | 20 | 60 | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 1,610 | 1.00 | 8,050 |
| Cisterna superficial (plástica) | M ³ | OC10 | 3.50 | 2,500 | 10 | 40 | 1.00 | 0.78 | 0.78 | 1,950 | 1.00 | 6,825 |
| SUBTOTAL (C) : | | | | | | | | | | | 109,516.57 | |
| Resultado Enfoque de Costos (A) + (B) + (C) : | | | | | | | | | | \$ 1,573,027 | | |

Como podemos observar el valor comercial¹³ estimado por el enfoque de costos para la planta tratadora de agua residual es de \$ 1,573,000.00.

¹³ Ver anexo 1 Formato de Estimación de Valor.

6.12 Definición del Enfoque de Capitalización.

Este enfoque se define como el valor presente que tiene el inmueble a la fecha de emisión del dictamen expresado en términos monetarios, de los beneficios futuros que se esperan recibir por la posesión de un bien durante su vida económica productiva considerando como base de referencia el ingreso neto potencial (estimado libre de impuestos y gastos de operación) que se puede obtener a través de un arrendamiento en relación a otros tipos de inversiones que existan en el mercado.

Este enfoque estima el valor en base a ingresos y egresos relativos a la propiedad que se está valuando, mediante el proceso de capitalización. La capitalización relaciona el ingreso neto y un tipo de valor definido, convirtiendo una cantidad de ingreso futuro estimado de valor. Este proceso puede considerar una capitalización directa (en donde una tasa de capitalización global o todos los riesgos que se rinden se aplican al ingreso de un solo año), o bien una capitalización de flujos de caja (en donde las tasas de rendimiento o de descuento se aplican a una serie de ingresos en un período proyectado). El enfoque de ingresos refleja el principio de anticipación.

6.13 La Fórmula General.

“En los libros de finanzas corporativas, la historia de una propiedad que genera ingresos en un mundo sin impuestos se representa mediante el valor presente del flujo de ingresos (operación y reventa) antes de deuda descontados al costo del capital, el cuál se define como un promedio ponderado de los costos relativos del capital hipotecario y del capital accionario.”¹⁴

$$V = \frac{NOI_1}{(1+k_a)^1} + \frac{NOI_2}{(1+k_a)^2} + \frac{NOI_3}{(1+k_a)^3} + \dots + \frac{NIREV_n}{(1+k_a)^n}$$

En donde:

NOI_t Ingreso de operación neto en el año $t = 1, 2, 3, \dots, n$.

$NIREV_n$ Producto neto de la reventa en el año n .

K_a Tasa de descuento compuesta (promedio ponderado del costo del costo del capital).

Por otro lado, la herramienta más utilizada de la profesión de valuadores es una versión condensada del modelo estándar descrito arriba y que se escribe así:¹⁵

¹⁴ Achour, Dr. Dominique y Gonzálo Castañeda. Inversión en Bienes Raíces” 1 ed. México, Limusa, 1994, pag. 212.

¹⁵ Achour, Dr. Dominique y Gonzálo Castañeda. Inversión en Bienes Raíces” 1 ed. México, Limusa, 1994, pag. 212.

$$V = \text{NOI} / R$$

En donde:

NOI Es un ingreso de operación neto normalizado que debe reflejar el uso normal y óptimo de la propiedad.

R Tasa de capitalización global.

6.14 Componentes que Integran el Enfoque de Capitalización.

Otra forma de expresar la versión condensada del modelo estándar sería:

Valor de Capitalización = (M² construidos x Valor Unitario (\$/M²)) x 12 meses – Deducciones anuales / Tasa de capitalización

El enfoque de capitalización es parte del proceso para la obtención de la estimación del valor de un bien, y se complementa para su cálculo de los anteriores enfoques, principalmente del enfoque de costos. De dicho enfoque se obtiene el área construida del bien en estudio.

El valor unitario por M² de renta se obtiene de hacer un estudio de mercado por renta de sujetos con características similares al bien en estudio, dichas características deberán ser afectadas por los factores de homologación. Generalmente los precios de renta están referidos en meses. Dicho valor unitario se obtiene dividiendo el precio de renta / M² construidos.

Las deducciones son los egresos que se generan por los derechos de la propiedad como son gastos de administración, de conservación o mantenimiento y fiscales. Estas deducciones afectan el ingreso monetario producto de la renta.

El ingreso bruto se podría definir como el ingreso que genera un bien en un periodo, antes de deducir ningún gasto o pago.

El ingreso neto se podría definir como el ingreso excedente después de deducir los gastos de operación y mantenimiento. Puede ser estimado antes o después de los gastos financieros y/o impuestos.

La tasa de capitalización (I) se podría definir como una tasa compuesta que debe incorporar un rendimiento anual un factor de recuperación. En la jerga de los valuadores decimos que I debe reflejar el rendimiento esperado sobre la inversión y de la inversión.

6.15 Aplicación del Enfoque de Capitalización (versión condensada del modelo estándar para la Planta Tratadora de Aguas Residuales de la UAM Iztapalapa.

Para poder aplicar el enfoque de capitalización a la planta de tratadora es necesario cambiar los conceptos de M^2 construidos por M^3 de agua tratada producto de la misma, y precio unitario de renta por precio unitario de M^3 .

Esto debido a que el potencial de ingreso de la planta se genera por su capacidad de producción y no por la renta de sus instalaciones. La producción mensual de M^3 de agua de la misma se estima en 2,027.88 M^3 con un costo unitario de \$ 14.83 por M^3 . Resultando un costo mensual de \$ 30,073 y se menciona costo debido a que esta producción se vierte a la red delegacional, ya que la planta tiene fines didácticos según se informó al momento de realizar la visita a la misma. Pero si estos M^3 fueran utilizados para el riego de las área verdes de la UAM, el valor comercial de la planta se podría estimar por el enfoque de capitalización. Bajo este supuesto hacemos el siguiente cálculo:

La Renta Bruta Mensual (R.B.M.) en números redondos es de \$ 30,100, que multiplicada por 12 meses se obtiene una Renta Bruta Anual (R.B.A.) que es por la cantidad de \$ 361,200. A esta R.B.A. habría que restarle los vacíos y las deducciones que son generalmente gastos administrativos, impuesto predial, cargos por mantenimiento, seguro e impuestos como el I.S.R. La suma de los vacíos y de las deducciones es \$ 156,717.

Una vez que se la han hecho las deducciones a la R.B.A., nos da el ingreso neto anual o Renta Neta Anual (R.N.A.). Esta R.N.A. es de \$ 204,483, la cual dividimos entre la tasa de capitalización (I) que es del 7.17 %, resultando un valor comercial estimado por el enfoque de capitalización de \$ 2,771,678.

A continuación se muestra el cálculo del enfoque de costos de la planta en un formato para este fin.

| ESTIMACIÓN DEL VALOR POR CAPITALIZACIÓN DE PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES | | | | |
|---|---|-------------------------|--|------------------------------------|
| TIPO | Agua Tratada Producto de la Planta UAM Iztapalapa | M ³ | V.U. (\$/M ³) | Costo Mensual |
| 1 | Producción Mensual de Agua Tratada | 2,027.88 | \$ 14.83 | \$ 30,067.79 |
| TOTAL | | 2,027.88 | \$ 14.83 | \$ 30,067.79 |
| | Renta Bruta mensual (R.B.M.) | | | \$ 30,100.00 |
| | Renta Bruta Anual Potencial (R.B.A.) | | | \$ 361,200.00 |
| | Vacíos 8.33% | | Sobre la renta anual potencial | \$ 30,100.00 |
| | Renta Bruta Anual Potencial Efectiva (R.P.A.) | | Potencial menos vacíos | \$ 331,100.00 |
| Análisis de deducciones | | | | |
| 1. | Administración | 12.00% | Sobre la renta bruta anual efectiva | \$ 43,344.00 |
| 2. | Conservación, cada 1 AÑOS | 1.00% | Sobre el valor construcción | \$ 18,547.52 |
| 3. | Predial | 11.00% | Sobre la renta bruta anual efectiva | \$ 36,421.0 |
| 4. | Seguro | 1.00% | Sobre el valor construcción | \$ 18,547.52 |
| 5. | Depreciación fiscal | 5.00% | Sobre el valor construcción | \$ 92,737.59 |
| 6. | Suma de deducciones fiscales : | | (Suma de 1 A 5) | \$ 209,597.62 |
| 7. | Deducción opcional | USD HABITACIONAL 0% | | \$ - |
| 8. | Deducción mayor | Tomar la mayor de 6 o 7 | | \$ 209,597.62 |
| 9. | Utilidad antes de impuestos | | Renta bruta anual menos deducción mayor | \$ 121,502.38 |
| 10. | Impuesto sobre la renta | FISICAS 8.03% | Sobre utilidad antes de impuestos | \$ 9,757.10 |
| 11. | P.T.U. | | Sobre utilidad antes de impuestos | \$ - |
| 12. | Suma de deducciones : | | (Sumar 1, 2, 3, 4, 10 y 11) | 35.05% \$ 126,617.13 |
| 13 | INGRESO NETO ANUAL | | Renta bruta anual menos suma de deducciones | \$ 204,482.87 |
| TASA DE CAPITALIZACION | | | | |
| La tasa de capitalización resulta de sumar: | | | | |
| | Tasa Real (TIIE 28 días) | 3.2972% | FUENTE Banco de México | FECHA |
| | Inflación estimada anual | 3.75% | INPC del mes | Julio 2013 - Julio 2014 |
| | 108.645 año anterior | 112.722 año actual | | 3.753% |
| | Tasa recuperación Vida Util Remanente | VUR = 50 | 2.00% | |
| | TASA DE CAPITALIZACION | 7.17% | Anual | |
| | | | Ingreso mensual de : | \$ 17,040.24 |
| | | | V.U.R remanente en meses | 600 |
| | | | Tasa de capitalización del | 7.17% |
| | $V_c = \frac{PMT [1-(1+i)^{-n}]}{i}$ | | | |
| VALOR DE CAPITALIZACION | | | | \$ 2,771,678.58 |

El valor estimado de la planta tratadora de aguas residuales es la versión condensada del Modelo Estandar es en números redondos de \$ 2,771,700

CAPÍTULO 7.- ANÁLISIS DE FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES UAM IZTAPALAPA.

