



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

"SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES" *(Zona Metropolitana de Guadalajara)*

Enrique León Zepeda

Tesis presentada para optar por el grado de
Maestro en Administración de la Construcción
con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios
de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 994188 con fecha 09-VII-99.

Zapopan, Jal., 20 de febrero de 2009



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

“SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES” (Zona Metropolitana de Guadalajara)

Enrique León Zepeda



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA
BIBLIOTECA

Tesis presentada para optar por el grado de
Maestro en Administración de la Construcción
con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios
de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 994188 con fecha 09-VII-99.

Zapopan, Jal., 20 de febrero de 2009

CLASIF: TE MAC 2009 LEO

ADQUIS: F3300 q: 1

FECHA: 15/02/2010

DONATIVO DE SERVICIOS

3 escanners

[1a ed.]

62 h. = il., gráf., maps.; 28 cm. + 1 disco óptico de computadora; 4 3/4 plg.

Publicado también en forma electrónica en formato PDF a través de World Wide Web

618.3 L50 2009

Tesis (Maestría) Universidad Panamericana Campus Guadalupe, 2009

Incluye referencias bibliográficas

1. Rehabilitación del agua - Tesis y disertaciones académicas



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
(Campus Guadalajara)

POSGRADOS DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y ADMINISTRACIÓN

T E S I S

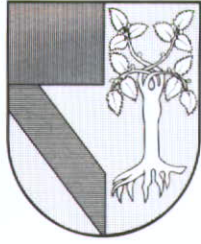
“SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES”
(Zona Metropolitana de Guadalajara)

Presentado por:
Ing. Enrique León Zepeda

Para obtener el grado en:
Maestría en Administración de la Construcción

Dirigida por:
Dr. Manuel Montenegro Fragoso

Zapopan, Jalisco, 26 de enero de 2009



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

Zapopan, Jalisco, Febrero 2009.

MTRO. SERGIO VELAZQUEZ RODRIGUEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE
EXÁMENES DE GRADO
P R E S E N T E.

Me permito hacer de su conocimiento que Sr. Ernique León Zepeda de la Maestría en Administración de la Construcción, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS, titulado:

“SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES”

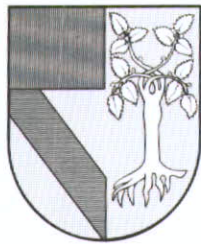
(zona Metropolitana de Guadalajara)”

Manifiesto que, después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

A T E N T A M E N T E


DR. MANUEL MONTENEGRO FRAGOSO
ASESOR DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO

C. Sr. Enrique León Zepeda
Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulado:

“SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES”
(zona Metropolitana de Guadalajara)

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar siete ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE

MTRO. SERGIO VELAZQUEZ RODRIGUEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN
DE EXAMENES DE GRADO

PRÓLOGO

Al concluir mis estudios de licenciatura en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, siempre anhele cursar una maestría.

Por invitación del Sr. Ingeniero Salvador Ismael Gómez Chávez, catedrático de la Universidad Panamericana "Campus Guadalajara", solicité mi inscripción en la Maestría en Administración de la Construcción, y gracias al valioso apoyo y estímulo constante del Sr. Ingeniero Darío F. Acosta Acosta, Coordinador General de la misma, he podido concluir mis estudios, permitiendo a esta fecha presentar mi tesis.

Indispensable es para mi persona, reconocer al cuerpo docente su experiencia profesional y competencia didáctica en la impartición de las materias establecidas en la currícula, así como su generosa enseñanza. También agradezco las finas atenciones del personal administrativo y de apoyo.

Reconozco en el Sr. Doctor Manuel Montenegro Fragoso, su competencia profesional y paciencia en la dirección de mi tesis. Agradezco su valiosa dedicación.

Mis compañeros, me significan el privilegio de compartir sus estudios y capacidades, logrando establecer nuevas competencias y apreciable amistad.

El trabajo de esta tesis es compartido con mi esposa Marcela e hijos: Enrique, Carlos y Pablo, dedicándoles a ellos su logro en unión de mi nieta Esmeraldita y Esmeralda, querida esposa de mi hijo Enrique; particularmente a mis padres Enrique y Josefina y mis hermanos: Gloria Irma, Martha, Rubén y Jaime. Todos ellos representan la justificación y amor de mi existencia.

Con fé en Dios Nuestro Señor y la Virgen Santísima María de Guadalupe, he llegado hasta este día con gratitud.

Enrique León Zepeda

26 de enero de 2009.

Í N D I C E

CAPÍTULO	1. Introducción	Página
	1.1 El por qué de la tesis	7
	1.2 Antecedentes	13
	1.3 Objetivo	17
	1.4 Alcance	18
	1.5 Metodología	18
	1.6 Descripción	19
CAPÍTULO	2. Marco Teórico	
	2.1 Introducción	21
	2.2 Aguas residuales (variable de mayor peso)	22
	2.3 Antecedente del abastecimiento de agua ZCG	23
	2.4 Glosario	25
	2.5 Contaminación y tratamiento de las aguas residuales	26
	2.6 Antecedente depuración o tratamiento aguas residuales, aspectos:	28
	● Técnicos	30
	● Sanitarios	32
	● Legales	33
	2.7 La sustentabilidad	34
	2.8 Observaciones y comentarios.	36
CAPÍTULO	3. Medición	
	3.1 Introducción	38
	3.2 Encuesta	39
	3.3 Diseño de la encuesta	40
	3.4 Aplicación de la encuesta	42
	3.5 Resumen General	50
	3.6 Observaciones y comentarios	51

CAPÍTULO 4. Análisis de resultados

4.1	Introducción	53
4.2	Método de análisis	53
4.3	Aplicación del método	53
4.4	Resultado del análisis	57
4.5	Observaciones y comentarios	58

CAPÍTULO 5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1	Conclusiones finales	60
5.2	Futuras líneas de investigación	61
5.3	Comentarios del proceso de investigación	61

BIBLIOGRAFÍA

AGRADECIMIENTOS

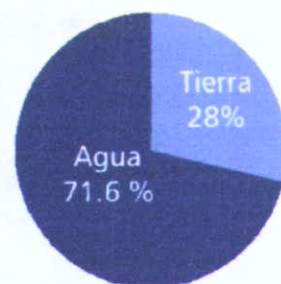
CAPÍTULO 1 Introducción

1.1 El por qué de la tesis

En el planeta tierra, al inicio de la humanidad y hasta nuestros días aproximadamente 6,000 millones de habitantes, existe la misma cantidad de agua.

El agua no produce más agua, sin embargo cada día existen más seres vivientes que habitan y dependen de este vital líquido.

La superficie del globo terráqueo es aproximadamente de: 510 millones de Km². representada por el 28.4% que es tierra y el 71.6% restante lo integra el agua.



Globo Terraqueo
510 Millones de Km².

Figura. 1.1 "Vista plana" del Globo Terráqueo. Proporción Tierra – Agua. (Google, 2007)

Este último porcentaje correspondiente al agua, su volumen mayor, no es aprovechable para el consumo humano, ya que el 97.39% se encuentra en los océanos, y es agua salada (también conocida como salobre), el 2.01% en los polos congelados norte y sur y el resto está contenido en su mayoría en las formaciones geológicas 0.54%, y únicamente el 0.06% escurre como agua superficial.



Figura. 1.2 Ciclo natural del agua

El agua dulce propia para el consumo humano como se señaló, es aproximadamente el 0.60% del 100%, y es localizada en la naturaleza en depósitos subterráneos, cuencas, ríos, en la atmósfera... obligando en múltiples situaciones al ser humano, a utilizar eficientes y costosas tecnologías, para su obtención y aprovechamiento.

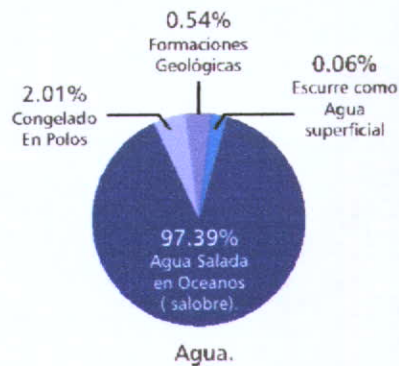


Figura. 1.3 Proporción del agua según su localización en la naturaleza

El agua es un recurso natural no renovable, que no tiene forma de ser sustituido por ningún otro, actualmente en casi todos los países del mundo se ha convertido en un bien estratégico, indispensable para su desarrollo en materia de salud, economía, y sustentabilidad social.

En un análisis con respecto a la relación actual entre la distribución agua y su densidad de población, en los continentes que integran al mundo, ofrece los siguientes resultados:

Asia cuenta con el 60% de la población y únicamente el 36% del recurso hídrico; Europa posee el 13% de la humanidad y el 8% del recurso hídrico, En África vive el 13% de la humanidad y únicamente dispone del 11% del recurso hídrico, en América del norte y central reside el 8% de la población y dispone del 15% del recurso hídrico, y en América del sur, reside el 6% de la población mundial, pero disfruta del 26% de los recursos hídricos, siendo la región proporcionalmente la de mayor abundancia .
 (la cuenca del amazonas posee el 20% del agua dulce del planeta)

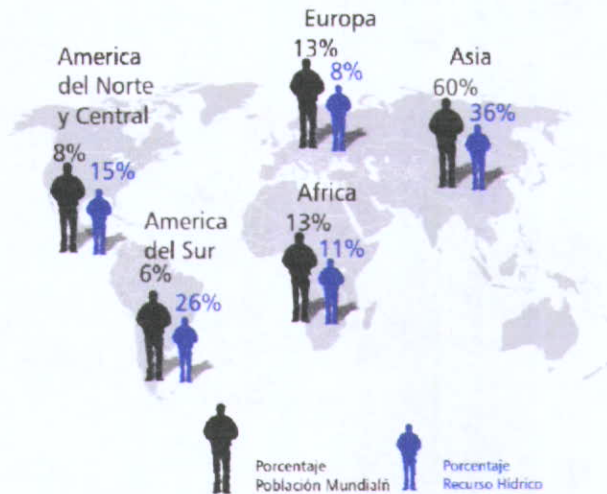


Figura. 1.4 Relación actual de la densidad poblacional y la distribución del agua

Sin embargo en fecha reciente expertos de la ONU en materia del agua, estiman que en la tierra, antes de 50 años aproximadamente 2,500 millones de personas sufrirán escasez. Hoy en día, este problema se presenta en bastantes regiones de nuestro planeta. Aproximadamente 1,000 millones de personas no disponen de agua ni en grifos, ni en ríos o pozos próximos a su casa.

También los estudios señalan el destino y utilización del agua dulce en el mundo, significando que en promedio más del 70% (incluidas las extracciones tanto superficiales como subterráneas, son para el riego (principalmente en agricultura); el 20% se utilizan en la industria, y el restante el 10% en uso domestico.



Figura. 1.5 Cuadro comparativo del destino y utilización del agua dulce, en el mundo.

Por lo tanto, si en la tierra encara la escasez de agua para consumo humano, también ésta, padecería por la falta de alimentos.

El déficit hídrico afectará por igual, tanto a los pequeños, como grandes importadores de granos, entre otros países como la China (mas de 1,600 millones de habitantes).

Para medir el déficit, se recurre a la tabla utilizada por David Seckler, en su libro, "Word Water demand and suply, 1990 to 2025; secenarios end sigues"

Cuadro. 1. Fuente: Seckler et. al. , 1998, Ind..

INDICADORES ESTANDAR DE ESCASEZ DE AGUA	
INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE (IWMI)	
1700 Mts. ³ per capita por año	Cierto déficit a nivel local
Menos de 1000 Mts. ³ per capita por año	Oferta de agua, comienza a amenazar la salud, el desarrollo económico y el bienestar
Menos de 500 Mts. ³ per capita por año	La disponibilidad del agua, es el principal factor que afecta la vida
COMISIÓN DE LA ONU PARA EL DESARROLLLO SUSTENTABLE	
Se refiere a uso mayor del 40% de las fuentes anuales del agua	En estas condiciones el país es considerado con escasez de agua

¿Cuánto es cuanto?, cuando se habla de la escasez del agua y su vulnerabilidad, los recursos hídricos disponibles y accesibles se relacionan con la demanda del líquido.

El informe mundial sobre el desarrollo de recursos hídricos en los países y territorios del mundo (conocido por sus siglas WWDR), ... "los mas pobres en volumen de agua per capita, en la escala más baja son : Kuwait con 10 mts.³ anuales por habitante, La franja de Gaza con 52 mts.³, Los Emiratos Árabes con 58 mts.³, Las Bahamas con 66 mts.³, Qatar con 94 mts.³, Las islas Maldivias con 103 mts.³, Libia con 113 mts.³, Arabia Saudita con 118 mts.³, Malta con 129 mts.³ y Singapur con 149 mts.³ anuales por habitante".

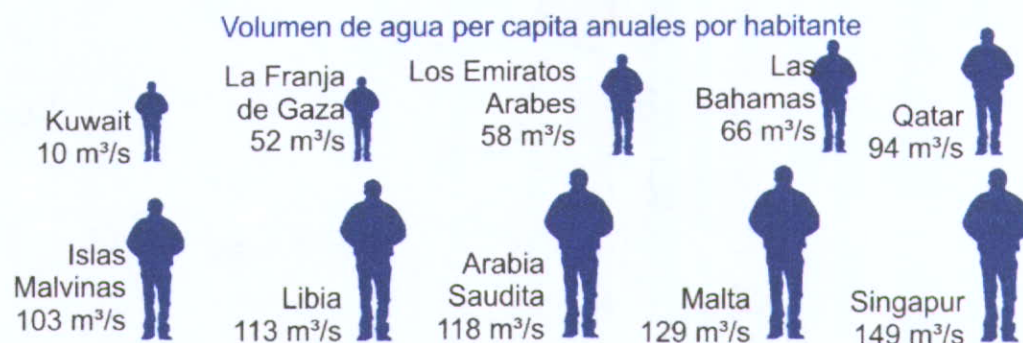


Figura. 1.6 Estudio de Marvella Colín, publicado por el periódico El Financiero, el 28 de Mayo, 2007

En la República Mexicana con aproximadamente 100 millones de habitantes, cuenta con 3,800 m.³ per capita anualmente.

El aprovechamiento total del agua es el 22% (casi alcanza los 80 kms. cúbicos), de esta cantidad de agua, el 86% se destina a la agricultura.

Importante destacar, que en México un poco mas de tres cuartas partes de la población, vive en zonas urbanas (el promedio mundial es aproximadamente el 50%) .

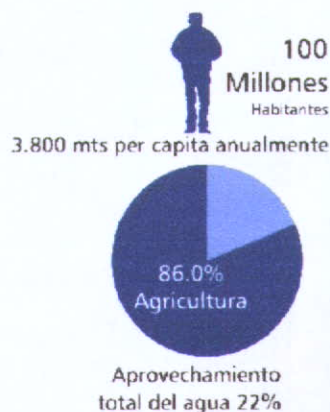


Figura.1.7 En la República Mexicana, proporción del agua disponible "per capita"

Como referencia en el país de Egipto (escaso en disponibilidad del agua), cuenta con 60 millones de habitantes y consume casi 56.4 Km. cúbicos, de agua.

En el marco de compromisos establecidos para el desarrollo en el Milenio de las Naciones Unidas (2000) y en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002), implican que en plazo no mayor al 2015, se mejoren los abastecimientos de agua para 1,500 millones de personas más.

Esto significa que entre el año 2000 y 2015, habrá que suministrar los servicios de agua, a 100 millones más de personas, cada año, es decir 274 mil por día.

Por lo antes señalado, el problema del agua es una constante ya que los recursos hídricos disminuirán continuamente por el crecimiento poblacional, la contaminación de los mantos acuíferos y la falta de tratamiento de las aguas usadas. Haciendo indispensable e impostergable el uso y reuso eficiente y racional de este vital líquido, que es el capital mayor de la humanidad....

