

IMPACTO URBANO PRODUCIDO POR EL DESABASTO DE AGUA POTABLE

EN EL CENTRO DE CUAUTITLAN IZCALLI

TUTOR: MTRA. TERESA ZARATE RAMÍREZ

ALUMNO: ING. DANIEL ALEJANDRO ANZO MARTÍNEZ

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO



2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**IMPACTO URBANO PRODUCIDO POR EL
DESABASTO DE AGUA POTABLE
EN EL CENTRO DE CUAUTITLAN IZCALLI**

Tesis para obtener el grado de maestro en
Urbanismo

Presenta:

ING. DANIEL ALEJANDRO ANZO MARTÍNEZ

TUTOR:

MTRA. TERESA ZARATE RAMÍREZ

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
URBANISMO

2011

DIRECTORA DE TESIS:

MTRA. TERESA ZARATE RAMÍREZ

SINODALES:

DR. HÉCTOR ROBLEDO LARA

DRA. MARÍA TERESA ESQUIVEL HERNÁNDEZ

MTRO. ENRIQUE DE LA REA DÁVALOS

MTRA. NELLY KARINA JIMÉNEZ GENCHI

Resumen

El presente documento se enfoca a determinar el impacto negativo que tiene la carencia de agua potable sobre los habitantes, no solo desde una perspectiva únicamente cualitativa, sino además tomando otras perspectivas que tienen que ver con el urbanismo, recuérdese que el urbanismo estudia el espacio o el sitio, y además de este se suman otras variables referentes a las actividades que el hombre realiza en sociedad y que interactúa con su entorno o mejor dicho con el espacio físico.

La investigación se centra en las características actuales del Municipio, previo a esto se hace un análisis del marco histórico, del marco teórico conceptual, y un análisis del diagnóstico del medio natural, para después analizar la problemática actual, determinar los impactos negativos y proponer las soluciones a estos impactos, para finalizar con las recomendaciones y conclusiones.

Es bien sabido que las grandes civilizaciones se han desarrollado en lugares donde el agua era abundante y la podían obtener de manera constante, otras civilizaciones tuvieron que hacer obras de ingeniería para poder abastecer a sus ciudades de este líquido, que es imperativo para la sobrevivencia, el desarrollo humano y por supuesto para la evolución de las sociedades.

A medida que las ciudades van creciendo, así como evolucionando, requieren de mayores extensiones de tierra, recursos y de infraestructura para que se den estos crecimientos de manera óptima, pero a medida que se requieren más recursos también se generan más problemáticas, más necesidades y obviamente más residuos.

Una de las principales problemáticas que se agrava día a día, es la falta del agua potable, además de que la calidad del agua debe ser aceptable, ya que esta es requerida prácticamente para todas las actividades humanas, tanto para las necesidades personales, como las diferentes actividades que desarrolla el ser humano. En este trabajo de investigación solo se ocupa de analizar los impactos referentes a los habitantes urbanos, demeritando los impactos orientados a los medios de producción.

Otra característica del presente es que el período de investigación es desde la formación y constitución del municipio de Cuautitlán Izcalli hasta la fecha.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1	INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	MARCO HISTÓRICO URBANO	7
2.2	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	10
2.3	NORMATIVIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	13
2.3.1	OBSERVACIONES	17
2.4	PRACTICAS DE CONSUMO DE AGUA	18
2.5	APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL	20
2.6	RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS	24
CAPITULO 3	DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
3.1	DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	28
3.2	ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO NATURAL	29
3.2.1	CLIMA	29
3.2.2	TOPOGRAFÍA	31
3.2.3	GEOLOGÍA	31
3.2.4	EDAFOLOGÍA	33
3.2.5	HIDROLOGÍA	35
3.2.6	MEDIO AMBIENTE NATURAL FLORA Y FAUNA	37
3.3	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS	38
3.4	OBSERVACIONES	42
3.5	ASPECTOS URBANOS EN CUANTO A INFRAESTRUCTURA URBANA	44
3.5.1	AGUA POTABLE	44
3.5.2	INFRAESTRUCTURA SANITARIA	48
3.5.3	VIALIDADES	50
3.5.4	USOS DEL SUELO Y ESTRUCTURA URBANA	53
3.5.5	SÍNTESIS DEL DIAGNOSTICO	56

3.5.6	EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA	57
3.5.7	DETERMINACIÓN IMPACTO URBANO CAUSADO POR EL DESABASTO DE AGUA	58

CAPITULO 4 PROPUESTAS PARA REVERTIR LOS IMPACTOS NEGATIVOS, PRODUCIDOS POR EL DESABASTO DE AGUA POTABLE.

65

4.1	PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y TERRITORIAL	66
4.2	DEMANDA ACTUAL, A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	67
4.2.1	GASTO DE DISEÑO	67
4.3	PROPUESTA PARA EL ABASTO DE AGUA SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS	69
4.3.1	RED ACTUAL	69
4.3.2	SISTEMA DE CAPTACIÓN EN AZOTEAS	70
4.3.3	SISTEMA DE CAPTACIÓN EN VIALIDADES	72
4.3.4	SISTEMA DE CAPTACIÓN EN ESTACIONAMIENTOS	78
4.4	PROPUESTA DE LA UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL ALMACENAMIENTO.	80
4.5	IMPACTO VISUAL PROPUESTO EN EL ESPACIO URBANO	84
4.6	Abstracto	92

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

94

5.1	CONCLUSIONES	95
5.1.1	COSTO - BENEFICIO	95
5.1.2	LAS VIALIDADES COMO SUPERFICIES DE CAPTACIÓN	97
5.1.3	ESTACIONAMIENTOS COMO SUPERFICIE DE CAPTACIÓN	97
5.1.4	COLECTORES DE AGUA PLUVIAL EN AZOTEAS	97
5.1.5	RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS	98
5.2	RECOMENDACIONES	100
5.2.1	SISTEMAS TARIFARIOS	100
5.2.2	REGLAMENTACIÓN	101

NOMENCLATURA Y LISTA DE ABREVIACIONES

103

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 CRECIMIENTO VERTICAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	2
ILUSTRACIÓN 2 CRECIMIENTO URBANO DE CUAUTITLAN IZCALLI	9
ILUSTRACIÓN 3 UNIDAD SCAPT PARA ÁREAS RURALES	22
ILUSTRACIÓN 4 TECHOS DE CUENCA	23
ILUSTRACIÓN 5 REFERENCIA GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.	29
ILUSTRACIÓN 6 PLANO DE LA ZONA DE ESTUDIO DE GEOLOGÍA	32
ILUSTRACIÓN 7 PLANO DE LA ZONA DE ESTUDIO DE EDAFOLOGÍA	34
ILUSTRACIÓN 8 CONCENTRACIÓN DE POBLACIÓN EN EL AÑO 2000	38
ILUSTRACIÓN 9 PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA EN EL AÑO 2000	39
ILUSTRACIÓN 10 GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD EN EL 2000	40
ILUSTRACIÓN 11 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN EL 2000	42
ILUSTRACIÓN 12 PLANO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE ESTUDIO.	49
ILUSTRACIÓN 13 CORTES DE SECCIÓN DE LAS AVENIDAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	50
ILUSTRACIÓN 14 FOTOGRAFÍAS DE LA AVENIDA 1° DE MAYO	52
ILUSTRACIÓN 15 PLANO DE USOS DE SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO.	55
ILUSTRACIÓN 16 FOTOGRAFÍA DE UN TINACO LAVADO CON 15 DÍAS DE ANTICIPACIÓN	60
ILUSTRACIÓN 17 ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE	61
ILUSTRACIÓN 18 PERSONA SIN ASEO PERSONAL	62
ILUSTRACIÓN 19 INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y DE AGUA POTABLE ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	69
ILUSTRACIÓN 20 MUESTRA LOS COMPONENTES BÁSICOS, DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN, PARA TECHOS, Y AZOTEAS.	70
ILUSTRACIÓN 21 PLANO DEL SITIO DE ESTUDIO.	74
ILUSTRACIÓN 22 ARRIBA A LA IZQUIERDA SE OBSERVA DE LA AVENIDA JIMÉNEZ CANTÚ, EN LA PARTE SUPERIOR DERECHA LA AVE. 1° DE MAYO, Y ABAJO A LA DERECHA SE VE UNA INCORPORACIÓN A LA AVE. 1° DE MAYO	75
ILUSTRACIÓN 23 DETERIORO DE LAS VIALIDADES EN LA COLONIA LOMAS DE CUAUTITLAN	75
ILUSTRACIÓN 24 CORTES DE SECCIÓN DE LAS AVENIDAS DE LA PROPUESTA	76
ILUSTRACIÓN 25 DETERIORO DEL ESTACIONAMIENTO DE OPERAGUA	78
ILUSTRACIÓN 26 ESTACIONAMIENTO PÚBLICO, DE OPERAGUA.	78
ILUSTRACIÓN 27 ESTACIONAMIENTOS DE TRÁNSITO, PALACIO MUNICIPAL, DEL ACTUAL JARDÍN BOTÁNICO Y EL ÁREA INUNDABLE	79
ILUSTRACIÓN 28 POZO DE EXTRACCIÓN PARA SER REHABILITADO	81
ILUSTRACIÓN 29 POZOS PROPUESTOS PARA RECARGA ARTIFICIAL	82
ILUSTRACIÓN 30 ÁREA DESTINADA AL ALMACENAMIENTO DEL AGUA CAPTADA.	83
ILUSTRACIÓN 31 ÁREA DESTINADA AL ALMACENAMIENTO DEL AGUA CAPTADA, ASÍ COMO PARA SU REGENERACIÓN.	86
ILUSTRACIÓN 32 PLANTA DEL ÁREA PROPUESTA PARA LA REGENERACIÓN	87
ILUSTRACIÓN 33 ARCOS DE PIEDRA EN LOS ANDADORES	88

ILUSTRACIÓN 34 ARCOS DE PIEDRA EN LOS ANDADORES	88
ILUSTRACIÓN 35 ARCOS DE PIEDRA AL ATARDECER	89
ILUSTRACIÓN 36 ÁREA ESCULTÓRICA	89
ILUSTRACIÓN 37 ESTACIONAMIENTO VISTA DIURNA Y NOCTURNA	90
ILUSTRACIÓN 38 ÁREAS DE CONVIVENCIA Y JUEGOS INFANTILES	91
ILUSTRACIÓN 39 APROVECHAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO	91

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PARÁMETROS DE DISPONIBILIDAD	12
TABLA 2 POZOS A CARGO DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA	45
TABLA 3 POZOS A CARGO DE LA COMISIÓN DE AGUAS DEL ESTADO DE MÉXICO.	46
TABLA 4 POZOS A CARGO DE OPERAGUA	46
TABLA 5 PLANTAS DE REBOMBEO EN EL MUNICIPIO C.I.	47
TABLA 6 TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN DE C.I.	47
TABLA 7 AVENIDAS CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO	50
TABLA 8 POLÍGONOS INTEGRANTES DEL ÁREA DE ESTUDIO	53
TABLA 9 CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO CALCULADO	66
TABLA 10 GASTOS CALCULADOS PARA EL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO	68
TABLA 11 CÁLCULO DEL ÁREA DE CAPTACIÓN	77
TABLA 12 ESTACIONAMIENTOS CON POSIBILIDADES ALTAS DE CAPTACIÓN POR SUS ÁREAS	79

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRÁFICA 1 DISPONIBILIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL PLANETA	10
GRÁFICA 2 COMPARATIVO DE USOS DE AGUA A NIVEL MUNDIAL Y EN MÉXICO	11
GRÁFICA 3 DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN MÉXICO	13
GRÁFICA 4 NIVEL SOCIOECONÓMICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	19
GRÁFICA 5 CONSUMO DE AGUA SEGÚN EL NIVEL SOCIOECONÓMICO	19
GRÁFICA 6 PRÁCTICAS COMUNES DE CONSUMO DE AGUA	19
GRÁFICA 7 PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE C. IZCALLI	30
GRÁFICA 8 DISTRIBUCIÓN DE LA PEA EN SECTORES	41
GRÁFICA 9 REGISTRO DE TOMAS DE AGUA	44
GRÁFICA 10 OCUPACIÓN DE USO DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO	54
GRÁFICA 11 PÉRDIDA DIARIA DE AGUA EN EL SER HUMANO	59
GRÁFICA 12 PROYECCIÓN DE LOS GASTOS DE DISEÑO	68
GRÁFICA 13 PROYECCIÓN DE LA DOTACIÓN	68

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

Mediante la investigación se determinan algunos de los impactos que tiene como consecuencia el desabasto de agua potable sobre los urbanitas¹, además se pretende determinar de qué manera esta afectación se puede interpolar a las nuevas generaciones, tomando como referencia las infraestructuras urbanas actuales, en cuanto a distribución, dotación y recolección de las aguas servidas por estos urbanitas, para después plantear algunas alternativas y propuestas de mitigación para reducir estos impactos urbanos a los futuros habitantes del sitio, los factores a considerar serán, la dotación del vital líquido, aspectos de segregación social por la falta de agua y las implicaciones que esta tiene, en materia de salud pública y por supuesto afectaciones al medio ambiente, con la información obtenida de fuentes gubernamentales, recopilación de entrevistas en periódicos y revisión bibliográfica. Los principales problemas que se ven reflejados directamente en el desabasto de agua potable son básicamente cuatro, los cuales tienen diversas implicaciones.

El primero de ellos es el crecimiento de la mancha urbana, esto se ha dado de manera gradual en menos de treinta años la población creció en tan solo una década ciento cuarenta y un mil ochocientos cincuenta y seis habitantes, desde los setentas hasta los ochentas, para el año dos mil cinco ya existían cuatrocientos noventa y ocho mil veintiún habitantes, que es el último dato que se tiene registrado de manera oficial por parte de la institución responsable (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI), estos nuevos habitantes obviamente necesitan vivienda, lo que ha transformado al Municipio de Cuautitlan Izcalli (El Municipio) de manera drástica, ahora el crecimiento que se puede ver ya no es solo horizontal, ahora es vertical, colonias donde antes las viviendas tenían como máximo dos niveles se observan de cuatro o hasta cinco niveles.(Observe la ilustración 1)

Ilustración 1 Crecimiento vertical en el área de estudio ²



¹ Este término se aplica a los habitantes que han nacido y se desarrollan en las ciudades, así como a los habitantes que prefieren la vida en la ciudad que en el campo o bien una ciudad pequeña, aun y con todos los problemas propios de una gran urbe.

² Fuente propia, imágenes pertenecientes a la colonia Ensueños, en Cuautitlan Izcalli Edo. Méx.

En las imágenes anteriores se observa como en un vecindario donde originalmente las viviendas fueron concebidas de un nivel en la actualidad han cambiado y han crecido de forma vertical, en la zona de estudio es muy común observar estos crecimientos verticales, prácticamente en cualquier superficie del Municipio está presente este fenómeno, e incluso, en la actualidad se están presentando desarrollos inmobiliarios de grandes alturas con respecto a la altura actual de la zona. Todo esto para absorber el impacto que tiene el crecimiento demográfico que se ha presentado en el Municipio desde su concepción.

El segundo factor preponderante es la demanda de agua por parte de todos estos individuos, aunado a esto, se han cubierto áreas que antes eran zonas de recarga, estas superficies ahora son zonas habitacionales, los pozos están siendo avasallados por la intensa demanda y sobre explotación del recurso hídrico, además de que ya que no existe la suficiente área de absorción para la recarga de los mantos freáticos.

El tercer factor de la problemática es el de los pozos, ya que el 70 por ciento del abastecimiento del Municipio es en base a pozos, el Municipio cuenta con 51 pozos de los cuales once están ya abatidos, por lo que representa una disminución de su abastecimiento real de 15.4 por ciento.

Por último un factor que ha incidido en el desabasto del recurso hídrico es la disminución del suministro de agua por parte del sistema Cutzamala, por diversos factores, políticos y climáticos, en el año dos mil ocho, no existió la suficiente precipitación para mantener el caudal del río ni de las presas que dependen de este, el Municipio ha sufrido una disminución del 38 por ciento en los últimos años, ahora, el porcentaje al que se refiere este sistema es pequeño en relación al de los pozos, solo el 19 por ciento era abastecido por este, si se considera esta disminución y además se sabe, que del total del agua suministrada por este sistema el 25 por ciento se pierde (Tomas clandestinas y fugas), da un déficit de abasto real del 11%. Entonces resumiendo la problemática se tiene que:

$$11\% \text{ Cutzamala} + 15.4\% \text{ Pozos} + \text{Crecimiento de la urbe} = \text{Desabasto de Agua potable}$$

La hipótesis del presente estudio es que mediante algunas propuestas de acciones físicas se pueden mitigar los impactos negativos que resulten de la falta de agua potable, siendo así un factor determinante para la medición de la atenuación de estos impactos el aseguramiento de la dotación de agua potable a la población de la zona de estudio y por lo tanto el aseguramiento del mismo recurso hídrico a la población futura, además de hacer más eficiente el sistema de distribución de la misma.

Por lo tanto el objetivo principal de este estudio es proponer algunas alternativas para revertir o bien mitigar los impactos negativos, previa identificación de estos impactos negativos ocasionados por la falta del recurso hídrico en la actualidad en la zona centro³ del Municipio de Cuautitlan Izcalli (C.I.).

Los objetivos particulares de esta investigación son:

1. Delimitación espacial de la zona de estudio, mediante un análisis del medio físico natural del Municipio y de la zona de estudio.
2. Conocer las disposiciones legales Federal y municipal referentes al recurso hídrico.
3. Analizar los fenómenos demográficos y socioeconómicos de la población existente, además de realizar una proyección del crecimiento poblacional en el Centro Urbano del Cuautitlan Izcalli, de tal forma que se pueda pronosticarlos requerimientos de abasto de agua potable.
4. Realizar un estudio de los aspectos Urbanos que van a intervenir de manera directa en la determinación de la problemática como consecuencia del desabasto de agua.
5. Determinar si existe un déficit de la infraestructura existente en materia de agua potable y sanitaria.
6. Evaluar si la captación de agua pluvial es un factor para amortiguar el desabasto de agua potable en la zona de estudio.
7. Proponer alternativas para asegurar la dotación del vital líquido a los habitantes de la zona y con esto abolir los impactos generados por el desabasto de agua potable.

La presente investigación, se hace con el fin de detectar las implicaciones que tiene el desabasto de agua potable en los habitantes urbanos, de tal forma que una vez que estos impactos sean identificados se puedan plantear medidas de mitigación que beneficien a la población del área de estudio, además de la población que se incremente a lo largo del tiempo.

Son pocas las ciudades que ponen un interés predominante al tema del abasto de agua potable en el país, así como también a los residuos que se generan y obviamente al tratamiento de los mismos, la ausencia de información sobre el tema es grande además de no tener un compendio con esta información, está distribuida en diferentes organismos por lo que la recolección y análisis de la misma se dificulta.

Es por eso que en la presente investigación se hace un análisis de la información existente o bien localizada para tratar el tema del desabasto de agua potable, pero no solo esto si no las acciones a tomar para mitigar los impactos que se determinen a lo largo de la investigación.

³ La zona centro está comprendido por la colonia centro Urbano (Prácticamente es un corredor comercial) enmarcado por dos grandes avenidas, las cuales son la Avenida 1° de Mayo, la Avenida Dr. Jiménez Cantú y otras dos Avenidas que son la Avenida Constitución y la Avenida Teotihuacán.

La importancia de la presente investigación es precisamente el plantear medidas de mitigación a corto, mediano y largo plazo para garantizar el abasto del vital líquido a la población existente.

Los métodos que se utilizaran en esta investigación son dos, en la mayor parte se utilizará el método empírico – analítico, que es el análisis del fenómeno del desabasto de agua potable observado, se irá analizando cada problema detectado por separado y de una manera ordenada se tratará de dar explicación a cada uno de ellos para después establecer una conclusión y el planteamiento de las recomendaciones para mitigar a estos problemas detectados y analizados, por otra parte el método deductivo, este es el método basado en la observación, así como también sirve para llegar a conclusiones directas sobre los problemas analizados dentro del investigación

Una de las limitaciones más recurrente que ha tenido el estudio, es que algunos de los datos no están actualizados y solo se encontraron a partir del año dos mil, como es el caso del análisis socioeconómico, además de la parte que tiene que ver con el reporte de las precipitaciones, solo se consiguieron datos de un periodo de diez años.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO HISTÓRICO URBANO

La explosión demográfica, la inmigración rural-urbana y la concentración de la actividad económica, son el origen de la aceleración del crecimiento urbano en la zona metropolitana de la ciudad de México, este crecimiento ha desbordado los límites político-administrativos del Distrito Federal, invadiendo varios Municipios del estado de México que son limítrofes con la ya mencionada Entidad Federativa.

El estado de México trato de resolver este problema implementando una política de ordenamiento del territorio y urbanismo, en torno a los años setentas se proponía la creación de varias ciudades nuevas, en la zona metropolitana de México, la primera en realizarse fue, la ciudad nueva de Cuautitlan Izcalli (C.I).

La ciudad nueva de C.I. fue planeada por el gobierno del Estado de México, a través del Instituto de Acción Urbana e Integración Social (AURIS), el cual había retomado el expediente de los primeros estudios de la asociación civil plan técnica, S.C., para darle cierta continuidad y complementarlos. El AURIS era un organismo descentralizado del estado de México, intentando realizar estudios referentes al urbanismo y a la tenencia de la tierra en el Valle de México.

El principal objetivo perseguido al crear la ciudad nueva, era el de regular el crecimiento demográfico, además disminuir el congestionamiento actual y futuro de la zona metropolitana de la ciudad de México, evitar la condensación de la población al ofrecer empleos diversificados en la misma ciudad nueva, como un polo de desarrollo.

Para promover y coordinar el desarrollo de los estudios, además de las obras de urbanización y por supuesto de construcción de la ciudad nueva, fue creado el Organismo Descentralizado del Estado de México (ODEM). Este organismo además de las tareas mencionadas administro los primeros servicios públicos de la ciudad nueva, hasta que se creó como tal el nuevo Municipio de C.I. La conformación de la sociedad de C.I. obedece, sobre todo, a su reciente creación como Municipio, hace 38⁴ años, tomando la población original y territorios de tres Municipios aledaños: Cuautitlan de Romero Rubio (Cuautitlan México), Nicolás Romero y Tepotzotlán. No obstante, por sí solo el Municipio ha sufrido un crecimiento exponencial, por encima de la planificación original con la que fue pensado y creado, como consecuencia del propio crecimiento de las familias originalmente asentadas, además la migración, debido al desarrollo de nuevos conjuntos urbanos.

⁴El Decreto número 50 de la H. XLV Legislatura del Estado de México firmado el 22 de junio de 1973, estipula que la denominación oficial del municipio número 121 del Estado de México es Cuautitlán Izcalli “

La población del Municipio se concentra principalmente en un área urbana continua donde se aglutinan fraccionamientos, colonias, conjuntos habitacionales y condominios, además de algunos de los poblados que existían al momento de crearse el Municipio, entre estos existen algunos poblados, situados en la periferia del área urbana o formando núcleos separados de esta última, presentan características rurales o en proceso de transición. En esta categoría se encuentran El Rosario, San Francisco Tepojaco, San José Huilango, San Lorenzo Riotenco, San Mateo Ixtacalco, Santa Bárbara y Santa María Tianguistengo.

A continuación se presenta un plano con el crecimiento que ha tenido el Municipio de C.I., desde su fundación hasta el año dos mil cinco.

En color azul se presentan los desarrollos que se pensaron originalmente para albergar a la población que llegaría a habitar el nuevo Municipio, además de los pueblos y ejidos que se encontraban al momento de la creación del mismo.

En color rojo se presenta el primer brote de crecimiento y expansión del Municipio, que es en el año de 1985, al crearse las nuevas unidades habitacionales principalmente, los llamados Infonavit Norte, Centro, y bosques.

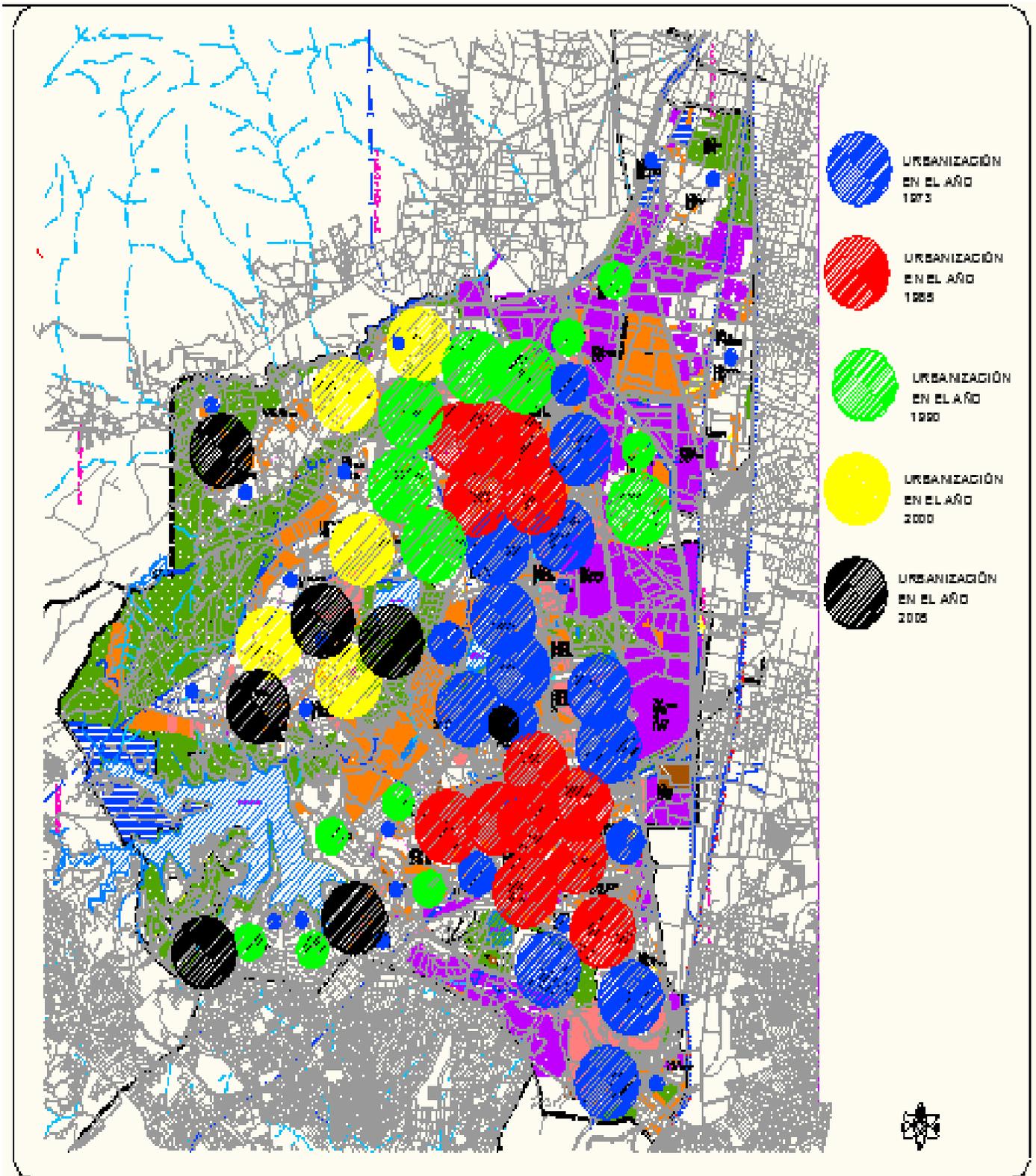
En 1990 una nueva oleada de desarrollos son creados en las periferias del Municipio, los cuales son mostrados en color verde.