Nos referimos a los beneficios que se obtendrían de aprovechar el agua residual tratada de la planta, se hace plantea una estrategia de uso y comercialización de la misma, y como a través de esta comercialización se obtiene una estimación de valor comercial de la planta por un análisis de flujos de efectivo.

7.1 Definición de FED.

El análisis de flujo de efectivo descontado (FED) se podría definir como el procedimiento usado para calcular el valor presente o los beneficios de un flujo de efectivo al futuro. La aplicación más usada de este análisis es la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN). Ambas son técnicas usadas para la valuación de la tierra o un negocio y la evaluación de proyectos de inversión.¹⁶

7.2 Nicho de Oportunidades: La Escasez del Suministro de Agua Potable en la delegación de Iztapalapa.

La frecuente escasez en el servicio de agua potable en algunas colonias del Distrito Federal es causada por la sobre demanda a la que está sometido el sistema de aguas de la ciudad, aunado a la falta de inversión y mantenimiento en el mismo. Si las actividades que realizamos cotidianamente como el regado de áreas verdes y lavado de automóviles, en donde la mayoría de las veces usamos agua potable, se usará agua tratada, contribuiríamos maximizar el uso del agua potable.

Desafortunadamente el uso de agua tratada no es muy común entre la población y además, muchas veces el agua tratada tiene el mismo costo que la potable, si es suministrada en camiones cisterna, este servicio es proporcionado por particulares.

En la Ciudad de México existe una red de agua tratada que pasa por ciertas avenidas. Cualquier persona física o moral puede solicitar una de toma agua tratada, pero si de por si es alto el costo de una toma de agua potable, para una toma de agua tratada es un 50% del costo de la primera. Así que comúnmente este tipo de tomas de agua tratada, las solicitan las industrias que tienen que cumplir con las normatividades impuestas para proteger el medio ambiente.

En la zona Oriente del D.F., se ubica la delegación de Iztapalapa, en la cual existen muchas colonias donde el servicio de agua potable es muy irregular. En el caso de la Universidad Autónoma de México de Iztapalapa, dicha institución cuenta con tomas de agua potable y agua tratada; y además cuenta con una planta de tratamiento que utiliza para cumplir con la normatividad y con fines didácticos.

¹⁶ www.indaabin.gob.mx glosario de términos

El regado de sus áreas verdes lo realiza con agua tratada proveniente de la red del Gobierno y con camiones cisterna, pero esta actividad tiene un costo que pudiera ser reducido al mínimo si se utilizara un porcentaje del agua que se trata en la planta, incluso se podría comercializar esta agua tratada en establecimientos de auto lavado de la zona, generando así ingresos para dicha institución que podrían destinarse al pago bimestral por consumo de agua potable de la misma.

Para tratar de contra restar la escasez en la zona, se tienen varias propuestas como: Realizar una campaña de conciencia sobre la necesidad de usar agua potable racionalmente y reutilizar el agua tratada en actividades que no demanden uso de agua potable. Como son el lavado de vehículos automotrices, enfatizar a los propietarios para que laven sus unidades en establecimientos de auto lavado donde se utiliza agua tratada, y no lavar ellos mismos sus unidades con agua potable, pues hay quienes hasta con manguera llevan a cabo esta actividad.

Que el gobierno de la ciudad proporcione un mantenimiento al sistema de aguas para proveer a esta zona, ya que actualmente surte el vital líquido por medio de camiones cisterna. Construir más plantas de tratamiento para reutilizar el agua para conservar y ayudar el medio ambiente. Inyectar el agua tratada al manto freático de la ZMCM y evitar en lo posible más hundimientos. Aprovechar la productividad de la planta ya existente, en el regado de áreas verdes en la UAM, ya que con esta actividad se estaría mandando agua al manto freático. Y comercializar el agua tratada en establecimientos de auto lavado de la zona cercana a la planta.

7.3 Consumo Estimado de Agua Potable de la UAM Iztapalapa.

La UAM realiza un importante consumo de agua potable para dar servicio a sus 9,756 matriculados. Se hizo una investigación en campo que consistió en hacer un inventario de los muebles de baños existentes en las instalaciones de la UAM. Se estima que diariamente (de lunes a viernes, tomando los dos turnos de clases), dentro de las instalaciones sanitarias de la UAM, el consumo de agua potable es de 100 m³ por día y de 33 m³ los días sábados. Conforme a este cálculo se llegó a las siguientes cifras:

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Consumo estimado por semana | 533 m ³ |
| Consumo estimado por mes | 2,133 m ³ |
| Consumo estimado por bimestre | 4,266 m ³ |
| Consumo estimado por año | 25,594 m ³ |

La UAM realiza el riego de sus de áreas verdes y de áreas deportivas con agua tratada suministrada por la red de la ciudad. Estos pagos por el concepto de agua tratada podrían reducirse de manera significativa. Ahorrando recursos económicos a la UAM por uso de la red antes mencionada. Actualmente dentro de las instalaciones de la UAM, la planta tratadora solo tiene fines didácticos y su producción se vierte al drenaje, cumpliendo así con las normatividades. La extensión de terreno de la UAM se muestra a continuación.¹⁷

¹⁷ Éste cálculo de áreas se hizo por medio de una foto área tomada de la página Google Earth y se cuantificó con el programa de Autocad.

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Extensión de terreno de la UAM | 130,700.34 m. ² |
| Área desplantada de la UAM | 63,597.77 m. ² |
| Áreas verdes de la UAM | 20,393.91 m. ² |

7.4 Egresos Estimados por Derechos de Agua Potable de la UAM Iztapalapa.

Se estima que la UAM paga bimestralmente por el concepto de agua potable la cantidad de \$2'024,031.49.

Pago anual aproximado por uso de agua potable.

| Total \$ x bimestre | Bimestres | Pago anual |
|---------------------|-----------|-----------------|
| \$337,338.58 | 6 | \$ 2'024,031.49 |

El gasto estimado por el consumo de agua tratada de 6,363 m³ para el riego de sus áreas verdes, usando la red secundaria existente dentro de la UAM, tendría un costo estimado bimestral de \$76,495.84, si se regaran todas las áreas verdes que son una superficie aproximada de 20,393.91 m² y el costo anual sería de \$ 458,975.05

| Total \$ | Bimestres | Pago anual |
|-------------|-----------|---------------|
| \$76,495.84 | 6 | \$ 458,975.05 |

Según información recabada y observaciones realizadas en campo, no todas las áreas verdes se riegan, pero si lo hicieran, el importe anual por consumo de agua tratada de 6,327 m³ para regado de éstas, podría disminuirse si se utilizara el agua tratada producto de la planta existente hasta el orden de un pago anual de \$ 93,812.00. Esta cantidad es tan solo el 20 % del estimado del pago anual antes mencionado.

7.5 Posibles Beneficios por la Utilización y Comercialización de la Producción de la Planta.

Si se utilizara la producción de la planta, se podrían reducir las erogaciones hechas por los conceptos de riego de áreas verdes y además se podrían generar ingresos con la comercialización de la producción de la planta existente en la UAM y utilizarlos para el pago de los derechos por el consumo de agua potable. La planta tiene procesos de tratamiento de tipo secundario, ésta agua tratada funciona para el regado de áreas verdes y para el lavado de automóviles. Para llevar a cabo esta comercialización sería necesario comprar un camión cisterna para el reparto del agua tratada en los establecimientos de auto lavado.

7.6 Análisis de Mercado.

Al escuchar la palabra mercado mucha gente tendemos a imaginar un lugar en el que la gente compra y vende bienes tales como pescado, carne, frutas y verduras. Pero hay muchas

definiciones de mercado, otra definición sería: “El lugar o conjunto de lugares donde compradores y vendedores compran y venden bienes, servicios y recursos”.¹⁸

Si analizamos cómo interactúan consumidores y productores en el mercado para determinar la cantidad del bien que se va a intercambiar y el precio al cual se llevará a cabo dicho intercambio. Vemos que la estructura del mercado es un factor determinante en la conducta de los productores y de los consumidores. Esta estructura se basa en tres características principales que definirán la posición del vendedor y comprador: el número de productores en la industria, el número de compradores o consumidores y las características del producto. A continuación se presentan las principales características que determinan la estructura de los mercados en general.

| Número de productores | Características del producto | |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| | Homogéneo | Diferenciado |
| Muchos | Competencia perfecta | Competencia imperfecta |
| Uno | Monopolio puro | |
| Pocos | Oligopolio | Oligopolio diferenciado |

Como sabemos el agua es un bien de la nación, por lo que el mercado de este bien es de tipo monopolístico. Los monopolios surgen por la presencia de barreras a la entrada, que pueden ser de carácter legal como el caso de la industria del petróleo o el agua, que se reserva para el Estado por considerarla estratégica. Otros tipos de barrera de entrada se derivan de la tecnología y del tamaño de los mercados, surgiendo lo que se conoce como monopolio natural. En la República Mexicana el gobierno es el proveedor del servicio de agua potable y agua tratada, en algunas entidades del país, este servicio ha sido concesionado a particulares. En cada entidad el organismo encargado de administrar este servicio tiene un nombre diferente, en el caso de la Ciudad de México, el organismo que encargado es Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM).