En la zona conurbada de Guadalajara, aproximadamente con 4.2 millones de habitantes la situación actual del agua, no es distinta a lo ya expresado,

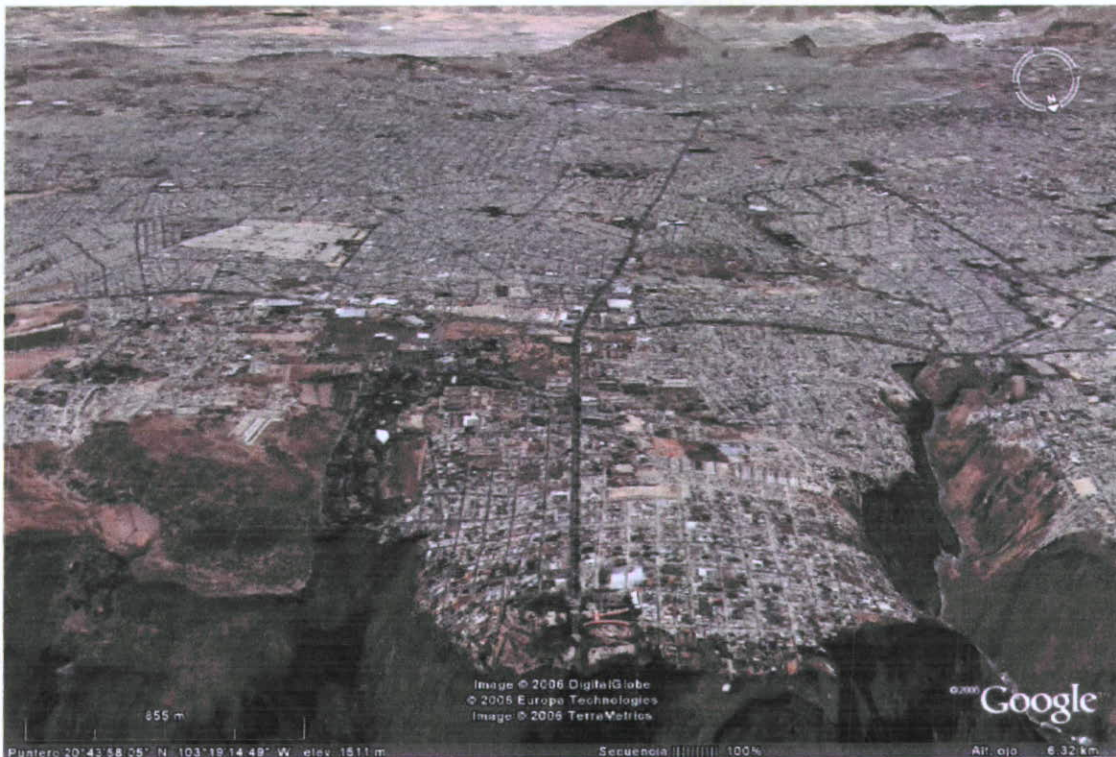


Figura: 1.8 Panorámica satelital "mancha urbana", zona conurbada de Guadalajara.

Dato: La "vista" corresponde a la barranca de "Oblatos", en la zona donde se proyecta localizar la construcción de la cortina de la Presa de "Arcediano", destacando la vialidad de la Calzada Independencia, en su recorrido de norte a sur.

La Comisión Estatal del Agua (CEA), organismo descentralizado del Gobierno del Estado de Jalisco, presentó de la zona conurbada de Guadalajara, un diagnóstico (mayo, 2007), de la situación actual en el abasto del agua y el casi nulo tratamiento.

En el informe mencionado, destaca por su importancia que las fuentes de abastecimiento y los mantos acuíferos son insuficientes, además que estos últimos requieren de control y protección, ya que han sido sobre-explotados y su recarga ha disminuido, debido principalmente a la urbanización demandada por el crecimiento de la mancha urbana.

A la problemática anterior, habrá que agregar la contaminación de los ríos y arroyos en las dos principales cuencas la de "Atemajac" y la del "Ahogado", interceptados por la mancha demográfica. En el siguiente plano se observa el contexto metropolitano de la zona conurbada

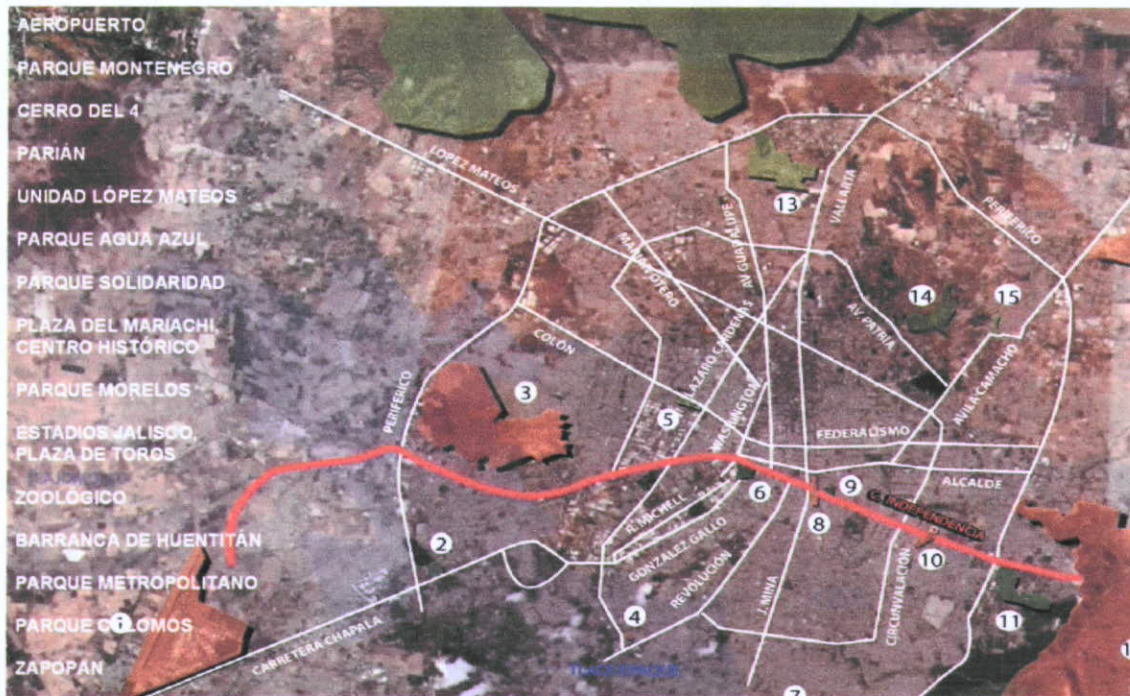


Figura.1.9 "Vista aérea" de la zona conurbada de Guadalajara

El informe del CEA, también señala que en la zona conurbada, la cobertura actual del tratamiento de aguas residuales domésticas, se estiman en un 3%, debiendo ser el 100%. Adicional, según el informe del CEA, la proyección poblacional para el año 2018, se requerirá tratar el agua residual en un volumen aproximadamente de: $10.75 \text{ m}^3/\text{s}$

Para la actual población de ZMG, se considera una dotación de: $287.5 \text{ lts. por hab./ día}$, por lo que se requiere un suministro de agua de: $13.4 \text{ m}^3 / \text{s}$.

Presentando por este motivo, un déficit de abasto aproximado de: $3.9 \text{ m}^3 / \text{s}$

1.2 Antecedentes

En los diferentes países del mundo, la distribución de origen y cantidad de agua es desigual, este problema esta presente inclusive en regiones del mismo país. Países ricos en este recurso como es Brasil, cuenta con regiones en el noroeste con gran escasez.

Según estudio de la ONU actualmente existen:

- Aproximadamente *1,400 millones de personas* carecen de agua limpia.
- Entre cuatro y seis millones, la mayoría de niños, mueren cada año por enfermedades relacionadas con el agua.
- *3,350 millones* de casos de enfermedades, por falta de acceso a agua limpia y potable
- Cada ocho segundos muere un niño, por una enfermedad relacionada con el agua.
- Otros

En la República Mexicana el agua, para consumo humano y utilización agrícola e industrial, es insuficiente.

A lo anterior, habrá que agregar el “alto” porcentaje, del casi nulo tratamiento de las aguas negras (residuales, jabonosas... y otras), pluviales e industriales (aguas pesadas), provocan en estratos importantes de la población urbana, semiurbana y rural, serios problemas en la salud, además de impactos negativos en financieros en este recurso.

En la República Mexicana, únicamente el 35% de las aguas residuales reciben tratamiento, motivo por el que ejecutivo federal, invertirá más de 50 mil millones de pesos mexicanos. y se comprometió alcanzar el 70% como meta de saneamiento a nivel nacional, en el año 2012.

En la zona conurbada del municipio de Guadalajara, el proceder histórico de la población y autoridades, es la de descargar en el drenaje municipal, para desecho de la materia orgánica y metales pesados de aguas residuales, estas descargas se realizan en el único existente sistema municipal de alcantarillado, además en mismo conducto, indebidamente también son reclutadas las aguas pluviales e industriales, mismas que posteriormente son vertidas sin tratamiento en los cauces y depósitos, rebasando con demasía los índices de la capacidad de asimilación de los cuerpos receptores.

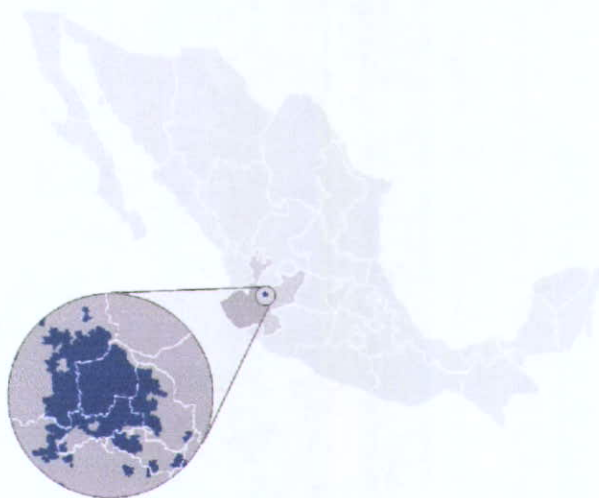


Figura.1.10 Mapa de la República Mexicana, señalando el Estado de Jalisco y la Zona Conurbada de Guadalajara.

A la problemática descrita, habrá que sumar que los volúmenes de agua diariamente necesarios para consumo humano e industrial, como ya se expresó, son insuficientes por lo que es indispensable e impostergable el tratamiento del agua para su reuso, evitando impactos negativos en la salud de la gente, los seres vivos y demás elementos naturales.

La realidad señalada significa que en: los municipios conurbados de Guadalajara, en las actuales condiciones se requiere construir un mayor número de plantas para tratamiento de aguas, para evitar la escasez de este elemental líquido.

También es indispensable mantener o rehabilitar para su operación, el parque mínimo existente de plantas de tratamiento.

En la década de los años 60's, la población de Guadalajara Jalisco, además de su excelente localización geográfica en el occidente del país, presenta una dinámica económica, política y social, que propiciaron la conformación de una zona conurbada con varios municipios,

El "arribo" de sectores productivos de alta tecnología, el desarrollo de las comunicaciones y las condiciones del mercado inmobiliario, provocaron que su población se triplicara en los últimos 30 años, actualmente alcanza aproximadamente 4.2 millones de habitantes. La segunda mas poblada después de la Ciudad de México

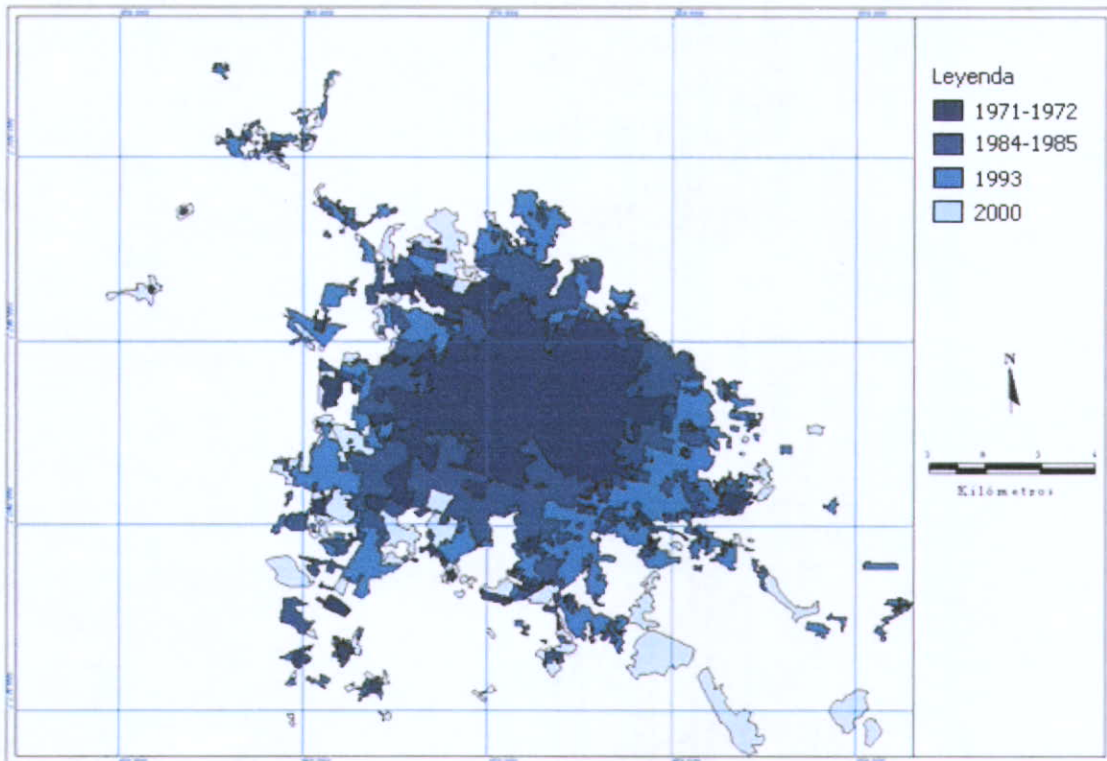


Figura.1.11 "Mancha" de crecimiento poblacional anual, de la zona conurbada de Guadalajara

La zona conurbada la conforman los municipios de: Guadalajara, y las porciones urbanas de los municipios de Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Tlajomulco de Zúñiga.

La superficie total aproximada es de: 937 km², y se localiza principalmente sobre dos grandes cuencas:

- "Valle de Atemajac", con superficie apróximada de 417 km². incluye las subcuencas de Coyula, Arroyo Hondo y El Caballito.
- "El Ahogado" con 520 km². incluye la subcuenca de Puente Grande.

PROGRAMA INTEGRAL DE SANEAMIENTO , Z.C.G.

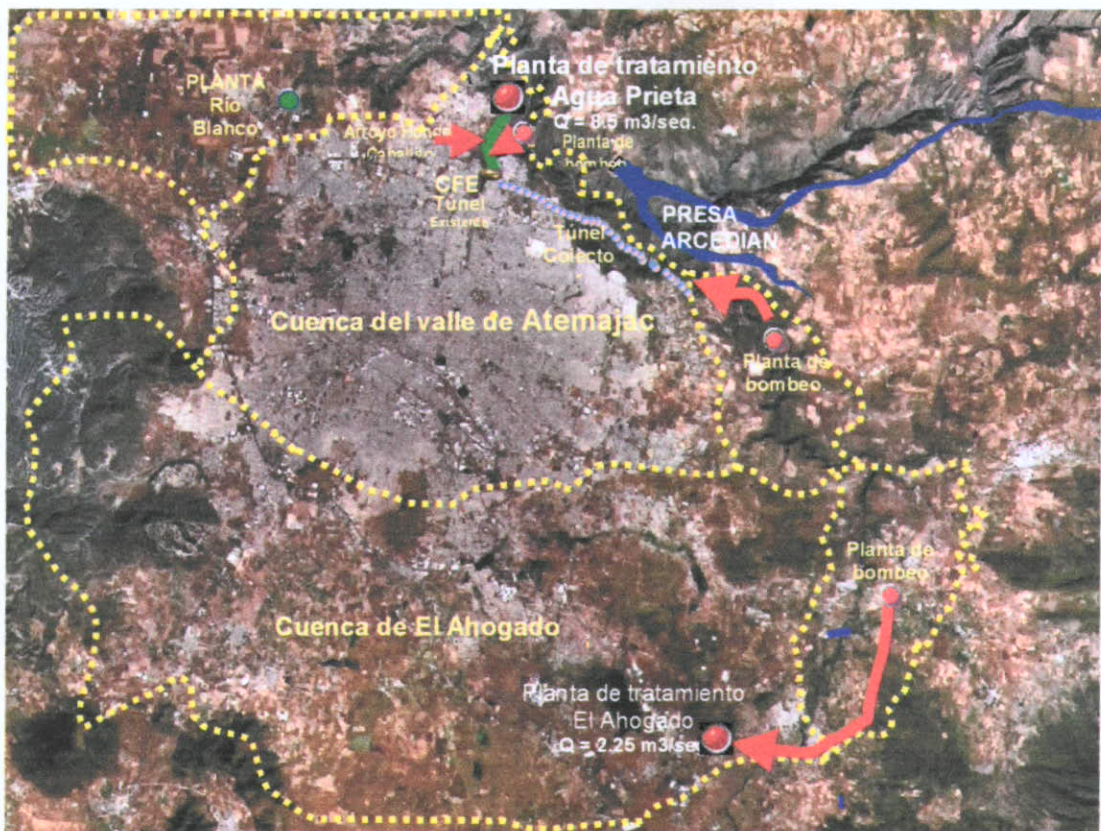


Figura 1.12 Vista aérea ZCG, y sus principales cuencas: "Atemajac" y "El Ahogado"

Algunos datos sociales y económicos de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG).