En el 2000, el crecimiento observado se presenta en color amarillo y un nuevo auge de nuevos fraccionamientos que incluso llegan a ser limítrofes con otros Municipios⁵.

En color negro se presentan los nuevos desarrollos creados a partir del año dos mil cinco, re - densificando las zonas que ya han sido ocupadas, además de realizar cambios en el uso de suelo, en muchos de estos casos, paso de ser agrícola a urbano mixto, y habitacional mixto, en otros casos solo habitacional como es el caso del nuevo fraccionamiento llamado Urbi Quinta del Rey, con aproximadamente mil viviendas.

⁵ Como por ejemplo: Atizapán de Zaragoza Tultitlan y Tepotzotlán

Ilustración 2 Crecimiento urbano de Cuautitlan Izcalli⁶



⁶ Elaboración propia, con datos del plan de desarrollo Municipal e información de los conteos y censos poblacionales del INEGI.

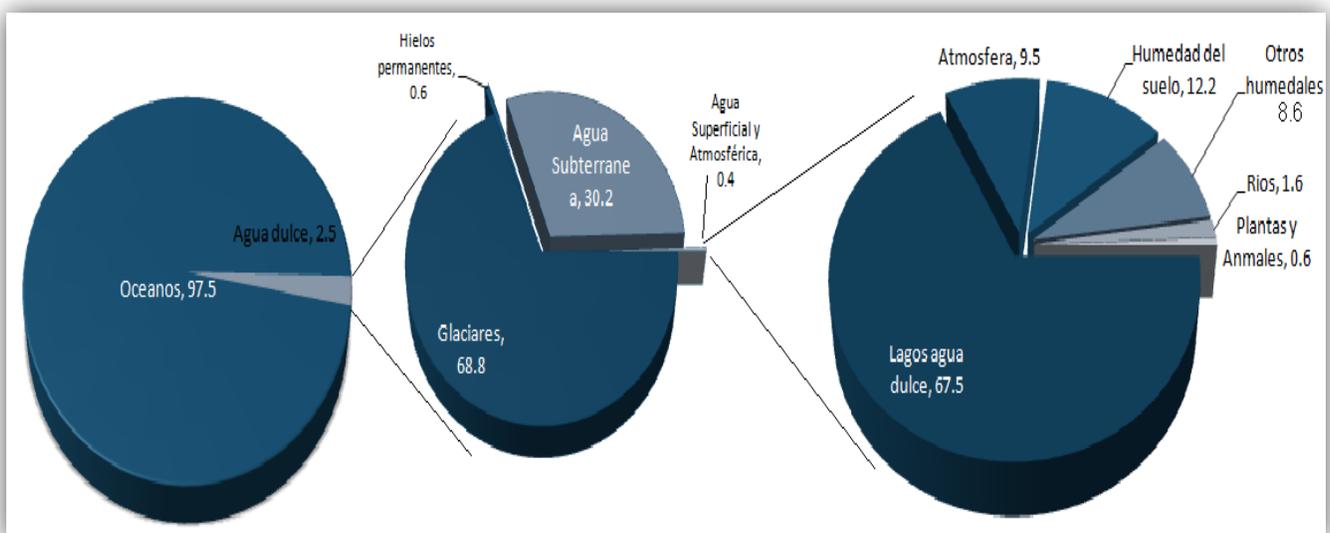
2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Con la finalidad de entender la importancia del agua en el desarrollo de las ciudades, así como la evolución de las mismas además de la importancia que tiene este vital líquido para la vida, se mencionan algunas de las teorías, investigaciones, artículos de revistas que tienen importancia para tal efecto, además de esto se realiza un análisis de cada una de estas.

2.2.1.1 DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL PLANETA.

Es bien sabido que la proporción de agua disponible para consumo humano es muy reducida respecto al agua total del planeta, la cual está integrada por un 97.23 %, que almacenan los océanos y los casquetes polares un 2.15 %; los acuíferos, que son la verdadera reserva para el hombre, un 0.61 %, de esta reserva se distribuye de la siguiente manera, los lagos encierran el 0.009 %, mientras que la cifra desciende en los mares interiores a un 0.008 %. La humedad del suelo acumula el 0.005 %, la atmósfera el 0.001 % y los ríos tan sólo 0.0001 % del total⁷.

Gráfica 1 Disponibilidad del agua potable en el planeta⁸

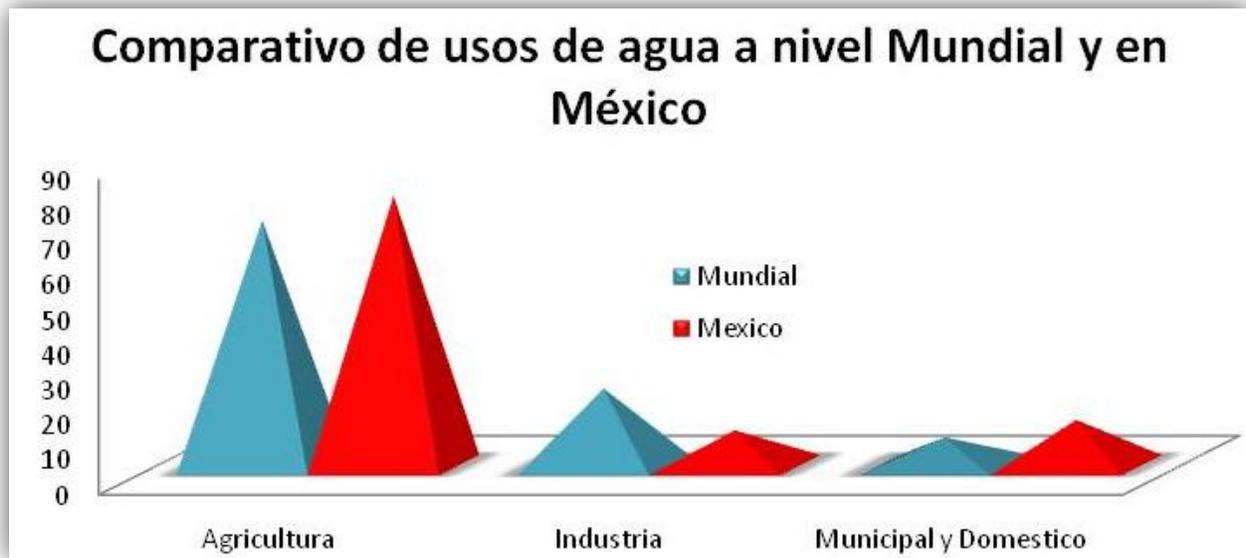


⁷ www.mgar.,2008

⁸ Elaboración propia con datos obtenidos de serviciudad.gov

Es fácil de observar que el agua que tenemos disponible es muy reducida y si además de esto consideramos las grandes cantidades que se utilizan y se contaminan, este recurso se verá afectado gravemente e irreversiblemente deteriorado, según la UNESCO la agricultura es la actividad humana que más agua consume en el planeta aproximadamente un 70% del agua dulce que se usa, el segundo gran consumidor de agua es la industria, el sector eléctrico y municipal con un 22%, pero además hay que añadir que la industria es el sector responsable de la mayoría de la contaminación por residuos químicos a los cuerpos de agua dulce.

Gráfica 2 Comparativo de usos de agua a nivel Mundial y en México⁹



En la gráfica anterior se puede observar que en México los consumidores predominantes de agua dulce son los sectores de la agricultura, con porcentajes muy cercanos al consumo Mundial, pero existen cambios en cuanto a los consumos a nivel industrial y Municipal –Doméstico, donde las cifras se invierten, en nuestro país se consume más agua en los municipios que en la industria, es por eso que habría que revisar las practica de consumo de los habitantes para revertir estas cifras y crear un desarrollo sustentable y amigable con el ambiente.

En las zonas donde abunda el agua, la intensa precipitación pluvial, la deforestación y la erosión de los suelos provocan corridas rápidas que arrastran y depositan sedimentos, causando inundaciones frecuentes con cuantiosas pérdidas humanas y materiales.

⁹ Elaboración propia con datos obtenidos de CNA y UNESCO

Prácticamente cualquier actividad de origen antropogenica está relacionada directa o indirectamente con el consumo de agua, es por eso que resulta muy necesario el poder aprovechar y optimizar este recurso.

Los recursos hidráulicos de un país se miden con base en la disponibilidad natural media de agua por habitante en un año. En la disponibilidad natural media de agua se considera únicamente el agua renovable, es decir, el agua de lluvia que se transforma en escurrimiento de agua superficial y en recarga de acuíferos. Actualmente, más de la mitad de los países del mundo tiene una disponibilidad promedio baja y prácticamente la tercera parte de ellos ya padece escasez. Según los parámetros mundiales para la evaluación de disponibilidad del agua México goza de una categoría de disponibilidad baja.¹⁰

Tabla 1 Parámetros de disponibilidad¹¹

Disponibilidad	Disponibilidad	Ejemplos
Alta	+ 10,000	Canadá
Media	5000 - 10,000	E. U. A.
Baja	1000 - 5000	México
Muy baja	1000	Norte de África

Esta disponibilidad está siendo afectada de forma muy severa, según informa la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en su cuaderno estadístico del dos mil ocho, las tendencias de disponibilidad han ido a la baja, y se espera que continúe esta tendencia.

¹⁰http://www.aguas.org.mx/sitio/02a_disponibilidad.html, Mayo del 2009

¹¹ Elaboración propia con datos obtenidos de la página http://www.aguas.org.mx/sitio/02a_disponibilidad.html, Mayo del 2009

Gráfica 3 Disponibilidad del agua en México¹²



Factores que influyen en la disponibilidad de agua:

- La disponibilidad del agua subterránea y su explotación por cuenca
- La calidad del agua superficial
- El desequilibrio en la distribución geográfica (concentración demográfica y desarrollo económico)
- Las lluvias, las sequías y las inundaciones

Como se ha mencionado en párrafos anteriores la disponibilidad del recurso está estrechamente vinculado con la precipitación pluvial, que es el agua renovable, en la actualidad el agua que se precipita en zonas urbanas, prácticamente la totalidad de esta agua es conducida al drenaje y combinada con aguas con carga orgánica muy elevadas (en el mejor de los casos), en otros casos esta se combina con aguas provenientes de la industria y en el peor de los escenarios esta agua se combina con ambos tipos de aguas contaminadas dificultando de sobremanera su tratamiento.

2.3 NORMATIVIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

¹² Elaboración propia con datos obtenidos del cuaderno de Estadística del agua en México Edición 2008 CONAGUA

El marco jurídico que regula la materia de aguas en el país queda representado fundamentalmente por:

- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

En los artículos 27, 28 y 115: Donde se menciona que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio Nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Son propiedad de la Nación todas las aguas, ya sean marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad Nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de limite al territorio Nacional, o a dos entidades Federativas, o cuando pase de una entidad Federativa a otra, o cruce la línea divisoria de la República; las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzados por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino; o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades Federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad Nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fije la ley.

Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, y además, el ejecutivo federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aun establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad Nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se consideraran como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerara de utilidad pública, y quedara sujeto a las disposiciones que dicten los estados¹³.

- LA LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN)

¹³ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

LAN, dicha ley es una reglamentación del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas Nacionales; es de observancia general en todo el territorio Nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, y que además la autoridad y administración en materia de aguas Nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua¹⁴

- EL REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. Cuando en el mismo se expresen los vocablos "Ley", "Reglamento", "La Comisión" y "Registro", se entenderá que se refiere a la Ley de Aguas Nacionales, al presente Reglamento, a la Comisión Nacional del Agua y al Registro Público de Derechos de Agua, respectivamente.¹⁵

- LA LEY FEDERAL DE DERECHOS

Los derechos que establece esta Ley, se pagarán por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados u órganos desconcentrados y en este último caso, cuando se trate de contraprestaciones que no se encuentren previstas en esta Ley. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado.

Son de importancia los artículos 192 A la C, ubicados en la segunda sección Servicios Relacionados con el Agua y sus Bienes Públicos Inherentes del Capítulo 13, referentes a Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en la cual se mencionan los pagos de los derechos, para la explotación, descarga, transmisión, concesión, permisos para obras hidráulicas, prorrogas, emisión de certificados de calidad del agua, constancias de búsqueda, emisión de mapas con información registral, etc.¹⁶

- LA LEY DE CONTRIBUCIÓN DE MEJORAS POR OBRAS PÚBLICAS FEDERALES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.

Trata sobre las mejoras por obras públicas federales de infraestructura hidráulica construida por dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, que benefician en forma directa a personas

¹⁴ Ley de Aguas Nacionales

¹⁵ Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

¹⁶ Ley Federal de Derechos

físicas o morales. Las obras públicas a que se refiere esta Ley, son las que permiten usar, aprovechar, explotar, distribuir o descargar aguas Nacionales, ya sean superficiales o del subsuelo, así como la reparación, terminación, ampliación y modernización de las mismas.¹⁷

- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio Nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;

El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico; Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y además de la preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.¹⁸

- LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

La presente Ley es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer: Los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; así como el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; además de la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la

¹⁷ LCMOPFIH, 1990

¹⁸ LEGEEPA, 2008

operación del Registro Público de la Propiedad Federal; Las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y además de la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes Nacionales.¹⁹

- LAS LEYES ESTATALES EN MATERIA DE AGUA PROMULGADAS EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS.

En las cuales cada entidad federativa promulga las leyes que mejor le parezcan en materia de regulación del recurso hídrico, siempre y cuando no se contrapongan con las antes mencionadas.

2.3.1 OBSERVACIONES

Es importante mencionar que la constitución en sus artículos, 27, 28 y 115, no resulta ser muy clara en cuanto a quien le pertenece el agua de lluvia, si bien es cierto hace mención de que cualquier otra agua que no estén incluidas o mencionadas en los artículos deben ser consideradas como una parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran, más no hace mención explícita de la precipitación sin embargo, si se localizaran en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerara de utilidad pública, es por eso que se debe reglamentar el agua pluvial para evitar malas interpretaciones y que no quepa la menor duda del propietario de la misma, y si es posible lucrar con este recurso, además de si es posible hacer instalaciones para su captación y distribución de manera particular o solo de manera gubernamental, de esta forma se dictaminara quien es la autoridad responsable del aprovechamiento, captación, distribución y por supuesto su control, se da por hecho que la CONAGUA, la cual debe fungir con esta obligación, teniendo parte de esta obligación otros organismos, tanto Federales, como Estatales y por supuesto Municipales, siendo estos los que debiesen de tener mayor jurisdicción para su aprovechamiento, reglamentación, contribución tributaria y disposición, ya que la factibilidad de hacer pequeñas obras de captación es menos costoso en cuanto a recursos financieros y recursos materiales, que si se realizaran obras de gran captación, y elevados recursos financieros y materiales.

Además la LEGEEPA, debiese plantear de mejor manera, sus conceptos en cuanto al aprovechamiento sustentable del vital líquido, ya que esto se presta para realizar debates polémicos y

¹⁹ LGBN, 2007

cíclicos, debiese contar con mayor reglamentación y sanciones más severas para quien invada, deteriore o afecte las zonas de recarga de los mantos acuíferos, así como regular el aprovechamiento, su disposición, y obviamente incrementar el saneamiento del agua existente en el País, para realmente hablar de un aprovechamiento sustentable, que en la actualidad se manejan dobles discursos de sustentabilidad por un lado y por el otro lado observamos corrupción y desperdicios inmensurables en prácticamente todos los estratos sociales, se debiese dar autoridad y potestad a la SEMERNAT para imponer multas o bien hacer que se cumplan las medidas de remediación a quien desperdicie el líquido, contamine, o lo utilice de manera indiscriminada.

La ley de contribución de mejoras por obras públicas Federales de infraestructura hidráulica, nos hace referencia al aprovechamiento de las aguas Nacionales, pero de igual manera no se menciona la forma de hacerlo. Existiendo mejoras continuas a la infraestructura hidráulica se podrían ahorrar cientos de metros cúbicos al año, o bien distribuirse de una mejor manera entre la población carente de este vital líquido.

Es importante desarrollar una ley en la cual se establezcan sistemas tarifarios justos para el consumo del vital líquido, ya que al no estar bien reglamentado se presentan muchas irregularidades, como por ejemplo el hecho de que algunos se les suministra el agua y se cuenta con medidores, mientras que otros pagan una cantidad determinada al bimestre, es decir tienen una cuota fija los cuales tienden a prácticas de consumo más relajadas que aquellos a los que se les cobra por m³, lo cual es un obstáculo para la optimización de la conducción, aprovechamiento y por supuesto para la inversión en infraestructura creando pérdidas tanto en agua como en los ingresos que no se facturaran.

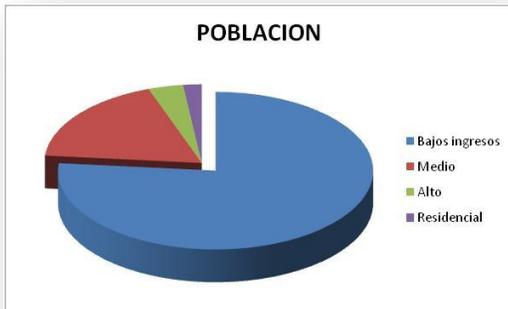
2.4 PRACTICAS DE CONSUMO DE AGUA

Es evidente que una gran población usa más agua que una pequeña, y ese uso de agua debe estar en alguna medida relacionado con la población, el consumo de agua es también influenciado por factores tales como clima, el nivel económico, la densidad de población, el grado de industrialización, el costo, la presión y la calidad del abastecimiento.

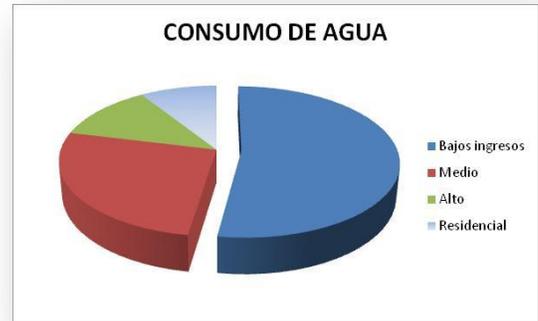
Como se ha mencionado en el párrafo anterior el consumo de agua está estrechamente ligado, al nivel socioeconómico, pero es inversamente proporcional a este el pago por este servicio.

En el caso de la ciudad de México, como en muchas ciudades del país, la distribución del agua se realiza de una manera desigual, basada sobre todo al nivel de ingresos de la población, ya que se dirige en especial hacia los sectores que pueden pagar por las redes de infraestructura, como fraccionamientos residenciales o conjuntos de vivienda de clase media. (Bazant, 2009)

Gráfica 4 Nivel socioeconómico de la ciudad de México²⁰

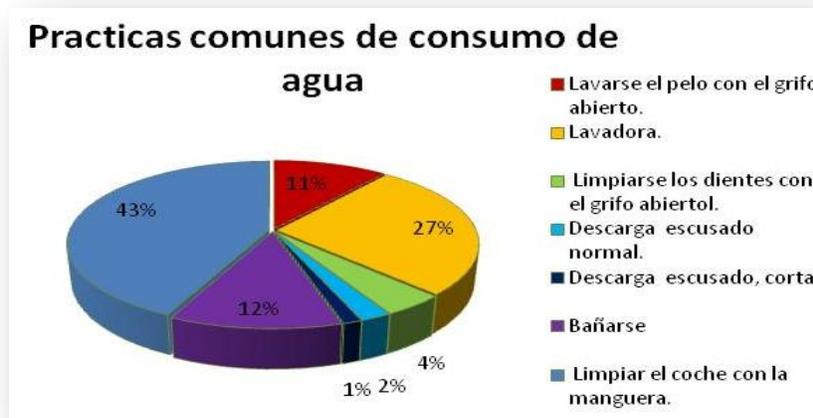


Gráfica 5 Consumo de agua Según el nivel socioeconómico²¹



En una comunidad de clase media se esperaría que se obtuviese un consumo muy parecido al siguiente, que es un consumo per-cápita de un individuo de clase media: Consumos domésticos de agua.

Gráfica 6 Prácticas comunes de consumo de agua²²



Es fácil observar de la gráfica de sectores anterior que el mayor consumo de agua potable lo representa el uso del retrete con casi la mitad del agua proporcionada, mientras que el uso de lavadora y el

²⁰ Elaboración propia elaborada con datos obtenidos de Jan Bazant, hacia un desarrollo urbano sustentable, 2009, pág. 50

²¹ Elaboración propia elaborada con datos obtenidos de Jan Bazant, hacia un desarrollo urbano sustentable, 2009, pág. 50

²² Fuente propia con datos obtenidos de la propuesta para ahorrar agua

aseo personal representan la otra acción menos favorable para el consumo de agua potable, sin embargo es claro que estos hábitos no son excusables, más si se pueden buscar alternativas de ahorro del líquido en cuestión.

El consumo promedio de agua potable de una persona es de 150 L/día²³, y más aun, si este valor se multiplica por la cantidad de habitantes del municipio dará una cantidad inmensa de agua algo así como 74703.15 m³/Día, que tiene que ser obtenida de alguna manera para satisfacer esta demanda, La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece que el consumo diario per-cápita debería ser de 50 L/hab-día considerando un consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) pero a estas cantidades debe sumarse el aporte necesario para la agricultura, la industria y, por supuesto, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fluviales y, en general, dependientes del agua dulce. Teniendo en cuenta estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 100 L/hab-día.

Como se puede observar el consumo de agua potable es muy grande, y si además, a esto le sumamos las fugas que existen en las viviendas, las cuales pueden o no ser notorias, como por ejemplo las fugas en los inodoros, o las fugas por goteos de llaves, así como fugas subterráneas, además de las existentes en las tuberías expuestas y subterráneas, de esto se estima un desperdicio de cerca del 40 % del suministro del vital líquido, es decir un aproximado de 60 L/día/habitante.

2.5 APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL

Como se ha mencionado la disponibilidad es directamente proporcional a la precipitación, de la cual en áreas urbanas esta se pierde y se contamina afectando la disponibilidad del recurso hídrico, de tal forma que el aprovechamiento de este recurso es vital para el desarrollo de la población existente y futura. La mejor forma de aprovechar el agua precipitada en una urbe, es captarla, almacenarla y potabilizarla, ya que esto no es posible de manera natural, se ha interrumpido o bien se ha interferido este ciclo.

La captación de agua de lluvia es un medio para obtener agua para consumo humano. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. En la captación de agua de lluvia para fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie de techo como captación, este modelo es conocido como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). Este modelo tiene un

²³Cortés, 1991; Reyes *et al*, 2002

beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta²⁴.

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

a) Captación: La captación está conformado por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo.

b) Recolección y conducción: Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo el material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC. Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

c) Interceptor: Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente. En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m² de techo. El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico.

d) Almacenamiento: Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía, la unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- De no más de 2 metros de altura para minimizar las sobre presiones,
- Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,

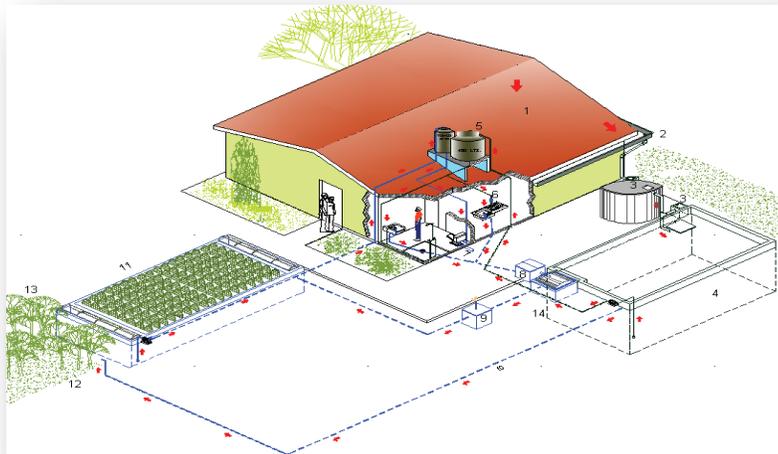
²⁴UNATSABAR, 2001

- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.

La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales. Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano.²⁵

Si bien es cierto que estos sistemas están comprobados para áreas rurales, es factible aplicarlos a mayores escalas, es decir, la posibilidad de escalarlo y utilizarlo en las urbes, resulta ser un factor potencial para ayudar a abastecer del vital líquido a los urbanitas, estos sistemas pueden ser aplicables en edificios públicos, así como en áreas comerciales, además de la implementación de otras superficies como medios de captación, suele utilizarse los techos ya que no se requiere de una estructura extra para el aprovechamiento del agua de lluvia, de igual manera se pueden hacer adecuaciones y mejorar el aprovechamiento de estos sistemas haciéndolos más eficientes al utilizar materiales menos rugosos y más duraderos.

Ilustración 3 Unidad SCAPT para áreas rurales²⁶



Según Veenhuizen la captación de agua puede ser de lluvia o bien procedente de las neblinas, para su utilización en la producción agropecuaria o forestal. La captación de agua puede ser considerada

²⁵GDPCELL, 2001

²⁶ Imagen tomada de Hernández Martínez

como una forma rudimentaria de riego. La diferencia está en que en la captación de agua de lluvia o de nieblas, el productor tiene poco o ningún control sobre la oportunidad de aplicación del agua, ya que la escorrentía superficial generalmente se aprovecha cuando llueve y el aprovechamiento de las nieblas depende principalmente de las condiciones atmosféricas. La ocurrencia y cantidad de la escorrentía superficial dependen de las características de la precipitación, clima, suelo, vegetación, pendiente y tamaño del área²⁷. De igual manera, la captación de agua de niebla puede ser escalable a un área urbana, pero tiene la característica de que se necesita infraestructura especial para poder hacer uso de este recurso además de que la obtención por este medio resulta muy variable en cuanto a las condiciones atmosféricas como lo menciona Veenhuizen.

Techos cuenca. Son estructuras diseñadas para la recolección directa del agua de lluvia compuesta básicamente de dos secciones: el techo, que funciona como un área de contribución y retardador de evaporación, abajo de éste se encuentra el tanque o cisterna de almacenamiento. El techo está formado por dos superficies que convergen en un canal central lo cual permite que el agua de lluvia se conduzca directamente por gravedad a la cisterna. Para indicar el nivel de almacenamiento se instala un piezómetro en la pared externa del tanque. El sistema de conducción del agua consiste de una válvula de salida, continuada por una tubería para terminar en una llave para el uso público. Pero además del aprovechamiento del agua pluvial, es necesario actuar sobre la cantidad del agua utilizada, su disposición y las alternativas que existen para su reciclaje y reutilización.