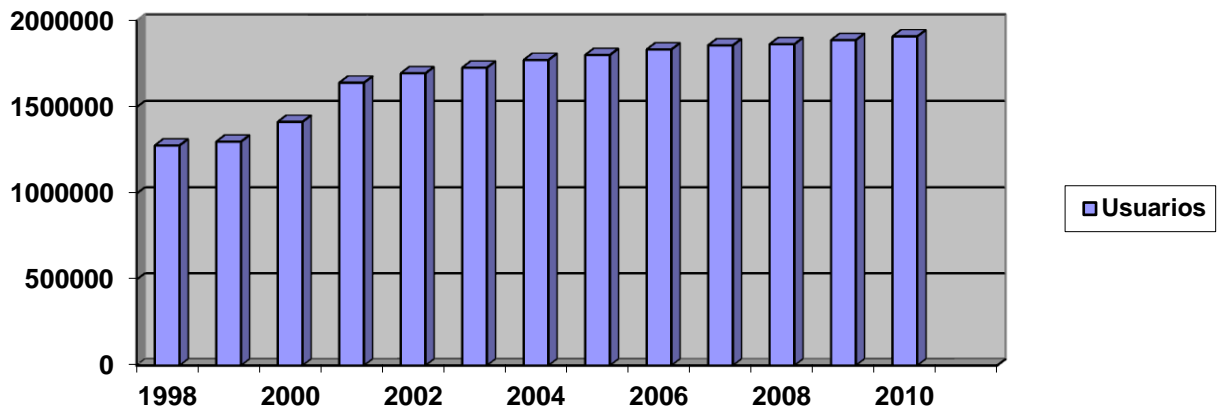
7.7 Demanda

La demanda en economía se define como la cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos a los diferentes precios del mercado por un consumidor (demanda individual) o por el conjunto de consumidores (demanda total o de mercado).

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) atiende a más de 8 millones y medio de usuarios a través de la emisión de 1'909,700 cuentas registradas. Para cumplir con esta tarea, desde 1998 se puso en marcha el Sistema Comercial, operado por cuatro empresas concesionadas, que realizan los trabajos de medición (lectura de medidores), facturación (emisión y distribución de boletas) y recaudación; para tal efecto, este sistema comercial se divide en cuatro zonas: A (Norte), B (Centro), C (Oriente Sur) y D (Poniente).

¹⁸ Salvatore, Dominick, trad. Teoría y Problemas de Microeconomía, Traducida del inglés por Jesús Villamizar Herrera. 2 Ed. México. Mc Graw Hill. Pag 3.

En 1998 existían 1'278,665 cuentas en el padrón de la Tesorería. Actualmente el padrón del SACM es de 1'909,700 cuentas registradas (2010) de las cuales 10,363 corresponden a grandes consumidores.



Como podemos, apreciar la demanda en el consumo de agua potable es constante y creciente, si tomamos en cuenta que en el consumo de este bien, el 97% se convierte en agua residual. Es de suma importancia reutilizar las aguas residuales en procesos o actividades que no demanden agua potable. Logrando así un mejor aprovechamiento de este recurso natural, cada día más escaso. Impulsando la cultura del agua y ayudando al bienestar del medio ambiente.

La demanda de agua tratada para procesos en donde es posible utilizar esta agua son actividades que van desde usos industriales como enfriamiento de calderas, regado de áreas verdes y lavado de automóviles.

Se realizó un estudio de mercado sobre treinta y un establecimientos de auto lavado en la zona cercana a la Planta, los cuales tienen un consumo estimado de agua tratada en conjunto, de 25,626.34 m³ anualmente¹⁹. Parte de esta demanda es la que se pretende cubrir comercializando el agua tratada producto de la planta.

| Autos Lavados Anualmente | Consumo de agua (m³) |
|---------------------------------|--|
| 309,648 | 25,626 |

De este consumo estimado solo se podría, en un principio cubrir un máximo de 59 % del mismo (15,327 m³) hasta un 66 % (17,017 m³), debido a que la planta solo produce un total de 24,335 m³ anualmente. De esta cantidad, producto de la planta, 6,327 m³ de agua tratada, sería destinada para el riego de áreas verdes de la UAM.

¹⁹ Ver anexo 2: Resumen Consumo de Agua Tratada para Lavado de Autos.

7.8 Oferta.

Se define como la cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a ofrecer a diferentes precios y condiciones dadas, en un determinado momento. También se define como la cantidad de productos y servicios disponibles para ser consumidos. Y está determinada por factores como el precio del capital, la mano de obra y la combinación óptima de los recursos mencionados, entre otros.

En México el SACM es el encargado del sistema de agua y drenaje a la Ciudad de México, como se mencionó anteriormente. En la zona Oriente de la Ciudad, la escasez del agua es muy común. En esta zona se ubica la Delegación de Iztapalapa, por lo que el gobierno suministra el agua gratuitamente por medio de camiones cisterna a los usuarios domésticos de algunas colonias de esta delegación.

Los usuarios no domésticos o grandes consumidores que requieran agua en zonas donde existe esta escasez, tienen que pagar por el suministro de agua potable o tratada por medio de estos camiones pipa.

Dentro de estos usuarios no domésticos estarían los comercios o fábricas; y los grandes consumidores como son las unidades habitacionales, escuelas y universidades. La oferta es limitada, ya que el SACM es el único proveedor del servicio de agua potable y tratada. Existen personas físicas o morales que comercializan el agua potable o tratada.

7.9 Precio

Se denomina precio al valor monetario asignado a un bien o servicio. Conceptualmente, se define como la expresión del valor que se le asigna a un producto o servicio en términos monetarios y de otros parámetros como esfuerzo, atención o tiempo, etc. El precio no es sólo dinero e incluso no es el valor propiamente dicho de un producto tangible o servicio (intangibile), sino un conjunto de percepciones y voluntades a cambios de ciertos beneficios reales o percibidos como tales. Muchas veces los beneficios pueden cambiar o dejar de serlo, esto lo vemos en la moda o productos que transmiten status en una sociedad. El trueque es el método por excelencia utilizado para adquirir un producto, pero se entiende el trueque incluso como el intercambio de un producto por dinero.

En el Código Financiero, vienen estipulados los costos por m³ de agua potable o tratada, estos costos varían conforme al uso y consumo de agua:

Artículo 194.- están obligados al pago de derechos por el suministro de agua que provee al Distrito Federal, los usuarios del servicio. El monto de dichos derechos comprenderán las erogaciones necesarias para adquirir, extraer, conducir y distribuir líquido, así como la descarga a la red de drenaje, y las que realicen para manejar y operar la infraestructura necesaria para ello y se pagarán bimestralmente de acuerdo a las tarifas que a continuación se indican.²⁰

²⁰ Et. Al Código Financiero del Distrito Federal 2014, Edo. De México Ediciones Fiscales ISEF 2014 pp. 115

| Tarifas de Agua Potable para Usuario Doméstico. | | | |
|--|-----------------------------------|---------------|--|
| Consumo bimestral en M³ | | Tarifa | |
| Límite inferior (M ³) | Límite Superior (M ³) | Mínima (\$) | Adicional por M ³ , excedente del límite inferior (\$). |
| 0.0 | 10 | 387.37 | 0.00 |
| Mayor a 10 | 20 | 387.37 | 25.82 |
| Mayor a 20 | 30 | 516.50 | 25.82 |
| Mayor a 30 | 50 | 774.73 | 25.82 |
| Mayor a 50 | 70 | 1,032.98 | 25.82 |
| Mayor a 70 | 90 | 1,919.99 | 31.44 |
| Mayor a 90 | 120 | 2,604.91 | 45.47 |
| Para los consumos mayores a 120 M ³ , se cobrarán por cada M ³ adicionales \$70.74 | | | |

Tarifas para usuarios Doméstico

| Tarifas de Agua Potable para Usuario No Doméstico | | | |
|--|-----------------------------------|---------------|--|
| Consumo bimestral en M³ | | Tarifa | |
| Límite inferior (M ³) | Límite Superior (M ³) | Mínima (\$) | Adicional por M ³ , excedente del límite inferior (\$). |
| 0.0 | 10 | 387.37 | 0.00 |
| Mayor a 10 | 20 | 387.37 | 25.82 |
| Mayor a 20 | 30 | 645.61 | 39.30 |
| Mayor a 30 | 50 | 1,038.59 | 39.30 |
| Mayor a 50 | 70 | 1,824.56 | 39.30 |
| Mayor a 70 | 90 | 2,610.51 | 41.55 |
| Mayor a 90 | 120 | 3,441.38 | 46.04 |
| Para los consumos mayores a 120 M ³ , se cobrarán por cada M ³ adicionales \$70.74 | | | |

Tarifas para usuarios No Doméstico

Artículo 195.- las personas físicas y las morales que usen o aprovechen agua residual tratada, que suministra el Distrito Federal, en el caso de contar con excedentes, así como agua potable proporcionada por el mismo Distrito Federal, a través de los medios que en este artículo se indican, pagarán derechos conforme a las siguientes cuotas:

I.- Tratándose de agua potable

a) de tomas de válvula de tipo cuello de garza \$ 47.15 por m³

b) cuando se surta en camiones cisterna para su comercialización, incluyendo el transporte en el Distrito Federal \$ 85.90 por m³

II.- Tratándose de agua residual
 Agua residual (contando el interesado con camión)

cisterna)

\$ 18.86 por m³

Como se mencionó anteriormente, existen personas físicas y morales que comercializan el agua por medio de camiones cisterna, bajo el argumento de que ellos cobran por el desgaste que sufre el vehículo. Estas personas ofrecen sus servicios por medios impresos de alcance regional, así como en la Sección Amarilla.

Y los precios varían según la ubicación del inmueble donde se solicita el traslado del agua potable o tratada. Pero en promedio el costo de un camión cisterna con capacidad de 15 m³ es de \$ 1,700.00 más i.v.a., dando un costo de \$ 113.33 por m³ más i.v.a. Este precio, no considera si es agua potable o tratada. Los proveedores argumentan que sus costos de operación son los mismos al transportar agua potable o tratada.

Se localizó una toma de agua tratada tipo garza, ubicada en la colonia Héroes de Churubusco Delegación Coyoacán, donde hay particulares que ofrecen transportar agua tratada a un costo promedio de \$ 75.00 por m³ más i.v.a.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad estimada de m³ de agua tratada que se produce en la planta por día, después por semana, por mes y anualmente.