- 4'240,320 habitantes sobre una extensión territorial aproximada de 64 mil hectáreas
- ocupa el 2^{do.} lugar como concentración demográfica en el País
- el 10mo. lugar en Latinoamérica y se encuentra en las primeras 70 ciudades en el mundo
- presenta una tasa de *crecimiento demográfico del 2.9%*, casi el doble de la media nacional (1.6%)
- cada año la ciudad, agrega a su *población 80,000 habitantes* y más de 800 hectáreas de suelo urbanizado
- circulan cerca de 1'500,000 autos
- 159 colonias no tienen agua potable
- 79 colonias, no cuentan con drenaje
- otros

Fuentes: CONAPO, INEGI, SEDESOL, Comisión Intersecretarial para la Movilidad Urbana del Estado de Jalisco, Asociación Intermunicipal de Guadalajara, SIAPA, Ayuntamiento de Guadalajara,

2. "El tratamiento de las aguas residuales de Guadalajara puede ser un proyecto sustentable"

De las hipótesis anteriores se presentan, los siguientes objetivos:

- a) *Evaluar el uso estado actual de las aguas utilizadas en Guadalajara (fuentes de captación, almacenamiento, potabilización, conducción, suministro, utilización, retorno, ...), y tratamiento de aguas residuales.*
- b) *Proponer una cultura de utilización y administración del agua, que coadyuve a salvaguardar este recurso, no renovable, estableciendo como fin la no contaminación de la misma.*

1.4 Alcance

Teniendo como base el Marco hidrológico legal, jurídico e institucional. Estableciendo el Escenario al año 2025, Misión y Visión, Objetivo a alcanzar, y Lineamientos políticos. Este estudio, abarca el análisis correspondiente a la propuesta de solución para el tratamiento del agua en la zona conurbada de Guadalajara, haciéndola competitiva, por las siguientes razones.

Social: En lo que se refiere a cohesión social, las ordenanzas administrativas metropolitanas permiten integrar para su solución los problemas sociales del ámbito local, mediante políticas públicas destinadas a crear solidaridad entre las municipalidades.

Económica: La Competitividad Económica se presenta como un elemento clave para el bienestar de las zonas urbanas y su población. Las áreas metropolitanas se han convertido en nuevos lugares para la creación de la riqueza económica, el adecuado ordenamiento gubernamental puede desempeñar un papel positivo en la creación de competitividad económica.

Políticas:

- a) Las áreas metropolitanas al constituirse como unidades sociales, y como tales, se representan como una entidad política, de una zona conurbada.
- b) Por cuestión de responsabilidad y rendición de cuentas (accountability), cada vez existen más políticas diseñadas, financiadas y ejecutadas con sentido metropolitano.
- c) La creación de estructuras administrativas con autoridad metropolitana, y carácter jurídico e institucional, coadyuvan a gobernar las áreas metropolitanas en coordinación de los programas estatales y federales

FUENTE: "Gobernar la Metrópolis" Banco Interamericano de Desarrollo, Cap. 4 Cristian Levere

1.5 Metodología

La metodología utilizada sustentará la propuesta de una mejor cobertura y calidad de los servicios del agua potable y principalmente su saneamiento proponiendo el uso eficiente del agua tratada en la producción agrícola y en requerimientos de la zona metropolitana

para riego de áreas verdes y utilización en la industria pesada, y promoviendo el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico. Por lo anterior es necesario establecer:

- Criterios técnicos y teóricos para la integración de Áreas y Regiones Metropolitanas.
- Marco normativo y de operación de las instancias que conformarán el nuevo modelo de gestión metropolitana.
- Bases generales para realizar los convenios en materia de coordinación intermunicipal en la prestación de los servicios públicos.
- Precisar los contenidos, alcances y mecanismos de vinculación de los instrumentos de planeación metropolitana en materia de ordenamiento territorial.
- Definir y crear esquemas de financiamiento para la infraestructura, así como las reglas de operación y mecanismos de toma de decisiones para la aplicación de los recursos.
- Crear y adecuar la normatividad de otros instrumentos de gestión metropolitana, tales como planes, programas, fideicomisos, convenios, fondos.
- Estadística del agua y sus alcances en materia de reuso.
- Proyecciones financieras.
- Otros.

1.6 Descripción

La presente tesis consta de 5 capítulos:

El **Capítulo primero**, señala *Antecedente* del uso y tratamiento agua en el mundo, en el país, en el estado de Jalisco, y en particular en la zona conurbada de Guadalajara, también en este primer CAPÍTULO, se establece los *objetivos* en base a la hipótesis de la falta de tratamiento de aguas residuales, lo que provoca la falta de este recurso no renovable y sus repercusiones de tipo económico y ecológico. Se establece el *alcance* y limitación respectiva en la zona conurbada, así como su *metodología* descrita en el punto 1.5

Capítulo segundo, señala el *Marco teórico* con las propuestas de solución para el tratamiento del agua, que será utilizado como sustento para el logro del objetivo, señalando las estrategias del plan nacional hidráulico 2001 – 2006.

En el **Capítulo tercero**, Establece las acciones de *Medición* en materia del tratamiento del agua y su uso en la zona conurbada de Guadalajara, utilizando para su logro, estadísticas, datos históricos, publicaciones especializadas, entrevistas, y acciones recientes en los 3 niveles de gobierno y acciones de particulares

Capítulo cuarto, en el *Análisis de resultados* se demuestra la importancia y trascendencia impostergables, en la cultura de tratar las aguas residuales, así como las ventajas financieras de su administración.

Capítulo quinto, en este apartado se presentan las *Conclusiones y recomendaciones*, como resultado del análisis de las ventajas de contar con este recurso no renovable y la justificación de su tratamiento para su reuso

CAPÍTULO 2 Marco Teórico

2.1 Introducción

Se describen las condiciones actuales de la zona metropolitana de Guadalajara, señalando cifras que en su análisis, permiten entender la imperiosa necesidad de incrementar el volumen del suministro de agua, para el consumo diario y el aprovechamiento de sus aguas residuales.



*Figura.2.1 "Vista aérea" tanques aeración, planta de tratamiento "Rio Blanco", Mpio de Zapopan.
Fuente de información SIAPA. Jalisco*

Como antecedente del tratamiento de las aguas residuales en la ZMG, se cita que en el año de 1995, la construcción y operación de plantas de tratamiento, para aguas residuales municipales, no existían en el ámbito oficial y por lo tanto el tratamiento de estas era: *cero m³*

En el año 2000, únicamente se había construido una planta, la correspondiente a la de "Río Blanco", en el municipio de Zapopan, con capacidad de (150 lps), en la que se trata un volumen de agua residual al año de: 1'123, 620 m³.

El volumen de las aguas residuales generadas en la ZMG, corresponde a: 9.5 m³/s, y son descargadas sin tratamiento previo, a los cauces naturales superficiales y al subsuelo, actualmente únicamente se tratan aproximadamente, 200 lps de aguas residuales de empresas particulares, por medio de 20 plantas (aproximadamente)

Actualmente las aguas residuales, son recolectadas en una red insuficiente y obsoleta, extendida principalmente en las cuencas de: San Juan de Dios y en la de Atemajac, las que descargan su volumen de agua, en un vaso regulador, localizado en la parte baja de estas cuencas, y que funciona como almacenamiento de agua, cuyo beneficio principal es para la presa hidroeléctrica de "Agua Prieta", ya que la permite generar energía eléctrica para la Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuando la demanda de ésta, se incrementa principalmente por las noches.

2.2 Aguas residuales (variable de mayor peso)

La preocupación y principales políticas oficiales, es la de establecer estrategias para el manejo del agua residual, orientadas a evitar al máximo las descargas de agua sin tratar a los cauces de ríos, embalses de presas,..., y como la mejora integral de la gestión entendiendo a esta como: el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.

En el rubro de saneamiento de aguas residuales, el gobierno señala que impulsará la construcción de grandes plantas tratadoras entre otras ciudades,... en la de Guadalajara. Fuente: Periódico *El Financiero*, Página 16, de fecha, 27 de agosto, 2007.



Figura.2.2 "Vista aérea" de los ríos:"Santiago" y "Verde", vecinos a la ZCG.

La ZMG, evitará descargar sus aguas residuales, en los ríos, adicional se observa, la localización de la posible construcción de la cortina de la Presa de Arcediano

Las acciones descritas, permitirán beneficios en la ZMG, entre otras de:

- Coadyuvar a evitar el déficit diario, que se presenta de este vital líquido.
- Evitar extraer mayores volúmenes de agua, del lago de Chapala para su potabilización, repercutiendo positivamente en el medio ambiente.
- Evitar sobre-explotar los pozos de suministro hídrico
- Evitar la contaminación directa e indirecta de los mantos acuíferos
- Obtener ventajas sociales, en materia de salud y económicas.
- Aprovechamiento al utilizar el agua tratada, principalmente en áreas como: la agricultura y la industria, etc.. y en el sector público, en servicios de contacto indirecto, como: riego de jardines y camellones, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de sistemas contra incendio, barreras hidráulicas de seguridad, panteones, ... etc
- Entre otras

Para lograr lo anterior, también es imprescindible la concientización y participación ciudadana, con nueva educación en la población que permita una cultura de ahorros importantes en el uso racional del agua y una "sana" administración; repercutiendo positivamente en el ecosistema del lago de Chapala y el entorno ecológico de la zona metropolitana, además que generar ingresos económicos que acreditan la sustentabilidad, al utilizar al agua tratada.

Por lo antes señalado, la variable de mayor peso del estudio, corresponde al análisis del tratamiento de las aguas residuales en la ZMG, y su sustentabilidad.

Con esta visión, se proclama una nueva cultura del agua, integral y ecológica, que permite lograr una adecuada gestión del recurso, estableciendo para ello la viabilidad de participación de sus habitantes y de asociaciones publicas y privadas.

2.3 Antecedente del abastecimiento del agua potable en la ZMG

La demanda actual de agua potable es de $12.5 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando una dotación diaria de 280 litros por habitante. De esta demanda únicamente se suministran $9 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que existe un déficit de $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que representa una carencia de servicio al 28% de la población, sin embargo, en temporadas de estiaje es mayor, ya que se tiene que recurrir a la dosificación de suministro.

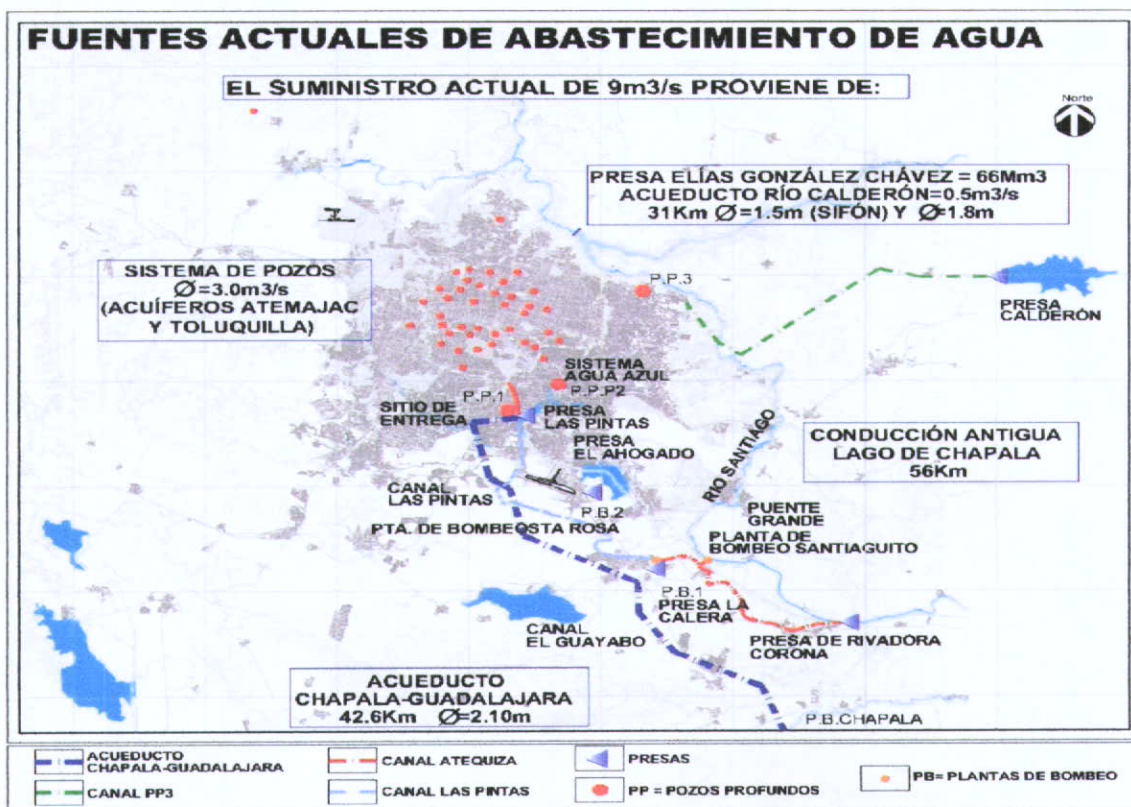
Desde los años cincuentas, la fuente principal de abastecimiento de agua ha sido el Lago de Chapala, el cual aporta actualmente un caudal medio de: $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, un 50 % de la oferta. El resto es abastecido desde los acuíferos Tesistán-Atemajac, (Agua Azul, Deán, Colomos, ...) que aportan: $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (22.2 % del total), los del Valle de Toluquilla, con: $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (11.1%) y las presas de El Salto y Elías González Chávez, en la cuenca del Río Verde, con: $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (16.7 %).

A partir de estas cuatro fuentes de captación, cuyas aguas son potabilizadas por el SIAPA en las plantas de: "Miravalle", Las Huertas" "Las Juntas" y "San Gaspar", se abastece la zona urbana asentada dentro del Valle de Atemajac, integrada básicamente por los municipios: Guadalajara, parte de Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá.

Las zonas que se encuentran fuera del Valle, son abastecidas con sistemas locales independientes, controlados u operados por los Ayuntamientos con la asesoría y normatividad estatal. Fuente: Estudios de CEA, SIAPA y CNA.

El sostenimiento de las fuentes tradicionales de abastecimiento han presentado altibajos, tanto en la fuente principal que es el lago de Chapala, como en los recursos acuíferos subterráneos, estos últimos, sobreexplotados y muy afectados por la urbanización de áreas de recarga, ocasionado en algunos casos situaciones de riesgo

El suministro de agua potable se ha agravado por la falta de sustentabilidad de las fuentes actuales, así como por la carencia de fuentes alternativas requeridas por el crecimiento poblacional actual y futuro de los próximos 30 años. (Ver mapa figura 2.2.)



Sistema de pozos: 3.0 m³/s, Presa Elías Glz. Chávez: 0.5 m³/s, Acueducto Chapala-GDL (42 km) : 5.5 m³/s, TOTAL: 9 m³/s

Como fuente alterna, se busca, entre otras alternativas, el desarrollo e implementación de sistemas para la captación del agua pluvial, (agua de lluvias) y su reinyección a mantos acuíferos, de tal forma que se recuperen los niveles y se incremente la oferta de este tipo de agua.