Ilustración 4 Techos de cuenca²⁸



²⁷Veenhuizen, 2000

²⁸ Imagen tomada de Hernández Martínez

2.6 RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

La recarga artificial de acuíferos se ha configurado en los últimos años como una herramienta de gestión hídrica económica y de gran efectividad con respecto a las grandes obras hidráulicas, resultando una actividad de primer orden en varios países del mundo, como pueden ser Holanda, USA, Australia, etc. En el ámbito español está infrautilizada, en un estadio incipiente o experimental, y, hasta la fecha, apenas ha recibido consideración por parte de la administración hidráulica del país.

La recarga artificial de acuíferos viene utilizándose desde hace años en una gran parte de los países de la Europa occidental, USA y Australia, constituyendo en algunos casos un apoyo muy importante, tanto cualitativa como cuantitativamente, a los abastecimientos urbanos de poblaciones en ocasiones muy conocidas.

La principal causa que obliga a los países europeos a utilizar la técnica de la recarga artificial de acuíferos como fuente de apoyo al suministro urbano, es debido a la mala calidad de las aguas superficiales, (por ejemplo, el río Rhin, cuyas aguas presentan un elevado índice de contaminación que no permite su utilización para consumo humano).

La recarga artificial actúa en esta aplicación como sistema depurador de las aguas, que al pasar por el filtro que supone el medio no saturado, se purifican y alcanzan niveles de calidad aptos para el consumo humano, convirtiéndose así en un sistema depurador de menor coste que las plantas industriales destinadas a tal fin. El tratamiento se completa, dependiendo de cada caso individualizado, con un pretratamiento del agua de recarga, que puede consistir, bien en un filtrado o en un tratamiento químico, y una vez extraída el agua del acuífero, con un sistema de potabilización final antes de la puesta del agua en la red de abastecimiento.

Para poder realizar este tipo de recarga artificiales necesario disponer, por una parte, de agua para recargar, y por otra, de terrenos adecuados que permitan una correcta depuración de los contaminantes que pudiera llevar el agua de recarga bruta. La operación de recarga artificial puede realizarse de dos maneras diferentes

a) Infiltrar directamente en el suelo, bien a través de balsas, de sondeos, o de sistemas de aspersión, el agua de recarga, para incrementar así los recursos subterráneos.

b) Bombear agua subterránea a través de pozos o sondeos situados cerca de cauces superficiales, lagos o lagunas, para inducir un descenso del nivel piezométrico que provoque a su vez una infiltración inducida del agua superficial, con lo que se consigue depurar ésta a medida que se infiltra en el terreno. Esta técnica se conoce con el nombre de recarga inducida.

Las experiencias más notorias realizadas en otros países se resumen a continuación:

FINLANDIA Es el primer país europeo que comenzó a utilizar la recarga artificial a escala industrial mediante el sistema de recarga inducida. En la actualidad dispone de 28 plantas de este tipo, con capacidades de hasta 21,000 m³/día. La planificación hidrológica que se lleva a cabo en estos momentos en Finlandia prevé un incremento de esta técnica a un nivel cada vez más importante como apoyo al suministro de agua en el sector urbano y de poblaciones.

SUECIA. En el año 1995 la compañía suministradora de agua a Estocolmo, en coordinación con el Ayuntamiento, puso en marcha un macro proyecto, contemplado dentro de la Agenda 21 europea, que tiene por objeto determinar la viabilidad de utilizar la técnica de la recarga artificial, con aguas del lago Malaren, que rodea la ciudad, en un acuífero que está conectado hidráulicamente con dicha masa de agua.

Se tiene previsto que el acuífero constituya la principal fuente de abastecimiento a la ciudad, cuya demanda para el año 2030 está estimada en 220 hm³/h. La razón esgrimida para iniciar los estudios se concretó en evitar la contaminación que existe en las aguas del lago, así como en incrementar los índices de calidad del agua, aun que éstos no son excesivamente malos, el proyecto está todavía en fase de desarrollo. Se prevé que aún tardará unos diez años en estar operativo, aunque el propósito de utilizarla recarga artificial como alternativa al actual sistema de abastecimiento es firme.

Además de este proyecto, existen en Suecia otros sistemas de abastecimiento, situados en Ekero, Eskilstuna, Gavie, Uppsala, etc, que utilizan la recarga artificial como fuente de agua. Estos sistemas abastecen a poblaciones con un número de habitantes comprendido entre 2,500 y 150,000 personas. Las capacidades de las plantas oscilan entre 1,000y 55,000 m³/día. Todas estas plantas disponen de un pos tratamiento del agua antes de su puesta en la red, consistente bien en una desinfección con hipoclorito cálcico o sódico, o en una corrección del pH para minimizar los efectos corrosivos del agua. En la localidad de Kilafors, se utiliza un sistema de doble infiltración del agua, antes de suministrarla a la red, con objeto de eliminar el alto contenido en hierro que presenta el agua de recarga.

HUNGRÍA Se utiliza la técnica de la recarga inducida en el abastecimiento a Budapest, en una cantidad de 180 hm³/a. El agua utilizada en la operación de recarga procede del río Danubio, que en el

proceso de infiltración a través del terreno, se depura. Posteriormente el agua es recuperada mediante bombeo y puesta en la red de abastecimiento.

ESTADOS UNIDOS y AUSTRALIA también se han puesto en marcha numerosos proyectos de recarga artificial, aunque los objetivos de los mismos se encaminan más hacia el suministro de agua para la industria o la agricultura que para el consumo humano, lo que no es óbice para que, en algún caso, éste sea también el objetivo de la recarga artificial. Los proyectos más conocidos a nivel mundial son los de California en USA y Adelaida en Australia. Las exigencias ambientales de la legislación en estos país son muy estrictas en cuanto a los parámetros de calidad de las aguas que se van a utilizar en la operación de recarga.

Hay otros países fuera de Europa, como son Kuwait, Líbano, Israel, Omán o Egipto, que también utilizan la recarga artificial de acuíferos con el propósito de servir de apoyo al abastecimiento urbano. En cada país, dependiendo de las fuentes de agua disponibles, se utiliza el método de recarga más apropiado para cada caso. Algunos de estos países ya tienen plantas operativas, mientras que en otros aún se está en fase de experiencias previas, pero en todos se considera a la recarga artificial como una fuente futura de suministro de agua a poblaciones.

La distribución porcentual del volumen de agua recargado artificialmente, sea cual sea el destino final de su utilización, se estructura según la siguiente asignación: Estados Unidos de América (85%); Unión Europea (13%); otros países del mundo (2%).²⁹

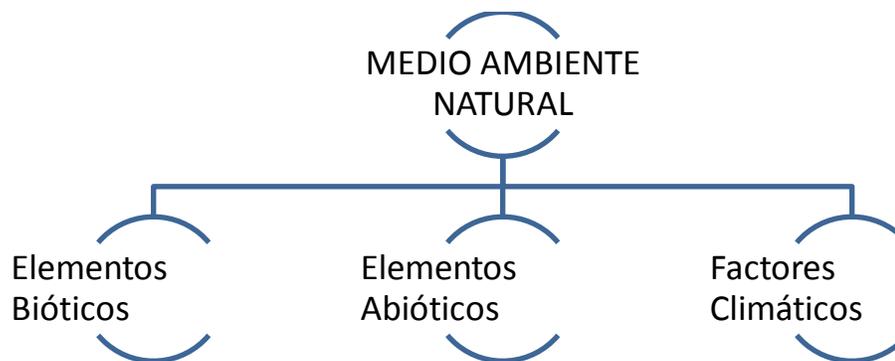
²⁹ Texto tomado de Recarga artificial en el abastecimiento a núcleos urbanos http://aguas.igme.es/igme/publica/libro36/pdf/lib36/in_02.pdf

CAPITULO 3 DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

En este capítulo se hace un breve análisis del área de estudio para determinar las potencialidades del mismo, así como verificar la posibilidad de aplicación de algunas de las teorías vistas en el capítulo anterior acerca del aprovechamiento del recurso hídrico.

El análisis territorial es parte fundamental del diagnóstico del territorio de manera física así como de la interpretación del modelo a lo largo de su evolución, de su presente y de su futuro, así como también conocer sus potencialidades y sus problemáticas.

La definición que proporciona el diccionario del sitio es *“lugar o espacio que puede ser ocupado”*³⁰ sin embargo este concepto en el nivel urbanístico es mucho más amplio, ya que involucra variables no solo de espacio, sino también variables referentes a las actividades que el hombre realiza en sociedad en ese espacio físico.³¹



3.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de C.I. se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica del eje Neo volcánico y forma parte de la sub-provincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac; al Norte colinda con los Municipios Cuautitlan de Romero Rubio (Cuautitlan México) y Tepetzotlán, al sur con los Municipios de Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla de Baz, al este con los Municipios de Cuautitlan y Tultitlán y al oeste con los Municipios de Nicolás Romero y Tepetzotlán.³²

La zona de estudio escogida es el centro de Cuautitlan Izcalli, el cual está delimitado físicamente por cuatro vialidades primarias, las cuales son la Avenida (Ave.) Dr. Jiménez Cantú, Ave. Primero de Mayo,

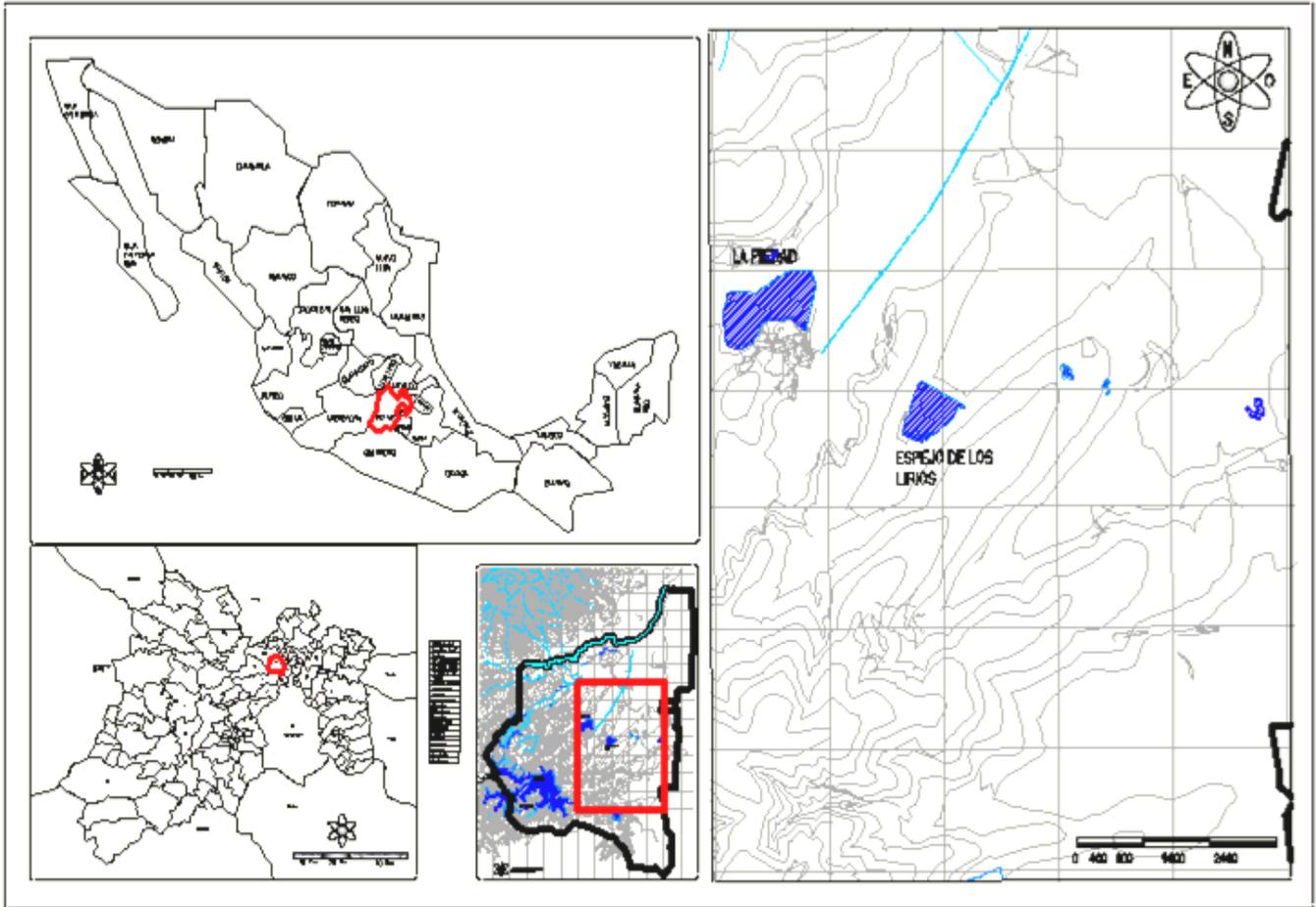
³⁰ Diccionario enciclopédico, tomo 4, Ed. Euro México

³¹ Análisis del sitio: Agua, Humberto Rodríguez García, Ma. De Lourdes Sandoval Martínez, Ed. UAM

³² www.inafed, 2008

Ave. Constitución y la Ave. Teotihuacán, que son las vialidades más importantes del municipio por su centralidad comercial y política.

Ilustración 5 Referencia geográfica del área de estudio.³³



3.2 ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO NATURAL

3.2.1 CLIMA

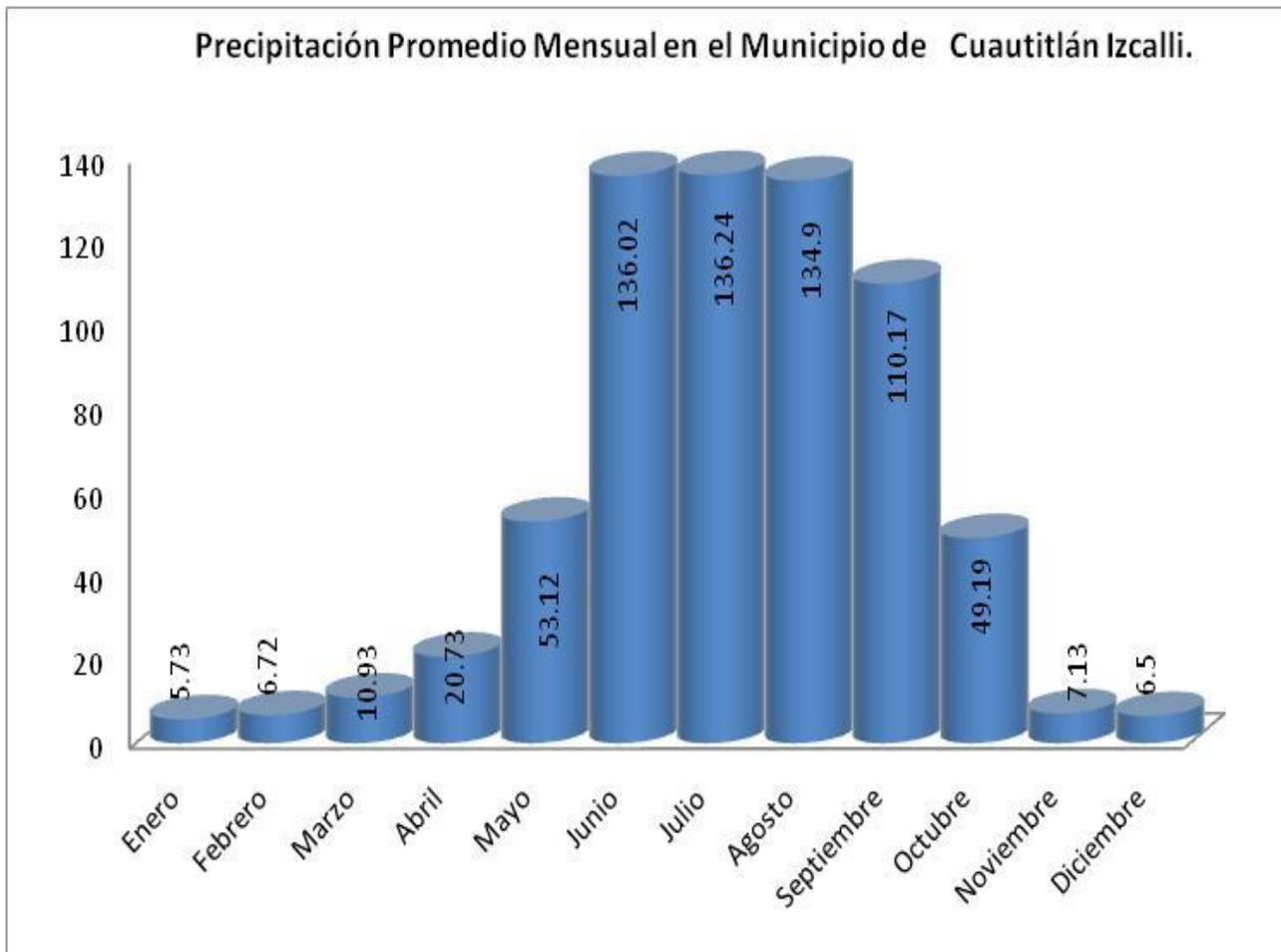
Cuenta con clima tipificado como templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, que se presenta en un 30.6% de la superficie territorial y templado subhúmedo con lluvias en verano

³³ Elaboración propia. Con datos de cartas del INEGI y del plan de desarrollo Municipal

de menor humedad en un 69.4% de la superficie.³⁴ La temperatura media anual asciende a 15.6 C media mensual. (SMN, Estación climática San Martín Obispo, C.I.)³⁵. Se presenta una temperatura promedio propia del clima templado subhúmedo, cuya variación máxima alcanza los 27.8 C, y como mínima de 5 C.

La precipitación pluvial acumulada a lo largo del año es de **677.38 mm.**, en el mes más lluvioso Julio con 136.24 mm., y el más seco es Enero con 5.73 mm. A continuación se presentan los valores promedio mensuales de Cuautitlan Izcalli de los años de 1980 a 1990.

Gráfica 7 Precipitación promedio mensual de C. Izcalli³⁶



Durante la mayor parte del año, los vientos dominantes son los provenientes del norte con una velocidad de 1 a 3 m/s.

³⁴ www.inafed, 2008

³⁵ www.inafed, 2008

³⁶Elaboración propia, con datos del Servicio Meteorológico Nacional, Estación Climática San Martín Obispo, Cuautitlán Izcalli. Tarjetas de resumen mensual (1980-1990)

3.2.2 TOPOGRAFÍA

Las porciones más altas están ubicadas al sur del Municipio a una altura máxima de 2,430 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y la más baja se encuentra al occidente con 2,200 msnm, la cabecera municipal está a 2,280 msnm. Ocupa una superficie total de 109.9 Km², con una altura promedio de 2,252 msnm.³⁷

Las principales elevaciones son el cerro de Barrientos, con una altura de 2 430 msnm y el cerro de Axotlán, de 2 300 msnm, el resto del territorio presenta planicies y suaves lomeríos.

La superficie territorial está conformada por un área plana en la parte centro y norte del Municipio ocupan una extensión de 61 Km², las cuales están formadas por aluvión; los lomeríos tienen una extensión de 47 Km², y forman el substrato por areniscas y tobas volcánicas.

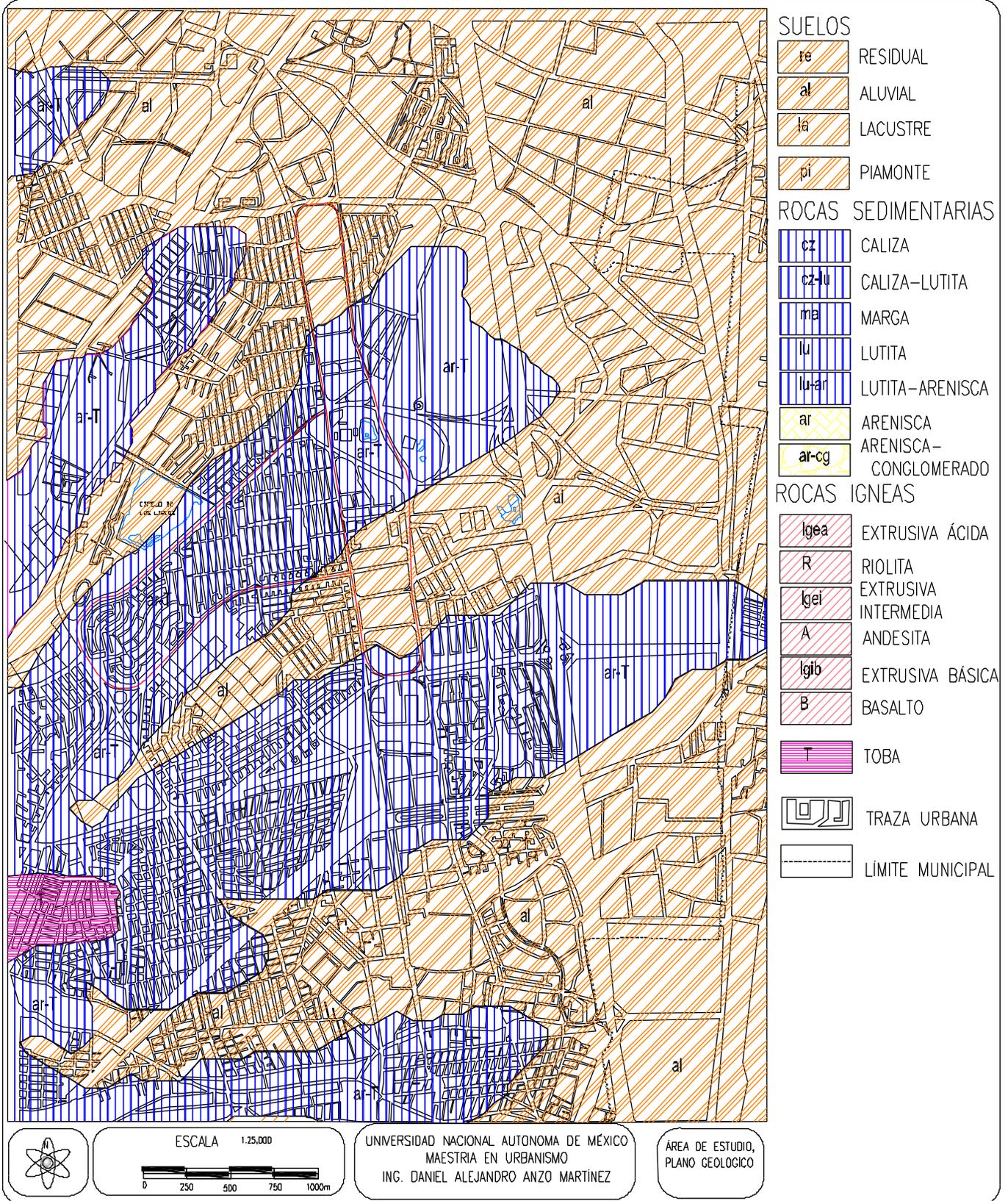
3.2.3 GEOLOGÍA

Prácticamente la totalidad del Municipio se concentra con un tipo de rocas sedimentarias, del tipo arenisca, la cual se encuentra ya urbanizada, otra parte del Municipio se encuentra por calizas y arenisca combinándose con rocas ígneas de toba, y al norte con rocas metamórficas combinadas con toba.

Este tipo de rocas hace que se produzca un fenómeno del tipo basamento, es decir son rocas que tienen poca permeabilidad, lo cual dificulta la utilización de algún método para catalizar esta área para ser utilizada como superficies de infiltración y de esta forma activar la recarga de los acuíferos, esta zona se encuentra al lado Este del Municipio.

³⁷ www.inafed, 2008

Ilustración 6 Plano de la zona de estudio de geología³⁸



³⁸ Elaboración propia con datos obtenidos de la carta topográfica editada por el INEGI con clave,

3.2.4 EDAFOLOGÍA

La información de suelos de C.I., según información recopilada en cartas edafológicas del INEGI, en las cuales se observa que en el Municipio predominan los siguientes tipos de suelo³⁹:

Cambisol: (Bv) se ubica en los lomeríos al sur de la Presa de Guadalupe que se extiende sobre una superficie de 200 ha siendo aptos para el uso forestal y pastizal. Presenta una textura media y fase dúrica. Son suelos susceptibles a erosionarse, además de presentar acumulación excesiva de arcillas, carbonato de calcio, hierro y magnesio. Presentan problemas de drenaje interno.

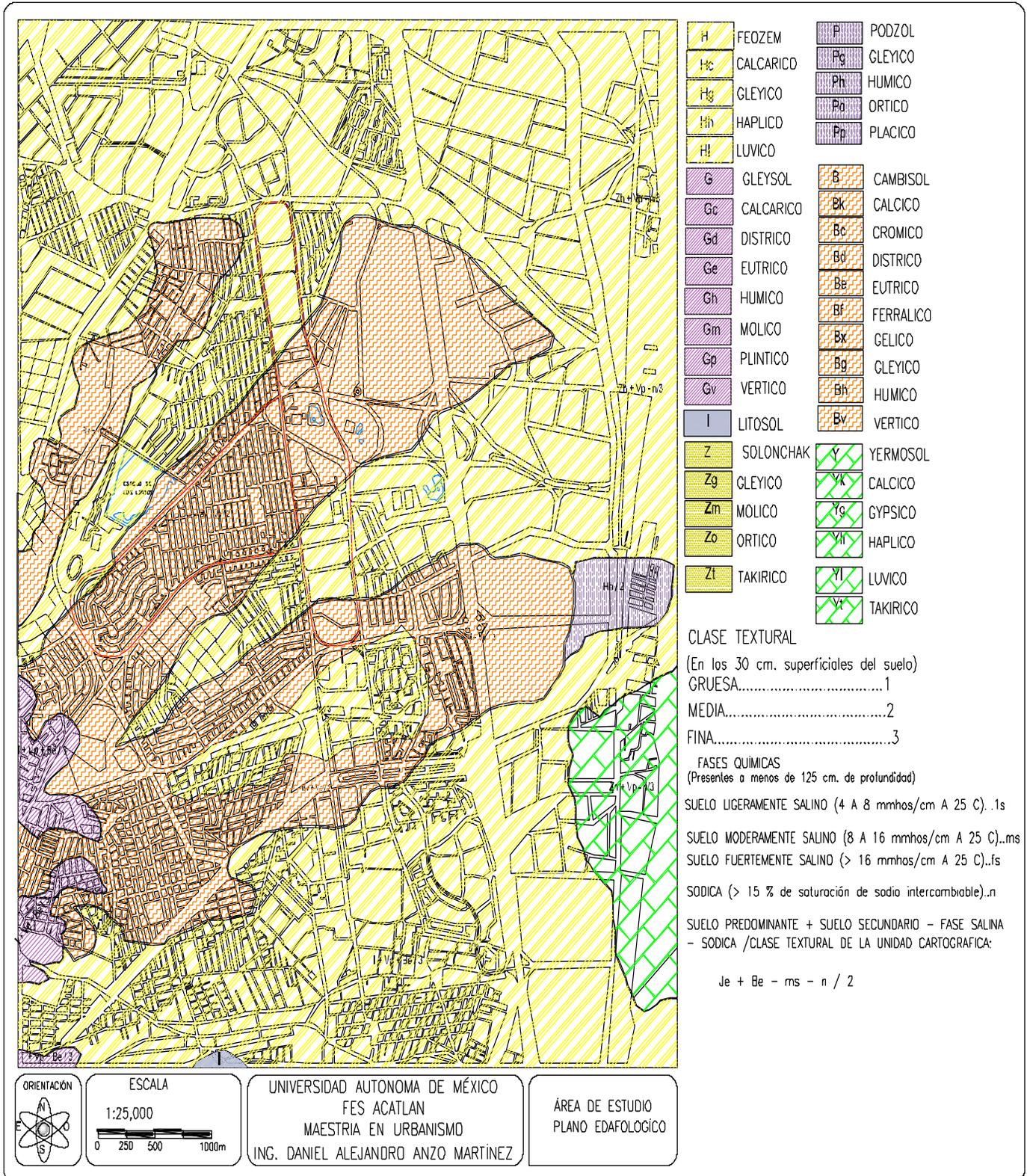
Vertisol: (Vp) se localiza en los lomeríos ubicados al oeste del Municipio, y en la zona plana al norte, abarcando una superficie de 3,513.04 ha lo que corresponde al 82.03%. Son suelos con fase dúrica y textura fina, presentan restricciones para el uso urbano y agrícola por ser expansivos. Se caracteriza por ser suelos arcillosos de color oscuro, fértiles, que ofrecen en ocasiones problemas de mal drenaje.