Producción de la Planta Tratadora de Aguas Residuales UAM Iztapalapa

| Costo de la Producción | | | |
|------------------------|----------------|---------------------|-------------|
| Día | M ³ | P.U. M ³ | Costo total |
| 1 | 66.67 | \$14.83 | \$988.53 |

| Producción y Costo por semana. | | | | | |
|--------------------------------|----------------|---------------------|------|------------------------------------|---------------------|
| Día | M ³ | P.U. M ³ | Días | Producción total (m ³) | Costo total semanal |
| 1 | 66.67 | \$14.83 | 7 | 467 | \$6,920 |

| Producción y Costo por Mes | | | | | |
|----------------------------|----------------|---------------------|------|------------------------------------|---------------------|
| Turno | M ³ | P.U. M ³ | Días | Producción total (m ³) | Costo total mensual |
| 1 | 66.67 | \$14.83 | 30 | 2,000 | \$29,656 |

| Producción y Costo por Año | | | | | |
|----------------------------|----------------|---------------------|------|------------------------------------|-------------------|
| Turno | M ³ | P.U. M ³ | Días | Producción total (m ³) | Costo total anual |
| 1 | 66.67 | \$14.83 | 365 | 24,335 | \$360,813 |

El costo directo estimado por m³ es de \$ 14.83, este importe sería para el riego de las áreas verdes de la UAM. Y el precio neto de comercialización en negocios de auto lavado, considerando una utilidad del 50 % sobre el costo directo más \$ 0.70 por m³ de gastos indirectos y \$1.86 por m³ de gastos por transportación, (con un radio de influencia de 5 km), sería de \$ 29.03 por m³.

Para el análisis de Flujo Efectivo Descontado (FED) de la planta, se está considerando un lapso de tiempo de doce periodos o años, en donde se considera un incremento del 4 % por efectos inflacionarios a partir del primer periodo en el costo por m³ para el riego de las áreas verdes. Y un 12.32 % de incremento por efectos inflacionarios más un margen de utilidad en el precio de comercialización del m³ a partir del segundo período.

7.10 Determinación de Ingresos.

Si la UAM utilizara parte de la producción de la planta en el riego de áreas verdes, utilizaría 6,327 m³ y pagaría \$ 93,812 en el primer periodo, con un costo por m³ de \$14.83. Para el segundo periodo el consumo de m³ es el mismo, y pagaría \$97,564, con un costo por m³ de \$15.42 y así sucesivamente como se muestra en la tabla. El flujo se calculó con un consumo fijo y un incremento en el costo del m³ por período anual del 4.00 % con un plazo de dieciocho periodos.

| Flujo de efectivo por consumo de agua tratada producto de la planta para riego | | | | | | |
|--|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Peródo | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| m ³ | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 |
| \$ x m ³ | 14.83 | 15.42 | 16.04 | 16.68 | 17.35 | 18.04 |
| Importe | 93,812 | 97,564 | 101,467 | 105,525 | 109,746 | 114,136 |

| Flujo de efectivo por consumo de agua tratada producto de la planta para riego | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peródo | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| m ³ | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 |
| \$ x m ³ | 18.76 | 19.51 | 20.29 | 21.10 | 21.95 | 22.83 |
| Importe | 118,701 | 123,450 | 128,388 | 133,523 | 138,864 | 144,419 |

| Flujo de efectivo por consumo de agua tratada producto de la planta para riego | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peródo | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| m ³ | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 | 6,327 |
| \$ x m ³ | 22.83 | 23.74 | 24.69 | 25.68 | 26.70 | 27.77 |
| Importe | 150,195 | 156,203 | 162,451 | 168,949 | 175,707 | 182,735 |

Como podemos observar en el flujo anterior, el utilizar la producción de la planta existente, podría proporcionar al UAM un ahorro. El gasto estimado por consumo por riego de áreas verdes hecho con el agua tratada suministrada por el SACM, en 1º bimestre del 2014, sería de \$ 76,495.84 y anualmente este gasto sería de \$ 458,975.05. Un gasto muy superior a los \$ 93,812 anuales que haría la UAM si se utilizará la productividad de la planta. El ahorro por este concepto podría ser del 489 %.

Y si la UAM comercializará el agua tratada de la planta en los establecimientos de auto lavado de la zona, tendría ingresos que se muestran en el siguiente flujo con los dieciocho períodos. Para este cálculo, como se puede apreciar, los primeros cinco períodos, se consideró un escenario donde solo se cuenta con un 85% de la demanda, que son aproximadamente 18,003 m³, debido a que habría que posicionar el producto de la planta. Este porcentaje se comercializaría en algunos establecimientos de los auto lavados sondeados en la zona, posteriormente para los períodos 6 al 12, se estimó una participación en la demanda del 90% que serían 16,207 m³. Con una venta tope del 95 % de la demanda que serían 17,107 m³ para los restantes periodos. Para este cálculo del flujo, se consideró un incremento en costo de producción por m³ del 12.32 % a partir por primer período.

| Flujo de efectivo por venta de agua tratada producto de la planta | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Período | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Participación | 85% | 85% | 85% | 85% | 85% | 90% |
| m³ vendidos | 15,306 | 15,306 | 15,306 | 15,306 | 15,306 | 16,207 |
| \$ x m³ | 29.03 | 32.61 | 36.63 | 41.14 | 46.21 | 51.90 |
| Importe | 444,374 | 499,121 | 560,613 | 629,681 | 707,257 | 841,120 |

| Flujo de efectivo por venta de agua tratada producto de la planta | | | | | | |
|---|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Período | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Participación | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| m³ vendidos | 16,207 | 16,207 | 16,207 | 16,207 | 16,207 | 16,207 |
| \$ x m³ | 58.29 | 65.47 | 73.54 | 82.60 | 92.78 | 104.21 |
| Importe | 944,746 | 1,061,139 | 1,191,872 | 1,338,710 | 1,503,639 | 1,688,888 |

| Flujo de efectivo por venta de agua tratada producto de la planta | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Período | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Participación | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% |
| m³ vendidos | 17,107 | 17,107 | 17,107 | 17,107 | 17,107 | 17,107 |
| \$ x m³ | 117.05 | 131.47 | 147.66 | 165.86 | 186.29 | 209.24 |
| Importe | 2,002,345 | 2,249,034 | 2,526,115 | 2,837,332 | 3,186,892 | 3,579,517 |

El siguiente flujo, es la suma de ambos conceptos o escenarios, tomando en cuenta todas las consideraciones comentadas.

| Flujo de efectivo por consumo y comercialización de agua tratada producto de la planta | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Período | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| m ³ | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 |
| Importe | 538,186 | 596,685 | 662,080 | 735,206 | 817,004 | 955,256 |

| Flujo de efectivo por consumo y comercialización de agua tratada producto de la planta | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Período | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| m ³ | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 |
| Importe | 1,063,448 | 1,184,589 | 1,320,259 | 1,472,233 | 1,642,503 | 1,833,306 |

| Flujo de efectivo por consumo y comercialización de agua tratada producto de la planta | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Período | Año | Año | Año | Año | Año | Año |
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| m ³ | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 | 24,335 |
| Importe | 2,152,540 | 2,405,237 | 2,688,566 | 3,006,282 | 3,362,599 | 3,762,252 |

7.11 Determinación de la Inversión.

A continuación se proporcionan los egresos con los que se comenzaría el proyecto. Para esta determinación se hizo en base a consulta de publicaciones de precios unitarios y para determinar el valor del terreno se consultó una base de datos.

Inversión inicial

Terreno

| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo | Importe |
|-----------------|----------------|----------|------------|--------------|
| Terreno | m ² | 264.35 | 5,116.12 | 1,352,446.32 |
| Escrituración | % | 12.00 | 162,293.56 | 162,293.56 |
| Subtotal | | | | 1,514,739 |

| | | |
|-------------------|------------------|----------|
| Total Neto | 1,514,739 | A |
|-------------------|------------------|----------|

Construcciones

| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo | Importe |
|--------------------------|----------------|----------|--------|---------|
| Planta | m ² | 24 | 5,200 | 124,800 |
| Oficina | m ² | 8 | 3,200 | 25,600 |
| Licencia de construcción | Lic. | 1 | 8,500 | 8,500 |
| Toma de agua | Toma | 1 | 10,500 | 10,500 |
| Subtotal | | | | 169,400 |

| | | | |
|-------------------|----------------|-------------------|----------|
| Total Neto | 169,400 | \$ 169,400 | B |
|-------------------|----------------|-------------------|----------|

Mobiliario y equipo

| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo | Importe |
|-------------------|--------|----------|-------|-----------------|
| Escritorios | pza. | 1 | 750 | 750 |
| Sillas | pza. | 4 | 245 | 980 |
| Librero | pza. | 1 | 650 | 650 |
| Archivero | pza. | 1 | 520 | 520 |
| Anaqueles | pza. | 1 | 1,200 | 1,200 |
| Probetas | Lote | 1 | 2,650 | 2,650 |
| Subtotal | | | | 6,750 |
| I.V.A. | | | | 1,013 |
| Total neto | | | | \$ 7,763 |

Equipo de computo y servicios

| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo | Importe |
|----------------------|---------|----------|-------|------------------|
| Computadora | pza. | 1 | 9,500 | 9,500 |
| Línea telefónica | Factura | 1 | 0 | 0 |
| Servicio de internet | Factura | 1 | 650 | 565 |
| Subtotal | | | | 10,065 |
| I.V.A. | | | | 1,510 |
| Total neto | | | | \$ 11,575 |

Equipo de reparto

| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo | Importe |
|------------------------------------|--------|----------|------------|-------------------|
| Camión pipa cap. 12 m ³ | pza. | 1.00 | 180,000.00 | 180,000.00 |
| Subtotal | | | | 180,000.00 |
| I.V.A. | | | | 27,000.00 |
| Total neto | | | | 207,000.00 |

| | |
|---|---------------------|
| Total de inversión inicial (A+B+C+D+E) | \$ 1,910,477 |
|---|---------------------|

10.12 Estado de Resultados Pro-Forma.

Éste análisis tiene como objetivo calcular las utilidades netas y el flujo neto de efectivo por un período determinado y que es en forma general, el beneficio real de la operación, y se obtiene restando a los ingresos todos los costos en que se incurran y los impuestos que se deban pagar. Dado que en la evaluación de la planta como proyecto se están planeando y pronosticando resultados probables que tendrá una entidad, se simplifica la presentación del estado de resultados, en un estado de resultados pro-forma, se le llama pro-forma porque esto significa proyectado, lo que en realidad hace el valuador.