En la zona metropolitana de Guadalajara, en la estación de “Los Colomos”, localizada en los límites municipales con Zapopan, el análisis de las precipitaciones pluviales anuales, muestra los siguientes periodos de retorno. Para una lluvia de:

95.6 mm., es de 40 años.
93.3 mm., es de 20 años.
75 mm., es de cada cinco años.
58.6 mm., es de cada dos años.
Y para lluvia de 37.2 mm., es cada año.

Cada año se presentan por lo menos cinco precipitaciones que rebasan los 40 mm./h.
(Fuente de información: SIAPA, red de colectores de la ciudad)

Esta información, permite identificar un volumen importante de agua y una oportunidad para reinyectar el agua pluvial al subsuelo (mantos acuíferos naturales). Adicional se evita el escurrimiento del agua superficial (mancha urbana), con las consecuencias obvias, (el actual temporal de lluvias en el mes de agosto, se han registrado 18 defunciones, debido al problema descrito). (Fuente de información: Periódico "El Informador", Página principal, 04 de Agosto del 2007)

2.4 Glosario

Agua. Líquido transparente, insípido, incoloro e insaboro

Acuífero. Roca porosa o suelo saturado de agua

Aguas residuales. Aguas de desecho, ya sea por procedencia municipal o industrial

Ambiente. Todas las condiciones y factores externos, orgánicos e inorgánicos, que rodean a un organismo, de su misma clase u otras clases.

Biodegradable. Aquella materia que puede degradarse, mediante la acción de organismos vivos.

Biodiversidad. Variedad de formas de vida, sus funciones ecológicas y la diversidad genética que los contiene

Biomasa. Materia orgánica producida por plantas y otros productos fotosintéticos

Capacitación. Educación general práctica, ofrecida en el lugar del trabajo

Cloración. Método de purificación del agua por medio de la aplicación del cloro, el cual posee poder bactericida

Contaminación. Cambio indeseable en las características físicas, químicas y biológicas, del aire, agua, suelo o alimentos que pueden influir en las diversas formas de salud

Hábitat. Lugar (incluyendo todas sus características) donde vive determinada especie

Hidrología. Estudio del agua como elemento dinámico del planeta, es decir sus cambios de estado, físico, presencia, distribución y circulación en suelo, subsuelo, polos terrestres y atmósfera.

Manto freático. Nivel superior de las aguas libres del subsuelo, su importancia radica en ser un nivel reservorio vital del agua potable.

Metales pesados. Elementos con elevados pesos moleculares, potencialmente tóxicos para el ambiente, aun en bajas concentraciones

Sostenibilidad. Existencia continua de cualquier sistema dado y lo que permite la evolución de ese sistema

Sustentabilidad. Crecimiento de cosa o persona, continuo, físico, ambiental, económico, producción con calidad, que beneficia a todos en común.

2.5 Contaminación y tratamiento de aguas residuales

Se define a la contaminación del agua, como la incorporación a esta, de materias extrañas tales como: microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. Los principales contaminantes del agua son :

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes infecciosos.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, varios productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace incrementar la temperatura del agua de la que se abastecen.
- Otros.

Las principales fuentes de contaminación, se pueden clasificarse como: urbanas, industriales y agrícolas. En esta tesis, estudiaremos la primera, y las repercusiones de la segunda y tercera. Por incidir en la zona metropolitana

La contaminación urbana. La conforma las aguas residuales de los hogares (principalmente de tipo fecales) y los establecimientos comerciales. Durante bastante tiempo, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan sólo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias dañinas.

En los últimos años, por el contrario, se ha hecho hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales urbanas presentan tres fases denominadas: primaria, secundaria y terciaria, mismas que se explican en el subcapítulo correspondiente al N° 2.6.1.



**Capacidad de
tratamiento:**

2.25 m³/seg.

Figura.2.4 Planta de tratamiento "combinada", Tipo terciario, Proyecto conceptual: PTR "El Ahogado". Fuente de información: CEA.

Las características de las aguas residuales industriales, por su origen pueden diferir en función del tipo de empresa.

El impacto de los vertidos industriales depende no únicamente por sus características comunes, como la demanda bioquímica de oxígeno, sino también por su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas. Existe entre otras, tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales.

- a). El control puede tener lugar donde se generan dentro de la planta;
- b). Las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana.
- c). También pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más, en corrientes o en masas de agua.

La agricultura, el ganado comercial y las granjas avícolas, son la fuente de contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales.

Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y con frecuencia albergan organismos patógenos.

Los residuos de la agricultura, se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escurrimientos superficiales. Las medidas de control pueden incluir el uso de depósitos de sedimentación para líquidos, el tratamiento biológico limitado en lagunas aeróbicas o anaeróbicas, y otros métodos.

2.6 Antecedentes de la depuración o tratamiento de aguas residuales

Reciben este nombre los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho que son conducidos por el agua y procedentes de viviendas e industrias. La depuración cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, el de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales y agrícolas.

Los métodos de depuración de residuos se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades Asirías. Las canalizaciones de desagüe construidas por los romanos aún funcionan en nuestros días.

Aunque su principal operación era el drenaje, la costumbre romana de arrojar los desperdicios a las calles significaba que junto con el agua de los canales a "cielo abierto" transportando grandes cantidades de materia orgánica.

En Europa al final de la edad media, empezaron a utilizarse excavaciones subterráneas privadas primero, y más tarde, letrinas. Cuando éstas estaban llenas, obreros vaciaban el lugar en nombre del propietario. El contenido de los pozos se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas.

Siglos después se recuperó la costumbre de construir desagües, en su mayor parte en forma de canales al aire o zanjas en la calle. Al principio se prohibió arrojar desperdicios en ellos, pero en el siglo XIX se aceptó que la salud pública podía beneficiarse si se eliminaban los desechos humanos a través de los desagües para conseguir su rápida desaparición.

Un sistema de este tipo fue desarrollado por Joseph Bazalgette entre los años de: 1859 y 1875 con el objeto de desviar el agua de lluvia y las aguas residuales hacia la parte baja del río Támesis, en Londres Inglaterra. Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías (drenaje) en las casas llegaron los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos, estas acciones fueron utilizadas en bastantes ciudades, en las que los construyeron una elaborada red de sistemas de drenaje.

A principio del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto conllevó a la construcción de instalaciones de depuración y tratamiento de aguas residuales.

Aproximadamente en los mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo y primera acción para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más dentro del tratamiento químico.

Las aguas residuales son transportadas desde su origen hasta las instalaciones depuradoras y de tratamiento, a través de tuberías, generalmente clasificadas según el tipo de agua residual que circule por ellas. Los sistemas que transportan tanto agua de lluvia como aguas residuales domésticas se llama combinados. Generalmente funcionan en las zonas viejas de las áreas urbanas.

Al crecer las ciudades y acordarse el tratamiento de las aguas residuales, las de origen doméstico fueron separadas de las de los desagües de lluvia por medio de una red separada de tuberías. Esto resulta más eficaz porque excluye el gran volumen de líquido que representa el agua de lluvia. Permite mayor flexibilidad en el trabajo de la planta depuradora y evita la contaminación originada por escape o desbordamiento que se produce cuando el conducto no es lo bastante grande para transportar el flujo combinado, situación que lamentablemente no se cumple.

El agua se considerada un bien escaso, de manera que es necesario establecer mecanismos para reducir su desperdicio y evitar su contaminación.

Por lo anterior, prioridad es la conservación de los ecosistemas terrestres y acuáticos vinculados con el ciclo hidrológico. Para ello, será necesario considerar el proceso completo del manejo del agua, desde su extracción hasta su descarga, incluyendo los usos doméstico, industrial y agrícola.

Es indispensable que los mantos acuíferos, tan importantes para nuestra subsistencia, muestren sobre-explotación o intrusión salina, pues actualmente la mayor parte de los cuerpos de agua superficiales reciben descargas residuales.

Se debe también evitar al máximo las descargas de agua contaminada al mar y sancionar severamente a quienes derramen contaminantes al agua, ya sea en cauces de río o mares.

La reutilización de aguas residuales tratadas, en el riego agrícola; garantiza una fuente constante y segura del líquido aun en los años más secos, adicionalmente aportará continuamente en forma confiable de nutrientes y micro elementos para las plantas, ahorro en gastos de fertilización, y sobre todo coadyuva en la eliminación del riego con aguas negras.

En México se riegan aproximadamente 28 mil hectáreas con aguas negras, lo cual contrae riesgos como contagio de humanos y animales que manejan el agua o la toman; afectaciones del cultivo, especialmente los de consumo directo y en crudo; infiltraciones a los acuíferos y excedentes de riegos que llegan a ríos y otros cuerpos de agua.

La reutilización del agua residual depurada se basa, principalmente, en aprovecharla como agua de riego o de recarga, con el fin de incrementar los recursos hídricos de un sistema acuífero. Esta práctica podría contribuir a evitar los problemas que ocasiona el vertido de esta agua en cauces superficiales o en el mar, tales como: riesgos sanitarios, cambios en las características organolépticas, entre otros.

Este reuso permitiría que los recursos hídricos convencionales se destinen a cubrir aquellas demandas que exigen agua de mayor calidad.

El aprovechamiento del agua reciclada en las áreas de riego, podrá liberar volúmenes importantes, para ser utilizados en la dotación de agua potable a ciudades e industrias, así como para intensificar o ampliar las superficies de riego.

Para este tipo de riego se requiere un nivel de calidad menos estricto, implica que la depuración que debe alcanzar durante el tratamiento no sea tan elevado. La aplicación del agua depurada en el terreno supone una fase más del tratamiento, ya que al infiltrarse el agua a través de la zona no saturada se producen procesos físicos, químicos y biológicos que dan lugar a la disminución de su carga contaminante.

Por lo anterior se requiere diseñar un proyecto de riego con aguas residuales tratadas y se consideren, entre otros: aspectos técnicos, sanitarios y legales.

En julio de año pasado se efectuó en la ciudad de León, Guanajuato, el Segundo Simposio Internacional de Irrigación y Nutrición vegetal, que organizó la Asociación de Empresas de Irrigación de Guanajuato, AC, donde se trataron los siguientes tres aspectos:

2.6.1 Aspectos técnicos

Con relación a los sistemas de depuración previos a la reutilización, se establecen las principales características de un agua residual que deben considerarse al momento de definir su idoneidad para su reutilización en riego:

Materia o sólidos en suspensión: su presencia en cantidades excesivas puede ocasionar la formación de depósitos de fangos, obstruir el sistema de riego por goteo o aspersión.

Materia orgánica biodegradable: la materia biodegradable constituida, esencialmente, por proteínas, carbohidratos y grasas sufre una descomposición biológica que necesita gran cantidad de oxígeno, lo que puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto.

Elementos nutritivos: altos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio pueden provocar contaminación de aguas subterráneas y si se vierten en un medio acuático, condiciones de eutrofización.

El pH afecta la alcalinidad de suelo y la solubilidad de los metales, aunque normalmente el pH en aguas residuales urbanas no alcanza valores indeseables.

Metales pesados: la toxicidad de algunos radica en su capacidad de acumulación en el suelo, afectando a plantas y animales. Otros elementos en cantidades adecuadas son valiosos micronutrientes.

Microorganismos patógenos: como organismos indicadores de la presencia de patógenos en el agua se suelen emplear los coliformes fecales y los coliformes totales. Su presencia podría ser causa de enfermedades de transmisión.

Sustancias orgánicas estables o refractarias al proceso de tratamiento: son una serie de compuestos tales como fenoles, pesticidas e hidrocarburos clorados nocivos para el medio ambiente.

Sustancias inorgánicas disueltas: la elevada salinidad en el agua de riego es nociva para plantas y suelo, concentraciones elevadas de sodio y boro son tóxicas para numerosos cultivos, y además el sodio deteriora la permeabilidad del suelo.

La mayoría de las aguas residuales brutas tienen altos valores de estos parámetros por lo que deben ser tratadas para disminuir su carga contaminante.

Algunos de los principales sistemas de tratamiento de aguas residuales corresponden a:

Tratamiento previo (pretratamiento): su objetivo es eliminar aquellos elementos que por su naturaleza o gran tamaño pueden afectar el correcto funcionamiento de los tratamientos posteriores. Incluye desbaste, desarenado y desengrasado.

– Tratamiento primario: es la separación por medios físicos y fisicoquímicos de los sólidos en suspensión no retenidos en el pretratamiento. Se realiza por medio de decantadores primarios o uso de fosas sépticas. Su operación incluye la eliminación de arenillas, la filtración, el molido, la floculación (agregación de los sólidos) y la sedimentación

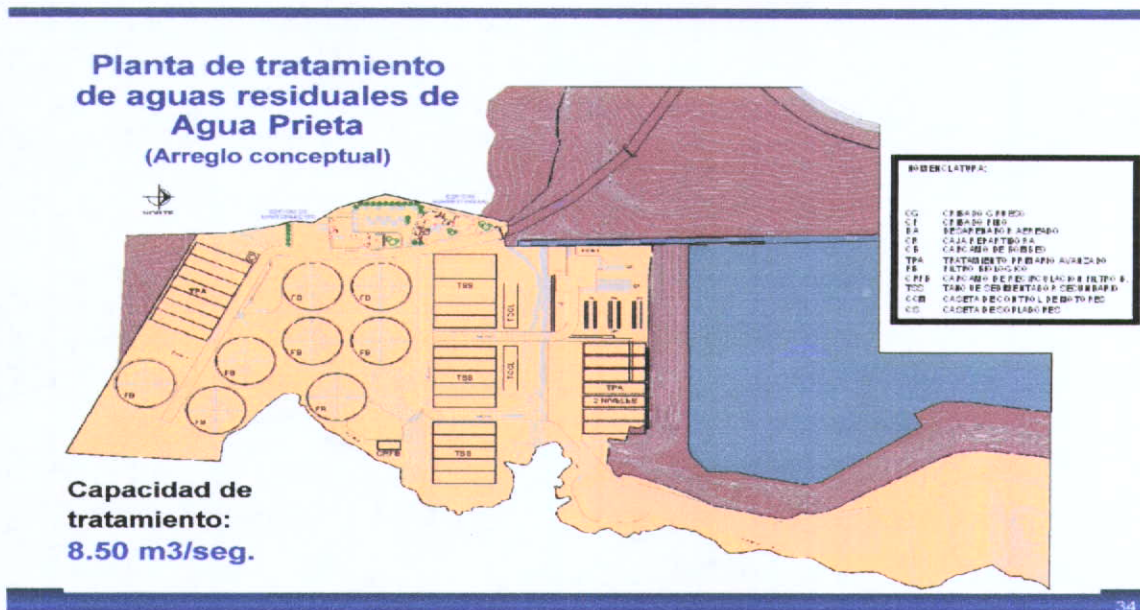
– Tratamiento secundario convencional: incluyen un proceso biológico y una decantación secundaria, con lo que se logra eliminar la mayor parte de la materia orgánica biodegradable no retenida en el tratamiento primario. Implica provocar el desarrollo de microorganismos capaces de asimilar y oxidar la materia orgánica. Los sistemas más empleados son de tipo físicoquímico (coagulación-floculación), con lodos o fangos activados y con lechos bacterianos.

– Tratamientos secundarios de bajo costo o no convencionales: hacen uso del poder autodepurado bacteriano de las aguas residuales, de la bioasimilación vegetal de la materia orgánica o del papel depurador ejercido por el suelo y la zona no saturada. Los de mayor empleo son: lagunaje (lagunas anaerobias, facultativas y aerobias), lechos de turba, biodiscos, filtros verdes e infiltración en el terreno. Su operación implica la oxidación de la materia orgánica disuelta por medio de cieno biológicamente activo, que seguidamente es filtrado.

– Tratamientos terciarios: después del tratamiento secundario, el efluente puede aún no tener la calidad adecuada para el uso al cual se destina, por lo que es necesario utilizar otros procesos de muy diversa naturaleza, entre los que destacan la filtración en medio granular, separación por membranas (microfiltración, ultrafiltración, ósmosis inversa); precipitación química y la adsorción con carbón activado. La manipulación y eliminación de los residuos sólidos representa entre un 25% y un 50% de la inversión y los costos operativos de la planta depuradora.