Litosol: (I) se encuentra en las partes más altas al sur del Municipio y presentan una fase dúrica y textura fina; abarca una superficie de 523.69 ha; siendo recomendable para el uso forestal. Se caracterizan por una profundidad de perfil no mayor de 10 cm, cuyo material sustentador es generalmente tepetate.

Feozem: (Hh) se localiza en una pequeña porción al sur del Municipio y abarca 46.07 ha; son suelos aptos para el uso agrícola, urbano y forestal. Presentan una fase dúrica. Caracterizado por colores pardo, oscuro y grisáceo muy oscuro, que indican su riqueza en materia orgánica y nutriente.

³⁹INEGI 2000

Ilustración 7 Plano de la zona de estudio de edafología⁴⁰



⁴⁰ Elaboración propia, Carta Edafológica editada por el INEGI, con clave E14A29

3.2.5 HIDROLOGÍA

El Municipio de C.I., se localiza en la región No. 26 denominada Alto Pánuco, en la cuenca del río Moctezuma, y subcuencas “N” río Cuautitlan y “O” río Hondo de Tepetzotlán.

Dentro del Municipio existen importantes corrientes superficiales y cuerpos de agua entre las primeras, la de mayor importancia es el río Cuautitlan que atraviesa el territorio municipal recorriendo una longitud de 10.98 km. Los escurrimientos del río se encuentran controlados por la presa de Lago de Guadalupe, con un volumen medio anual de aproximadamente 116 millones de metros cúbicos.⁴¹

El otro cauce importante es el río Hondo de Tepetzotlán que sirve de límite entre los Municipios de C.I. y Tepetzotlán, y tiene como principales afluentes los arroyos Chiquito, Lanzarote y el Ocote. También llegan a este río las aguas que vierte la presa Concepción, la cual se ubica aguas arriba. El volumen de esorrentía del río es de 27.35 metros cúbicos por segundo.⁴²

En el Municipio existen cuatro cuerpos de agua relativamente grandes, los cuales son: La presa Lago de Guadalupe, el embalse Espejo de los Lirios, el bordo La Piedad, la presa el Angulo, y la denominada laguna de Axotlán que era un vaso de represamiento de agua para riego de la ex hacienda de San Miguel.⁴³

El cuerpo de mayor superficie es la presa Lago de Guadalupe recientemente denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe” que se localiza al nordeste del estado de México, entre los 19°35’23” latitud norte y los 99°15’26” longitud oeste. Sé construyó en el periodo de 1936 a 1943 con el fin de controlar las inundaciones y para el riego de las zonas agrícolas aledañas. Esta presa corresponde al Municipio de C.I. y el resto al Municipio de Nicolás Romero (INEGI 2000). Los principales ríos y arroyos tributarios a la presa son San Pedro, Chiquito, Grande y Xinté (San Idelfonso), y el Muerto⁴⁴, también llamado lago de los lirios o espejo de los lirios.

El espejo de los Lirios que inicialmente funcionaba como bebedero de animales, sin embargo el crecimiento urbano pronto lo convirtió en uno de los principales sitios de esparcimiento, diversión y descanso para los habitantes. Está integrado al sistema de riego que nace en la presa de Guadalupe, y es alimentado por medio de un canal de riego de aprox. 4.5 Km. de longitud. Actualmente funciona como parque ecológico que alberga diferentes formas de vida (exóticas y silvestres); este cuerpo se encuentra rodeado por el Río Cuautitlan y el bordo La Piedad. El embalse es alimentado indirectamente por la presa de Guadalupe a

⁴¹ www.Izcalli,2008

⁴² www.Izcalli,2008

⁴³ www.Izcalli,2008

⁴⁴gobierno del estado de México 2001

través de un canal de riego llamado ex Aurora aproximadamente 4.5 km de longitud. La capacidad de este embalse es de 19,500 m³, en un área de 14.78 ha. Recibe 100m³/s de agua durante los meses de marzo, abril y mayo.⁴⁵

Fotografía 1 Espejo de los lirios o presa del Muerto⁴⁶



El bordo de La Piedad se alimenta de las aguas provenientes de la presa Lago de Guadalupe, el volumen de agua que puede llegar a almacenar es de 0.762 millones de m³, abarca una superficie de 31.36 ha y actualmente es utilizada como área de esparcimiento para las comunidades cercanas; sin embargo, aún no cuenta con la infraestructura necesaria para su conservación y aprovechamiento. Se localiza al noreste de la Ciudad de México, sus coordenadas geográficas centrales son: 99°13'40" longitud oeste y 19°39'10" latitud norte. Limita al norte con las colonias la Piedad, y la Piedad Oriente y hacia al suroeste el poblado en expansión de San Francisco Tepojaco.⁴⁷

La presa El Angulo fue construida en el siglo XVIII por un hacendado de la antigua hacienda de Lechería llamado Juan de Angulo, la cortina de la presa tiene aproximadamente de 100 a 120 años, está recibe las aguas de los arroyos el Jarrillal y el Tejocote que nacen en terrenos del Municipio de Atizapán de Zaragoza, actualmente la presa cumple con la función de regular las avenidas; tiene una superficie de 0.218 km² y una capacidad de 1.3 millones de m³.⁴⁸

La laguna de Axotlán mide casi 19.25 hectáreas la cual cuenta con una capacidad de almacenaje de aproximadamente 6.44 millones de metros cúbicos de agua, la cual con anterioridad fue un estanque particular de riego para las tierras de la Hacienda de San Miguel en sus tiempos de auge. Sin embargo esta

⁴⁵ www.Izcalli,2008

⁴⁶ Fuente propia, tomada el 4/12/09

⁴⁷ www.Izcalli,2008

⁴⁸ www.Izcalli,2008

laguna y su vital líquido fueron utilizados por el pueblo para uso doméstico, agrícola y ganadero.⁴⁹ El agua potable que abastece al Municipio proviene de 3 fuentes que son: pozos municipales y federales, así como del sistema Cutzamala, los cuales proporcionan un gasto promedio de 2,359 L/s.

En total existen 51 pozos, de los cuales 10 se encuentran abatidos; 34 se destinan para uso potable, 3 para uso agrícola y ganadero y 4 pozos se destinan para el uso industrial. La mayoría de los pozos se encuentra en los alrededores del río Cuautitlan en el Ramal Atlamica. Los resultados del análisis para determinar la calidad del agua la consideran como aceptable para uso potable.⁵⁰

3.2.6 MEDIO AMBIENTE NATURAL FLORA Y FAUNA

En la rivera de la presa del Lago de Guadalupe podemos encontrar árboles como el eucalipto, pirúl, cedro blanco, encino, huizache, colorín, tepozán, alcanfor, capulín, limón, sauce llorón, entre otros. Y dentro de la fauna encontramos en el lago a la carpa común, carpa barrigona, carpa espejo, la tilapia; y reptiles, lagartijas, cincuates, víboras, tortugas, ratones de campo y conejos castellanos. Encontramos aves como el zambullidor mediano, garzas, patos, gavilanes, águilas, halcones, falaropos, gaviotas, palomas, tórtolas entre otras.

En la Laguna de la Piedad a sus alrededores aún persiste la actividad rural como campos de cultivo al norte (maíz, calabaza y frijol), la vegetación circundante es muy escasa, hacia el este hay una barrera de pirules y sauces, además de eucaliptos y arbustos deciduos, magueyes, nopales. El suelo esta compactado y erosionado, en la laguna se practica la pesca de carpas y mojarra. Además podemos encontrar una gran diversidad de aves como el zambullidor, garzas, patos, águilas, halcones, gaviotas, palomas, tórtolas entre otras.

Enclavado en el centro del Municipio, alrededor del mismo encontramos de flora cedros blancos, álamos, sauces, tejocotes, alcanfor, eucaliptos, truenos etc. Entre la fauna podemos observar carpas, cincuates, víboras de agua, lagartijas, tortugas, sapos, ratones de campo, caballos entre otros. Las condiciones ambientales de C. I. y sus recursos naturales están determinadas por las características de un Municipio eminentemente urbano, por lo que la flora y la fauna es considerablemente reducida.⁵¹

⁴⁹ www.lzcalli,2008

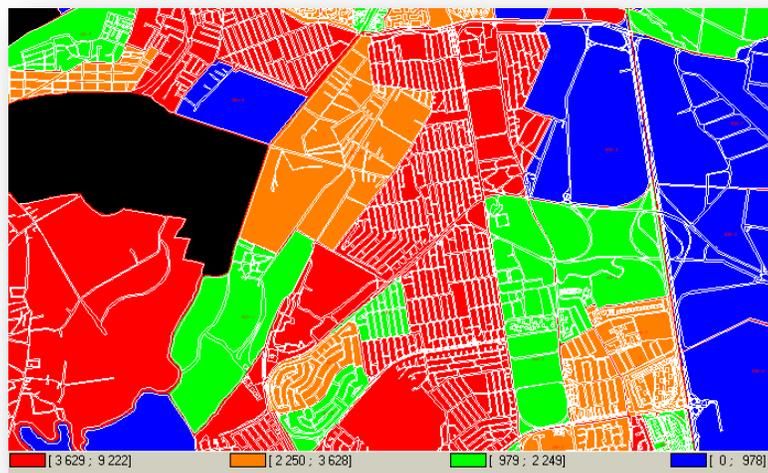
⁵⁰ www.lzcalli,2008

⁵¹ www.lzcalli,2008

3.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS

Los indicadores socioeconómicos y demográficos que se han escogido para sintetizar la zona central de C.I. (área de estudio) tiene que ver con las distintas Áreas Geo-Estadísticas Básicas (AGEB) que utiliza el INEGI, el área de estudio está dividida en 18 AGEBs, los datos que se presentan a continuación fueron obtenidos del Sistema para la consulta de información censal del año 2000(Scince2000), al no contar con una versión más actualizada del mismo se utilizaron estos datos, el cual nos permite saber de manera gráfica y numérica el valor de cada indicador del área de estudio en cuestión. Los indicadores demográficos que describen a la zona de estudio son seis, la población total, la población nacida en la entidad, el número de hogares y de estos cuantos son con jefatura masculina y femenina, además del número promedio de ocupantes. Los indicadores socioeconómicos que se utilizaran para describir la zona de estudio son diez, la población derechohabiente a algún servicio de salud, la población que tiene alguna discapacidad, la población mayor de 18 años y mas con instrucción superior, el grado de promedio de escolaridad, la población económicamente activa (PEA), de estos cuantos se dedican a laborar en el sector secundario, terciario, cuántos son empleados u obreros, los jornaleros o peones y la población que labora por su cuenta. Según el SCINCE, en el año 2000, la población localizada en el área de estudio ascendía a 70,428 habitantes, distribuidos con la concentración que se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 8 Concentración de población en el año 2000⁵²



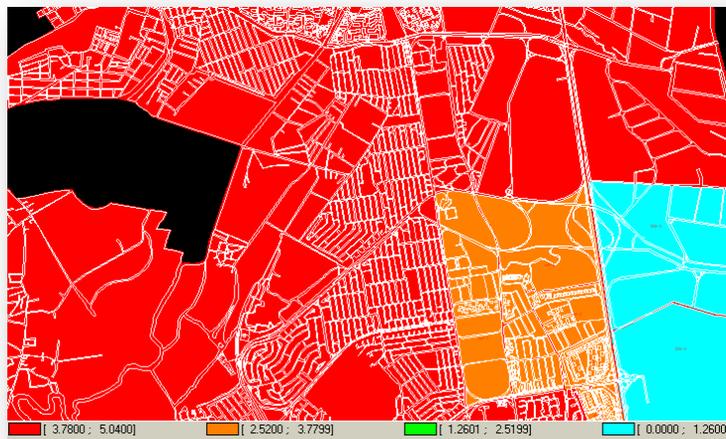
⁵² Imagen tomada del SCINCE 2000, con el indicador de población total

Donde la concentración de población mayor se presenta de color rojo con un intervalo de densidad de 3,629 a 9,222 personas en esas áreas y la menor concentración en color azul para un intervalo de concentración poblacional de cero habitantes a 978 habitantes.

La mayor concentración de población se da en las colonias que fueron concebidas originalmente en el diseño del Municipio, salvo que en la actualidad como ya se ha mencionado en capítulos anteriores al estar saturada el área urbana en estas zonas el crecimiento no se ha visto limitado, solo que ahora el crecimiento es vertical al estar restringido el crecimiento horizontal.

La población nacida en la entidad en el censo del año 2000 ascendía a 22,122, en el área de estudio según el mismo SCINCE se localizan 16,772 hogares, de los cuales el 80.5 por ciento son de jefatura masculina y el 19.5 por ciento restante pertenece a hogares con jefatura femenina. En el área de estudio el promedio de ocupantes por vivienda es de cuatro por cada vivienda.

Ilustración 9 Promedio de ocupantes por vivienda en el año 2000⁵³



El promedio de ocupantes por vivienda es un factor de interés para realizar algunos cálculos de el número de familias que se han de ver beneficiadas con las propuestas que se mencionan en capítulos posteriores, y en los términos que cada familia habita en una vivienda y esta está compuesta por cuatro individuos en promedio (familia nuclear) los dos padres y dos hijos, que es el caso del 80.5 por ciento de los hogares en la zona de estudio.

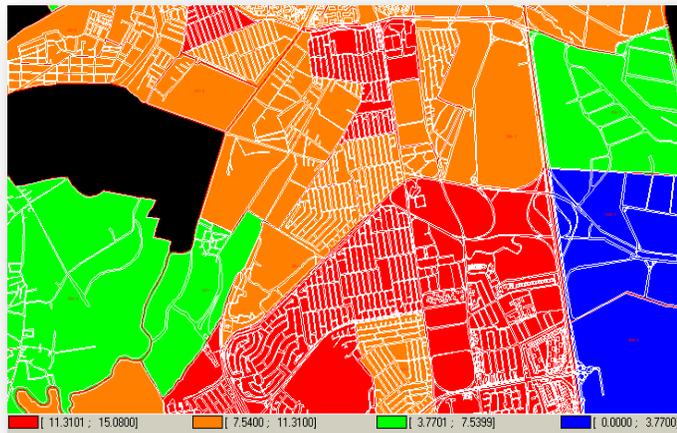
La población que es derechohabiente a algún servicio de salud comprende el 62 por ciento del total de los habitantes en el área de estudio, la población con alguna discapacidad en el área de estudio es de 1.36 por ciento en el año 2000.

⁵³ Imagen tomada del SCINCE 2000 con el indicador de número de habitantes promedio por vivienda.

Estos datos tienen que ver con el déficit de los servicios de salud en los cuales cerca del 38 por ciento de la población en el área de estudio está desprotegida en caso de verse inmersos en alguna enfermedad causada ya sea por la falta de agua (enfermedades de la piel principalmente) o bien por la calidad de la misma (enfermedades gastrointestinales), generando gastos extras en servicios de salud y alterando su economía.

La población de 18 años y más con instrucción superior en el área de estudio es de aproximadamente el 24 por ciento, con un grado promedio de escolaridad de 11.31.

Ilustración 10 Grado promedio de escolaridad en el 2000⁵⁴



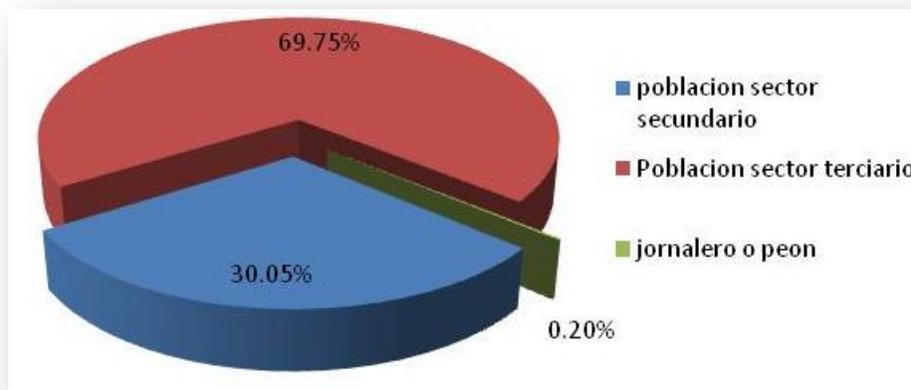
Si se calcula el promedio de años de estudio en los intervalos cromáticos de la ilustración anterior, se tiene entonces que en color rojo el número de años promedio de estudio es de 13.19 años es decir que la población que se encuentra en estas zonas habría estudiado en promedio hasta el primer año de la universidad, en color naranja el promedio de estudio es de 9.4 años, es decir hasta el primer semestre de preparatoria, en color verde se presenta la población que tiene una escolaridad de educación primaria trunca, que está en dos zonas bien definidas la primera de ellas a la izquierda de la ilustración anterior, la cual eran zonas ejidales, y que en la actualidad ya han sido urbanizadas, y en la parte Noroeste de la ilustración, que es una zona industrial. La cromática azul representa a la población que tiene una educación inferior a 3 años, es decir no acabaron el tercer año de primaria, esta zona que aparenta ser muy grande en realidad es un área verde. De tal forma que se podría pensar sobre este indicador que la población que está presente en el área de estudio, tiene una educación media superior e implícitamente se debería entender que estos urbanitas son capaces de comprender que el uso del recurso hídrico no es solo para quien tiene las posibilidades de pagarlo, sino para toda la población, y más aun, que el ahorro de este fluido es imperativo, no basta que el gobierno haga esfuerzos para abastecer a la población con el recurso hídrico, los urbanitas

⁵⁴ Imagen tomada del SCINCE 2000 con el indicador grado promedio de escolaridad.

juegan un papel preponderante en este sentido para un mejor aprovechamiento que resulte sustentable y racional.

La población económicamente activa (PEA) representa cerca del 40.3 por ciento del total de la población en dicha área, de esta el 27.5 por ciento se encuentra en el sector secundario, mientras que el sector terciario representa cerca del 63.8 por ciento de la PEA, en un territorio netamente urbano el sector primario queda desplazado hasta un 0.2 por ciento, mientras que dentro de la PEA el 8.5 por ciento es población no ocupada (jubilados y en general la población que voluntariamente no trabaja así como desempleados). En cuanto a trabajadores que son empleados o bien obreros, estos representan el 71.3 por ciento de toda la PEA, mientras que la población que trabaja por cuenta propia representa cerca del 19.6 por ciento, y de igual manera y correspondientemente al sector primario, los jornaleros y peones representan el 0.18 por ciento del total de la PEA.

Gráfica 8 Distribución de la PEA en sectores⁵⁵



Según la gráfica de sectores anterior y los datos que se tienen, se puede observar que la actividad primaria es prácticamente nula (jornalero o peón), por lo que resulta ser despreciable, en la actualidad la actividad agrícola solo se hace de manera artesanal y prácticamente para auto consumo, esto es un indicador irrefutable de que el área de estudio es preponderantemente urbana, por lo que en el estudio no se considerara el consumo de agua debido al sector primario.

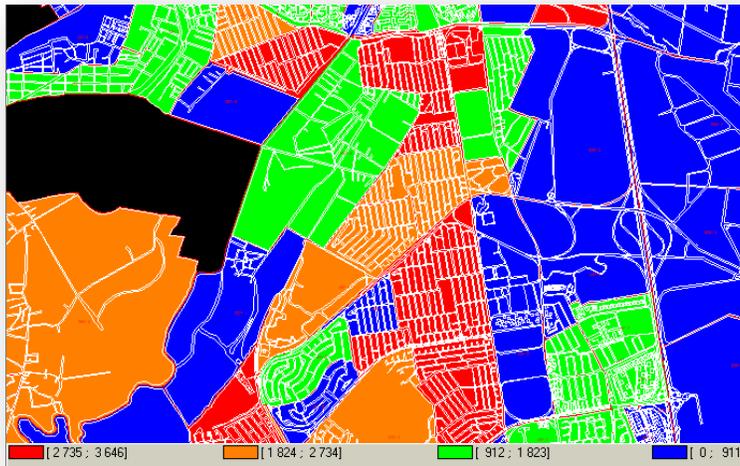
Recordemos la gráfica 2, en el capítulo dos, que unos indicaba que los principales consumidores de agua potable era precisamente el sector primario.

⁵⁵ Elaboración propia con datos del SCINCE, 2000

Por otro lado, si se analiza el área de estudio en particular se puede observar que estas áreas son prácticamente nulas, por lo que solo nos basaremos en el consumo de agua potable para las viviendas o de uso particular.

Si bien es cierto que según la grafica 8 existe un gran número urbanitas que laboran en el sector secundario y terciario sin embargo la gran mayoría de estos lo hacen fuera del área de estudio (en Municipios aledaños o bien en el Distrito Federal), convirtiendo al Municipio de C.I. en una ciudad dormitorio⁵⁶.

Ilustración 11 Población económicamente activa en el 2000⁵⁷



3.4 OBSERVACIONES

Es de vital importancia conocer las condiciones y la vocación del medio físico natural, ya que ello está estrechamente relacionado con el aprovechamiento y la sustentabilidad del recurso hídrico, ya sea en forma de caudal o bien de precipitación, la mayor parte del territorio del Municipio cuenta con un suelo del tipo Feozem y Cambisol, el cual tiene una vocación susceptible para el desarrollo agrícola, así como forestal, de tal forma que es permeable, pero sin lugar a dudas a últimas fechas el crecimiento urbano se ha dado de tal manera que se han obstruido las áreas donde antes era posible la infiltración para los mantos freáticos, esto tiene una gran influencia ya que en el territorio se encuentran zonas de recarga de acuíferos además de pozos que ya están abatidos o bien fuera de servicio.

⁵⁶ Una ciudad dormitorio no es más que una comunidad urbana de carácter esencialmente residencial, cuyos habitantes en su mayoría viajan diariamente a trabajar a una localidad cercana.

⁵⁷ Imagen tomada del SCINCE 2000, con el indicador de población económicamente activa

Si bien es cierto que la composición geológica y edafológica no ayudan en gran medida a la recarga natural de los mantos freáticos y los pozos por un fenómeno de basamento, pero estos pueden y deben ser recargados de alguna manera sin importar si es artificial dicha recarga, con el fin de garantizar la sustentabilidad de dicho recurso e interpolar sus beneficios a futuras generaciones.

Es importante resaltar que al sur del Municipio, se tienen pendientes favorables, en la parte sureste la pendiente es casi nula, mientras que en la parte noroeste las pendientes son pronunciadas y hacen una micro cuenca en la presa de Guadalupe. El Municipio está considerado como el que presenta mayores áreas verdes del Estado de México, por lo que es importante conservar y aumentar estos espacios para la recuperación vegetal y aunado a esto la recarga de los mantos acuíferos, para lograr un aprovechamiento sustentable del vital líquido, además cuenta con importantes ríos los cuales deberán ser saneados y evitar las descargas de aguas residuales municipales e industriales a estos, implementando plantas de tratamiento efectivas para la remoción de los agentes contaminantes, y de esta forma dar pie a la biorecuperación de los cuerpos de agua afectados, una vez que se les inyecte agua limpia⁵⁸ con el fin de disminuir la concentración de los contaminantes, estos cuerpos por procesos naturales debiesen amortiguar los contaminantes que pudiesen estar presentes para su regeneración y no solo esto, sino que además la biota se restablezca de manera lenta pero natural.

En cuanto a la parte socioeconómica, según los indicadores analizados es fácil observar que la mayor parte de la población presente en el área de estudio cuenta con estudios, casi en su totalidad de bachillerato y más, el factor educación juega sin duda un papel muy importante en cuanto a la sustentabilidad y cuidado del agua, cuan mayor sean los estudios mayor debe ser el entendimiento y el compromiso del cuidado del agua.

Otro indicador que sin duda servirá en cálculos posteriores es el número de habitantes promedio por vivienda, en su gran mayoría este número se puede redondear a cuatro habitantes por vivienda, siendo en su mayoría de jefatura masculina, en cuanto a la PEA, el mayor sector está representado por el terciario con cerca del 70 por ciento de la actividad económica del área de estudio, el 30 por ciento se dedica al sector secundario, y prácticamente esta abolido el sector primario, cuando menos en el área de estudio, lo cual nos da certeza de que dicha área es netamente urbana, con necesidades netamente urbanas también.

Existe de igual manera un rezago en cuanto al servicio de salud, ya que en el área de estudio cerca del 40 por ciento de la población esta desprotegida en servicios de este tipo.

⁵⁸ Esta agua puede ser de origen pluvial una vez potabilizada o bien agua tratada en plantas de tratamiento para acelerar la bio-remendicación y aumentar el amortiguamiento de las aguas servidas.

3.5 ASPECTOS URBANOS EN CUANTO A INFRAESTRUCTURA URBANA

3.5.1 AGUA POTABLE

El agua potable se encuentra con una cobertura del 98%, con la entrada en operación parcial del macro circuito Cutzamala a C.I., se redujo el déficit a 400 litros por segundo. Del caudal total del vital líquido, únicamente el 19% es aportado por el sistema Cutzamala, el 11% por derivaciones federales y estatales y el resto por fuentes de abastecimiento subterráneo (pozos) que opera directamente el Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de C.I. (OPERAGUA) y que representa el 70 por ciento. La obtención del agua en el Municipio se realiza mediante la explotación de 51 pozos, municipales, federales y estatales, todos de agua potable; así mismo existen comités dentro de los pueblos que operan y administran algunos pozos, hay siete derivaciones de agua en bloque de sistemas estatales y federales, los cuales proporcionan un gasto promedio de 1,326.28 litros por segundo. Según datos del H. Ayuntamiento de C.I. en la actualidad se da abasto de agua potable al 85% de la población total del Municipio.