El análisis pro-forma de la planta se hizo por un lapso de 18 períodos. Para el primer periodo, en el flujo nos indica una cantidad negativa que es la inversión realizada de \$ 1,910,477 para llevar a cabo el proyecto para la comercialización del agua tratada, ya para los siguientes períodos, el análisis nos reporta cantidad positivas y son los flujos de efectivo por ventas menos las deducciones aplicables, quedando al final del periodo un flujo neto de efectivo.

| ESTADO DE RESULTADOS | | | | | | | |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Concepto | Periodo 0 | Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Periodo 5 | Periodo 6 |
| Ingresos x ventas | | 538,186 | 596,685 | 662,080 | 735,206 | 817,004 | 955,256 |
| Costos | | 360,813 | 375,246 | 390,256 | 405,866 | 422,101 | 438,985 |
| Costos variables (ahorro) | | | | | | | |
| Gastos de administración (2% sobre ingresos) | | 10,764 | 10,979 | 11,199 | 11,423 | 11,651 | 11,884 |
| Utilidad bruta | | 166,609 | 210,460 | 260,625 | 317,917 | 383,252 | 504,388 |
| Costo financiero | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Depreciación | | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 |
| Valor de rescate | | | | | | | |
| Utilidad antes de imp. | | 110,463 | 154,314 | 204,479 | 261,771 | 327,106 | 448,241 |
| I.S.R. | | 30,930 | 43,208 | 57,254 | 73,296 | 91,590 | 125,508 |
| P.T.U. | | 11,046 | 15,431 | 20,448 | 26,177 | 32,711 | 44,824 |
| Utilidad despues de imp. | | 68,487 | 95,675 | 126,777 | 162,298 | 202,805 | 277,910 |
| Amortización | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Préstamo | 0.00 | | | | | | |
| Fondos propios | 1,910,477 | | | | | | |
| Inversión inicial | 1,910,477 | | | | | | |
| Flujo neto de efectivo | -1,910,477 | 68,487 | 95,675 | 126,777 | 162,298 | 202,805 | 277,910 |

| ESTADO DE RESULTADOS | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Concepto | Periodo 7 | Periodo 8 | Periodo 9 | Periodo 10 | Periodo 11 | Periodo 12 | Periodo 13 |
| Ingresos x ventas | 1,063,448 | 1,184,589 | 1,320,259 | 1,472,233 | 1,642,503 | 1,833,306 | 2,152,540 |
| Costos | 456,544 | 474,806 | 493,798 | 513,550 | 534,092 | 555,456 | 577,674 |
| Costos variables (ahorro) | | | | | | | |
| Gastos de administración (2% sobre ingresos) | 12,122 | 12,364 | 12,611 | 12,864 | 13,121 | 13,383 | 13,651 |
| Utilidad bruta | 594,782 | 697,419 | 813,849 | 945,819 | 1,095,290 | 1,264,467 | 1,561,215 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Costo financiero | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Depreciación | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 |
| Valor de rescate | | | | | | | |
| Utilidad antes de imp. | 538,636 | 641,272 | 757,703 | 889,673 | 1,039,144 | 1,208,321 | 1,505,069 |
| I.S.R. | 150,818 | 179,556 | 212,157 | 249,108 | 290,960 | 338,330 | 421,419 |
| P.T.U. | 53,864 | 64,127 | 75,770 | 88,967 | 103,914 | 120,832 | 150,507 |
| Utilidad despues de imp. | 333,954 | 397,589 | 469,776 | 551,597 | 644,269 | 749,159 | 933,143 |
| Amortización | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Préstamo | | | | | | | |
| Fondos propios | | | | | | | |
| Inversión inicial | | | | | | | |
| Flujo neto de efectivo | 333,954 | 397,589 | 469,776 | 551,597 | 644,269 | 749,159 | 933,143 |

| ESTADO DE RESULTADOS | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|
| Concepto | Periodo 14 | Periodo 15 | Periodo 16 | Periodo 17 | Periodo 18 | | |
| Ingresos x ventas | 2,405,237 | 2,688,566 | 3,006,282 | 3,362,599 | 3,762,252 | | |
| Costos | 600,781 | 624,812 | 649,805 | 675,797 | 702,829 | | |
| Costos variables (ahorro) | | | | | | | |
| Gastos de administración (2% sobre ingresos) | 13,924 | 14,202 | 14,487 | 14,776 | 15,072 | | |
| Utilidad bruta | 1,790,532 | 2,049,551 | 2,341,990 | 2,672,026 | 3,044,352 | | |
| Costo financiero | | | | | | | |
| Depreciación | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | 56,146 | | |
| Valor de rescate | | | | | | | |
| Utilidad antes de imp. | 1,734,386 | 1,993,405 | 2,285,844 | 2,615,879 | 2,988,205 | | |
| I.S.R. | 485,628 | 558,153 | 640,036 | 732,446 | 836,698 | | |
| P.T.U. | 173,439 | 199,341 | 228,584 | 261,588 | 298,821 | | |
| Utilidad despues de imp. | 1,075,319 | 1,235,911 | 1,417,223 | 1,621,845 | 1,852,687 | | |
| Amortización | | | | | | | |
| Préstamo | | | | | | | |
| Fondos propios | | | | | | | |
| Inversión inicial | | | | | | | |
| Flujo neto de efectivo | 1,075,319 | 1,235,911 | 1,417,223 | 1,621,845 | 1,852,687 | | |

10.15 Criterios de Decisión o Rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad buscan resumir en un solo número, toda la información relativa a los flujos de costos y beneficios de un proyecto, Ese número es el criterio de rentabilidad y puede expresarse en pesos, porcentajes o valores absolutos, dependiendo del indicador de que se trate. Así los criterios son las distintas formas de medición de la rentabilidad de un proyecto. Estos criterios tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo y son los siguientes:

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de rendimiento (TIR)
- Índice del valor actual neto (IVAN)

10.15.1 Valor Actual Neto (VAN)

También conocido como VPN (Valor Presente Neto), es el valor presente de todos los flujos del proyecto (positivos y negativos) relevantes en su evaluación. Este método consiste en determinar la equivalencia, en el presente, de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y compararla con el desembolso inicial. Dicho de otra forma, el VAN de una inversión es la diferencia entre el costo de capital de la misma y el valor presente de los flujos netos futuros que genere. También se puede definir como la cantidad que un inversionista podría pagar por una inversión en exceso de su costo, ya que es el criterio de rentabilidad que indica cuanto más rico es el dueño del proyecto en pesos y centavos si éste se ejecuta, respecto a la situación en la que no se ejecutaría el proyecto.²¹

La fórmula del VAN sería:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

En Donde:

- I₀** = Inversión inicial
- FNE** = Flujos netos de efectivo
- i** = Tasa de capitalización
- n** = Número de años

Aplicamos fórmula del VAN a los flujos de la planta y nos da el siguiente resultado.

²¹ Banobras, Apuntes sobre Evaluación Social de Proyectos. Inédita. México. 1999

$$\text{VAN} = -1,910,477 + \frac{(68,487)}{(1+0.1671)^1} + \frac{(95,675)}{(1+0.1671)^2} + \dots + \frac{(1,852,687)}{(1+0.1671)^{18}}$$

Si el VAN > 0; se acepta el proyecto, ya que se tiene un beneficio superior al costo de oportunidad.

Si el VAN < 0; se rechaza el proyecto.

Si el VAN = 0; es indiferente el proyecto, sin embargo, es importante no perder de vista el riesgo mismo.

Para este estudio la inversión inicial es de \$ 1,910,477 y el VAN resultante a través de 18 períodos es de \$ 3,103,416 lo que nos indica que el proyecto tiende a ser rentable, ya que es mayor a cero. Es decir su la tasa de rendimiento global para este proyecto es del 1.62 %

10.15.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se ha definido a un proyecto como la fuente de costos y beneficios durante un período de tiempo. Generalmente se debe desembolsar cierta cantidad en el presente para tener derecho al flujo de los beneficios netos futuros, los que idealmente reeditarán en un cierto porcentaje por sobre el monto de la inversión inicial. La tasa promedio por período que se obtiene debido al proyecto, se conoce como tasa interna de rentabilidad (TIR).²²

La TIR es la tasa que iguala el monto de la inversión con el valor presente de los flujos.

Criterios de decisión:

Si la TIR > i; se acepta el proyecto.

Si la TIR < i; se rechaza el proyecto.

Si la TIR = i; es indiferente el proyecto.

Para este estudio la TIR resultante fue 16.77 %, por lo que se recomienda aceptar el proyecto, según los criterios de decisión.

²² Banobras, Apuntes sobre Evaluación Social de Proyectos. Inédita. México. 1999

10.15.3 Índice del Valor Actual Neto (IVAN).

Este criterio es utilizado en la evaluación de proyectos y se asemeja al índice de rentabilidad porque proporciona información de la riqueza que se obtiene por cada peso invertido en un proyecto. Este indicador es una herramienta para priorizar dentro de las restricciones presupuestales que se enfrentan.

El índice de valor actual neto, indica la riqueza neta por peso invertido.

$$\text{IVAN} = \frac{\text{VAN}}{\text{INV}}$$

Criterios de decisión:

Si el IVAN > 0; se acepta el proyecto

Si el IVAN < 0; se rechaza el proyecto.

Para este estudio el IVAN resultante fue de 1.62, lo que nos indica que por cada peso que se invierta en el proyecto, se obtendrán .62 pesos. Por lo que se acepta el proyecto este criterio de decisión.

Conclusiones

Después de haber determinado el valor de la planta de tratamiento de aguas residuales de la UAM ubicada en la delegación Ixtapalapa, la cual fue construida con fines puramente didácticos. En el presente trabajo se plantea también determinar si la planta puede ser un proyecto rentable con en el estado que se encuentra actualmente.