– Desinfección: tiene el fin de obtener agua con una determinada calidad microbiológica, para lo cual se destruyen o desactivan los organismos patógenos por medio de sistemas como cloración o el uso de ozono.

En la figura siguiente, se presenta un ejemplo de una planta de agua residuales, con tratamiento mixto (tipo terciario).



34

Figura.2.3 Planta de tratamiento "combinada", Tipo terciario, Proyecto conceptual: PTR "Agua Prieta". Fuente de información: CEA.

2.6.2 Aspectos Sanitarios

La reutilización de aguas residuales en riego implica cierto riesgo sanitario debido a los agentes biológicos que contienen. Los tratamientos de depuración reducen la concentración inicial de organismos patógenos, pero asegurar una eliminación eficaz e incluso la eliminación continua de éstos, es difícil.

Por lo antes señalado es necesario conocer en detalle la presencia, concentración y supervivencia en distintos medios –suelo, agua, cultivo– de los diferentes microorganismos.

Los principales agentes infecciosos son bacterias, virus y parásitos intestinales (protozoos y helmintos). La supervivencia de estos organismos en las aguas, suelos y cultivos es variable ya que depende de varios factores. Tiene relación directa con la temperatura y presencia de una flora competitiva.

En el caso de las bacterias, su periodo de vida en el agua es de 20 días, y para los virus es de dos meses, los protozoos viven difícilmente, los huevos de helminto tienen un rango de vida de hasta más de un año.

Las bacterias sobreviven en el suelo durante largos espacios de tiempo (meses) si las condiciones son adecuadas, por ejemplo, el género Salmonella, logra vivir más de un año si el suelo es frío, húmedo y rico en materia orgánica.

La mayoría de los virus sobreviven a los tratamientos que incluyen la cloración, por lo que cuando un agua residual es aplicada sobre suelo, los virus pueden vivir largos periodos – 30 días para polivirus y entre 25 y 170 días para enterovirus–, en función de la temperatura, suelo, pH, humedad del suelo.

La información sobre la supervivencia de helmintos y protozoos en suelos es escasa. Los primeros pueden sobrevivir hasta siete años y aparecer en fangos y aguas tratadas. A los segundos se les atribuye su supervivencia y persistencia en aguas residuales y suelos, a su capacidad de formar quistes, estado metabólico inactivo que le permite al patógeno soportar condiciones ambientales extremas.

La presencia de patógenos en las partes húmedas o mayor protegidas de las plantas es frecuente, mientras que en las partes externas su aparición es mínima por efecto de la luz solar y la desecación.

La supervivencia en cultivos es menor que en agua y suelos, pero suficiente para que estos organismos estén presentes durante la cosecha y comercialización, de aquí los riesgos potenciales a trabajadores y consumidores.

2.6.3 Aspectos legales

En la república mexicana, los criterios de la normatividad al momento de establecer la calidad del agua, están expuestos en la NOM 001-ECOL-1996, en referencia a las descargas de aguas residuales en suelos, ríos y embalses naturales y artificiales para su uso posterior en riego agrícola.

En esta normativa, la contaminación microbiológica se determina en función de los coliformes fecales y de los huevos de helminto.

El límite máximo permisible para descargas en el suelo para uso agrícola es de un huevo de helminto por litro para riego restringido (no se pueden regar legumbres y verduras que se consuman crudas) y de cinco huevos por litro para riego no restringido (se puede regar cualquier cultivo).

La contaminación no microbiológica se define con base en los metales pesados (Ar, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y Zn), cianuros, grasas y aceites.

México cuenta con una infraestructura de riego de 6.3 millones de hectáreas, lo cual nos ubica en el sexto lugar en el mundo. El 54 por ciento de esta superficie corresponde a 81 distritos de riego y 46 por ciento a 39 mil unidades.

El volumen de agua total para consumo que se extrae de cauces, presas y acuíferos se aproxima a los 74 kilómetros cúbicos al año, de los cuales la agricultura de riego utiliza 83 por ciento, con eficiencias globales, es decir, considerando la conducción, distribución y la aplicación en la parcela en promedio de 45 por ciento, lo cual indica que se desperdicia anualmente del orden de 34 kilómetros cúbicos.

2.7 La sustentabilidad (otra variable)

La sustentabilidad, tiene como antecedente: su conocimiento, necesidad y demanda, en las sociedades establecidas en las manchas urbanas, en las ciudades conocidas como metrópolis, por lo que buscamos en las definiciones que en este sentido han sido emitidas.

El concepto de ciudad se ha definido a partir de: *la cantidad y densidad de población, también, morfología, división del trabajo, calidad de vida, sustentabilidad etcétera.* También se le considera: *como expresión y soporte de "la civilización"* (Ducci, 2001).

Por su parte Hiernaux (2001), se refiere a la ciudad como: *"la calidad de vida y a la permanencia de principios de identidad a lo urbano"*, es decir a un estilo de vida urbano y toma como ejemplos la *"civita"* romana y la *"polis"* griega.

El estilo de vida urbano occidental "moderno", se ha generalizado rápidamente en el mundo, es diferente y presenta resultados diferenciados en todos los elementos que se podrían considerar como parte del concepto de calidad de vida.

La urbanización es definida como: *el aumento en la proporción de la población urbana y el aumento de poblados urbanos en un territorio, teniendo una relación directa con el crecimiento económico en puntos específicos del territorio* (Dávila, 1998).

Por lo tanto, el desarrollo urbano o proceso de urbanización sería el conjunto de características sociales, económicas, culturales, ambientales, etcétera, que describen cómo se presenta este aumento de población y poblados urbanos. Representando estos conceptos la sustentabilidad de una ciudad y su población

El paradigma de la sustentabilidad, reclama nuestra atención y acción política, acerca de nuestros estilos de vida actuales que se caracterizan por su alta tasa de agotamiento de recursos, decaimiento de la calidad del medio ambiente e incremento en disparidades socioeconómicas ... (Finco y Nijkamp, s.f.).

La sustentabilidad, no corresponde al resultado directo de una estrategia de desarrollo a corto plazo, sino de una de largo plazo, mediante la cual se modifiquen los problemas mencionados en el parrafo anterior.

El concepto de desarrollo sustentable se relaciona con el concepto de bienestar, el cual varía de persona a persona, pues es condicionado por valores y experiencias personales, perspectivas y educación . (MNRofC, 1995).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL (1991), la sustentabilidad para el desarrollo, requiere un equilibrio dinámico entre todas las formas de capital (humano, natural, físico y financiero) y acervos (institucional y cultural) que participan en el esfuerzo del desarrollo económico y social de los países.

¿Que es sustentabilidad?:

- *la continuidad de algo a través del tiempo (Maser, 1997).*
- *algo que sirve para que una cosa no decaiga, se extinga y que continúe en la forma que se expresa. (Diccionario Larousse , 2001).*

El contenido de los conceptos antes descritos, permiten con su integración, definir:

- “El desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”. (World Commission on Environment and Development (WCED))
- Los Principios, del desarrollo sustentable son: (Haughton y Hunter, 1994)
 1. Equidad intergeneracional
 2. Equidad intrageneracional
 3. Responsabilidad transfronteriza
- Los Objetivos, del desarrollo sustentable son: (Dourojeanni, 1997).
 1. El crecimiento económico
 2. La equidad (social, económica y ambiental)
 3. La sustentabilidad ambiental
- Por su parte Maser(1997), amplia y define la sustentabilidad, como: “Estilo de vida que promueve la sustentabilidad a través de decisiones concientes, la simplicidad, el autoconsumo y que reconoce las relaciones de uno con su ambiente inmediato y el mundo en su totalidad...también, es un proceso no lineal de un sistema de pensamiento a través del cual el significado social de la riqueza no material, valores cualitativos y la herencia de diversidad e identidad cultural pueden ser utilizados en la toma de decisiones que buscan la justicia social y ambiental para todas las cosas vivas presentes y futuras”.

Los objetivos de Dourojeanni (1997), son representados y contenidos en un Triángulo. Los componentes a través de su interacción, logran como producto, el desarrollo sustentable.

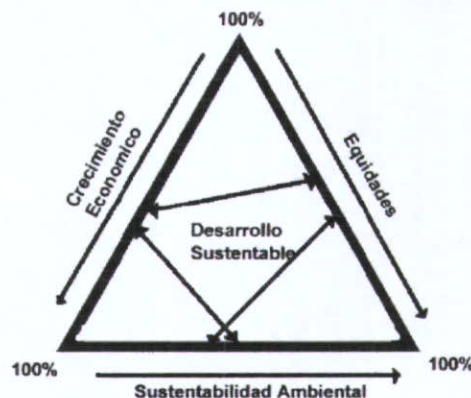


Fig.2.3 objetivos del desarrollo sustentable de Dourojeanni (1997), contenidos en figura triangular.

El análisis de la sustentabilidad, es otra de las variables, que implica estudiar el entorno conurbado, es decir, considerando las interrelaciones de sus aspectos ambientales, económicos, sociales y en otros. En particular los problemas asociados con el suministro del agua, drenaje y tratamiento de las aguas residuales, así como el impacto tienen en la vida, haciendo necesaria una gestión que tome en cuenta los intereses de todos los involucrados y favorezca su organización.

En la presente tesis, a partir de lo descrito se analizará el tratamiento de las aguas residuales y se busca su relación con la sustentabilidad.

2.8 Observaciones y comentarios

¿Cuánto cuesta lo que no se paga?

La sobre-explotación de los recursos hídricos, el aumento de los niveles de contaminación, la mayor demanda de agua, la gestión insuficiente de las autoridades, la virtual gratuidad del agua, entre otros variables, señalan con seguridad la crónica de un problema anunciado.

Esta aseveración nos permite significar que en la ZCG, uno de los problemas más importantes, es el tratamiento de sus aguas residuales y que la solución (impostergable), es la construcción de plantas de tratamiento, del tipo apropiado.

Por lo señalado, buscamos justificar, y acreditar el tratamiento de las aguas residuales, por sus beneficios sociales y de salud, también por los beneficios económicos a mediano y largo plazo, significado de sustentabilidad.

Premisa importante, es lograr concientizar a la sociedad, de una nueva cultura de respeto y utilización del agua, así como de su tratamiento para su venta posterior, como agua de reuso

Adicional, se desarrolla una política integral de reducción de los volúmenes de aguas contaminadas, logrando las metas tratamiento de aguas residuales.

La política antes mencionada incluirá, incentivos para la construcción de plantas de tratamiento, así como para la reutilización de las aguas tratadas.

La utilización de mecanismos financieros para la ejecución de los proyectos y su éxito de recuperación y beneficios de los capitales invertidos, se consideran sustentables por los organismos operadores de gestionar y administrar el agua y habitantes de la ciudad

Es por ello que la instalación y modernización de las plantas de tratamiento y su operación permanente, será una tarea importante en todas las regiones de los diferentes estados de la República Mexicana.

Lo señalado también es aplicable para ZMG, al establecer una estrategia que incentive una cultura del agua, que ésta privilegie el ahorro y el uso racional de la misma en el ámbito doméstico, industrial y agrícola, y que también beneficie al medio ambiente.

CAPÍTULO 3 Medición

3.1 Introducción

*"El pensamiento a corto plazo, destruye,
la rentabilidad y el crecimiento de corto plazo, también."
(Américo Saldivar Valdez)*

El concepto de ciudad se ha definido a partir de...*cantidad y densidad de población, morfología, división del trabajo etcétera*. También se le considera como...*expresión y soporte de "la civilización"* (Ducci, 2001).

Por su parte Hiernaux (2001), se refiere a la ciudad como... *la calidad de vida y a la permanencia de principios de identidad a lo urbano*, es decir a un estilo de vida urbano y toma como ejemplos la "*civita*" romana y la "*polis*" griega.

El estilo de vida urbano occidental "moderno", se ha generalizado rápidamente en el mundo, es diferente y presenta resultados diferenciados en todos los elementos que se podrían considerar como parte del concepto de calidad de vida.

La urbanización es definida como: *el aumento en la proporción de la población Urbana y el aumento de poblados urbanos en un territorio, teniendo una relación directa con el crecimiento económico en puntos específicos del territorio* (Dávila, 1998).

Por lo tanto, el desarrollo urbano o proceso de urbanización se puede entender como... *el conjunto de características sociales, económicas, culturales, ambientales, etcétera que describe cómo se presenta este aumento de población y poblados urbanos*.

3.2 Tamaño de la población y muestra (investigada y calculada)

Seleccionamos para su diseño la escala establecida por Likert¹

Apuntes de la Clase¹: "Metodología de la Investigación" impartida por el Dr. Sergio Velázquez Rodríguez. Universidad Panamericana, Maestría en Administración de la Construcción.

La encuesta es dirigida al personal que labora en los mandos de directivos intermedios y administrativos, de las instancias: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Comisión Estatal del Agua Jalisco (CEA), Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), La Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDEUR), y los H. Ayuntamientos de la Zona Conurbada de Guadalajara,

El tamaño de la población a estudiar se obtuvo de un registro aproximado de personas que laboran en las instituciones ya mencionadas, de la respectiva lista de personal de confianza, base y eventual, registrada en las correspondientes direcciones de personal.

¿Cuántos sujetos tengo que evaluar para que mi muestra sea representativa?, por lo tanto se debe definir las siguientes variables:

- $N =$ población, conjunto de elementos de mi universo.
- $n =$ tamaño de la muestra.
- $Y =$ valor promedio de la variable (que interesa conocer)
- $y =$ estimado promedio, (de la muestra que podemos determinar)
- $Sem =$ desviación (error) estándar de la muestra (indica variación de y en la Muestra)
- $Sem^2 =$ varianza de la muestra determinada, en términos probabilísticos $p(1-p)$
- $p =$ probabilidad de ocurrencia de "y"
- $V^2 =$ varianza de la población

NOTA.- " V " es la diferencia de entre Y y " y "

El cálculo del número de sujetos a encuestar, se obtiene con la siguiente expresión:

$$n = \frac{n'}{1 + (n' / N)}$$

$$n' = \frac{Sem^2}{V^2} = \text{tamaño provisional de la muestra} = \frac{\text{varianza de la muestra}}{\text{varianza de la población}}$$

Premisa # 1; establecer como dato conocido, el tamaño de la población, determinándose que existen 3,140 personas (aproximadamente), en las instancias oficiales, mencionadas anteriormente, según análisis, por lo tanto

$N = 3,140$

Premisa # 2; consideramos un error estándar de la población de 5% (0.05).
 $Y - y = 0.05$

Premisa # 3; proponer que existe una probabilidad de:
95% de ocurrencia ("y" en la muestra).

Las premisas anteriores permitirán establecer que de 100 encuestados, 95 veces la estimación es correcta.

Cálculo de la desviación estándar:
 $Sem^2 = (0.95)(1-0.95) = 0.475$

Cálculo de la varianza de la población:
 $V^2 = (0.05)^2 = 0.000675$

Cálculo del tamaño (provisional de la población):
 $n' = 0.0475 / 0.000675 = 70.37$

El número de nuestra población es:
70 personas.

Por lo tanto, el tamaño de la muestra, es la que cumple con las características planteadas en la delimitación del presente estudio.

Es el resultado atendiendo a los criterios mencionados en materia probabilística y al comportamiento de variables a medir según el nivel de certidumbre (seleccionado como satisfactorio).

Cálculo del tamaño de la población ajustada:
 $n = 70 / 1 + (70 / 3140) = 68$

Este resultado establece el número de personas a encuestar como muestra de la población seleccionada.

3.3 Diseño de la encuesta

El diseño de la encuesta, su contenido y orden de las preguntas, implícitamente establecen el propósito del objetivo (s), procurando que la población seleccionada al ofrecer su respuesta, minimice o anule el posible error o confusión. Además de comprometer al encuestado su interés por participar y proporcionar correctamente sus respuestas, estas coadyuvarán a conocer el posible nivel de entendimiento y aceptación que existe en esta materia,.

El cuestionario (experimento), se diseñó para ser "levantado" en campo, y acreditar los factores que le son correspondientes: ético, real, con validez interna y externa (esta última es mayor, a la primera), tiempo (en nuestro caso, esta implícito), número de unidades, facilidad de aplicación, costo (también implícito),... entre otras. Las preguntas se plantean con respeto para los encuestados, por lo que se les informa desde el principio, el propósito del experimento.