Gráfica 9 Registro de tomas de agua⁵⁹



⁵⁹Fuente: OPERAGUA Noviembre del 2006

La conducción del agua se da por medio de tuberías que varían en diámetros, desde 8" a 42" (pulgadas), y en materiales, asbesto cemento, polietileno alta densidad y acero con una longitud de 23,058.6 m. La distribución se lleva a cabo en tuberías de asbesto cemento y polietileno de alta densidad, con diámetros que varían de 2" a 6" (pulgadas) y con una longitud de 53,803.4 m.

Según el organismo operador de este recurso en el municipio de C.I. en su página electrónica se tiene un registro de 122,162 tomas, de las cuales 116,946 son de tipo doméstico, 4,221 comerciales y 995 industriales, los porcentajes de estas se muestra en la gráfica anterior. En los últimos años se ha registrado un decremento del 38 por ciento del caudal del sistema Cutzamala, además de que se calcula que un 25 por ciento del caudal se pierde en fugas y mal uso del suministro. Otras deficiencias en la prestación del servicio son la falta de presión y el suministro discontinuo. Para las áreas urbanas e industriales del Municipio, se dispone de 1,500 l/s (litros por segundo) de agua, que son insuficientes, por lo que se realizan obras para aumentar en 350 l/s la dotación, como la apertura de nuevos pozos.

La carencia de este vital líquido podría variar en la medida en que se incrementen las obras de mantenimiento, las acciones de ahorro de agua cruda y rehúso de aguas tratadas, así como las obras de rehabilitación de presas Lago de Guadalupe y El Angulo, la habilitación de bordos para almacenamiento de escurrimientos superficiales y obras de conducción y regulación. Resulta evidente que no es suficiente dicha infraestructura para abastecer a los habitantes presentes, sin mencionar a los futuros.

A continuación se muestra la situación actual de la infraestructura existente para el abastecimiento de agua potable en la zona de estudio

Tabla 2 Pozos a cargo de la Comisión Nacional del Agua⁶⁰

CLAVE Y/O NOMBRE	SITUACIÓN ACTUAL	GASTO (l/S)
5	En operación	13
9	En operación	30.31
10	En operación	35.10
11	En operación	34.45
12	En operación	42.61
13	En operación	33.06
14	En operación	49

⁶⁰ Fuente: OPERAGUA

15	En operación	50
16	En operación	66.43
17	En operación	57
18	En operación	33
19	En operación	34.32

Tabla 3 Pozos a cargo de la Comisión de Aguas del Estado de México.⁶¹

CLAVE Y/O NOMBRE	SITUACIÓN ACTUAL	GASTO (I/S)
233 Paseo de los Bosques	En operación	26

Tabla 4 Pozos a cargo de OPERAGUA⁶²

CLAVE Y/O NOMBRE	SITUACIÓN ACTUAL	GASTO (I/S)
258 Bosques de la Hda.	En operación	40
260 San Miguel	En operación	38
288 Bosques del Alba I	En operación	35.6
285 Bosques del Alba II	Abatido	(fuera de servicio) -
Koblenz II	En operación	13
Unidad Militar	En operación	5
3 de Mayo	En operación	13
Industrial I	En operación	39.8

⁶¹ Fuente: OPERAGUA

⁶² Fuente: OPERAGUA

Industrial II	En operación	60
Campo I	En operación	10
La Piedad	Abatido	(fuera de servicio) -
La Aurora	Fuera de servicio	10
Lago de Guadalupe	Abatido	(fuera de servicio) -
El Rosario	En operación	23.3
Industrial III	En operación	20
Tepalcapa I	Abatido	(fuera deservicio)
Tepalcapa II	Abatido	(fuera deservicio)
Gigante	Abatido	(fuera deservicio)
Francisco Villa	Abatido	(fuera deservicio)
Los Lirios	Abatido	(fuera deservicio)

Tabla 5 Plantas de rebombeo en el Municipio C.I.⁶³

NOMBRE	UBICACIÓN
Infonavit Norte Av.	Chalma esquina con Río Cuautitlan
Tanque Gemelos	(1 y 2) Av. Teotihuacán y Av. Constitución s/n
Unidad CTM	Av. Iztlacihualtl y Ajusco Sur
Sector Central (Booster)	Av. Jiménez Cantú s/n
Tanque Elevado ExHda. Sn Miguel	Av. Prol. Jorge Jiménez Cantú s/n
El Rosario	Calle Álvaro Obregón s/n

Tabla 6 Tanques de almacenamiento y regulación de C.I.⁶⁴

⁶³ Fuente: OPERAGUA, 2001

⁶⁴ Fuente: OPERAGUA, 2001

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	CAPACIDAD (m ³)
Gemelos I	Av. Teotihuacán y Morelos, Col. Cumbria	25,000
Gemelos II	Av. Teotihuacán y Morelos, Col. Cumbria	29,500
Tanque 3	Av. Antonino Castro, Col La Piedad	32,000
Tanque 31	Circuito Bosques de Bologna, Col Bosques del Lago	2,040
C.T.M.	Nicolás Romero, Col El Rosario	258
C.T.M.	Ajusco sur, UHCTM	144
Infonavit Norte	Ajusco Sur, U.H.C.T.M.	582

3.5.2 INFRAESTRUCTURA SANITARIA

Actualmente el Municipio de C.I. cuenta con una cobertura de la red de drenaje del 91% (CAEM; 2001) y el 9 % restante la tiene parcialmente. En las comunidades del Ejido San Lucas, La Piedad (La Herradura), Loma de los Ángeles, El Rosario, Huilango, Sta. María Tianguistengo, Tepojaco, San Mateo Ixtacalco, San Sebastián Xhala y Lomas del Bosque se tiene la cobertura parcial de la red de drenaje. Se estima que alrededor de 5,000 viviendas tienen fosas sépticas para el desalojo de sus aguas residuales⁶⁵.

La red primaria es un colector de concreto reforzado con diámetros que van de los 91 a los 244 cm y una longitud de 16,056 m. La red secundaria de drenaje sanitario es una tubería de concreto simple con diámetros que van de los 20 a los 45 cm y una longitud de 37,462.55m⁶⁶.

El gasto estimado de aguas residuales es de 850.69 L/s, sin embargo, se tiene un registro de que el Río Cuautitlan recibe 1,885.46 L/s. de aguas residuales. Además del Río Cuautitlan, en el Municipio se tienen como sitios de vertido de aguas servidas el Emisor del Poniente y el Canal San José.⁶⁷

Se cuenta con 12 cárcamos de rebombeo, de los cuales 2 están fuera de operación, el de Tecocac y el de Las Conchitas por estar inundado; además de tres plantas municipales de tratamiento de aguas negras. También existe una planta de tratamiento concesionada a en empresa particular sobre el Emisor del

⁶⁵ Plan municipal de desarrollo

⁶⁶ Plan municipal de desarrollo

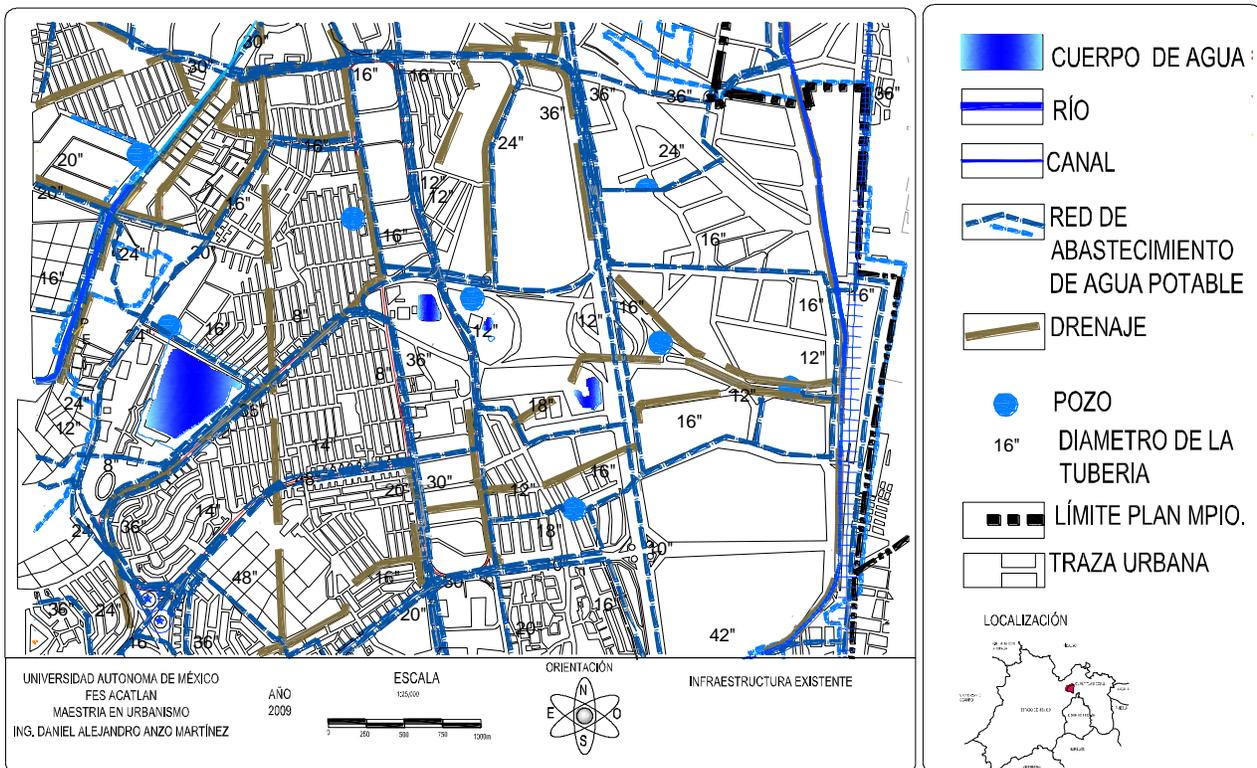
⁶⁷ Plan municipal de desarrollo

Poniente en la colonia San Martín Tepetlixpan que trata aguas provenientes del Distrito Federal. Además de los malos olores, el Emisor del Poniente y el Río Cuautitlan son fuentes de enfermedades, ya que presentan las condiciones propicias para la existencia de mosquitos y fauna nociva.⁶⁸

En la zona de estudio no se cuenta con ninguna planta de tratamiento de agua residual (PTAR), según el plan de desarrollo municipal y los planos actuales en infraestructura sanitaria, que son de dominio público, por lo que sería recomendable la instalación de una PTAR, para el mejoramiento de la calidad de agua servida de la zona de estudio y para minimizar la contaminación del agua.

A continuación se presenta la situación actual de la infraestructura sanitaria en la zona de estudio, donde resulta muy notoria la falta de infraestructura para el tratamiento de las aguas servidas, estos elementos de tratamiento de las aguas servidas debiesen ser de las más importantes por la situación actual del vital líquido, es necesaria la implementación de un sistema de tratamiento de agua servida dentro de esta zona ya que resulta ser de las más significativas del municipio, por su centralidad y el alojamiento de prácticamente todas las actividades gubernamentales, así como la localización del corredor comercial más grande dentro del Municipio.

Ilustración 12 Plano de la situación actual de la infraestructura sanitaria y de abastecimiento de agua potable en la zona de estudio.⁶⁹



⁶⁸ Plan municipal de desarrollo

⁶⁹ Elaboración propia con datos del plan Municipal de desarrollo Urbano

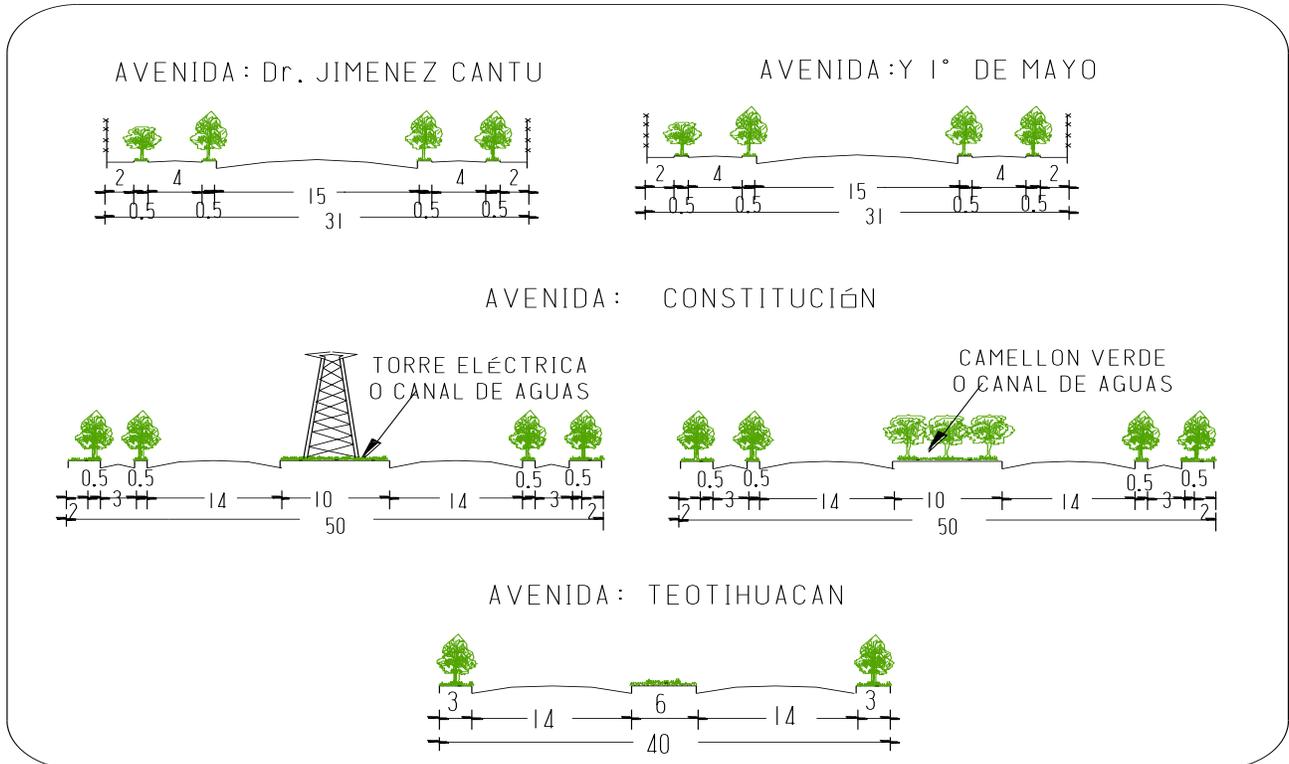
3.5.3 VIALIDADES

Las vialidades que se encuentran en la zona de estudio y que son de especial interés para el mismo, son básicamente cuatro, la avenida Dr. Jiménez Cantú, la avenida 1° de Mayo, la avenida Teotihuacán y la avenida Constitución, las vialidades tienen diferentes cortes de sección así como longitudes, en la tabla siguiente se muestran las longitudes y en la figura siguiente se muestran los cortes de sus secciones de las vialidades antes mencionadas.

Tabla 7 Avenidas consideradas para el estudio

Avenidas	longitud (m)	ancho por sentido (m)	Clasificación vial
Ave. Constitución	2043.9	14	Secundaria
Ave. Teotihuacán	2181.91	14	Secundaria
Ave. 1° de Mayo	3196.35	15	Primaria
Ave. Dr. Jiménez Cantú	2897.38	15	Primaria

Ilustración 13 Cortes de sección de las avenidas de la zona de estudio⁷⁰



⁷⁰ Elaboración propia con datos del plan Municipal de desarrollo urbano

La clasificación que se propone para las vialidades que se encuentran en la zona de estudio es conforme al sistema vial urbano, esta clasificación está dividida en tres sistemas funcionales de vialidades para las áreas urbanas, los cuales son:

- Arterias principales y las arterias menores los cuales conforman a la vialidad primaria,
- Colectores, que es la vialidad secundaria para otras clasificaciones
- Calles locales, que se clasifican como vialidades terciarias.

El sistema de arterias principales tiene como objetivo dar servicio a los mayores centros de actividad en las áreas urbanas, son los corredores con los más altos volúmenes vehiculares, y llevan una proporción alta de la totalidad de los viajes urbanos, sin embargo constituyen un pequeño porcentaje de la red vial total, en el área de estudio ya delimitada anteriormente se encuentran las dos avenidas principales del estudio, las cuales son: la 1° de Mayo y la Dr. Jiménez Cantú por las características antes mencionadas.

El sistema de arterias urbanas menores esta interconectado y además complementa el sistema anterior, e incluye a todas las arterias no clasificadas como principales, estas arterias están más enfatizadas con el acceso además de ofrecer menos movilidad de tránsito que el sistema arterial anterior, en este sistema sirve a rutas de transportes públicos locales y de forma idónea no debiese penetrar los vecindarios, dentro de esta clasificación se encuentran las otras dos avenidas de la zona de estudio, las cuales son la avenida Constitución y la avenida Teotihuacán.

A pesar de que dentro de la zona de estudio se encuentran las otras dos sub clasificaciones las cuales son los sistemas de colectores, que provee acceso y circulación de tránsito dentro de los vecindarios residenciales, las áreas comerciales y las zonas industriales, y también está presente el sistema de calles locales el cual permite el acceso directo a los llamados generadores de viajes, conectándolos con los sistemas viales superiores, estas constituyen el nivel más bajo de movilidad, para el estudio, estos sistemas no representan un interés significativo.

Ilustración 14 fotografías de la avenida 1° de Mayo⁷¹



Las vialidades en la zona de estudio se encuentran sumamente deterioradas en la mayor parte de la superficie de rodamiento, además de que las características de los materiales de esta superficie resultan que no son aptos para utilizarlas como áreas de captación, no son impermeables, contienen mucha materia suspendida y por supuesto contienen compuestos químicos solubles al agua (se trata de un recubrimiento bituminoso), lo cual contaminaría esta, una vez que ha sido recolectada.

Por lo que si se cambiase este material por uno con más aptitudes para el proyecto resultaría ser una buena ocasión, se cambiaría de ser bituminoso a Hidráulico, siendo este una superficie totalmente impermeable y con menor cantidad de elementos químicos solubles al agua, diferencia importante entre el la superficie actual y la que se propone.

El concreto hidráulico por sus propiedades físicas, químicas y mecánicas resulta un excelente aliado en un sistema de captación, mientras que en superficies que contienen alquitrán y otros derivados del petróleo junto con la acides del agua pueden ser disueltos y arrastrados ya sea al subsuelo o en el mejor de los casos al sistema de captación propuesto dificultando de sobre manera el tratamiento de potabilización del agua captada. Sin mencionar los graves efectos a la salud que tiene el alquitrán en los trabajadores que lo instalan en las vialidades y los efectos negativos que tiene este sistema en el medio ambiente por sus vapores y compuestos orgánicos dañinos a este.

⁷¹ Fuente propia

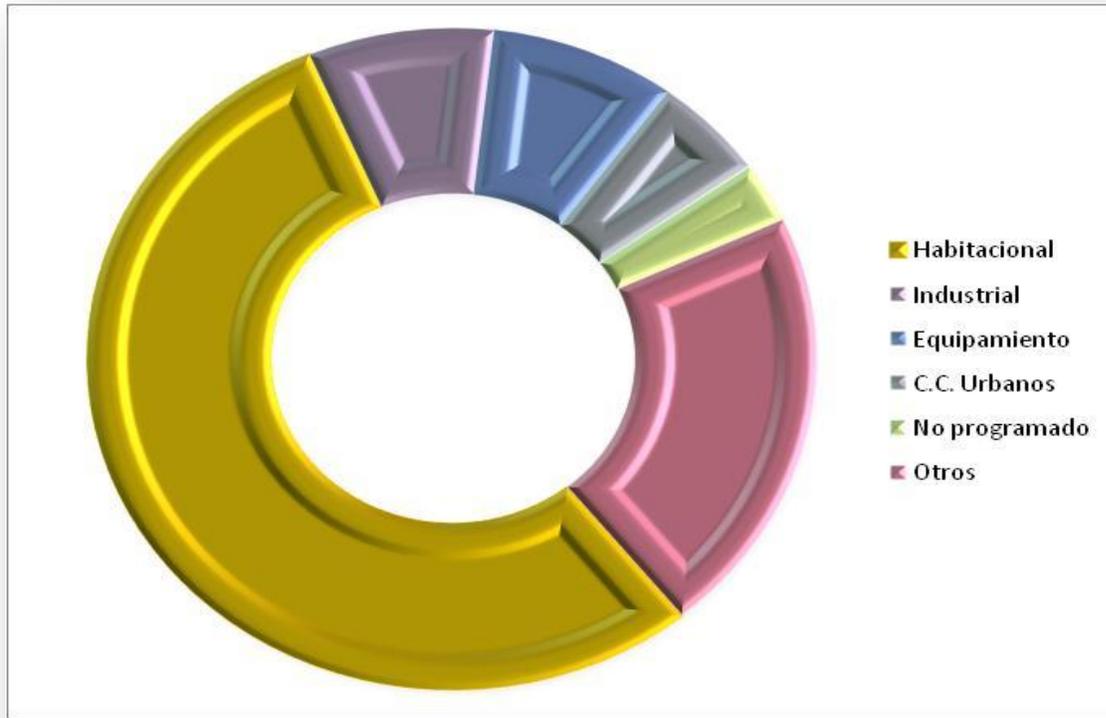
3.5.4 USOS DEL SUELO Y ESTRUCTURA URBANA

La estructura urbana de la zona de estudio esta compuesta principalmente por zonas habitacionales y comprende diecinueve poligonos de la zona de estudio de noventa y ocho que integran a todo el Municipio, a continuación se enumeran en la siguiente tabla los polígonos, así como las colonias y elementos que integran estos a estos. Como se puede observar en el plano de usos de suelo, más del cincuenta por ciento del área es ocupada por un uso de suelo habitacional, aproximadamente el ocho por ciento es de ocupación industrial y de equipamiento, mientras que el área de centros y corredores urbanos se estima una ocupación del cinco por ciento, el diecinueve por ciento restante esta comprendido entre agropecuario, zonas naturales y solo el tres por ciento esta representado por área no programada para urbanización.

Tabla 8 Polígonos integrantes del área de estudio

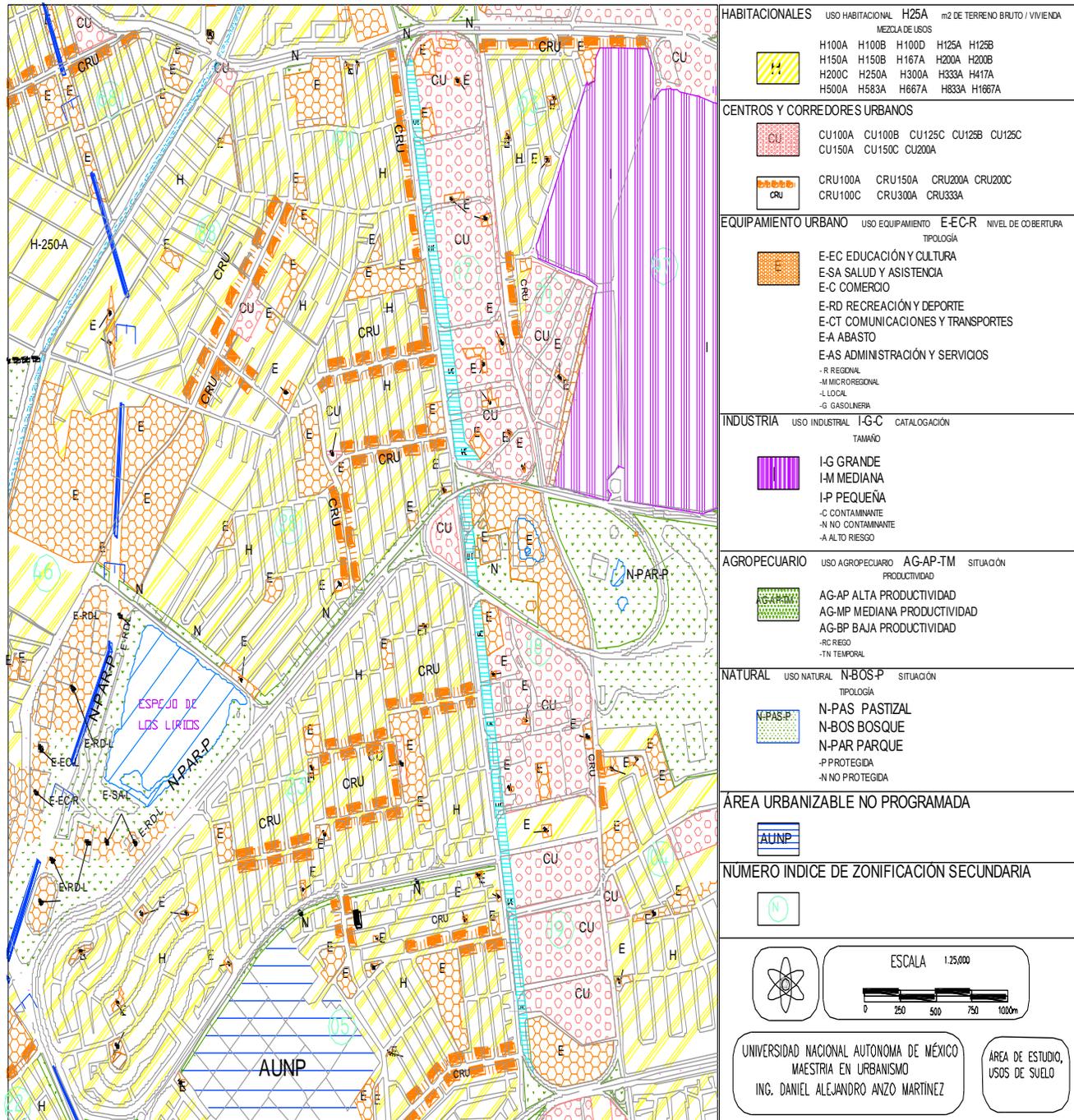
#Polígono	Nombre	Nombre de colonias o elementos integrados
3	Arcos de la Hacienda	Arcos de la Hacienda
4	Arcos del Alba	Arcos del Alba, frac. Real del parque
5	Atlanta	Atlanta - Suites Izcalli
28	Ensueños	Ensueños
17	Centro Urbano (fracción II)	Centro Urbano Sector C-44a, Centro Urbano Sector C-44b, Centro Urbano Sector C-44c, Centro Urbano Sector C-54a,
18	Centro Urbano (fracción III)	Centro Urbano Sector C-34a, Centro Urbano Sector C-34b, Centro Urbano Sector C-34c, conjunto Elite plaza
19	Centro Urbano (fracción IV)	Centro Urbano Sector C-14b, Centro Urbano Sector C-14c, Centro Urbano Sector C-24b, condominio tulipanes, plaza dorada, residencial privanza, Multiplaza Izcalli, C.H. S/N
22	Colinas del lago	Colinas del lago I, Colinas del lago II, Unidad Nopaltepec
23	Cumbria	Cumbria
46	La Perla	La Perla, Santa Rosa de Lima (fraccionamiento sur)
68	San Antonio	San Antonio I, San Antonio II
71	San Isidro	Rincón Colonial, San Isidro
72	San José Buenavista	San José Buenavista, Frac. Las Carmelitas
73	San José Huilango	San José Huilango
74	San Juan Atlamica	San Juan Atlamica
75	San Lorenzo Rio Tenco	San Lorenzo Rio Tenco (Norte)
88	Santa Rosa de Lima	Santa Rosa de Lima (fracción Norte)
90	Sección Parques	Sección Parques
97	Zona industrial Cuamatla	Zona industrial Cuamatla

Gráfica 10 Ocupación de uso del suelo en el área de estudio⁷²



⁷² Elaboración propia, con datos del plano inmediato posterior

Ilustración 15 Plano de usos de suelo de la zona de estudio.⁷³



El suelo predominante es el habitacional, sin embargo lo que ha estado cambiando desde ya hace algunos años es la relación del COS con el CUS, es decir el hacinamiento se ha ido haciendo más evidente, en viviendas que originalmente eran de un nivel han ido creciendo a dos y hasta tres niveles, las viviendas que eran de dos niveles a hora han incrementado su altura hasta tres o cuatro niveles, es más, en la zona de estudio ya se están construyendo edificios de departamentos y la construcción del centro comercial más

⁷³ Elaboración propia, basado en datos del plan de desarrollo urbano municipal, 2000- 2006

grande de todo el Municipio (en cuanto a los niveles de estacionamiento y niveles de los locales comerciales), con lo cual obviamente se requerirá de dotar de más servicios, incluyendo el abasto de agua potable, reduciendo la dotación a los habitantes de la zona de estudio, o en el peor de los casos sacrificando la misma para abastecer nuevas zonas de crecimiento habitacional y comercial.