En este proyecto se plantea que la materia prima o insumos de la planta sea el agua que se vierte al drenaje por los sanitarios de la UAM; misma que originalmente es adquirida de la red de agua potable.

Para analizar si este proyecto es rentable se utilizaron tres criterios de evaluación de proyectos los cuales son:

- Determinar el Valor presente neto del proyecto (VAN)
- Determinar la tasa interna de retorno (TIR)
- Determinar el índice del valor presente neto (IVAN)

Bajo el análisis de estos parámetros financieros, la planta tratadora de aguas residuales de la UAM Ixtapalapa tiene una rentabilidad aceptable, con base en que el agua tratada que produce se utilice conforme a lo propuesto en el subtema 7.10 de este trabajo, es decir, que se utilice para regar las áreas verdes de la universidad en las cantidades propuestas en el proyecto lo que generará un ahorro en cuanto al consumo de agua potable y por ende en el costo de la misma y otra parte el agua tratada complementaria de la producción total de la planta fuera comercializada en establecimientos de auto lavado.

El Valor Presente Neto VAN resulta ser el mejor indicador debido a que en este caso su interpretación resulta ser sencilla, ya que al considerar la inversión inicial de \$1'910,477.00 y al

compararla con el valor presente del los flujos, descontados a la tasa propuesta, resulta ser positivo, es decir que el VAN = \$3'103,416.00, que comparado con la inversión resulta ser el 62.44%, que resulta de dividir \$3'103,416.00 entre \$1'910,477.00 menos uno, multiplicado por 100

$$\left(\frac{\text{valor actual}}{\text{valor inicial}} - 1 \right) \times 100$$

Lo anterior nos hace concluir que el proyecto es rentable, debido a que el VAN fue positivo.

Además de los beneficios que le podría aportar a la UAM, al utilizar el agua tratada para regar las áreas verdes y comercializar el agua restante, como se mencionó con anterioridad, podría obtenerse la cantidad que representan los pagos bimestrales por concepto de adquisición de agua potable para la universidad.

No debemos de olvidar que se realizó la planta de tratamiento para fines didácticos y no como un proyecto de inversión.

Como podemos observar, el comercializar agua tratada tiene un margen de ganancia alto y esto debido a los precios bajos que se podrían obtener por parte del Gobierno del D.F., ya que como se mencionó en el trabajo, el precio por metro cúbico de agua tratada comprada en una garza es de \$18.86 para las personas que cuenten con un camión cisterna.

Para este proyecto la inversión adicional del proyecto sería la compra del camión cisterna para poder distribuir el agua tratada en los establecimientos de auto lavado, unidades habitacionales o a particulares que necesiten este servicio esto todavía vuelve más atractivo el proyecto, ya que para riego como se mencionó anteriormente, hay particulares que revenden el agua tratada con un precio de hasta en \$113.00 por metro cúbico, y hay quien lo paga.

A continuación se presente un resumen de los valores sobre el valor comercial de la planta de la UAM obtenidos por los diferentes métodos que fueron aplicados en este trabajo:

| | |
|--|-------------------------|
| Enfoque de Mercado | No aplica ²³ |
| Enfoque Físico | \$1'573,000.00 |
| Enfoque de Capitalización | \$2'771,700.00 |
| Análisis de Flujo de Efectivo Descontado | \$3'103,400.00 |

Finalmente cabe resaltar que en este trabajo se llevaron a cabo dos objetivos:

Hacer la valuación de la planta y hacer ver si podía ser rentable para fines de comercialización.

²³ Ver Subtema 6.7 Justificación de la NO Aplicación del Enfoque de Mercado en este Trabajo.

Bibliografía General.

Banobras. Et. Al. Apuntes Sobre Valuación Social de Proyectos. México. 1ª. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. 1999. 471 páginas.

Jiménez Cisneros, Blanca Elena y Judith Ramos Hernández. Reúso Posible del Agua Residual en México. Instituto de Ingeniería UNAM. México 1999.

Salvatore, Dominick, trad. Teoría y Problemas de Microeconomía, Traducida del inglés por Jesús Villamizar Herrera. 2 Ed. México. Mc Graw Hill. Pag 3.

Et. Al. Cuaderno Estadístico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Aguascalientes, México. INEGI. 2010. 246 páginas.

Et. Al. Cuaderno Estadístico Delegacional: Iztapalapa. Aguascalientes, México. INEGI. 2010. 143 páginas.

Et. Al. Anuario Estadístico: Distrito Federal. Aguascalientes, México. INEGI. 2010. 525 páginas.

García de Alba Cassaigne, Rubén. Construcción, Diseño, Costos, Mantenimiento y Funcionamiento de Plantas de Tratamiento de Agua para Fraccionamientos y Edificios de Departamentos en el D.F. Inédita. México. Tesis presentada para aspirar al grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Universidad Iberoamericana. 2001. 115 pags.

Et. Al. Agenda Ecológica 2014. Edo. de México. Ediciones Fiscales ISEF. 2014.

Et. Al. Código Financiero del Distrito Federal 2014. Edo. de México. Ediciones Fiscales ISEF. 2014.

Gobierno del Distrito Federal. Gaceta Oficial del D.F. Inédita. México. 2014

En Internet:

<http://www.uam.mx>

<http://www.cepep.gob.mx>

<http://www.cna.gob.mx/conagua/Default.aspx>

<http://es.wikibooks.org>

<http://www.imacmexico.org>

<http://www.plantasdetratamiento.com/Noticias.asp>

<http://www.angelfire.com/ultra2/profecias/mexicoescasezdeagua.htm>

<http://www.archivohistoricodelagua.info>

<http://earth.google.com/int/es/>

<http://www.finanzas.df.gob.mx/servicios/inpc.html>

ANEXO 1

| | |
|------------|-----------------|
| Folio : | Tesis 2014 |
| Fecha : | 20 agosto 2014 |
| Vigencia : | 16 febrero 2015 |

ESTIMACIÓN DE VALOR

Planta Tratadora de Aguas Residuales UAM Iztapalapa

| | |
|-----------------------------|---|
| Calle : | Michoacán |
| Número exterior : | s/n |
| Número interior : | - |
| Colonia : | Leyes de Reforma 1a sección |
| Código Postal : | 09310 |
| Delegación o Municipio : | Iztapalapa |
| Ciudad : | México |
| Entidad Federativa : | Distrito Federal |
| VALOR COMERCIAL : | \$ 1,573,000 |
| | [UN MILLON QUINIENTOS SETENTA Y TRES MIL PESOS 00/100 M.N.] |
| Fecha de la estimación : | 20 de agosto de 2014 |
| Vigencia de la estimación : | 16 de febrero de 2015 |

| | |
|------------|-----------------|
| Folio : | Tesis 2014 |
| Fecha : | 20 agosto 2014 |
| Vigencia : | 16 febrero 2015 |

I. - ANTECEDENTES

| | |
|---|---|
| Fecha de la estimación de valor : | 20 de agosto de 2014 |
| Valuador : | Arq. Pedro Rocha Maguey |
| Cédula profesional : | 4080516 |
| Cédula Postgrado : | |
| Especialidad : | |
| Solicitante de la estimación de valor: | Pedro Rocha Maguey |
| Domicilio del solicitante : | No proporcionado |
| Propietario del inmueble : | UAM Iztapalapa |
| Domicilio del propietario : | No proporcionado |
| Objeto de la estimación de valor : | Estimar Valor Comercial del inmueble |
| Propósito de la estimación de valor : | Posible comercialización del inmueble |
| Inmueble que se valúa : | Planta Tratadora de Aguas Residuales UAM Iztapalapa |
| Ubicación del inmueble | |
| Calle : | Michoacán |
| Número exterior : | s/n |
| Número interior : | - |
| Con frente de acera al : | Norte |
| Entre las calles de : | F.C. San Rafael Atlixco y La Purísima |
| Colonia : | Leyes de Reforma 1a sección |
| Código Postal : | 09310 |
| Delegación o Municipio : | Iztapalapa |
| Ciudad : | México |
| Entidad Federativa : | Distrito Federal |
| Régimen de propiedad : | Privada Individual |
| Nº de cuenta catastral : | No Proporcionada |
| Nº de cuenta de agua : | No Proporcionada |
| Declaraciones y advertencias : | |
| La presente estimación no tiene validéz para ningún fin legal o fiscal. | |

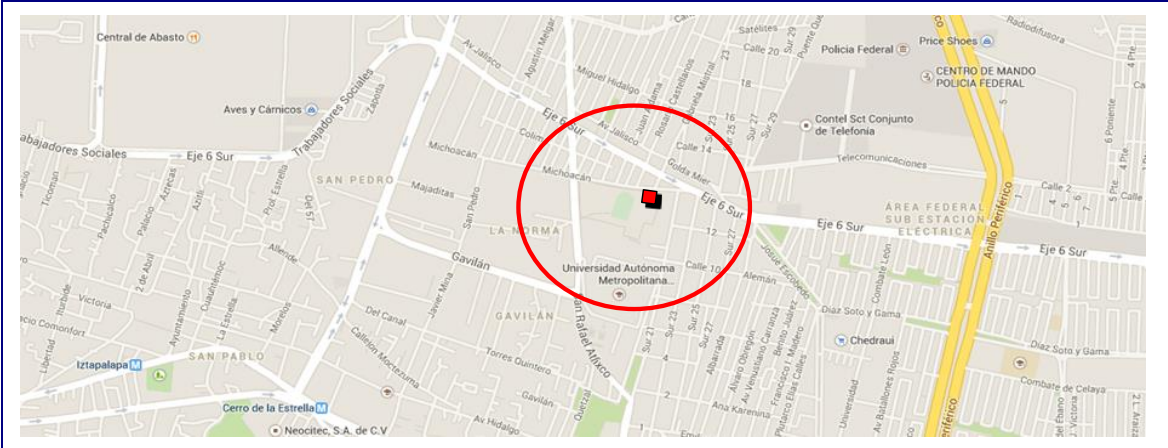
Folio : Tesis 2014
Fecha : 20 agosto 2014
Vigencia : 16 febrero 2015