La encuesta se realiza con entrevistas de persona a persona, a través de un cuestionario por escrito dirigido a un estrato de población seleccionada previamente, y que coparticipa activamente en la responsabilidad de decisiones y acciones, administrativas y operativas, es representada por las personas que laboran en los 3 niveles de gobierno (federal, estatal, y municipal), en el estado de Jalisco, con locación de la ZMG, estableciendo de esta forma las condiciones de un mercado real.

Esta investigación es descriptiva y cualitativa, constituye el diseño mayor conocido. En este tipo de investigación, representa para el analista como mayor reto, controlar los posibles errores, causados por variables extrañas.

La muestra se obtiene de la metodología de prueba e hipótesis, los datos recolectados se analizarán con pruebas estadísticas. Los elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población.

A continuación se presenta el formato de encuesta, propuesto por: Enrique León Zepeda, postulante para obtener el grado académico de Maestría en Administración en la Construcción, en la Universidad Panamericana, campus Guadalajara.

LAS AGUAS RESIDUALES Y SU TRATAMIENTO EN LA ZMG

DATOS.

FECHA

LUGAR

NOMBRE

- 1.- Conoce las actuales fuentes de suministro de agua, para la ZMG?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 2.- Conoce cuanto es el volumen de agua, que se suministra diariamente en la ZMG?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 3.- Conoce si el volumen total de las aguas residuales, es tratado en la ZMG?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 4.- Conoce si el volumen tratado de las aguas residuales, es utilizado posteriormente?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 5.- Conoce si es suficiente el volumen de agua tratada?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 6.- Conoce número, ubicación y tipos de las plantas de tratamiento de aguas residuales?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 7.- Considera al actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 8.- Conoce actualmente la calidad del agua que "sale" de la ZMG, comparada con la que "entra"?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%
- 9.- Conoce el costo por m³ de agua potable, a pagar por su consumo en la ZMG?
 100% 80% 60% 40% 20% 0%

10.- El costo por m³ de agua potable, a pagar en la ZMG. Es mayor a \$100.00 pesos?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

11.- Esta de acuerdo en pagar un % adicional del costo total por m³ de agua potable, para su tratamiento como agua residual?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

12.- Considera que es redituable tratar las aguas residuales, para su posterior utilización?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

13.- Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

14.- Conoce si las aguas residuales, no contaminan?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

15.- Conoce si las aguas residuales, presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

16.- Considera que el costo por metro cúbico de agua tratada debe de cobrarse?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

17.- Considera que la construcción de plantas de tratamiento y la venta por por metro cúbico de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?

100% 80% 60% 40% 20% 0%

3.4 Resultados de la Encuesta

La muestra se obtuvo aplicando la metodología de prueba e hipótesis, los datos recolectados se analizan con pruebas estadísticas. Los elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población.

La escala de valores para evaluar estas preguntas corresponde a un valor máximo de cumplimiento o aceptación del 100%, y en orden descendente hasta 0%, según el valor de la respuesta.

Se realizó una encuesta de tipo descriptivo, no probabilística, muestreo por conveniencia (los encuestados se encuentran en el lugar correcto y en el tiempo apropiado), cuyo objetivo es conocer la realidad del problema que se investiga, a través de un levantamiento de campo por escrito, aplicada a una muestra proporcional de la población total.

La información se obtuvo con el personal que laboran en diferentes niveles de dirección, gerencia y jefatura, que participan en la administración y cuidado de los recursos hidráulicos en el Estado de Jalisco, representados por: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Comisión Estatal de Agua (CEA), Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDEUR), Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) y los H. Ayuntamientos conurbados.

La encuesta busca conocer el nivel de información y conocimiento de los encargados del manejo del agua y su tratamiento.

73300

La encuesta denominada: *Las Aguas Residuales y su Tratamiento en la ZMG*, fue aplicada a la muestra poblacional en la primera quincena del mes de Septiembre, un total de 78 encuestas, 4 a dependencias oficiales y 8 a municipios de la ZCG.

La encuesta representa una escala, que permite evaluar las preguntas correspondientes, un valor máximo de "conocimiento" del 100%, y en orden descendente hasta "sin conocimiento" el 0%, según el valor de la respuesta

A continuación, en la tabla de determinaciones se presentan los resultados generales de la aplicación de las encuestas

Cuadro 2. Tabla de determinaciones

	Población	Muestra	Encuesta	Observaciones
Total de contactos	3140	78	17 preguntas	Preguntas Totales = 1336
Tasa negativas	6.80%			
Tasa de cumplimiento	93.2%			Un municipio, no participó

Los resultados obtenidos, representan información básica, relacionada directamente con objeto de la tesis, su análisis es de mayor importancia ya que permiten acreditar o no, la continuación del proyecto de investigación.

Los resultados de la aplicación, se muestran a continuación en las tablas respectivas de cada dependencia, páginas de la 44 a la 49, y resumen total: página 50 (cuadro 15).

Cuadro 3.

		AYTO. GDL. (18)						TLAQUEPAQUE (7)					
No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS						RESPUESTAS					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?	6%	44%	17%	28%	0%	6%		14%	43%			43%
2	Conoce el cuánto es el volumen de agua diario?	6%	28%	6%	11%	28%	22%				29%		71%
3	Conoce si el volumen total de aguas residuales es tratado?	22%	28%	0%	17%	22%	11%				71%	14%	14%
4	Conoce si el volumen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?	6%	17%	28%	11%	22%	17%	14%		14%	43%		29%
5	Conoce si es suficiente el volumen de agua tratada?	17%	6%	11%	22%	28%	17%			14%	14%	14%	57%
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?		11%	17%	11%	39%	22%			14%	57%		29%
7	Considera que el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?	6%		17%	28%	17%	33%			14%	14%	14%	57%
8	Conoce si actualmente la calidad del agua que sale de la Z.M.G. comparada con la que entra, es igual?	6%	22%	28%	17%	22%	6%	14%		14%		14%	57%
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	33%	33%	6%	11%	6%	11%	29%			14%	14%	43%
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z.M.G.?	72%	11%	6%	11%			57%				14%	29%
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m3 de agua potable para su tratamiento como agua residual?	44%	6%		11%	6%	33%	43%			14%	29%	14%
12	Considera redituable tratar las aguas residuales?	72%	11%	6%		11%		43%	14%		29%	14%	
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	11%	22%	11%	28%	28%		14%	14%		14%		57%
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?	28%	17%	17%		17%	22%		14%	43%		14%	29%
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	22%	22%	17%	17%	11%	11%	29%				29%	43%
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z.M.G. coadyuva a resolver el problema del volumen de agua demandada?	44%	22%	11%	17%		6%	71%	14%		14%		
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	56%	17%	6%	11%	6%	6%	43%		14%	14%		29%
18	Considera que el costo por m3 de agua tratada, debe de cobrarse?	28%	17%	6%	22%	6%	22%	29%	14%		29%	14%	14%
19	Considera que las plantas de tratamiento y la venta de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	50%	17%		11%	11%	11%	14%		43%	29%		14%
TOTAL PORCENTAJE		28%	18%	11%	15%	15%	13%	21%	5%	11%	20%	10%	33%

Cuadro 4.

Cuadro 5.

Cuadro 6.

		JUANACATLÁN (4)						IXTLAHUACÁN DE LOS M. (3)					
No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS						RESPUESTAS					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?	100%											100%
2	Conoce el cuánto es el volúmen de agua diario?	25%	25%	25%			25%						100%
3	Conoce si el volúmen total de aguas residuales es tratado?	50%		25%			25%	67%					33%
4	Conoce si el volúmen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?		25%			25%	50%	33%					67%
5	Conoce si es suficiente el volúmen de agua tratada?	75%					25%	33%			33%		33%
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?	25%				25%	50%	33%			33%		33%
7	Considera que el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?	25%		25%			50%						100%
8	Conoce si actualmente la calidad del agua que sale de la Z.M.G. comparada con la que entra, es igual?	25%	25%	25%	25%								100%
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	50%					50%			33%			67%
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z.M.G.?	50%					50%						100%
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m3 de agua potable para su tratamiento como agua residual?	75%					25%	67%		33%			
12	Considera redituable tratar las aguas residuales?	100%						67%	33%				
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	50%					50%			33%			67%
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?	50%		25%			25%		33%				67%
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	75%					25%	33%			33%	33%	
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z.M.G. coadyuva a resolver el problema del volúmen de agua demandada?	50%	25%				25%	67%		33%			
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	75%					25%	67%			33%		
18	Considera que el costo por m3 de agua tratada, debe de cobrarse?	75%					25%	100%					
19	Considera que las plantas de tratamiento y la venta de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	25%		25%	25%	25%		33%	33%		33%		
TOTAL PORCENTAJE		53%	5%	8%	3%	4%	28%	32%	5%	7%	7%	2%	47%

Cuadro 7.

Cuadro 8.

		ZAPOPAN (5)						EL SALTO (2)					
No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS						RESPUESTAS					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?		20%	80%								50%	50%
2	Conoce el cuánto es el volúmen de agua diario?	40%	20%	20%		20%						50%	50%
3	Conoce si el volúmen total de aguas residuales es tratado?	20%	20%		20%	20%	20%						100%
4	Conoce si el volúmen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?	20%	20%	20%	20%		20%						100%
5	Conoce si es suficiente el volúmen de agua tratada?	40%	20%		20%		20%						100%
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?	20%		60%		20%						50%	50%
7	Considera que el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?		40%				60%						100%
8	Conoce si actualmente la calidad del agua que sale de la Z. M. G. comparada con la que entra, es igual?	40%			20%		40%						100%
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	40%	40%	20%				50%				50%	
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z. M. G. ?	100%						50%				50%	
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m3 de agua potable para su tratamiento como agua residual?	80%		20%				50%				50%	
12	Considera redituable tratar las aguas residuales?	80%	20%					50%				50%	
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	60%		20%		20%						50%	50%
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?	20%	20%	20%		20%	20%						100%
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	80%			20%			50%				50%	
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z. M. G. coadyuva a resolver el problema del volúmen de agua demandada?	60%		20%	20%			50%					50%
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	80%			20%			50%	50%				
18	Considera que el costo por m3 de agua tratada, debe de cobrarse?	40%	20%	20%	20%			50%	50%				
19	Considera que las plantas de tratamiento y la venta de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	80%					20%	50%					50%
TOTAL PORCENTAJE		47%	13%	16%	8%	5%	11%	24%	5%	0%	8%	16%	47%

Cuadro 9.

Cuadro 10.

		TLAJOMULCO (4)						TONALÁ (0)					
No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS						RESPUESTAS					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?	25%	25%	25%			25%						
2	Conoce el cuánto es el volúmen de agua diario?	25%	25%			25%	25%						
3	Conoce si el volúmen total de aguas residuales es tratado?	25%			25%	25%	25%						
4	Conoce si el volúmen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?	25%				50%	25%						
5	Conoce si es suficiente el volúmen de agua tratada?	25%				50%	25%						
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?	25%				50%	25%						
7	Considera que el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?					25%	75%						
8	Conoce si actualmente la calidad del agua que sale de la Z.M.G. comparada con la que entra, es igual?	25%				25%	50%						
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	25%				25%	50%						
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z.M.G.?	75%				25%							
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m3 de agua potable para su tratamiento como agua residual?	25%				75%							
12	Considera redituable tratar las aguas residuales?	75%	25%										
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	50%					50%						
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?	50%				25%	25%						
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	75%		25%									
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z.M.G. coadyuva a resolver el problema del volúmen de agua demandada?	50%			25%		25%						
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	75%	25%										
18	Considera que el costo por m3 de agua tratada, debe de cobrarse?	25%					75%						
19	Considera que las plantas de tratamiento y la venta de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	50%	25%			25%							
TOTAL PORCENTAJE		42%	7%	3%	3%	21%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Cuadro 11.

Cuadro 12.

		SEDEUR (17)						CNA (4)						
No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS						RESPUESTAS						
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%	
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?	12%	24%	24%	12%	18%	12%	50%	25%				25%	
2	Conoce el cuánto es el volúmen de agua diario?	12%	12%		12%	24%	41%	25%	50%	25%				
3	Conoce si el volúmen total de aguas residuales es tratado?	6%	18%		18%	29%	29%				25%	50%	25%	
4	Conoce si el volúmen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?			6%	29%	18%	47%		50%			25%	25%	
5	Conoce si es suficiente el volúmen de agua tratada?			12%	29%	29%	29%					25%	75%	
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?	6%			18%	12%	65%		50%				50%	
7	Considera que el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?		6%			35%	59%					50%	50%	
8	Conoce si actualmente la calidad del agua que sale de la Z.M.G. comparada con la que entra, es igual?	12%	6%		12%	24%	47%		25%			25%	50%	
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	18%	18%		6%	24%	35%		25%		25%		50%	
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z.M.G.?	29%	6%		6%	6%	53%		25%	25%		25%	25%	
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m3 de agua potable para su tratamiento como agua residual?	29%	18%	12%	6%	6%	29%		25%	25%			50%	
12	Considera redituable tratar las aguas residuales?	53%	24%	12%	6%	6%			50%	25%			25%	
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	35%	6%	18%		12%	29%		25%	25%	25%		25%	
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?	35%	24%			18%	24%					50%	50%	
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	47%	24%			12%	18%		25%	25%			25%	
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z.M.G. coadyuva a resolver el problema del volúmen de agua demandada?	59%	12%	12%	12%	6%			50%		25%	25%		
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	53%	24%	12%	12%				50%	25%		25%		
18	Considera que el costo por m3 de agua tratada, debe de cobrarse?	41%	24%	18%	12%	6%			50%	50%				
19	Considera que las plantas de tratamiento y la venta de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	53%	6%	24%	6%	12%			75%	25%				
TOTAL PORCENTAJE		26%	13%	8%	10%	15%	27%		24%	24%	4%	7%	14%	28%

Cuadro 13.

		CEA (2)						SIAPA (12)					
No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS						RESPUESTAS					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?	50%				50%		83%	17%				
2	Conoce el cuánto es el volúmen de agua diario?	50%					50%	58%	33%				8%
3	Conoce si el volúmen total de aguas residuales es tratado?		50%			50%		67%		8%		25%	
4	Conoce si el volúmen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?	50%	50%					67%	8%			17%	8%
5	Conoce si es suficiente el volúmen de agua tratada?	50%				50%		58%	17%			17%	8%
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?	50%					50%	58%	8%		8%	25%	
7	Considera que el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?	50%					50%		25%		8%	33%	33%
8	Conoce si actualmente la calidad del agua que sale de la Z.M.G. comparada con la que entra, es igual?		50%				50%	33%	8%			8%	50%
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	50%					50%	75%	25%				
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z.M.G.?	50%					50%	42%	25%		8%	8%	17%
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m3 de agua potable para su tratamiento como agua residual?	50%					50%	58%	17%		8%	8%	8%
12	Considera redituable tratar las aguas residuales?	50%					50%	83%				8%	8%
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	50%					50%	42%	33%	8%		8%	8%
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?		50%				50%	75%	8%	8%			8%
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	50%	50%					58%	25%	17%			
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z.M.G. coadyuva a resolver el problema del volúmen de agua demandada?	50%		50%				58%	33%	8%			
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	100%						67%	25%		8%		
18	Considera que el costo por m3 de agua tratada, debe de cobrarse?	100%						92%			8%		
19	Considera que las plantas de tratamiento y la venta de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	100%						92%				8%	
TOTAL PORCENTAJE		50%	13%	3%	0%	8%	26%	61%	16%	3%	3%	9%	8%

Cuadro 14.