El equipamiento no resulta una parte importante en cuanto al área ocupada y destinada para este fin, comparte su extensión con otros tipos de usos de suelo como por ejemplo con el uso de suelo industrial, sin embargo se observa un área urbanizable no programada, en la actualidad ya ha sido ocupada por una fraccionadora y se ha realizado un conglomerado de aproximadamente mil viviendas.⁷⁴

3.5.5 SÍNTESIS DEL DIAGNOSTICO

Como se ha mencionado en párrafos anteriores en este capítulo la red de drenaje es insuficiente, el cual tiene una cobertura del noventa y uno por ciento y el restante nueve por ciento lo tiene de manera parcial, en el área de estudio el drenaje se encuentra con un noventa y nueve por ciento y el restante de igual manera esta de manera parcial, esto es considerando a la población actual, sin embargo, se debe realizar un análisis de prospectivo en caso de que la tasa de crecimiento siga con la tendencia que tiene hasta ahora, de tal forma que se tendrán que realizar ajustes a la red de drenaje y por supuesto a la de abastecimiento.

Prácticamente el ochenta por ciento de las vialidades presentan alguna afectación física o deterioro, por lo que es necesario realizar trabajos de encarpetamiento para el óptimo uso de estas, las vialidades presentes son amplias, infaustamente se han permitido grandes cantidades de comercios establecidos en predios adyacentes a las mismas provocando que los consumidores se estacionen y mermen la capacidad vial de estas, en el mejor de los casos solo se ve afectada en un treinta por ciento pero existen zonas donde la capacidad vial se ve mermada hasta en un cincuenta por ciento.

Definitivamente debe revisarse el uso de suelo, restringirse el mismo, ya que en zonas que eran zonas habitacionales en la actualidad presentan importantes porcentajes de áreas comerciales, entorpeciendo las vialidades, no dejando de mencionar el hecho de que el crecimiento vertical se ha ido incrementando con los años, verificar y rectificar los usos de suelo para restringir el crecimiento de nuevos comercios y además controlar el crecimiento horizontal siendo esta una manera de mitigar o evitar la actual tasa de crecimiento poblacional, la cual debe de ser restringida, ya que como se ha observado en párrafos

⁷⁴ Que de igual manera se les tendrá que abastecer del vital líquido y de otros servicios, restringiendo y amenazando la dotación actual a la zona de estudio.

anteriores, el abasto de agua potable está amenazado y no solo eso, sino que además existe una deficiencia de infraestructura sanitaria, provocando que se puedan colapsar estos sistemas, tanto de drenajes como de abasto de agua potable, entre otros servicios que no son menester del estudio.

3.5.6 EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA

El agua constituye un elemento vital para la existencia de los seres humanos, así como para el bienestar del entorno ambiental en el que estos desarrollan sus actividades sociales, culturales y por supuesto productivas. El desarrollo de estas actividades influye, directa o indirectamente, en las fuentes proveedoras de agua, la explotación exagerada de una fuente puede tener efectos sobre las características de la calidad del agua ofrecida además de alterar su dinámica de flujo, al tomarla de algunas fuentes abastecedoras y verterlas, la mayoría de las veces, contaminada en otros cuerpos de agua. Finalmente, la excesiva presión o explotación sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición.⁷⁵

En este sentido, es importante para las labores de planificación sustentable del recurso, conocer la cantidad de agua disponible ofrecida por la fuente, los niveles de demanda y las restricciones de uso que deberán ser necesarias para mantener la sustentabilidad de la fuente abastecedora del vital líquido, en otras palabras, además de ofrecer agua para consumo humano y abastecimiento de las actividades productivas, es necesario que el suministro se mantenga de manera permanente, además de que debe existir un remanente de agua para atender otros bienes, servicios y recreación, entre otros.

Otros factores que afectan la disponibilidad real de agua, son la variabilidad del régimen hidrológico de las fuentes abastecedoras y la calidad de la misma. Una corriente con un régimen hidrológico muy variable es poco confiable como fuente abastecedora de agua, por lo que la irregularidad temporal de la fuente debe ser tenida en cuenta al estimar la oferta de una corriente de agua. Se registra escasez de agua cuando la cantidad tomada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las ecosistémicas, las de los sistemas de producción y las de las demandas potenciales.

⁷⁵ Revista de ingeniería #22 facultad de ingeniería universidad de los andes noviembre 2005, El índice de escasez de agua ¿Un indicador de crisis ó una alerta para orientar la gestión del recurso hídrico?

3.5.7 DETERMINACIÓN IMPACTO URBANO CAUSADO POR EL DESABASTO DE AGUA

Los efectos o impactos negativos que resultan de la falta del vital líquido resultan ser muy variados, en cuanto a su magnitud, así como en el estrato en el que afectan, los cuales pueden sufrir de afectaciones directas e indirectas, de ahí la complejidad de querer abarcar todos los impactos que ocasiona la falta de este recurso, en esta parte del capítulo solo se mencionaran algunos como indicadores genéricos de lo que puede provocar la falta de agua potable en la comunidad, para esto se recurrió a diversos medios para obtención de datos y tener un modo de sondear los impactos que repercuten de manera directa o indirecta en los individuos de este Municipio, el primero de ellos es el impacto a la salud, el segundo es el impacto social que tiene la falta de agua potable, el tercer indicador es el económico, siendo proseguido por los impactos ambientales.

3.5.7.1 SALUD

El sesenta y cinco por ciento del peso del ser humano y el noventa por ciento de su cerebro es agua, con un contenido salino del 0,9 por ciento. Esto equivale a unos cuarenta y cinco litros de agua, la pérdida diaria de agua del organismo depende de factores fisiológicos, ambientales, etc., y su valor medio es aproximadamente de 2600 cm³, repartidos en la orina (1.200 cm³), heces (200 cm³), sudor (360 cm³) y respiración (840 cm³).

El agua perdida se obtiene de la dieta: una parte se ingiere directamente y otra procede del metabolismo de los alimentos, la sed, constituye el mecanismo fundamental mediante el cual el organismo regula el mantenimiento del nivel de agua necesario para el organismo, siendo el riñón el órgano encargado de conservar el equilibrio hídrico mediante la reducción o aumento de la cantidad de agua eliminada por la orina. La deficiencia de agua en el organismo o deshidratación simple o primaria ocurre raras veces, en cambio la deshidratación secundaria (deficiencia de agua y sales en el organismo) es más frecuente y aparece como consecuencia de una diarrea intensa o vómitos, fiebre, estados morbosos en los que hay una pérdida notable de agua por la orina, etc.

Gráfica 11 Pérdida diaria de agua en el ser humano⁷⁶

La O.N.U. recomienda setenta y cinco litros diarios de consumo de agua, mínimo aceptable por persona. Esta cantidad se reparte para beber, preparar los alimentos, higiene personal, limpieza de ropa y de vivienda, etc.⁷⁷, mientras que en la actualidad se estima un consumo promedio en la zona de estudio de ciento cincuenta litros por habitante al día, lo que trae consigo una falta del vital líquido para abastecer a la población.

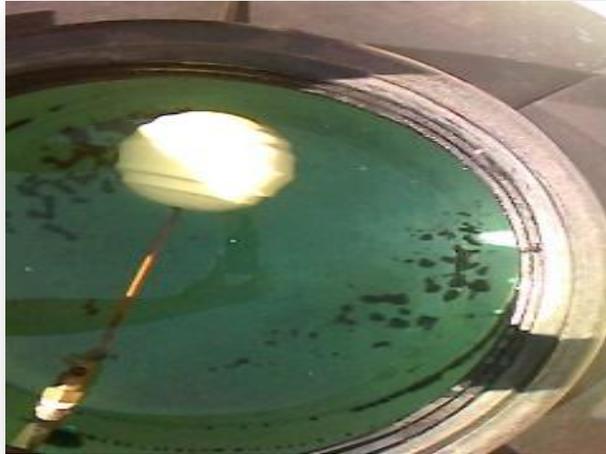
Otro factor importante en cuanto a la falta del recurso hídrico es el que tiene que ver con el almacenamiento, ya que en los lugares donde no es continuo el suministro del líquido, que es prácticamente en toda la zona de estudio se tiene que almacenar por períodos prolongados de tiempo, y lo que empeora la situación es que no se almacena en recipientes adecuados, se suele almacenar en tambos de acero, en botes donde antes existió algún producto químico⁷⁸, o bien en cisternas donde no existe la adecuada oxigenación para el agua, pero si se trata de materiales plásticos o bien cerámicos, estos generan una superficie ideal para la formación de bacterias, micro algas y por supuesto protozoos y otros patógenos, generando diversas enfermedades gastrointestinales, que bien pueden ser leves o incluso mortales, además de otras enfermedades en la piel y mucosas, en el caso de materiales metálicos, que de igual manera, estos usualmente contenían sustancias químicas o bien con acción del agua es posible que lleguen a desprender iones del mismo material llegando a tener graves afectaciones al organismo en caso de ser ingeridas e incluso envenenamientos por vía cutánea.

⁷⁶ Elaboración propia.

⁷⁷ http://www.slackstone.com/agua_hombre.php?bf=1&dm=0

⁷⁸ Suelen ser contenedores de 19 L, donde anteriormente se almacenaban, pinturas, aceites, lacas, etc

Ilustración 16 Fotografía de un tinaco lavado con 15 días de anticipación⁷⁹



Lo anterior supone que el agua que es entregada a los habitantes de la zona de estudio sea de buena calidad⁸⁰, pero que pasa cuando esta agua, aparte de ser mal almacenada es de una calidad inferior a la de las normas, conteniendo un nivel alto de sólidos disueltos y suspendidos, generando turbiedad, olor y color, obviamente favoreciendo a la reproducción microbiana, en la ilustración dieciséis se logra observar los sólidos sedimentados en el agua dispuesta como potable, dicha ilustración es de un tinaco después de quince días de haberse lavado, en ese momento la existencia de materia sólida suspendida y precipitada era nula, des pues de quince días la ilustración habla por sí misma. A hora bien, es común que a esta agua se le añada algún compuesto del cloro para su desinfección, el cual no es medido y solo es vertido indiscriminadamente lo cual genera, irritaciones en la piel y mucosas, algunos habitantes de la zona de estudio afirmaron que con frecuencia el agua que les es entregada tiene un olor a cloro, además de causarles irritaciones leves en alguna mucosa. O bien el caso contrario en el que no se proporciona en cantidad suficiente para que cumpla con su objetivo de desinfectante y antiséptico. Se han realizado estudios acerca de los compuestos que se suscitan por el uso indiscriminado de compuestos de cloro, estos compuestos al mezclarse con algunos de origen orgánico pueden dar como resultado de la reacción a los llamados organoclorados⁸¹ que resultan ser sumamente nocivos para el organismo humano.

Esto es en cuanto al consumo, pero que pasa con la higiene, es un factor fundamental a tomar en cuenta ya que la falta de este recurso dificulta el aseo personal, tal es, el lavado de las manos antes de comer, después de ir al baño y no se diga el baño diario, el no lavar la ropa de forma regular genera un medio de cultivo para algunos microorganismo nocivos además de provocar mal olor, estancamiento entre los tejidos

⁷⁹ Fuente propia, en esta fotografía se observan asentamientos de materia suspendida (arena y otros productos minerales - orgánicos), 15 días de haberse lavado el tinaco, lo cual presume y evidencia que el agua suministrada no es de la calidad que presume el organismo operador.

⁸⁰ Entiéndase por buena calidad, que esta cumpla con las normas vigentes, tanto de salud, como de calidad de la misma

⁸¹ Son compuestos químicos orgánicos, están compuestos por un esqueleto de carbono, en el cual, algunos los átomos de hidrógeno, han sido sustituidos por átomos de cloro. Pueden producir cáncer.

de fauna nociva como los ácaros, piojos, que son transmisores de muchas enfermedades como la hepatitis, el tifus exantemático, así como alergias.

Ilustración 17 Almacenamiento de agua potable⁸²



Entre las enfermedades contagiosas que pueden ser transmitidas por el agua se encuentran infecciones bacteriales, virales y protozoales, entre las enfermedades bacterianas esta la tifoidea, la paratifoidea, la salmonelosis, la *shigelosis*, la disentería basilar, el cólera asiático, la enfermedad legionaria y la fiebre Pontiac. Las enfermedades virales asociadas a virus están la hepatitis, la poliomielitis y aquellos casos de gastroenteritis atribuibles al virus de Norwalk y el rotavirus. Los protozoos como la *Giardia* y *Cryptosporidium* pueden producir gastroenteritis y son los más resistentes a los desinfectantes. Ciertos hongos en especial el *Aspergillus*, son patógenos humanos mientras que las esquistosomiasis es causada por un gusano que puede ser transmitido a través del agua por un caracol portador.

3.5.7.2 SOCIAL

El impacto social es difícil de cuantificar, y más aún porque cada individuo lo vive a su manera, el elegir indicadores que nos muestren la realidad del impacto, así como el grado que este tiene en cada individuo, resulta sumamente difícil de cuantificar para cada individuo presente en una sociedad, sin embargo se pueden englobar algunas problemáticas de tipo social como por ejemplo es la segregación por el resto de los individuos que tienen agua y les es posible asearse con mayor frecuencia que los que no la tienen y no solo eso, sino que también les resulta más favorable el hecho de poder lavar su ropa con periodicidad

⁸²http://www.diariodespertar.com.mx/thumbnail.php?file=2009/febrero/pipa_CUARTO_684299673.jpg&size=article_medium, del día 6 mayo 2009

mientras que el que no cuenta con el recurso difícil mente desperdiciara este líquido en lavar su ropa cuando existen otras actividades dentro de la casa con mayor prioridad para estas personas.

Ilustración 18 Persona sin aseo personal⁸³



Es claro que la carencia de este vital líquido afecta las costumbres de higiene, no solo personal, sino que además afecta las medidas de higiene en sus hogares y por su puesto en sus actividades cotidianas, como es el cocinar, lavar ropa de cama, y limpieza de la casa habitación en general. Esto sin contar que cuando falta el recurso hídrico las personas son más propensas a enfermedades que vienen a complicar a un mas la segregación, por ejemplo una persona con infección en la piel es mucho más propenso a que se le discrimine, de igual forma una persona que este infectada con piojos, obviamente se le tendrá que aislar para evitar contagios y más aun si estas personas están en edad escolar.

Azqueta (2001) dice que la valoración de beneficios requiere, en primer lugar, de una correcta identificación y clasificación de las funciones del agua dentro del ciclo hídrico en sus distintas manifestaciones: ecológicas, económicas, culturales y recreativas. En segundo lugar, es necesario identificar y cuantificar el valor económico y social que se desprende de cada una de ellas, en función de los servicios que estas funciones proporcionan a un determinado colectivo de personas.

-La **rentabilidad social**; finalmente, hace referencia al impacto que la presencia del líquido tiene sobre el bienestar de todos los miembros de la sociedad, cuando el bienestar individual tiene una ponderación distinta, y está en función de algunas características particulares consideradas relevantes.(Azqueta, 2001)

⁸³ Imagen tomada de la página de <http://www.plan.org.co/data/editorfile/image/untitled3.jpg>, el día 6 de Mayo del 2009

3.5.7.3 ECONÓMICO

El impacto que tiene en la economía a las familias afectadas por la falta del recurso hídrico es muy severo, ya que las personas que no cuentan con el suministro de agua potable entubada se tiene que hacer mediante la petición de pipas, en algunos casos estas no se dan abasto y los vecinos tienen que comprar las pipas con agua, según reportan algunos vecinos cada pipa con diez m³ tiene un costo de 975⁸⁴ pesos, ya que necesitan que estas cuenten con una bomba con suficiente potencia para llenar los tinacos y tanques elevados, en el caso de las colonias en las que se llega a contar con cisternas, el costo de las pipas es un poco más barato, pero hay que utilizar una bomba centrífuga para llevarla a los tinacos, incrementando con esto su recibo de energía eléctrica, y no solo eso sino que también al Municipio le genera incrementos en el costo de la distribución por este medio, que en principio el servicio de pipas es gratuito pero insuficiente, esta agua no es de calidad por lo que las familias deben comprar agua purificada para beber y cocinar, de igual manera aumentando sus costos sin fundamento alguno, ya que el estado, el agua que proporciona debiese ser potable⁸⁵ sin importar el medio de distribución. (Azqueta, 2001)

La **rentabilidad económica**: hace referencia al impacto que el recurso en cuestión, en el desempeño de sus distintas funciones, tiene sobre el bienestar de la sociedad como un todo, cuando en la función de bienestar social que recoge estas modificaciones, todas las personas tienen la misma consideración. La rentabilidad económica trasciende la rentabilidad financiera porque incluye todas las externalidades que la presencia del recurso genera sobre los agentes económicos distintos de su propietario.

-La **rentabilidad financiera**: es aquella que se manifiesta como un flujo de caja positivo (o la reducción de un flujo de caja negativo), en favor del propietario del recurso que la genera, o de la persona que tiene reconocido el derecho a su uso y disfrute. (Azqueta, 2001)

Según Barzeb (S.F.) El valor del agua se mide a través de los costos incurridos en el proceso productivo y de mantenimiento y se puede desagregar de la siguiente forma:

- Valor de los costos de captación de agua.
- Valor de los costos de protección de la cuenca.
- Valor de los costos de restauración de ecosistemas.
- Valor de los costos administrativos y de operación.

⁸⁴ Información basada en el diario electrónico con dirección <http://impreso.milenio.com/Toluca/2009/04/10/>.

⁸⁵ Se denomina agua potable, al agua que es apta para ser bebida y puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer alguna enfermedad. También se dice que es el agua que ha sido tratada para su consumo por el humano cumpliendo con las normas de calidad que dicta el Estado.

- Valor del agua como insumo de la producción.

3.5.7.4 AMBIENTALES

Los impactos ambientales son muy severos y variados, además se extrapolan a zonas aledañas o bien a regiones enteras como es el caso del sistema Cutzamala, el cual ha sido sobre explorado para abastecer a esta y a otras zonas del País, afectando los ecosistemas de este río, a las personas que dependían directamente de este, además de los pozos y mantos freáticos que en la actualidad muchos de ellos ya han sido abatidos y no se han recuperado, esto trae consecuencias de sobre explotación de las zonas aledañas.

La exagerada expansión de la mancha urbana hacia los terrenos localizados en la periferia, han ido cambiando su denominación de uso de suelo, de ser preponderantemente agrícola a ser uso de suelo habitacional o bien comercial, por las presiones de la inminente urbanización y ante la perspectiva de que es mucho mejor remunerada la especulación y venta de la tierra para fines urbanos, que el hecho de mantenerla activa en ciclos productivos que cada vez son menos rentables, esto ha producido que no solo la productividad se vea afectada, sino la explotación de los recursos hídricos de estas zonas, trayendo consigo la desecación de los mantos freáticos, creando una capa impermeable que dificulta y minimiza la recarga de estos mantos, esto sin mencionar la deforestación producida para el fin de la urbanización, lo cual como se ha mencionado en el subcapítulo de disponibilidad de agua tiene afectaciones directamente sobre la cantidad de agua precipitada, además de la pérdida de áreas naturales junto con su biota⁸⁶, creando un desequilibrio no solo ecológico si no también climático trayendo consecuencias graves para algunas especies que no son capaces de adaptarse a las nuevas condiciones provocando su extinción.

Al sobre explotar los mantos freáticos como ya se ha mencionado se compactan los suelos, lo que trae consigo la creación de una capa impermeable, pero no solo eso, si no que dependiendo del tipo de suelo puede acarrear problemas de hundimiento y desequilibrios estructurales en las construcciones, además de las graves afectaciones a los ecosistemas, que son reguladores de los microclimas, provocando con ello desequilibrios y alteraciones en las zonas de confort.

⁸⁶ Por biota debe entenderse a los seis reinos en los que se clasifica la vida, así como las relaciones que exhiben estas en un ecosistema dado.

**CAPITULO 4 PROPUESTAS PARA REVERTIR LOS IMPACTOS NEGATIVOS,
PRODUCIDOS POR EL DESABASTO DE AGUA POTABLE.**

En este capítulo se presentan algunas propuestas para revertir o bien mitigar los impactos negativos producidos por la falta del vital líquido, siendo estas propuestas las que se consideraron de mayor factibilidad, así como también por la necesidad de atender otros aspectos urbanos, que si bien no están estrechamente relacionados con el abasto de agua potable, el ocuparse de estos es una manera de disminuir el costo y acrecentar el beneficio, tal es el caso de las vialidades que están muy deterioradas y necesitan un encarpetamiento, pero antes de que se realice este bien, se podrían realizar las obras de hidráulicas necesarias para implementar las propuestas que se describirán a subsecuentemente.

Un factor que resulta determinante para la viabilidad las propuestas es el análisis a corto, mediano y largo plazo del comportamiento de diversas variables, como es el caso de la población, es decir el crecimiento poblacional en estos plazos. Este es la primera variable que se analizara, después, se determinará la dotación necesaria del vital líquido, así como un análisis de la red actual, proponiendo sistemas de captación en diversas superficies para determinar la cantidad del recurso que se podría captar y por su puesto aprovechar en beneficio de la ciudadanía.

4.1 PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y TERRITORIAL

La proyección demográfica se realizó con datos del SCINCE, se ha proyectado un crecimiento a corto, mediano y largo plazo, calculando para tal fin la población que debiese existir en dicha zona de estudio, haciendo las siguientes consideraciones, la existencia de territorio para la expansión de estos futuros habitantes, así como la suposición de que la tasa de crecimiento permanece constante en 1.67 por ciento.

Tabla 9 Crecimiento demográfico calculado

Plazo	Año	Población total en la zona de estudio	Crecimiento Neto de número de Habitantes
Referencia	2000	58010	Población de referencia ⁸⁷
Actual	2009	67335	9325
Corto	2013	71946	4612
Mediano	2023	84906	12959
Largo	2033	100200	15294

⁸⁷ Datos obtenidos del Sincé del 2000, tomando en cuenta a la población únicamente de las AGEBS, que se encuentran en la zona de estudio.

De la tabla anterior se tiene que a corto plazo el incremento de habitantes será de 4612 o bien de 1,153 familias⁸⁸, a mediano plazo el incremento sería de 12,959 habitantes ó 3240 familias y a largo plazo el incremento de la población neta sería de 15,294 un aproximado de 3,824 familias, a las que se debería dotar de servicios y obviamente entre estos se incluye el agua potable.

4.2 DEMANDA ACTUAL, A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

La demanda de agua es un factor decisivo en la toma de decisiones que tienen que ver con el suministro, en el cual un parámetro importante es el gasto de diseño, para realizar el análisis se debe hacer una prospección a corto, mediano y largo plazo, precisamente para tener un cálculo aproximado de la demanda de agua en los plazos ya mencionados.

4.2.1 GASTO DE DISEÑO

Para la dotación y el diseño del sistema se toman en cuenta algunos parámetros como son el gasto medio diario (QMD), el gasto Máximo diario (Qmd), el gasto máximo horario (Qmh).

$$QMedD = \#Habitantes * Dotación \frac{L}{hab * día} * \frac{día}{86400s} = \frac{L}{s}$$

$$QMaxD = QMD * CVD = \frac{L}{s}$$

$$QMaxH = CV_{Horaria} * QMaxD = \frac{L}{s}$$

$$Dotación\ necesaria = Dotación\ por\ habitante(150) \frac{L}{Día} * \# de\ habitantes * \frac{Día}{86400s} = \frac{L}{s}$$

CVD= Coeficiente de Variación Diaria = 1.40

CVH = Coeficiente de Variación Horaria = 1.55

⁸⁸Recuérdese de capítulos anteriores se estableció que en la zona de estudio se tomaran familias de 4 integrantes, ya que según el SINCE, en dicha área la mayor parte tiene esta ocupación.

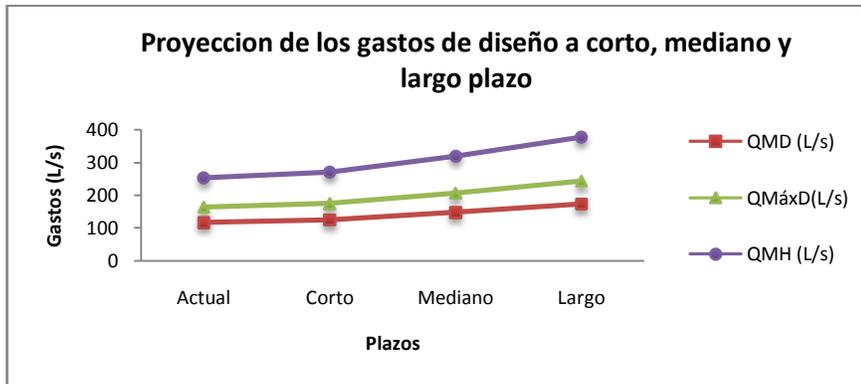
Donde los coeficientes y la dotación se han manejado según parámetros de la comisión nacional del agua para zonas urbanas.