II. - CARACTERÍSTICAS URBANAS

| | |
|--|---|
| Clasificación de la zona : | Mixto: Habitacional con comercio en planta baja de tercer orden |
| Tipo de construcción dominante en la zona : | Casas habitación unifamiliar desarrolladas de hasta tres niveles de económica y mediana calidad |
| Índice de saturación en la zona : | 90% |
| Nivel socioeconómico : | Bajo y Medio - bajo |
| Densidad de Población : | Media : 200 a 400 Habitantes / Hectárea |
| Vías de acceso e importancia de las mismas : | Eje 5 Ote. Javier Rojo Gómez, Eje 6 Sur Trabajadoras Sociales y Eje 8 Sur Ermita Iztapalapa como vías principales. |
| Infraestructura disponible en la zona : | Completa : Abastecimiento de agua potable, red de distribución con suministros mediante tomas domiciliarias, drenaje y alcantarillado de aguas residuales, electrificación con suministro a través de redes aéreas, alumbrado público con sistema de cableado aéreo, postería de concreto con lámparas de sodio, guarniciones y banquetas de concreto hidráulico, vías para circulación vehicular de asfalto. |
| Servicios públicos : | Telefonía con sistema de cableado aéreo con postería de concreto armado, señal de televisión por cable, transporte público a una distancia de 250 mts., vigilancia por medio de patrullas, recolección de basura. |
| Equipamiento urbano : | Iglesias, mercado, jardines, escuelas de nivel básico, medio y superior, hospitales, sucursales bancarias, gasolineras, locales comerciales de diversos giros, centros comerciales, parque ecológico y nomenclatura de calles en un radio aproximado de 1 km. |
| Contaminación ambiental : | Alta ; consistente en ruido y humo generados principalmente por tránsito vehicular de la zona circundante |

III.- TERRENO

Croquis de localización



Tramo de calles transversales, límites y orientación :

Lote de terreno intermedio con frente de acera al Norte, entre las calles de Ferrocarril San Rafael Atlixco al Poniente y la calle de La Purísima al Oriente, complementando la manzana al Sur con la misma calle de Ferrocarril San Rafael Atlixco.

Configuración y topografía :

Lote de terreno de forma irregular y topografía plana con respecto a su nivel de banquetas.

Características panorámicas :

Zona urbana habitacional de económica calidad.

Uso de suelo permitido :

H 3 40 B : Habitacional con un máximo de 3 niveles construidos y un 40% de área libre del terreno. Densidad B: Baja una vivienda por cada 100 m² del terreno.

Coefficiente de utilización de suelo (C. U. S.) :

Media : Hasta 1.80 veces el área del terreno.

Densidad habitacional :

Media : Hasta 300 Habitantes / Hectárea.

Servidumbres y/o restricciones :

No se mencionan en la documentación ni se detectaron en la inspección

Medidas y colindancias según :

Medición realizada por foto satelital.

Medidas y colindancias del terreno :

| | | |
|------------------|-----------|--|
| Al Norte en : | 22.00 mts | con la calle de Michoacán, |
| Al Poniente en : | 8.00 mts | con lote propiedad de la UAM Iztapalapa, |
| Al Oriente en : | 15.00 mts | con la calle de La Purísima, y |
| Al Sur en : | 25.00 mts | con lote propiedad de la UAM Iztapalapa. |

| | |
|------------|-----------------|
| Folio : | Tesis 2014 |
| Fecha : | 20 agosto 2014 |
| Vigencia : | 16 febrero 2015 |

IV.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE

Uso actual : Planta Tratadora de Aguas Residuales UAM Iztapalapa

Descripción general :

Lote de terreno de forma irregular en donde se desplantan dos cuerpos construidos desarrollados en un solo nivel. El cuerpo principal es una planta tratadora de aguas residuales de forma rectangular ubicada al centro del lote, el segundo cuerpo de forma cuadrada con cubierta de lámina acanalada de asbesto, con uso actual de oficina con sanitario y ubicada en el acceso del lote, él cuál se ubica en la colindancia Norponiente del lote. En el inmueble se aprecian dos tipos de calidad en su uso y construcción.

Calidad de proyecto : Adecuado para su uso.

Clasificación general del inmueble : H 02 3

| Tipos de construcción apreciados | Área (M ²) | Claves | Calidad y clasificación de la construcción |
|--------------------------------------|-------------------------|--------|--|
| Planta tratadora de aguas residuales | 24.00 | I 02 3 | Industria de mediana calidad. |
| Oficinas | 8.00 | O 02 2 | Oficinas de económica calidad. |

Área construida : 32.00

Número de niveles : Un solo nivel

| Vida útil estimada (años) | Edad | Estado de Conservación | Vida útil remanente |
|---------------------------|------|------------------------|---------------------|
| 70 | 20 | Normal | 50 |
| 40 | 1 | Normal | 39 |

Indiviso (según) : 1.00 Por ser régimen de propiedad privada individual

Estado de conservación general : Con mantenimiento constante.

Avance actual de obra (%) : 100 Terminada

Avance actual de área común (%) : - -

Unidades rentables generales : 1 : El inmueble que se valúa con todos sus elementos antes descritos.

Unidades rentables ó susceptibles de rentar : 1 : El inmueble que se valúa con todos sus elementos antes descritos.

Aspecto estructural del inmueble : Bueno : No se aprecian pandeos o fisuras en losas o muros.

Área de terreno : 264.35 Medición realizada por foto satelital.

Área total construida : 32.00 Levantamiento realizado con cinta métrica.

Área total vendible : 32.00 Levantamiento realizado con cinta métrica.

J) Instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias (propiedad privada individual) K) Áreas, obras complementarias e instalaciones comunes (propiedad privada en condominio)

| Descripción | Cantidad | Cantidad | Descripción |
|---------------------------------|----------|----------|-------------|
| Malla perimetral (ciclónica) | 69.89 | | |
| Pavimentos (concreto) | 60.00 | | |
| Jardín (pasto natural) | 172.35 | | |
| Bombas Sumergible (25 h.p.) | 1.00 | | |
| Cárcamo (concreto) | 5.00 | | |
| Cisterna superficial (plástica) | 3.50 | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

V.- ENFOQUE DE MERCADO

A).- Investigación de terrenos en venta

| Nº | Ubicación | Características | Area M ² Terreno | Oferta \$ | Teléfono | Fuente Información |
|----|--|------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|----------------------------|
| 1 | General Anaya, Barrio Santa Bárbara, Iztapalapa. | Terreno con construcciones | 2,168 | 12,000,000 | 55-46-75-31 | Bienes Raíces Han |
| 2 | Callejón Palacio s/n., La Asunción, Iztapalapa | Terreno baldío forma regular | 461 | 2,500,000 | 55-82-36-11 | Corporativo Alfa |
| 3 | Cultura Prehispánica nº 143, Granjas San Antonio, Iztapalapa | Terreno baldío en esquina | 308 | 4,000,000 | 56-88-40-40 | René Fuentes Bienes Raíces |
| 4 | Javier Rojo Gómez, Cuchilla del Moral, Iztapalapa | Terreno con construcciones | 50,000 | 600,000,000 | 65-50-22-74 | Profeso Inmobiliaria |
| 5 | José María Morelos s/n, Lomas Estrella, Iztapalapa | Terreno baldío forma regular | 8,340 | 45,000,000 | 56-84-02-95 | Grupo GEB |
| 6 | Lesina s/n, Lomas Estrella, Iztapalapa | Terreno con construcciones | 2,538 | 15,228,000 | 55-95-15-13 | Organización Serrano |

| Nº | Area M ² Construcción | Edo. Con- servación | Claves U-R-C | V.U.R.N. \$/ M ² | Factor de Edad | | | Valor de la Construcción | | Valor del Terreno | | Análisis |
|----|-------------------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|-----------|-----|--------------------------|---|-------------------|---------|----------|
| | | | | | Edad | Vida útil | FRe | \$ | | \$ | | |
| 1 | - | | | | - | | | - | - | - | Mercado | |
| 2 | - | | | | - | | | - | - | - | Mercado | |
| 3 | - | | | | - | | | - | - | - | Mercado | |
| 4 | - | | | | - | | | - | - | - | Mercado | |
| 5 | - | | | | - | | | - | - | - | Mercado | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |

| Nº | M ² | \$/M ² | Factores de Homologación para construcción | | | | | | | | \$/ M ² |
|----|----------------|-------------------|--|-----------|------|------------|------|-----------|-------------|------|--------------------|
| | | | Zona | Ubicación | Uso | Demolición | Area | Ocupación | Negociación | FRe | |
| 1 | 2,168 | 5,535 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 1.06 | 1.00 | 0.90 | 0.86 | 4,760 |
| 2 | 461 | 5,423 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.82 | 1.00 | 0.95 | 0.94 | 5,098 |
| 3 | 308 | 12,987 | 1.00 | 0.85 | 1.00 | 1.00 | 0.77 | 1.00 | 0.95 | 0.62 | 8,052 |
| 4 | 50,000 | 12,000 | 0.83 | 0.85 | 1.00 | 0.80 | 1.79 | 1.00 | 0.80 | 0.81 | 9,720 |
| 5 | 8,340 | 5,396 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.33 | 1.00 | 0.80 | 1.06 | 5,719 |
| 6 | 2,538 | 6,000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 1.09 | 1.00 | 0.95 | 0.93 | 5,580 |

Área de terreno del inmueble analizado :

264.35 M²

Valor unitario de terreno : \$ / M²

6,700

B).- Investigación de inmuebles semejantes al analizado en venta

| Nº | Ubicación | Edad | Area M ² Terreno | Area M ² Construcc. | Teléfono | Fuente Información |
|----|-----------|------|--------------------------------|-----------------------------------|----------|-----------------------|
| | | | | | | |

| Nº | Oferta \$ | Area M ² | \$/M ² | Factores de Homologación para construcción | | | | | | \$/ M ² | |
|----|--------------|------------------------|-------------------|--|-----------|------|------|------|---------|--------------------|-------------|
| | | | | C.U.S. | Estacion. | Zona | Area | Edad | Calidad | | Negociación |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Edad :