3.5 Resumen general obtenido de la aplicación del total de encuestas

Cuadro 15. Tabla resumen, y Cuadro 16. Escala de conocimientos. (respectivamente)

Septiembre, 2007

CANTIDAD ENCUESTAS: 78

No.	PREGUNTAS	RESPUESTAS EN PORCENTAJE %						TOTAL
		100%	80%	60%	40%	20%	0%	
1	Conoce las fuentes de suministro de agua?	27%	23%	19%	9%	6%	15%	100%
2	Conoce el cuánto es el volumen de agua diario?	21%	21%	5%	8%	15%	31%	100%
3	Conoce si el volumen total de aguas residuales es tratado?	24%	13%	3%	18%	23%	19%	100%
4	Conoce si el volumen tratado de las aguas residuales es utilizado posteriormente?	18%	12%	10%	14%	17%	29%	100%
5	Conoce si es suficiente el volumen de agua tratada?	23%	5%	6%	15%	22%	28%	100%
6	Conoce número, ubicación y tipos de tratamiento de aguas residuales?	17%	6%	9%	14%	22%	32%	100%
7	Conoce si el actual número de plantas de tratamiento de las aguas residuales es suficiente?	4%	8%	6%	9%	22%	51%	100%
8	Conoce actualmente la calidad del agua que sale de la Z.M.G. comparada con la que entra es:	15%	12%	9%	9%	15%	40%	100%
9	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo?	37%	19%	4%	8%	8%	24%	100%
10	Conoce el costo por metro cúbico de agua potable a pagar por su consumo en la Z.M.G. es:	51%	9%	1%	6%	6%	26%	100%
11	Acepta pagar un porcentaje adicional del costo total por m ³ de agua potable para su tratamiento como agua residual?	46%	9%	5%	8%	10%	22%	100%
12	Conoce si es redituable tratar las aguas residuales para su posterior utilización.	67%	14%	4%	5%	8%	3%	100%
13	Conoce el posible destino para uso de las aguas residuales?	29%	14%	12%	8%	13%	24%	100%
14	Conoce si las aguas residuales no contaminan?	32%	15%	12%	0%	14%	27%	100%
15	Conoce si las aguas residuales presentan una alternativa para regar áreas de cultivo?	45%	17%	8%	5%	12%	14%	100%
16	Considera que la instalación de plantas de tratamiento de agua residual en la Z.M.G. coadyuva a resolver el problema del volumen de agua demandada?	55%	15%	12%	12%	1%	5%	100%
17	Considera que el agua tratada coadyuva a atender los volúmenes de agua demandado por zonas de cultivo, verdes y servicios a la industria?	60%	17%	5%	12%	1%	5%	100%
18	Considera que el costo por m ³ de agua tratada, debe de cobrarse?	50%	15%	6%	13%	4%	12%	100%
19	Considera que la construcción de plantas de tratamiento y la venta de m ³ de agua tratada, permite la recuperación de la inversión en plantas de tratamiento?	56%	9%	10%	9%	9%	6%	100%

N ^o .	Concepto	Valor establecido	N ^o . de respuestas	Porcentaje %	Nivel de conocimiento
1	Muy Alto	100%	394	30.50%	1
2	Alto	80%	179	13.85%	3
3	Intermedio	60%	111	8.59%	6
4	Bajo	40%	136	10.53%	5
5	Muy Bajo	20%	164	12.69%	4
6	Sin conocimiento	0%	308	23.84%	2

3.6 Observaciones y comentarios

La encuesta denominada: *Las Aguas Residuales y su Tratamiento en la ZMG*, de su aplicación presenta resultados globales (página 50), que permiten interpretar los siguientes escenarios:

- Existe conocimiento del tema, clasificado como: *"muy alto"* (30.50%). Sin embargo en orden inmediato decreciente, los encuestados expresan que existe un *"sin conocimiento"* (23.84%).
- El siguiente nivel de conocimiento (3 y 4), los temas investigados, también presenta los extremos: el de *"alto"* (13.58%) y el de *"muy bajo"* (12.69%).
- Los niveles 5 y 6 se presentan de la siguiente forma *"bajo"* (10.53%) e *"intermedio"* (8.59%).

Como se aprecia en los datos, las tendencias siguen patrones de secuencia de: extremos y concéntricos.

Al sumar los conceptos que representan un nivel de conocimiento de *"intermedio"* a *"muy alto"* representan el 52.94%, superior a las respuestas de: *"bajo"* a *"sin conocimiento"*, cuya suma representa: 46.96%.

En el Cuadro 16 (página 50), "Escala de Conocimientos", se perciben resultados generales, con un comportamiento que se analizará en las siguientes páginas, con las gráficas por cada una de las instituciones que participaron.

CAPÍTULO 4 Análisis de Resultados

4.1 Introducción

La investigadora Linda Klump, en su libro *"Investigación de Mercado"*, señala que es casi imposible realizar un censo completo de la mayoría de las poblaciones. Una muestra diseñada de manera apropiada se maneja más eficientemente teniendo menos posibilidades de sesgo y puede proporcionar el nivel de información necesario para la mayoría de los objetivos. Por lo antes señalado este trabajo buscará lograr encontrar ese parámetro en la muestra, que permita lograr los objetivos del estudio

4.2 Método de Análisis

La encuesta realizada en este trabajo, corresponde al procedimiento de: *técnicas de muestreo, no probabilística, y muestreo por conveniencia* (los encuestados se localizan en el lugar correcto, en el tiempo apropiado).

Este tipo de encuesta, tiene como base el juicio personal del investigador y le permite obtener deducciones o proyecciones cualitativas a cerca del objetivo, el muestro se realizó por agrupamiento, con selección estratificada, de etapa única.

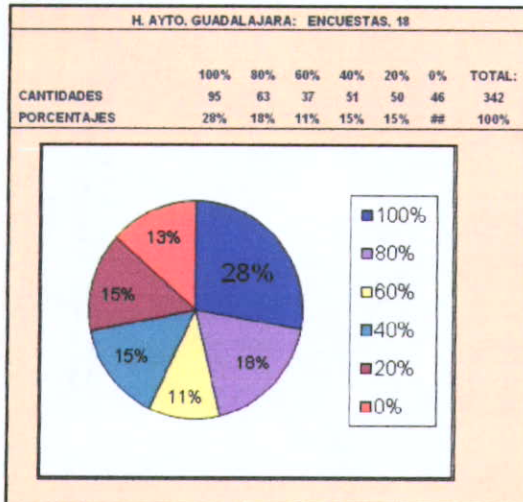
La justificación de utilizar este tipo de muestreo por conveniencia, es porque representa el menos costo y el que consume menos tiempo. Las unidades de muestreo son accesibles, fáciles de medir y cooperativas.

Esta técnica es recomendada, en las investigaciones exploratorias, para generar ideas, conocimientos e hipótesis, demandando su aplicación en muestras "pequeñas" por su número también menor de variables

4.3 Aplicación del Método

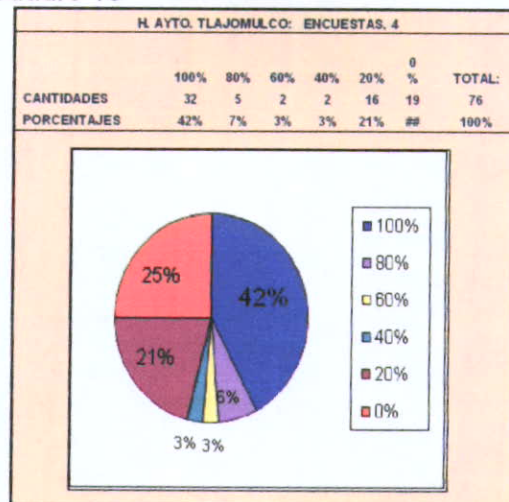
A continuación se presentan la graficas, producto de los resultados.

Cuadro 17



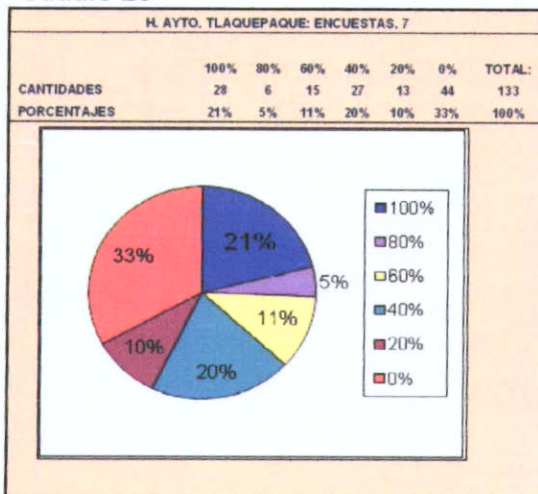
La gráfica representa: Aplicación de 17 encuestas, y un total de 342 preguntas. Significando conocimiento en la materia, un porcentaje mayor. "más alto" 28%, "alto" 18%, e intermedio, 11%. Suman: "bajo", "muy bajo" y "sin conocimiento", el 43%.

Cuadro 18

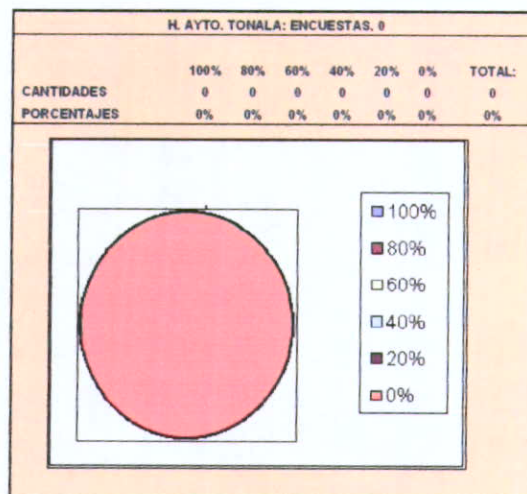


La gráfica representa: Aplicación de 4 encuestas, y un total de 76 preguntas Significando *desconocimiento* en la materia, un porcentaje mayor: "más alto" 42%, "alto" 5%, e "intermedio", 2%. Suman: "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento": el 51%, representando "mayoría"

Cuadro 20

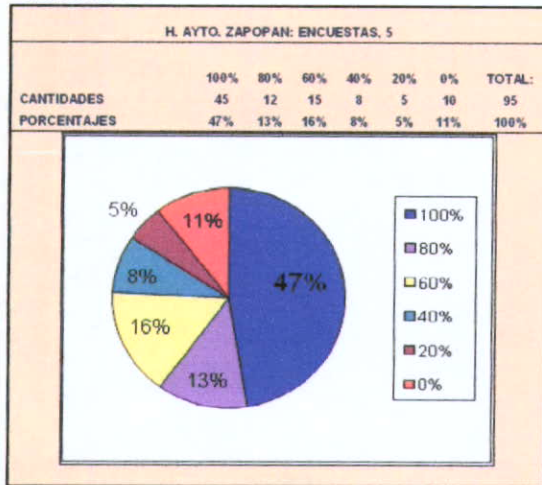


La gráfica representa: Aplicación de 7 encuestas, y un total de 133 preguntas. Significando *desconocimiento* en la materia, un porcentaje mayor, ya que suman: "Bajo", "Muy Bajo" y "Sin conocimiento" el 63% .



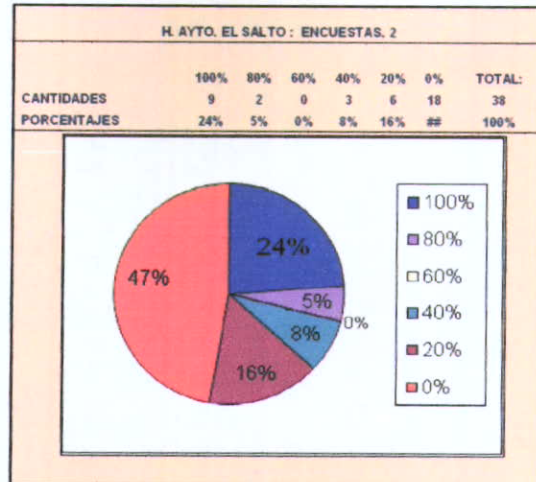
La gráfica representa: cero Aplicaciones de 4 encuestas.

Cuadro 21



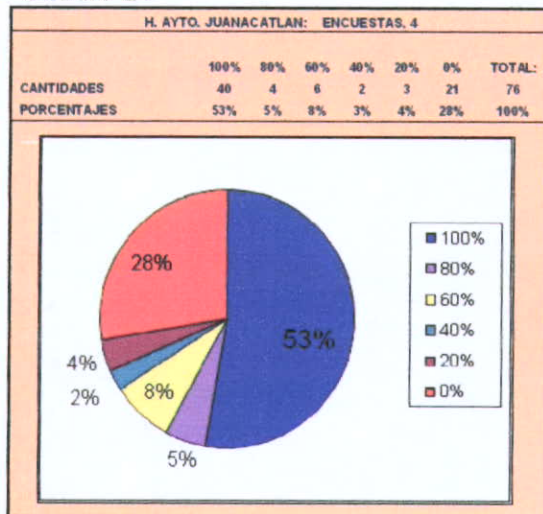
La gráfica representa: Aplicación de 5 encuestas, y un total de 95 preguntas. Significando *conocimiento* en la materia, un porcentaje mayor: "más alto" 47%, "alto" 13%, e "intermedio", 16%. Suman: el 76% y "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento", representan el 24%.

Cuadro 22



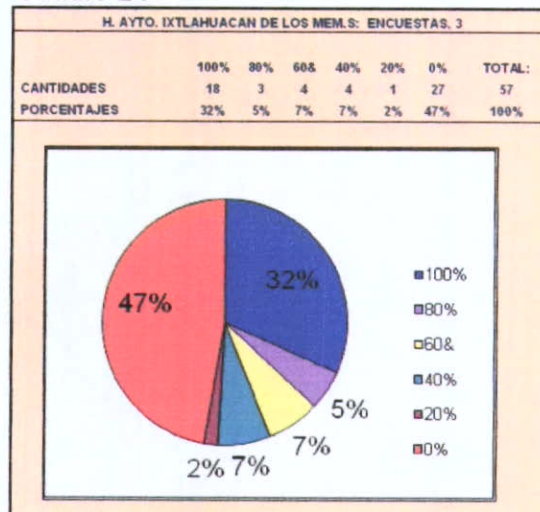
La gráfica representa: Aplicación de 2 encuestas, y un total de 38 preguntas. Significando *desconocimiento* en la materia, el porcentaje mayor: "más alto" 24%, "alto" 5%, e "intermedio", 0%. Representa el: 29%. "bajo", "muy bajo" y "sin conocimiento", representan en total 71%, siendo el mayor.

Cuadro 23



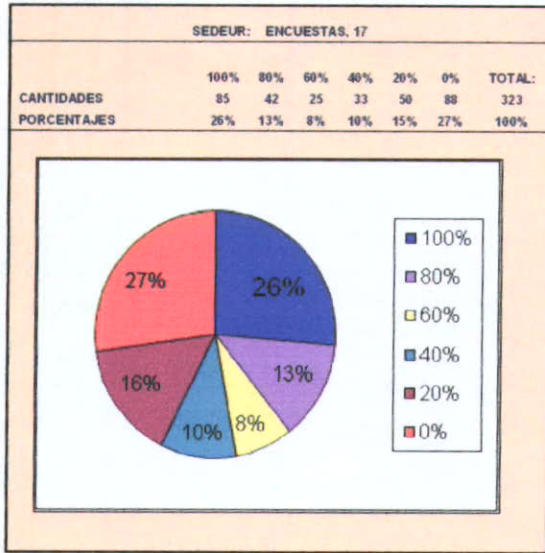
La gráfica representa: Aplicación de 4 encuestas, y un total de 76 preguntas. Significando *conocimiento* en la materia, El porcentaje mayor: "más alto" 53%, "alto" 5%, e "intermedio", 8%. Suman: El 66% y "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento", representan el 34%.

Cuadro 24



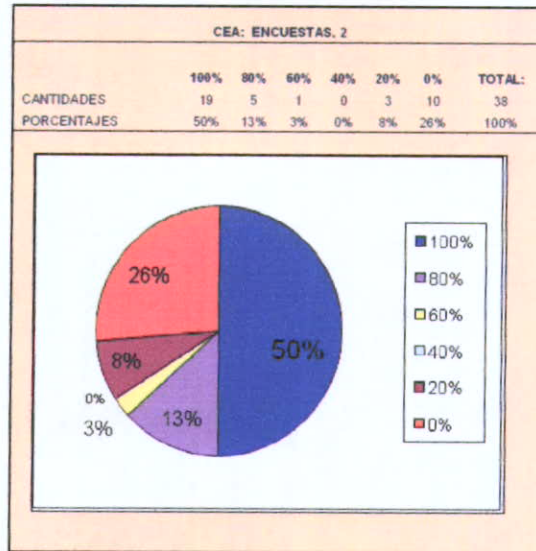
La gráfica representa: Aplicación de 3 encuestas, y un total de 57 preguntas. Significando *desconocimiento* en la materia, el porcentaje mayor: "más alto" 32%, "alto" 5%, e "intermedio", 0%. Representa el: 42% "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento". Representan en total 58% siendo el mayor.