Tabla 10 Gastos calculados para el corto, mediano y largo plazo

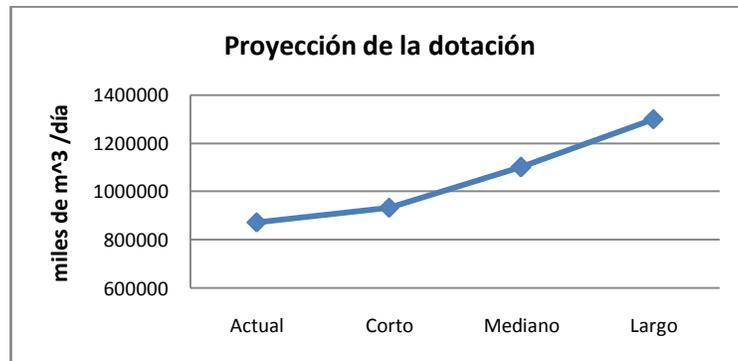
Plazo	Actual	Corto	Mediano	Largo
# Habitantes	67,334.60	71,946.48	84,905.89	100,199.61
QMD (L/s)	116.90	124.91	147.41	173.96
QMáxD(L/s)	163.66	174.87	206.37	243.54
QMH (L/s)	253.67	271.05	319.87	377.49
Dotación (L/s)	10,100,189.84	10,791,972.52	12,735,883.17	15,029,941.90

Es claro que de seguir la tasa de crecimiento la infraestructura hidráulica actual no será suficiente, por lo que se tendrán que hacer ajustes a la actual red de abastecimiento, tanto en diámetros, materiales y por supuesto en redes.

Gráfica 12 Proyección de los gastos de diseño⁸⁹



Gráfica 13 Proyección de la dotación⁹⁰



⁸⁹ Elaboración propia

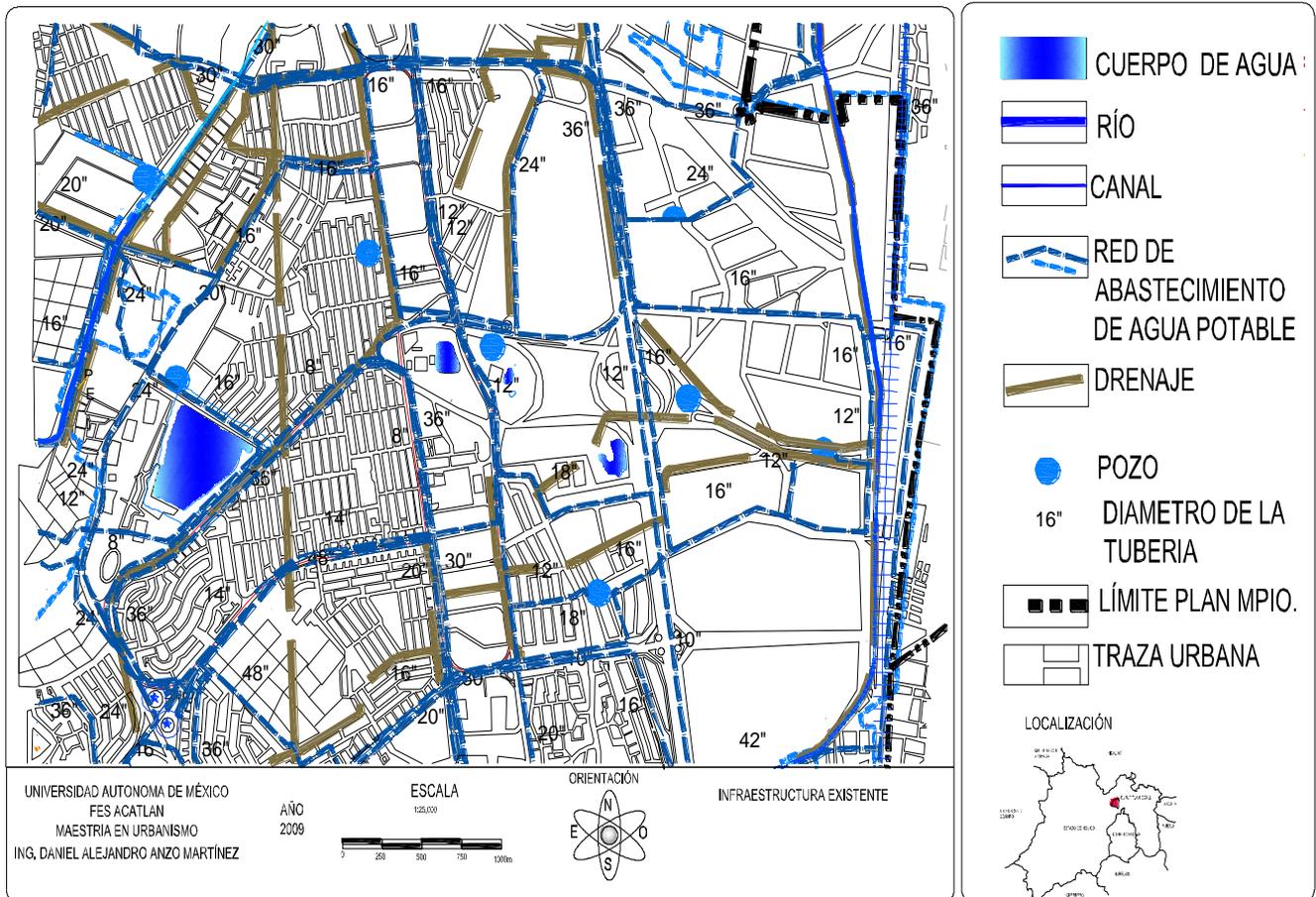
⁹⁰ Elaboración propia

Como se puede observar en las gráficas anteriores, la proyección a corto mediano y largo plazo se verá rebasada por mucho a la existente, estas proyecciones se realizaron considerando una tasa de crecimiento poblacional constante y un consumo constante, por lo que sería recomendable limitar el crecimiento urbano y cambiar los hábitos de consumo, con la finalidad de reducir esta dotación proyectada.

4.3 PROPUESTA PARA EL ABASTO DE AGUA SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS

4.3.1 RED ACTUAL

Ilustración 19 Infraestructura sanitaria y de agua potable actual de la zona de estudio⁹¹



⁹¹ Elaboración propia con datos del plan de desarrollo municipal 2006-2009

4.3.2 SISTEMA DE CAPTACIÓN EN AZOTEAS

Una superficie que es apta para captar el agua proveniente de la lluvia son las azoteas y los techos de edificios, casas, centros comerciales, etc. De forma general no se requiere de instalaciones especiales, salvo para la conducción, almacenamiento, tratamiento para potabilizar el agua y hacerla apta para el consumo humano, en el área de estudio se cuenta con los antes mencionados, ya que según el plan de desarrollo municipal se tiene un uso de suelo mixto, aun que predomina el de servicios y el comercial, una sola zona de habitacional

Ilustración 20 Muestra los componentes básicos, de un sistema de captación, para techos, y azoteas.⁹²



De manera genérica, un sistema con estas características son tres los elementos básicos con los que debe contar:

⁹² Elaboración propia

1. El techo o azotea: debe ser una superficie plana, de un material que permita el deslizamiento del agua precipitada, es decir que el factor de rugosidad sea pequeño. Otra característica que es de gran utilidad es que las pendientes de los techos o azoteas no sea demasiado grande ya que esto ocasiona un incremento en la energía cinética del fluido provocando una aceleración del mismo, lo cual puede provocar, saltos hidráulicos, desbordamiento en las canaletas y un desgaste prematuro de las antes mencionadas. Es recomendable que se les dé un mantenimiento muy simple para evitar que el agua recolectada cuente con demasiados sólidos.
2. Las canaletas: deben ser de un material, ligero pero resistente a la deformación, resistentes a la oxidación, tienen que ser calculados con los caudales máximos esperados, para evitar desbordamientos y con esto evitar pérdidas del fluido a captar, unos materiales que suelen ser muy utilizados son las canaletas de PVC⁹³, de aluminio y lamina galvanizada.
3. La cisterna: esta se debe diseñar con los parámetros máximos, con un periodo de retorno de mínimo 30 años, o bien, en lugar de cisternas pueden estos, estar conectados al drenaje pluvial directamente para su posterior tratamiento.

La precipitación pluvial se mide en mm de agua, lo que quiere decir que en una superficie plana se crearía una lámina de agua de ese espesor, para calcular el volumen por metro cuadrado, cuando se precipita un milímetro de lluvia sobre dicha área unitaria se tiene que:

$$1.0 \text{ mm/m}^2 = 1.0\text{L /m}^2$$

Lo cual significa que se puede captar un litro de agua por cada milímetro de lluvia que se precipite en un área de un metro cuadrado.

Lo anterior implica que, para determinar la cantidad de lluvia que se puede recolectar en una superficie dada y conocida la precipitación, solo debe realizarse una multiplicación del área conocida en metros cuadrados por el valor de la precipitación en milímetros, de tal forma que el resultado de esta operación aritmética es el volumen del agua captada, en litros.

Para hacer un análisis más certero es necesario tomar en cuenta algunas pérdidas como son la evaporación y la filtración para obtener un coeficiente de escorrentía, según el Dr. Pürschel Wolfgang⁹⁴, este coeficiente de escorrentía es $\psi = 1 - (\psi_1 + \psi_2)$

⁹³ PVC. PoliCloruro de Vinilo

⁹⁴ Wolfgang Pürschel, La captación y el almacenamiento del agua potable, Ed. URMO Bilbao España, pág. 33

Donde ψ_1 es el coeficiente de evaporación el cual se debe tomar un valor de 0.2 hasta 0.3 en climas templados y poco ventosos, para el análisis se tomara un valor promedio de los propuestos por el Dr. Pürschel de 0.25.

Y donde ψ_2 es el coeficiente de filtración que es un valor de 0.05 en tejados y superficies soleadas, debido a que en la zona de estudio no se encuentran tejados este valor se tomara como un medio del propuesto por el doctor Pürschel Wolfgang.

$$\text{Teniendo entonces que } \psi = 1 - \left(0.25 + \frac{1}{2} * 0.05\right) = 0.725$$

Además el Dr. Pürschel Wolfgang proporciona una fórmula para el total del agua que puede o debe ser captada la cual se expone a continuación $Q = A * N * \psi$

Donde **Q** es la cantidad anual de agua a captarse (Litros), **A** es el área o superficie de captación (m^2), **N** es la precipitación anual (L/m^2) y ψ es el coeficiente de escorrentía.

Como la precipitación no es constante a lo largo del año (véase la gráfica siete, en el capítulo tres), donde se sabe que la mayor precipitación ocurre solo en cuatro meses, los cuales son en Junio, Julio, Agosto y Septiembre, de toda la precipitación presente a lo largo de un año en estos cuatro meses se efectúa el 76.37 por ciento (517.33 mm), mientras que la precipitación acumulada a lo largo del año es de 677.38 mm.

Se tiene que por cada metro cuadrado de superficie se obtendría una captación de:

$$(1m^2) \times 677.38mm = 677.38L \text{ o lo que seria lo mismo } 0.67738m^3$$

Pero aplicando el coeficiente de escorrentía se tiene un volumen de 491.10 L/m^2 o bien 0.4911 m^3 , este volumen es el que se podría captar por cada metro cuadrado de superficie disponible para tal fin en azoteas.

Tomando un consumo diario de 150 L/día **por cada metro cuadrado de esta superficie se podría abastecer a 3.2 personas durante todo el año, es decir que por cada cuatro metros cuadrados de superficie disponible el agua captada podría abastecer a tres familias nucleares⁹⁵ durante todo un año.**

4.3.3 SISTEMA DE CAPTACIÓN EN VIALIDADES

⁹⁵ Debe entenderse como familia nuclear a una familia formada por los dos padres y dos hijos, es decir un grupo de cuatro individuos.

Antes se ha mencionado que es posible utilizar las vialidades como medio colector, además se ha hecho un análisis detallado de las vialidades del centro de C.I. (se muestran en la ilustración veinte uno y veinticuatro, del presente capítulo), las cuales se encuentran resaltadas con líneas rojas, para delimitar el área en la cual se centran las propuestas y las recomendaciones de esta investigación.

Del análisis realizado se detectó un deterioro importante en estas vialidades, aproximadamente un ochenta por ciento de las vialidades presentan alguna afectación, dicha problemática se determinó mediante visitas al área de estudio corroborando de manera visual estas afectaciones. Es imperante realizar un re-encarpetamiento de estas, de igual manera resulta benéfica esta situación para aprovechar el hecho de no tener que afectar las vialidades con obras civiles necesarias para el fin propuesto, que es utilizar estas vialidades como medios de captación de agua pluvial, implementando para esto un drenaje pluvial con capacidad suficiente para el agua precipitada y además del agua que por escorrentía se pudiese captar en estas, esta agua realmente no requeriría de un tratamiento excesivo para poderla disponer como potable.

La topografía de esta zona es un factor importante, ya que existen depresiones topográficas, las cuales se pueden aprovechar para instalar cárcamos de bombeo y por supuesto la planta potabilizadora la cual se analizara más adelante, y obviamente los tanques de almacenamiento.

Todo esto con el fin de disponer y aprovechar esta agua que se sabe que es relativamente de buena calidad, al no contar con contaminantes peligrosos, al no contener un exceso de materia orgánica y por su puesto se estima que está libre de metales pesados por el ciclo hidrológico, y que absurdamente se desperdicia temporada tras temporada de lluvias y que además es mezclada con las aguas negras, grises e industriales de todo el Municipio, y parte de otros Municipios así como del D.F. dificultando su tratamiento y desaprovechando su potencialidad.

Ilustración 21 plano del sitio de estudio⁹⁶.



En las siguientes fotografías se puede observar el daño que tiene la infraestructura vial actual, en las cuales es fácil distinguir que es imperativo realizar un cambio completo de estas carpetas y no solo realizar parches que no funcionan, ya que estos se desprenden con la acción de rozamiento de los vehículos además del efecto abrasivo producido por el agua y polvo, así como por el arrastre de parte del encarpetamiento aledaño a este, esto trae graves implicaciones a las personas que circulan en sus vehículos por estas vialidades, que van, desde disminuir las velocidades hasta problemas de salud y por supuesto económicos al afectar directamente los vehículos, esta es solo una muestra de la incorporación a la avenida Dr. Jiménez Cantú, en la colonia San Isidro, presentando un bache de quince cm de profundidad y un diámetro ochenta y cinco cm, lo cual genera invasiones al carril del sentido contrario.

⁹⁶ Elaboración propia, basado en datos del plan de desarrollo Municipal de C.I

Ilustración 22 Arriba a la izquierda se observa de la Avenida Jiménez Cantú, en la parte superior derecha la Ave. 1° de Mayo, y abajo a la derecha se ve una incorporación a la Ave. 1° de Mayo⁹⁷



Ilustración 23 Deterioro de las vialidades en la Colonia Lomas de Cuautitlan⁹⁸



Como se ha mencionado en párrafos anteriores, no existe una relación directa entre el mal estado de las vialidades y el hecho de su captación, sin embargo es importante hacer mención de esto, por el simple hecho que tarde o temprano estas vialidades deberán de ser re-encarpetadas afectado a los usuarios de las mismas, y se aprovecha este encarpetamiento, para realizar las obras de ingeniería hidráulica, se estarían reduciendo

⁹⁷ Fuente propia, tomadas el día 12 / 04 / 09

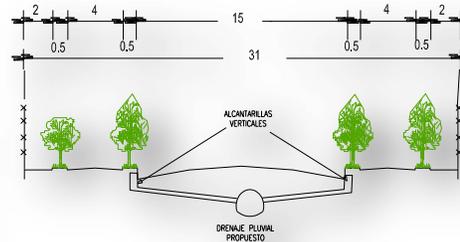
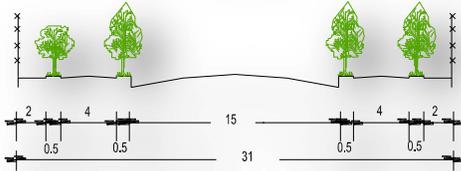
⁹⁸ Fuente propia, tomadas el día 12 / 04 / 09

a la mitad las afectaciones a los usuarios, al no tener que efectuar trabajos duplicados (encarpetamiento y después volver a levantar la carpeta asfáltica para realizar las obras de ingeniería hidráulica)

Ilustración 24 Cortes de sección de las avenidas de la propuesta⁹⁹

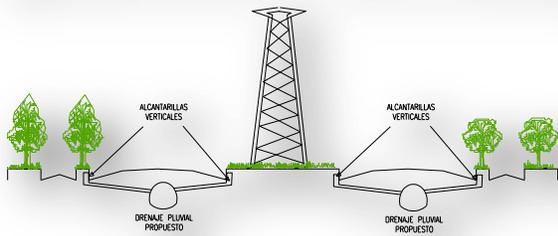
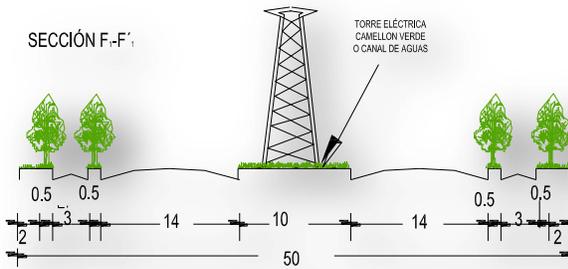
AVENIDAS: Dr. JIMENEZ CANTU Y 1° DE MAYO

SECCIÓN H-H'

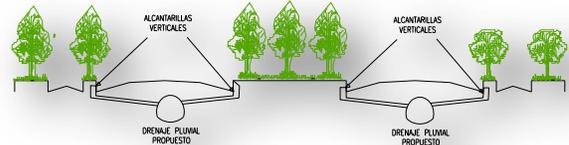
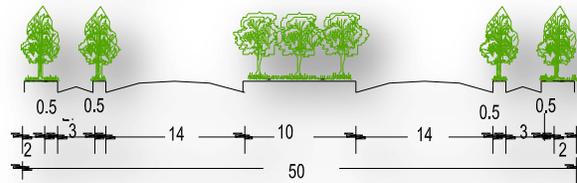


AVENIDA: CONSTITUCIÓN

SECCIÓN F-F'

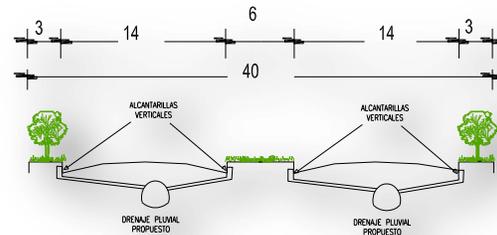
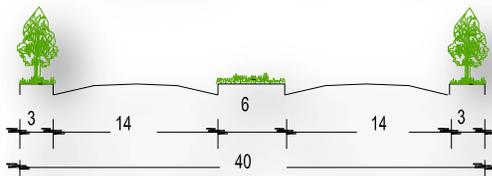


SECCIÓN F-F'



AVENIDA: TEOTIHUACAN

SECCIÓN G-G'



⁹⁹ Elaboración propia, con datos del plan de desarrollo de C.I.

Dados estos cortes de sección y la longitud de las avenidas se puede determinar, el área de captación de agua pluvial por las vialidades, además sabiendo la precipitación anual promedio, y el coeficiente de escorrentía previamente calculado, es posible realizar un cálculo del agua que se captaría.

Tabla 11 Cálculo del área de captación

Avenidas	longitud (m)	Ancho por sentido (m)	Área de captación (m ²)	Área total de captación (m ²)
Ave. Constitución	2043.9	14	57229.2	209,728.63
Ave. Teotihuacán	2181.91	14	61093.48	
Ave. 1° de Mayo	3196.35	15	47945.25	
Ave. Dr. Jiménez	2897.38	15	43460.7	

Cantidad de lluvia máxima

Las tormentas extremadamente fuertes, son raras pero pueden suceder en intervalos de periodos de 5 a 10 años.

Pero además las podemos clasificar en:

- 1.- Tormentas ordinarias: Ocurre una vez en 5 a 10 años
- 2.- Tormenta extraordinaria: Ocurre una vez en 10 a 25 años
- 3.- Tormenta rara o extraordinariamente rara.¹⁰⁰: Ocurre una vez en 50 a 100 años.

Conociendo lo anterior y recordando que por cada metro cuadrado de superficie de captación esta sería de 0.4911 m³ o bien 491.1L/m², con el factor de perdidas por evaporación y filtraciones.

$$(491L/m^2) \times 209,728.63m^2 = 102,997,730.193L$$

Expresando esta cantidad en m³ que es lo usual se tiene que son 102,997.73 m³.

Tomando un consumo per cápita de 150 L/día, y tomando un periodo de dosificación los 365 días, aplicando la formula anterior se tiene que el agua recolectada **serviría para abastecer a 1881 personas a lo largo del año, es decir se estaría abasteciendo a 470 familias nucleares, lo que representa aproximadamente el 2.79% del total de la población en el área de estudio**, si bien es cierto

¹⁰⁰Una tormenta catalogada como extremadamente rara que ocurre una vez en 100 años, tiene la posibilidad que esta se repita y que aun las tormentas cada 100 años se excedan algunas veces también cuando cae una tormenta extraordinaria y que otra tormenta de magnitud similar pueda caer en cualquier momento, aunque es poco probable que esto suceda en un futuro inmediato.

que no es una gran cantidad de agua, pero sumando algunas otras estrategias este porcentaje se elevaría de manera considerable.

4.3.4 SISTEMA DE CAPTACIÓN EN ESTACIONAMIENTOS

Otro medio de posible captación son los estacionamientos, que se encuentran también gravemente afectados por baches, resquebrajamiento y grietas en la superficie de los mismos, estos resultan superficies ideales de captación, por sus características topográficas, y de materiales, además de que la mayoría de estos tienen pendientes propicias para estos sistemas, en la zona de estudio se contabilizan doce estacionamientos con superficies potenciales por sus áreas, dentro de estos se toman en cuenta, estacionamientos de centros comerciales así como de edificios públicos y de escuelas.

Ilustración 25 Deterioro del estacionamiento de OPERAGUA¹⁰¹



Ilustración 26 Estacionamiento público, de OPERAGUA¹⁰².



¹⁰¹ Fuente propia, tomadas el día 12 / 04 / 09

¹⁰² Aerofoto Adquirida con el Software GoogleErth

Ilustración 27 Estacionamientos de Tránsito, Palacio Municipal, del actual Jardín Botánico y el área inundable¹⁰³



Tabla 12 Estacionamientos con posibilidades altas de captación por sus áreas

Núm.	Estacionamiento	Área (m ²)	Área Total (m ²)
1	San Judas Tadeo	12,844	170,483.5
2	Soriana	36,925	
3	León Tolstoi	7,078	
4	OPERAGUA	5,600	
5	P. Municipal	21,466	
6	Tránsito	8,364	
7	Suburbia, Bodega Aurora	13,931.5	
8	Gasolinera	13,172	
9	SHCP	2,747	
10	Comercial Mexicana	10,281	
11	Mega Comercial	23,391	
12	Sams Club	14,684	

Siguiendo la metodología que se utilizó en el cálculo anterior para las vialidades y sabiendo que el promedio de la precipitación pluvial en el municipio es de 677.38 mm

$$(170,483.5m^2) \times 491.10 \frac{L}{m^2} = 83,724,446.85L$$

¹⁰³Aerofoto adquirida con el software Google Earth

Si expresamos este resultado en metros cúbicos, 83,724.44 m³

Tomando un consumo per cápita de 150 L/día, y tomando una dosificación los 365 días el agua recolectada en los estacionamientos **serviría para abastecer a 1,529 personas a lo largo del año, lo que representa aproximadamente el 2.27% del total de la población del área de estudio.**

A hora bien si se considera a una familia nuclear o también llamada familia elemental con dos hijos, sin considerar familias extendidas, **se podría satisfacer las necesidades de agua diaria a 382 familias.**

4.4 PROPUESTA DE LA UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL ALMACENAMIENTO.

Es verdad que no basta con captar el agua, se requiere además de un lugar para almacenarla, potabilizarla y distribuirla, en el análisis previo (solo tomando en cuenta los estacionamientos y las vialidades estudiadas) el volumen que se recolectaría es de aproximadamente 186,722.36 m³ a lo largo del año, resulta incosteable el crear un depósito para almacenar tal cantidad agua, de tal forma que conviene hacer uso de algunas suposiciones y veracidades, como por ejemplo el hecho que a lo largo del año la precipitación no es constante, sino que tiene fluctuaciones, siendo el mes con más precipitación Julio (136.24 mm) y el mes con menos precipitación Enero (5.73mm).

Sabiendo que en el periodo de Junio a Septiembre cae el 76.37% de la precipitación total del año, este valor servirá como parámetro de diseño para poder aproximarlas dimensiones de los depósitos de abastecimiento y obviamente de su tratamiento, de tal forma que el volumen a almacenar calculado para este periodo es de 142,603.97 m³, en un tiempo de cuatro meses, y la temporada de estiaje es de Noviembre a Marzo con una precipitación media de estos meses de 7.402 mm, y aplicando el factor de escorrentía calculado previamente la precipitación a captar seria de 5.366L/m².

El agua potable requerida para abastecer a la zona de estudio resulta ser mucho mayor a la que se puede obtener por los sistemas de captación propuestos (en estacionamientos y vialidades propuestas), sin embargo, es un medio para coadyuvar a la carencia de este vital líquido.

La cisterna es el depósito final en el cual se almacena el agua captada de la lluvia después de haber sido sedimentada y filtrada, la capacidad de la cisterna está en función del consumo de agua y el número de personas que serán abastecidas por el sistema, además de la precipitación media anual y obviamente de la duración del periodo de estiaje.

Como ya se ha mencionado antes, uno de los problemas del abastecimiento de agua es precisamente la sobre explotación de los pozos, por lo tanto una medida para rehabilitar los pozos es precisamente el realizar una recarga de estos que no hayan sido abatidos, ya que según estudios del Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OAPAS) de Naucalpan de Juárez, un pozo abatido no puede ser recargado de manera artificial

Las dimensiones de un sistema de almacenaje para el volumen calculado, representa un costo sumamente alto, por lo que se propone, la rehabilitación de dos pozos, que están cercanos al área donde se propone la instalación del tanque de almacenamiento, estos pozos en la actualidad ya han sido sobre explotados sin llegar a su abatimiento, al no contar con un área disponible para la recarga natural, se propone una recarga artificial, además de que con la recarga de estos pozos, se estabilizaría el suelo, y se biofiltraría de una manera natural, se eliminaría una costosa planta de potabilización, con la recarga de estos pozos el volumen a almacenar sería menor, bajando los costos y aumentando el beneficio.

La localización de los pozos propuestos se tomaron del plan municipal de desarrollo, además de visitas a los mismos, el gasto promedio de extracción es tomado de datos del organismo operador del recurso (OPERAGUA).