Área construida del inmueble analizado :

Valor unitario de venta : \$ / M²

| Valor resultante de Mercado \$/M ² | Factor de Comercialización** | Valor resultante de Mercado \$/M ² | Area construida vendible M ² | Valor de Mercado \$ |
|--|---------------------------------|--|--|------------------------|
| | | | | |

** Debido a la diferencia entre los valores netos de reposición de los dos tipos de construcción que se han considerado como área vendible de la casa habitación **

Valor de Mercado : \$

VI.- ENFOQUE DE COSTOS

A) Terreno

| | | | |
|---|-------|--|----------|
| Área del lote tipo o moda M ² : | 1,500 | Código | A090132 |
| Valor unitario de mercado \$/M ² : | 6,700 | Valor unitario de referencia : \$/M ² | 2,883.00 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Factores de eficiencia del terreno : | FZo | FUb | FFr | FFo | Fsu | FRe |
| | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.83 | 0.92 | 0.76 |

| Fracción | Área M ² | Valor Unitario \$/M ² | Factor Resultante FRe | Motivo del Coeficiente | Valor Unitario Resultante \$/M ² | Valor Parcial \$ |
|-------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------|---|------------------|
| 1 | 264.35 | 6,700 | 0.76 | FRe | 5,092.00 | 1,346,070.20 |
| SUMA | 264.35 | | Indiviso | 1.00 | SUBTOTAL (A) : | 1,346,070.20 |

B) Construcciones

| Descripción | Área M ² | V. R. N. \$/M ² | Factores de depreciación | | | V. N. R. \$/M ² | Valor Parcial \$ |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | Conser-vación | Edad | Factor Resultante | | |
| Planta tratadora de aguas residuales | 24.00 | 5,200 | 1.00 | 0.74 | 0.74 | 3,848.00 | 92,352.00 |
| Oficinas | 8.00 | 3,200 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 3,136.00 | 25,088.00 |
| SUMA | 32.00 | | | | | SUBTOTAL (B) : | 117,440.00 |

C) Áreas, obras, e instalaciones especiales comunes (Reg. Prop. Privada en Condominio)

| Descripción | Uni-dad | Clave | Cantidad | V. R. N. \$ | Edad | Vida Útil | Factores de depreciación | | | V. N. R. \$ | Indiviso | Valor Parcial \$ |
|-------------------------|---------|-------|----------|-------------|------|-----------|--------------------------|------|-------------------|-------------|----------|------------------|
| | | | | | | | Conser-vación | Edad | Factor Resultante | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL (C) : | | | | | | | | | | | | |

C) Instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias (Reg. Prop. Privada)

| Descripción | Uni-dad | Clave | Cantidad | V. R. N. \$ | Edad | Vida Útil | Factores de depreciación | | | V. N. R. \$ | Indiviso | Valor Parcial \$ |
|---------------------------------|----------------|-------|----------|-------------|------|-----------|--------------------------|------|-------------------|-------------|------------|------------------|
| | | | | | | | Conser-vación | Edad | Factor Resultante | | | |
| Malla perimetral (ciclónica) | M ² | OC01 | 69.89 | 350 | 10 | 40 | 1.00 | 0.78 | 0.78 | 273 | 1.00 | 19,080 |
| Pavimentos (concreto) | M ² | OC03 | 60.00 | 650 | 1 | 60 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 644 | 1.00 | 38,610 |
| Jardín (pasto natural) | M ² | OC06 | 172.35 | 80 | 20 | 60 | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 56 | 1.00 | 9,652 |
| Bombas Sumergible (25 h.p.) | Eqpo. | EA10 | 1.00 | 35,000 | 10 | 40 | 1.00 | 0.78 | 0.78 | 27,300 | 1.00 | 27,300 |
| Cárcamo (concreto) | M ³ | OC10 | 5.00 | 2,300 | 20 | 60 | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 1,610 | 1.00 | 8,050 |
| Cisterna superficial (plástica) | M ³ | OC10 | 3.50 | 2,500 | 10 | 40 | 1.00 | 0.78 | 0.78 | 1,950 | 1.00 | 6,825 |
| SUBTOTAL (C) : | | | | | | | | | | | 109,516.57 | |

Resultado Enfoque de Costos (A) + (B) + (C) :

\$ 1,573,027

VII.- RESUMEN

| | |
|----------------------------|---------------------|
| Valor de Mercado : | \$ |
| Valor Físico o de Costos : | \$ 1,573,027 |

VIII.- CONSIDERACIONES PREVIAS A LA CONCLUSIÓN

Del análisis de los valores obtenidos y considerando las características tanto físicas como funcionales del inmueble, así como las condiciones prevalecientes de oferta y demanda de mercado en la zona de influencia, se considera que el Enfoque de Costos es el mejor indicador para concluir como el Valor Comercial del inmueble analizado.

IX.- CONCLUSIÓN

| | |
|---|----------------------|
| VALOR COMERCIAL | \$ 1,573,000 |
| [UN MILLON QUINIENTOS SETENTA Y TRES MIL PESOS 00/100 M.N.] | |
| Esta cantidad representa el Valor Comercial del inmueble al día : | 20 de agosto de 2014 |

X.- VALOR REFERIDO


| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| VALUADOR | |
| Arq. Pedro Rocha Maguey | |
| Cédula Profesional N° : | 4080516 |
| Postgrado : | Maestría en Valuación : En trámite |
| Registro Fiscal Tesorería D.F. : | |

| | |
|------------|-----------------|
| Folio : | Tesis 2014 |
| Fecha : | 20 agosto 2014 |
| Vigencia : | 16 febrero 2015 |


INVESTIGACIÓN MERCADO DE TERRENOS

| Características | Fecha | Nº |
|---|----------------------------------|----|
| Construcción como terreno | 20/08/2014 | 1 |
| Ubicación | | |
| General Anaya, Barrio Santa Bárbara, Iztapalapa. | | |
| Área de terreno | Área construida | |
| 2,168.00 M ² | S/D | |
| Oferta \$ | Valor Unitario \$/M ² | |
| 12,000,000 | 5,535 | |
| Fotografía | | |
|  | | |
| Fuente | | |
| Bienes Raíces Han 55-46-75-31 | | |

| Características | Fecha | Nº |
|---|----------------------------------|----|
| Terreno baldío | 20/08/2014 | 2 |
| Ubicación | | |
| Callejón Palacio s/n., La Asunción, Iztapalapa | | |
| Área de terreno | Área construida | |
| 461.00 M ² | N/A | |
| Oferta \$ | Valor Unitario \$/M ² | |
| 2,500,000 | 5,423 | |
| Fotografía | | |
|  | | |
| Fuente | | |
| Corporativo Alfa 55-82-36-11 | | |

| Características | Fecha | Nº |
|---|----------------------------------|----|
| Terreno baldío en esquina | 20/08/2014 | 3 |
| Ubicación | | |
| Cultura Prehispánica n° 143, Granjas San Antonio, Iztapalapa | | |
| Área de terreno | Área construida | |
| 308.00 M ² | N/A | |
| Oferta \$ | Valor Unitario \$/M ² | |
| 4,000,000 | 12,987 | |
| Fotografía | | |
|  | | |
| Fuente | | |
| René Fuentes Bienes Raíces 56-88-40-40 | | |

| Características | Fecha | Nº |
|---|----------------------------------|----|
| Construcción como terreno | 20/08/2014 | 4 |
| Ubicación | | |
| Javier Rojo Gómez, Cuchilla del Moral, Iztapalapa | | |
| Área de terreno | Área construida | |
| 50,000.00 M ² | S/D | |
| Oferta \$ | Valor Unitario \$/M ² | |
| 600,000,000 | 12,000 | |
| Fotografía | | |
|  | | |
| Fuente | | |
| Professo Inmobiliaria 65-50-22-74 | | |

| Características | Fecha | Nº |
|---|----------------------------------|----|
| Terreno baldío regular | 20/08/2014 | 5 |
| Ubicación | | |
| José María Morelos s/n, Lomas Estrella, Iztapalapa | | |
| Área de terreno | Área construida | |
| 8,340.00 M ² | N/A | |
| Oferta \$ | Valor Unitario \$/M ² | |
| 45,000,000 | 5,396 | |
| Fotografía | | |
|  | | |
| Fuente | | |
| Grupo GEB 56-84-02-95 | | |

| Características | Fecha | Nº |
|---|----------------------------------|----|
| Construcción como terreno | 20/08/2014 | 6 |
| Ubicación | | |
| Lesina s/n, Lomas Estrella, Iztapalapa | | |
| Área de terreno | Área construida | |
| 2,538.00 M ² | S/D | |
| Oferta \$ | Valor Unitario \$/M ² | |
| 15,228,000 | 6,000 | |
| Fotografía | | |
|  | | |
| Fuente | | |
| Organización Serrano 55-95-15-13 | | |

ANEXO 2**Resumen Consumo de agua tratada para lavado de autos (semanalmente)**

| Auto | Lavados x semana | Precio promedio | Importe | Consumo de agua (m³) |
|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Chico | 1,964 | 53.52 | \$105,107.86 | 68.74 |
| Mediano | 1,666 | 61.60 | \$102,625.60 | 149.11 |
| Grande | 1,353 | 73.38 | \$99,282.21 | 129.21 |
| Camioneta | 873 | 85.24 | \$74,415.72 | 86.86 |
| Microbus | 595 | 159.45 | \$94,871.72 | 99.96 |
| Total | 6,451 | | \$476,303.12 | 533.88 |

Resumen Consumo de Agua Tratada para Lavado de Autos (mensualmente)

| Lavados x mes | Consumo de agua (m³) |
|----------------------|-----------------------------|
| 25,804 | 2,135.53 |

Resumen Consumo de Agua Tratada para Lavado de Autos (anualmente)

| Lavados x mes | Consumo de agua (m³) |
|----------------------|-----------------------------|
| 309,648 | 25,626.34 |