Cuadro 25



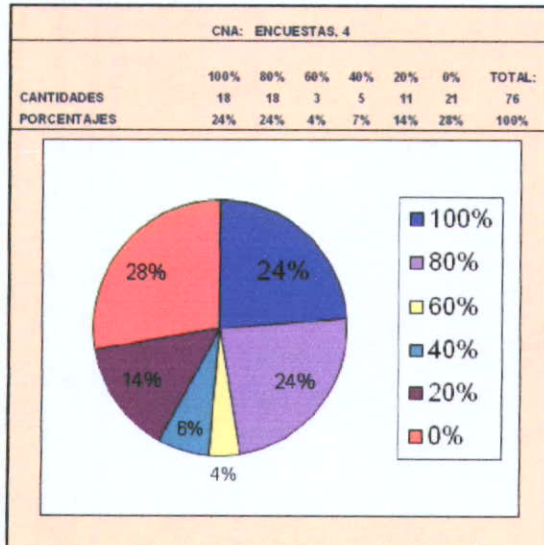
La gráfica representa: Aplicación de 17 encuestas, y un total de 323 preguntas Significando *conocimiento* en la materia, el porcentaje mayor: "más alto" 26%, "alto" 13%, e "intermedio", 8%. Suman: el 47% y "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento", representan el 53%.

Cuadro 26



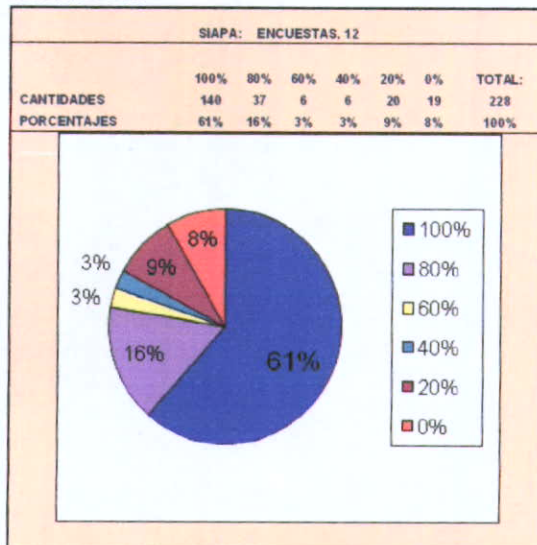
La gráfica representa: Aplicación de 2 encuestas, y un total de 38 preguntas Significando *conocimiento* en la materia, un porcentaje mayor: "más alto" 50%, "alto" 13%, e "intermedio", 3%. Representan el 66% "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento". Representan en total 34%.

Cuadro 27



La gráfica representa: Aplicación de 4 encuestas, y un total de 76 preguntas Significando *desconocimiento* en la materia, un porcentaje mayor: "más alto" 24%, "alto" 24%, e "intermedio", 4%. Suman: el 52% "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento": representan el 48%.

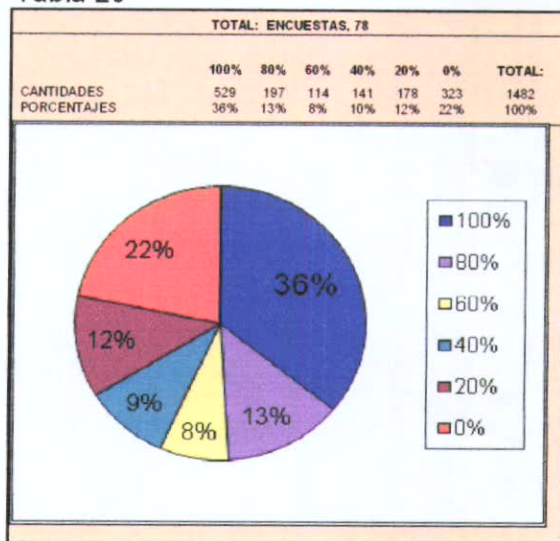
Cuadro 28



La gráfica representa: Aplicación de 12 encuestas, y un total de 228 preguntas. Significando *conocimiento* en la materia, el porcentaje mayor: "más alto" 61%, "alto" 16%, e "intermedio", 3%. Representa el: 80% "bajo", "muy bajo" y "Sin conocimiento": Representan en total un 20%.

Resumen total, de resultados de la encuesta.

Tabla 29



La gráfica contenida en la Tabla 29, permite entender que las respuestas de los 78 encuestados, el 49% representa a una mayoría con conocimiento catalogado de "alto" a "muy alto", el 8% de los encuestados representan un nivel intermedio, el 22% significa un conocimiento de "bajo" a "muy bajo", y el 22% representa a un conocimiento "nulo".

4.4 Resultados del Análisis

En el proceso de aplicación de la encuesta se observó, que algunas de personas encuestadas, les presentaba confusión el entendimiento de las preguntas números: 2, 3 y 4, presuponiendo que se referían al volumen del agua, medido en cantidad, por lo que fue necesario aclarar (las veces necesarias) que las preguntas se referían únicamente a información cualitativa.

En las instituciones SIAPA Y CEA, con el personal encuestado fue necesario explicar que en las preguntas números: 6, 7 y 8, la información solicitada era para conocer la suficiencia y no cantidad, del volumen del agua tratada, para evitar la contaminación.

En el municipio de Tonalá, el personal solicitado para la encuesta, no participo argumentado, no contar con la autorización respectiva.

En los municipios de Juanacatlán y El Salto, las respuestas representan que existe clara conciencia de la contaminación de las aguas, sin embargo, en este último municipio únicamente participaron 2 encuestados, argumentando los demás, no contar con autorización.

Como antecedente, es necesario señalar que en alguna de las instituciones seleccionadas, fue necesario previo a la realización de la encuesta, solicitar en forma oficial, la autorización para su aplicación.

La experiencia obtenida en la aplicación de la encuesta, es que el diseño de ésta, reclama de recursos materiales y de competencia, para definir: el tamaño de la muestra, el número de preguntas, el contenido, ... etc. acorde a las variables que pretendemos conocer y la hipótesis(s) que se busca demostrar. En caso de no lograrlo, adquiere un mayor grado de dificultad, ya que el avance por prueba y error, repercute en: tiempo, dinero, personal, molestias, desanimo, etc. Parte de lo mencionado aconteció en este trabajo de aplicación.

4.5 Observaciones y comentarios

Los resultados globales obtenidos, permiten interpretar los siguientes escenarios:

- Los programas en materia de saneamiento del agua, son ampliamente conocidos por el nivel directivo y operativo, en cambio, no en la misma proporción por otros niveles.
- Las Dependencias oficiales en su mayoría, presentan de *“alto”* a *“muy alto”* el nivel de conocimiento en la materia.
- Presentan mayor desinformación las instancias municipales de la zona periférica, Ixtlahuacán de los Membrillos, Tlajomulco de Zúñiga, y el Salto, que los correspondientes a la zona central, con excepción de Tlaquepaque, que también presenta carencia en conocimiento en esta materia.
- Presentan buen conocimiento del tema, los Ayuntamientos de: Guadalajara y Zapopan.
- Importante señalar, en la población encuestada aproximadamente el 55%, esta de acuerdo en que puede ser redituable el tratamiento del agua tratada.
- En la última pregunta, los encuestados en un porcentaje aproximado del 50%, esta de acuerdo, en que la inversión económica para el tratamiento de agua residual, puede permitir la recuperación de la inversión.

En resumen, es deseable una mayor difusión de los programas oficiales, que permita lograr comprensión y aceptación principalmente con los usuarios; ésta debe abarcar a las personas del ámbito oficial, además de seleccionar aquellas que previa capacitación represente ser las de mayor competencia.

CAPÍTULO 5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones finales

En la encuesta *Las Aguas Residuales y su Tratamiento en la ZMG*, las respuestas obtenidas de su aplicación, según interpretación personal, permiten entender que el personal relacionado en esta materia, parece ser que la mayoría cuenta con conciencia del reto de mejorar las actuales condiciones del tratamiento de las aguas residuales, y con esta acción, la posible consecuencia de mejorar la calidad de vida de los habitantes. Los resultados globales de la mencionada encuesta, permiten interpretar los siguientes escenarios, entre otros:

Existe conocimiento del tema, clasificado como: *"muy alto"* (30.50%). Sin embargo en orden inmediato decreciente, los encuestados expresan que existe un *"sin conocimiento"* (23.84%). Los extremos se "tocan"

El siguiente nivel de conocimientos de los temas investigados, también presentan extremos: el de *"alto"* (13.58%) y el de *"muy bajo"* (12.69%).

El "ultimo" nivel, representa la misma tendencia de *"bajo"* (10.53%) e *"intermedio"* (8.59%)

Como se aprecia en los datos, las tendencias siguen patrones de secuencia de: extremos y concéntricos.

Los conceptos que significan un nivel de conocimiento de *"intermedio"* a *"muy alto"* representan su suma: el 52.94%, superior a las respuestas de: *"bajo"* a *"sin conocimiento"*, cuya suma representa: 46.96%.

No obstante que ya fue señalado, que la proporción "mayor", significa que las personas encuestadas tienen conocimiento, es importante la proporción que no lo cuenta, ya que representan que existe un "vacío" de información y probablemente de conocimiento, que reclama atención inmediata, con diferentes acciones, entre otras: selección de personal, inducción al puesto, y capacitación periódica.

5.2 Futuras líneas de investigación

Es deseable que los estudios iniciados en esta tesis, puedan ser continuados con la investigación, entre otras ramas de:

- a) Investigación, análisis, diseño, proyecto y construcción de: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
- b) El impacto favorable en la capacitación al personal responsable en los mandos medios y operativos, principalmente en los Ayuntamiento de: Tonalá, Tlaquepaque, Ixtlahuacán de los Membrillos, El Salto y Juanacatlán.

Los estudios descritos, si los resultados son favorables, probablemente coadyuvarán para evitar la pérdida de competitividad en materia de agua y restar vulnerabilidad a la población. También probablemente repercutirán para mayor provecho integral de los recursos hídricos.

5.3 Comentarios del proceso de investigación

La investigación de esta tesis, y las entrevistas con personas que han estudiado la problemática del agua, permiten entender la trascendencia social del tratamiento de las aguas residuales y su reuso, así como su importancia ambiental y posiblemente financiera. Sin embargo la mayoría de las personas coincide, que el grado de dificultad para lograrlo es "alto", ya que este reto enfrenta a un problema histórico, de tipo cultural y también financiero. Destacan entre otros puntos, los siguientes:

- En la investigación también se percibió, que existe bastante material académico, tanto impreso (libros, tesis, investigaciones impresas, apuntes para exposición de docentes,... etc.), como acceso a información técnica y financiera, prácticamente en "todo" el mundo, a través de domicilios electrónicos, no obstante, no es demandado, ya que el número de personas que técnicamente lo requieren, representa con relación a otras actividades económicas y profesionales, un número considerablemente menor, según comentarios por personas relacionadas con este tema
- En el ámbito oficial de México, existen la creación de organismos necesarios en los 3 niveles de gobierno, que jurídicamente permiten que su gestión sea exitosa pero lamentablemente en la práctica no acontece, debido probablemente a la incultura que lamentablemente aún impera en nuestra sociedad, repercutiendo en las prioridades de la inversión en materia del gasto social, que cada año es propuesta y es autorizada por el Congreso.
- En materia educativa, no obstante que en el ámbito nacional el estado de Jalisco, es privilegiado en el número y calidad de la enseñanza de algunas de sus universidades y tecnológicos, el tema del tratamiento del agua y su reuso, en la mayoría de las instituciones no existe en la currícula académica, para su enseñanza.

- En la sociedad, normalmente impera el conocimiento que el agua debe ser gratuita, desconociendo un alto porcentaje de la población, los aspectos técnicos y gastos financieros que son necesarios para la obtención, potabilización y suministro del agua en los domicilios, adicional, existe evasión en el pago de las cuotas por la utilización de ésta (las tarifas son entre otras, las más baratas en el país). Importante destacar, que aún menor es el conocimiento del tratamiento de las aguas residuales para su reuso.
- Es deseable que la difusión y capacitación del personal responsable en la materia se lleve a cabo con periodicidad constante, para evitar la falta de eficiencia y de gestión en la materia del agua.

Los conceptos mencionados, son entre otros, parte de la problemática de este importante recurso no renovable, indispensable para todo tipo de vida en nuestro planeta.

Es deseable que las metas comprometidas por los diferentes niveles de gobierno, en materia de agua y su tratamiento, puedan ser cumplidas, por los evidentes beneficios para la población, al lograr mejores estándares de vida y posible mejora de competitividad en la infraestructura de servicios de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

BIBLIOGRAFÍA

- *CIENCIA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Libro por: Ernesto C Enkerlin, Gerónimo Cano, Raúl A. Garza y Enrique Vogel, Editorial Thomson, México 1997.*
- *CIUDADES Y REGIONES SUSTENTABLES: Ordenamiento-viabilidad económica-ciudadanía. Memorias del VI Seminario-Taller Internacional, de la red de ciudades hacia la sustentabilidad. Jesús Rodríguez y Rodríguez, Alfonso Iracheta Cenecorta. Compiladores.*
- *Comisión Estatal del Agua de Jalisco. (CEA) www.ceasjalisco.gob.mx*
- *Comisión Nacional del Agua. (CONAGUA) www.cna.gob.mx*
- *Foro Mundial del Agua, León, Guanajuato. Marzo, 2006.*
- *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (IMTA). www.imta.mx*
- *Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. (INEGI) www.inegi.com.mx*
- *INVESTIGACIÓN DE MERCADOS (un enfoque aplicado). Libro por: Narres K. Malhotra. Editorial PEARSON Prentice may, cuarta edición.*
- *Las aguas de la ira. Economía y cultura del agua en México, ¿sustentabilidad o gratuidad?, Américo Saldivar V. Editorial UNAM. Febrero, 2007.*
- *METCALF&EDDY, "Wastewater Engineering, treatment, disposal reuse" Third Edition, McGraw- Hill International Editions, Civil Engineering, USA, 1991.*
- *Periódico El Financiero, Publicación en la sección Mercados, 28 de Mayo, 2007.*
- *Periódico El Informador,, Publicación en la Sección de Ciencia y Tecnología, 05 de Junio, 2007.*
- *Periódico La Voz de Michoacán, Publicación en la Sección Morelia, 19 de Junio, 2007.*
- *Periódico Ocho Columnas, Publicación en Zona Metropolitana , 24 de Mayo, 2007.*
- *Periódico Reforma, Publicación en el periódico Mural, 20 de Marzo, 2007.*
- *Sistema Intermunicipal de Agua Potable Alcantarillado.(SIAPA). www.siapajalisco.gob.mx*

AGRADECIMIENTO

- *A las autoridades del Área Académica de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Guadalajara, por el estímulo y las facilidades otorgadas para mi capacitación.*
- *Pedro Enrique Farfán Trejo. Ingeniero. Apuntes personales. El Agua piedra angular para el Desarrollo. Docente, Universidad Autónoma de Guadalajara.*
- *Oscar Armando Prieto Ramírez. Ingeniero., M. en I. ITESM Apuntes personales, Funcionario de la Comisión Estatal del Agua, en Jalisco. Docente, Universidad Autónoma de Guadalajara.*
- *Enrique Lazcano Espinoza. M.A., M.B.A. Apuntes personales. Docente, investigador en el Área de postgrado en Administración. Universidad Autónoma de Guadalajara.*
- *Isidro Rubio Lozano. Ingeniero. Apuntes personales, Funcionario de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Gobierno de Jalisco. Docente, Universidad de Guadalajara.*
- *Francisco Moreno Abril. Ingeniero. Postulante al Título en Maestría en Administración de la Construcción. Universidad Panamericana, Campus Guadalajara.*
- *Ángel Víctor Lugo Rodríguez. Ingeniero. Postulante al Título en Maestría en Administración de la Construcción. Universidad Panamericana, Campus Guadalajara.*
- *A las personas que cooperaron en los H. Ayuntamientos e instancias oficiales y que ofrecieron su voluntad para realizar la encuesta respectiva.*
- *A mis compañeros de la Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de Jalisco, por su valiosa orientación y apoyo.*