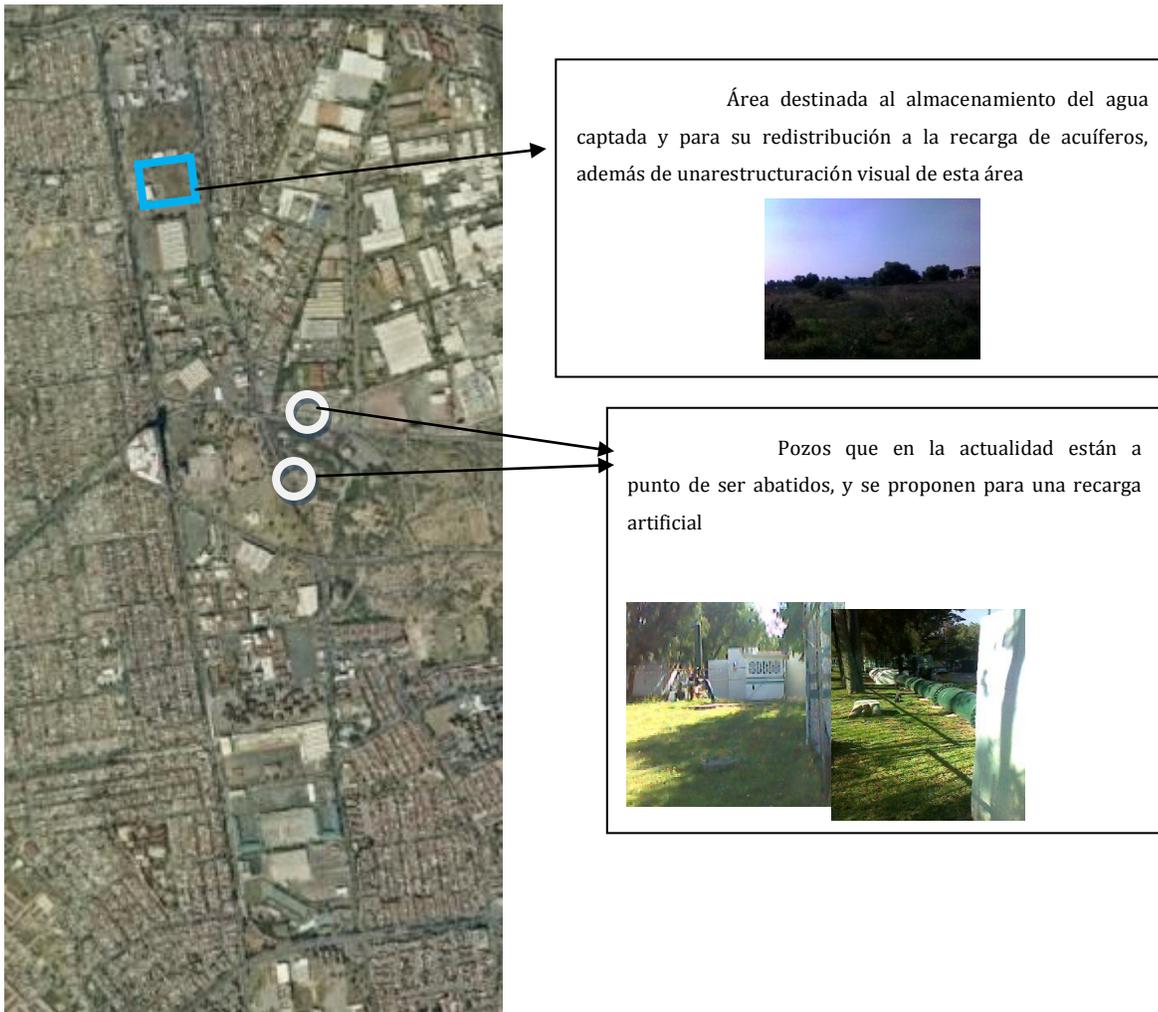
Ilustración 28 Pozo de extracción para ser rehabilitado¹⁰⁴



¹⁰⁴ Fuente propia, tomada el día 4/dic/2010

La localización de estos pozos se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 29 Pozos propuestos para recarga artificial¹⁰⁵



Dado que la recarga artificial de los mantos freáticos resulta ser más viable como se mencionó en capítulos anteriores por los recursos financieros que se necesitan, además de los impactos favorables que estas recargas tienen, como por ejemplo la estabilización del suelo y otros factores del índole de sustentabilidad del recurso hídrico es por eso que es la opción que se escogió, por sus impactos benéficos, costos y sustentabilidad.

El pozo llamado Industrial III y el de la Planta de rebombeo sistema Atlamica, se deberá recargar mediante bombes del agua captada.

¹⁰⁵ Elaboración propia

Como se ha explicado en capítulos anteriores las recargas no se lleva acabo de un día para otro, estos periodos pueden durar varios meses antes de que el agua recargada pueda volver a ser extraída para su uso y aprovechamiento de las instalaciones de infraestructura con las que se cuentan.

La capacidad de extracción de los pozos es de dieciséis L/s, según datos del organismo operador (OPERAGUA), pero la infiltración no se lleva a cabo con ese ritmo, es por eso que la infiltración para ambos pozos, es de aproximadamente ocho L/s, si la recarga es efectuada por bombeo, según cálculos realizados con datos obtenidos del marco teórico apartado 2.6. El hecho de que el agua sea infiltrada nuevamente implica una filtración doble, mejorando la calidad del agua, resultando en un contenido de sólidos suspendidos y volátiles en menor cantidad, y obviamente esto se traduce a un aumento en la calidad del líquido captado y distribuido.

Las obras de almacenamiento conllevaran a utilizar un espacio que en la actualidad esta desaprovechado, este terreno se eligió por varias características que presenta, la primera de ellas es que es el terreno disponible más bajo de nivel, lo que disminuye los costos de bombeo, el tipo de suelo que presenta es Feozem con aluvial, lo cual facilita la remoción de tierra para las obras de ingeniería necesarias para los tanques de almacenamiento, reduce las obras de conducción al utilizar la gravedad, **está situado en un lugar céntrico, por lo que se tendrá que ver favorecido en cuanto al impacto visual generado**, siendo esta área la propuesta de un hito, con diferentes actividades para la comunidad y que además sirva como área de almacenamiento para el agua captada y después esta será infiltrada por bombes hacia los pozos previamente mencionados.

Ilustración 30 Área destinada al almacenamiento del agua captada.¹⁰⁶



¹⁰⁶ Aerofoto Adquirida con el Software GoogleErth, y editada

Ya que se han calculado las velocidades de infiltración¹⁰⁷ de los pozos el agua a almacenar se calcula para los meses con mayor precipitación de Julio a Agosto, teniéndose un superávit en estos meses de 10,151 m³ de agua a almacenar por lo que la capacidad de dichos tanque debe ser de cuando menos 11,000 m³, para los casos donde las lluvias sean extremas.

Los tanques de almacenamiento se proponen de forma cilíndrica, con dos galerías cuyas dimensiones serian aproximadamente de:

Diámetro de 30.4 metros y una altura de 7 m, los cuales estarían encerrados, para aprovechar el área, y disminuir los riesgos de fractura de los tanques.

4.5 IMPACTO VISUAL PROPUESTO EN EL ESPACIO URBANO

El tipo ideal de espacio público moderno, está asociado a ciertas formas de organización del espacio urbano propias de las ciudades occidentales, de estas se pueden distinguir principalmente cinco, las dos primeras que podríamos definir como espacios centrales¹⁰⁸, las terceras como los barrios o unidades equivalentes¹⁰⁹, la cuarta modalidad la constituyen los nodos de circulación y transporte¹¹⁰ y por ultimo y la que es de mayor interés para este proyecto es la de los grandes equipamientos públicos destinados a la recreación, particularmente los grandes parques urbanos, que suelen estar más concurridos los fines de semana y que permiten combinar el paseo con diversas actividades recreativas. (Emilio Duhau, 2008), y dada la importancia que tienen estos espacios públicos no solo por su papel urbano, si no por la sensación de pertenencia al sitio y en muchos casos como hitos, es por esta razón que resulta de suma importancia que estos espacios sean del agrado de los habitantes y usuarios a los mismos.

Los habitantes urbanos establecemos vínculos con partes de la ciudad además de con su imagen, está embebida de recuerdos y significados. No estamos limitados como solo espectadores sino que también interactuamos y compartimos el escenario urbano con todos los demás elementos bióticos y abióticos pertenecientes a una urbe. Nuestra percepción del medio ambiente no es continua, sino más bien es parcial y

¹⁰⁷ A partir de datos de experiencias en otros países se ha realizado el cálculo de los 8L/s como caudal de infiltración

¹⁰⁸ Basicamente en dos modalidades, una configurada por los centros antiguos, históricos o tradicionales, y la otra de las centralidades secundarias, y con grados menores de especialización, como comercios y servicios de proximidad

¹⁰⁹ Estas al mismo tiempo que constituyen una unidad residencial, proporcionan en muchos casos una oferta comercial y recreativa básica.

¹¹⁰ Como por ejemplo las estaciones ferroviarias, de metro autobuses que combinan y hacen posibles los flujos y desplazamientos de poblaciones a diferentes escalas.

fragmentaria. Prácticamente todos los sentidos entran en acción y la imagen urbana percibida por cada individuo es realmente una combinación de todos ellos.(Kevin Lynch, 1959)

Si planteamos la legibilidad de la ciudad o bien del espacio urbano debemos entender que es una cualidad visual específica, es decir, es la facilidad con que pueden reconocerse y organizarse sus elementos en una ruta coherente, de tal forma podríamos afirmar que una ciudad legible hace que sus distintos sitios sobresalientes también llamadas sendas, que sean fácilmente identificables(Kevin Lynch, 1959), este es el objetivo principal de esta regeneración propuesta, el que sea fácilmente identificable y se asuma como parte de la ciudad existente.

El impacto visual, es un factor de suma importancia en el proyecto propuesto, ya que el área destinada para el almacenamiento se encuentra prácticamente en el centro de todas las actividades comerciales y administrativas del Municipio, por lo que es necesario minimizar el impacto visual de las obras, mediante una regeneración integral del área destinada para tal fin.

De tal forma que una imagen está conformada por la sensación inmediata, mas el recuerdo de experiencias anteriores, esta es la idea principal que sirve para interpretar y generar una imagen nítida, y que resulte permanente en los habitantes urbanos beneficiados por esta restructuración, organizando las actividades deportivas, familiares, y por supuesto las creencias y/o el conocimiento, ya que estos son la base para el desarrollo individual, al generar esta restructuración se pretende crear en los habitantes urbanos una imagen ambiental eficaz, proporcionado así una fuerte sensación de seguridad y pertenencia al sitio en cuestión que va a ser regenerado. (Kevin Lynch, 1959)

Esta regeneración deberá incluir áreas verdes para mitigar los impactos ocasionados por actividades antropogenicas, como son el ruido y contaminación atmosférica, además de que incluiría áreas para practicar deportes, áreas de convivencia familiar y explanadas para exposiciones artísticas.

La imagen ambiental que se quiere lograr es el resultado de un proceso bilateral entre observador y usuario y obviamente el medio ambiente. De tal forma que la imagen de la regeneración estaría determinada por los diferentes observadores, ya que cada individuo crea y lleva su propia imagen idealizada o bien creada, pero deben existir coincidencias fundamentales entre los miembros de dicho grupo o bien de las áreas que se verían directamente favorecidas con esta iniciativa y esto es lo que le daría identidad y una imagen colectiva de convivencia y aprovechamiento del área destinada a los tanques de captación del agua pluvial.

El predio en cuestión consta de un área aproximada de 29,006 m², el cual se encuentra en la actualidad sumamente descuidado y abandonado como se muestra en las siguientes fotografías, por lo que

resultaría una buena ocasión para regenerar y rescatar este espacio, convertirlo como ya se ha mencionado en párrafos superiores en un hito y un centro de esparcimiento cultural y deportivo.

Ilustración 31 Área destinada al almacenamiento del agua captada, así como para su regeneración.¹¹¹



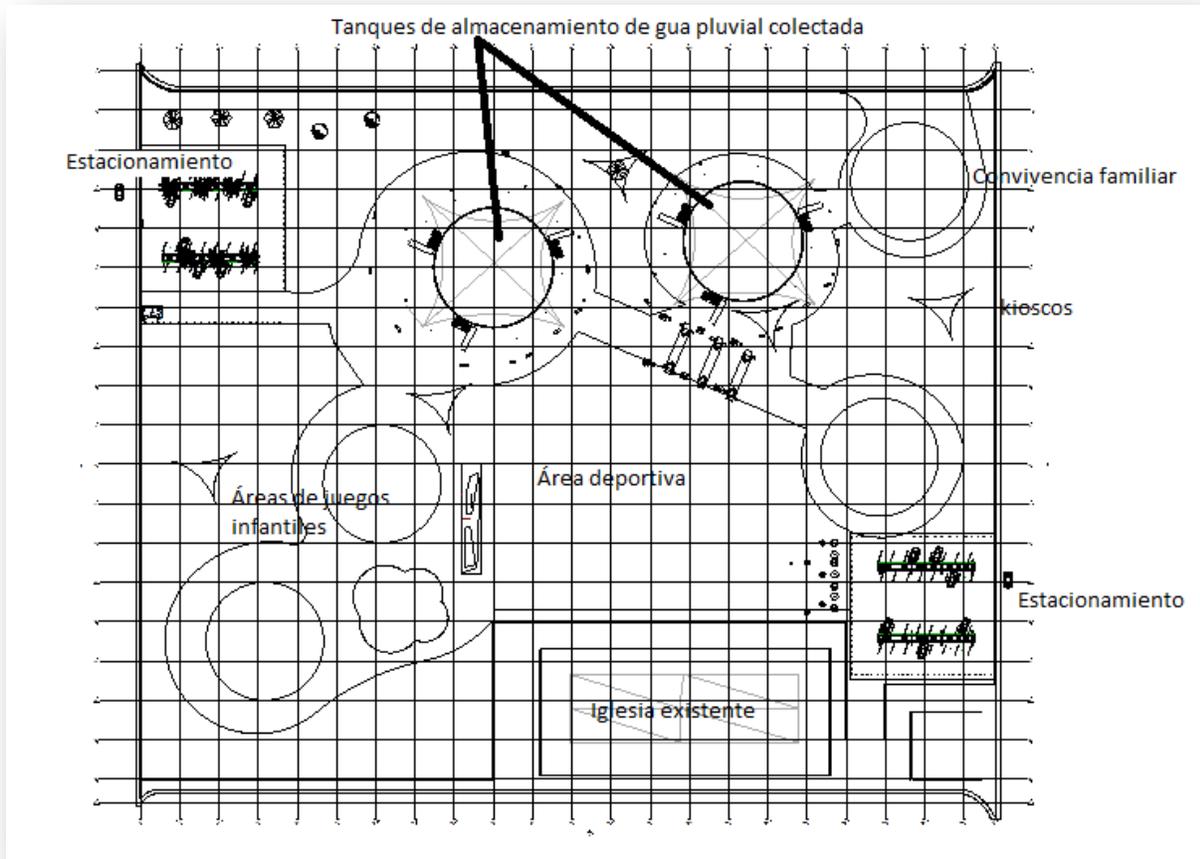
Como se puede observar en las ilustraciones anteriores dicha área está abandonada y carece de todo mantenimiento por parte del Municipio y obviamente por parte de los vecinos a este predio, lo cual genera frecuentemente asentamientos, y que las personas depositen sus residuos municipales en el predio.

En esta área, una parte de ella es utilizada como paradero de microbuses donde hacen trabajos de mecánica, tirando aceite y combustible en el área, además de las necesidades fisiológicas de los transportistas.

La vista de planta del proyecto en el predio una vez regenerado se muestra en la siguiente ilustración donde se especifican algunos elementos que deberá contener, además de esto se muestran algunas proyecciones del área ya regenerada.

¹¹¹ Fuente propia, tomada el día 16/08/09

Ilustración 32 planta del Área propuesta para la regeneración¹¹²



El diseño del parque estaría compuesto por arcos de piedra y andadores de adoquín que permiten la infiltración del agua de lluvia al subsuelo, aproximadamente el sesenta por ciento del total de la superficie prevista estaría compuesta por áreas verdes, beneficiando así la calidad del aire y amortiguando los impactos nocivos por ruido, viento y obviamente absorbiendo parte de los contaminantes atmosféricos, brindando así una **mejora significativa al sitio, tanto visual como ambiental**, factores que definitivamente influyen en la calidad de vida de los habitantes próximos a este proyecto.

¹¹² Elaboración propia

Ilustración 33 Arcos de piedra en los andadores¹¹³

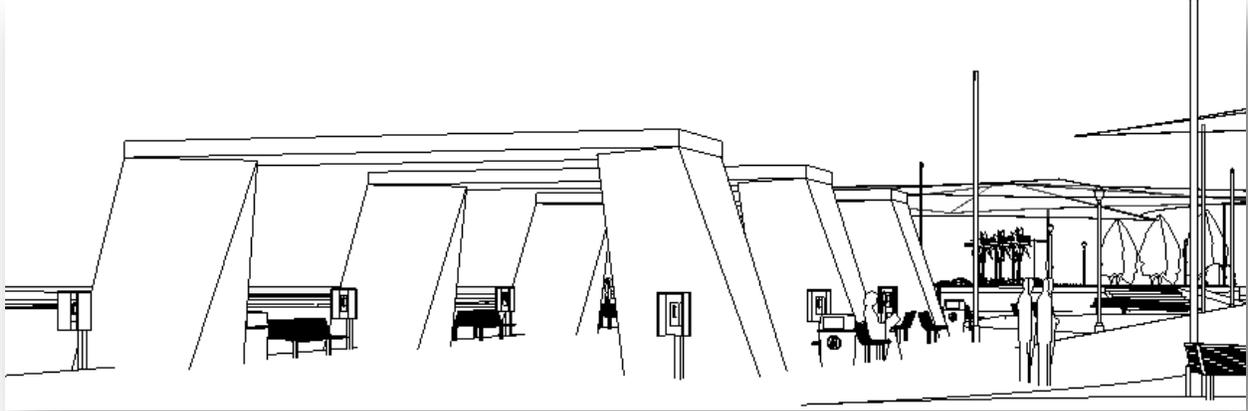


Ilustración 34 Arcos de piedra en los andadores¹¹⁴



¹¹³ Elaboración propia

¹¹⁴ Elaboración propia

Ilustración 35 Arcos de piedra al Atardecer¹¹⁵



Está previsto de que contara con esculturas de artistas locales para incentivar el arte y la cultura en la comunidad, y darle un sentido de pertenencia a los expositores y a los visitantes.

Ilustración 36 Área escultórica¹¹⁶



¹¹⁵ Elaboración propia
¹¹⁶ Elaboración propia

No se prevén grandes estacionamientos ya que la finalidad no es crear un espacio para visitantes de radios mayores a un kilometro, es decir solo se pretende impactar a las colonias cercanas al estudio hecho, los cuales pueden asistir sin necesidad de llevar un vehículo locomotor, esto generaría un estado o bien sensación de pertenencia al sitio de los habitantes aledaños a este predio, promoviendo así su mantenimiento y vigilancia.

Ilustración 37 Estacionamiento vista diurna y nocturna¹¹⁷



También están contempladas áreas de convivencia familiar y de juegos infantiles así como áreas deportivas, para el esparcimiento familiar e incentivar las actividades deportivas en los vecinos cercanos a dichas instalaciones, entre mas actividad se tenga en el área se supondría que la calidad de las instalaciones estarían mejor conservadas evitando así vandalismo y deterioro innecesario en el mobiliario urbano.

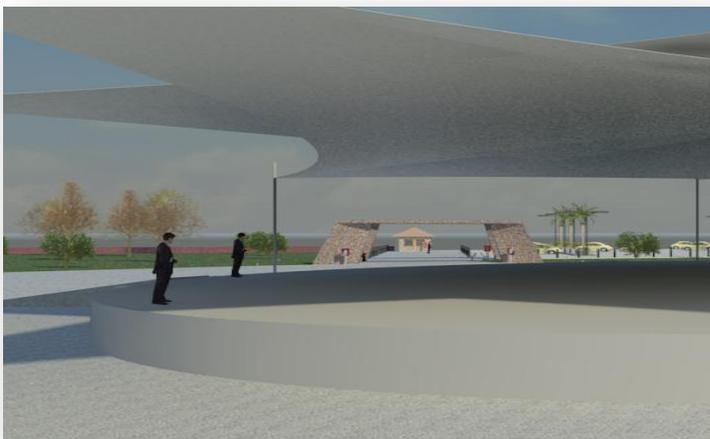
¹¹⁷ Elaboración propia

Ilustración 38 Áreas de convivencia y juegos infantiles¹¹⁸



En la siguiente ilustración se muestra cómo es que se podría aprovechar la superficie de los tanques de almacenamiento, cubiertos por unos lonarios, ya sea para actividades culturales o exposiciones temporales de esculturas ligeras, esta superficie serviría como plataforma para tales eventos.

Ilustración 39 Aprovechamiento de la superficie de los tanques de almacenamiento



¹¹⁸ Elaboración propia

En conclusión resulta la necesidad de crear espacios públicos urbanos que sean considerados como hitos dentro de un espacio en el que no están presentes estos, motivando así el sentido de pertenencia al sitio con todo lo que esto trae consigo, como por ejemplo cuidado del área, evitar delincuencia y vagancia en el predio en cuestión y además los habitantes deberán entender la importancia de esta obra, y seguramente creara una conciencia en cuanto al cuidado y manejo del agua para evitar su desperdicio y maximizar su utilización.

4.6 Abstracto

Resulta muy importante realizar un análisis prospectivo del crecimiento de la población, ya que con estos análisis se puede predecir el número de habitantes a los que se les deberá otorgar servicios, y se puede prever con cierta anticipación la infraestructura necesaria, realizando análisis a corto, mediano y largo plazo, anticipando las necesidades y cobertura de las mismas, así mismo es de suma importancia determinar las demandas en cada plazo del servicio de abastecimiento de agua potable, con el fin de conocer una aproximación de la infraestructura que se deberá tener para garantizar el servicio a estos nuevos habitantes.

Una manera de garantizar el abastecimiento de agua potable es rescatar lo que se ha venido haciendo desde hace ya muchos años en comunidades del norte del país y en la Península de Yucatán, se recolectaba el agua de lluvia en acequias que se ubicaba por lo general en el patio central de las casas, debido a que las viviendas actuales no están diseñadas con esos propósitos, se deberían adecuar superficies como los techos, para estos fines. (Bazant,2009)

El concepto es muy simple, el agua de lluvia es independiente de las redes hidráulicas municipales, se promovería un sistema autosuficiente de captación-consumo, además de que esta captación ahorraría energía, pues se ve reducida significativamente la cantidad de esta para movilizar las cantidades extraordinarias de agua que son requeridas para dicho abastecimiento, minimizando así, bombeos, explotación y conducción. (Bazant,2009)

No solo los techos se pueden utilizar como superficies de captación, en este estudio se analizan otras alternativas como son las vialidades y estacionamientos para este fin, y tomando en cuenta un promedio anual de precipitaciones de los últimos diez años se tiene que solo de estas superficies en el área de estudio se recolectarían 102,997.73 m³, de agua prácticamente limpia y que puede ser potabilizada con un proceso sumamente sencillo.

Para una precipitación promedio acumulada de diez años, y en superficies aptas para la captación de agua pluvial, se tiene que por cada metro cuadrado de superficie destinada a la captación, el potencial de este es de 491 litros al año, considerando otras áreas como son las azoteas de viviendas, edificios públicos, comercios, tiendas departamentales, existe un elevado potencial para la captación de agua pluvial, a hora bien, en cuanto al estudio realizado y dentro de las propuestas que son cuatro vialidades únicamente y estacionamientos, el potencial calculado para estos supera el orden de 186,000 m³ de agua captada, solamente en los sitios de estudio, es decir, que el proyecto se puede escalar y por cada metro cuadrado de superficie habilitada para este fin se podría abastecer a tres personas a lo largo del año con una dotación diaria de 150 litros, un potencial que resulta ser nada despreciable, sin embargo el almacenamiento de este líquido requiere un análisis profundo, el cual se hace a continuación.

Realmente resulta incosteable la construcción de tanques de almacenamiento para tales volúmenes de agua captada, es por eso que se plantea la recarga de pozos, evitando así la acumulación del líquido captado, coadyuvando a la estabilidad edafológica de la zona y obviamente garantizando el suministro de agua potable extraída de los pozos que sean rehabilitados, dando una nueva oportunidad a estos pozos de seguir funcionando y evitando así su abatimiento.

Definitivamente los pozos que se han escogido no tienen la capacidad de absorber toda el agua recolectada es por eso que dentro de las propuestas, se plantean la construcción de dos tanques de almacenamiento en un predio central del área de estudio, dicho predio en la actualidad se encuentra abandonado, para mitigar el impacto visual que esta obra generaría se propone la realización de un parque que sirva de hito y además que a los habitantes de esta zona les cree un sentimiento de pertenencia y de conciencia ecológica para evitar el desperdicio del agua potable.

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Existen varias aplicaciones tecnológicas que se pueden implementar para mitigar el impacto negativo que ocasiona la falta de agua potable, algunas de estas estrategias son la captación de agua pluvial, así como la recarga de los mantos freáticos que en la actualidad algunos de estos ya han sido abatidos o bien están en vías de serlo.

Sin lugar a dudas la principal fuente de agua dulce con la que cuenta el ser humano es la proveniente de la precipitación, la cual debiese ser una fuente de agua pura, sin embargo por las condiciones atmosféricas esta se contamina y se acidifica haciéndola no apta para el consumo humano de manera directa, pero de igual manera esta agua sigue siendo la forma más fácil de conseguir el líquido en las urbes, solo hay que captarla y en la actualidad dar un tratamiento previo al consumo humano

5.1 CONCLUSIONES

5.1.1 COSTO - BENEFICIO

El Fondeo puede ser proporcionado por diversas instituciones entre ellas el Banco Nacional de Obras y Servicios públicos (BANOBRAS), el cual puede y debe ser solicitado únicamente por el Gobierno Federal, Estatal, Municipal o del Distrito Federal; entidad paraestatal o para municipal; o concesionario privado o social de algún servicio público. Sabiendo que las entidades paraestatales y para-municipales deberán contar con la deuda solidaria del Gobierno Estatal o Municipal, además deben otorgar información detallada de los ingresos y egresos del solicitante y, en su caso, del deudor solidario, de los dos últimos ejercicios anuales y presupuestos.

Un aspecto que toma vital importancia es que se debe entregar información detallada de los proyectos a financiar. Además de contar con un sano historial crediticio y con capacidad de endeudamiento. Para garantizar que los proyectos sean terminados, se requiere acreditar la existencia de fuentes complementarias de recursos, en el caso de que dicho proyecto o proyectos se vayan a financiar de manera parcial con otros recursos crediticios.

En el caso de los municipios, obtener autorización de su Cabildo para la contratación del crédito y para la afectación en garantía de las participaciones que en los ingresos federales correspondan al solicitante, entre otros requisitos que BANOBRAS determinara, dependiendo de las fuentes complementarias de recursos.

Dentro de estas fuentes de recursos complementarias están los participantes del sector privado, los cuales darán el dinero necesario para las obras, teniendo una participación del resultado de las mismas, en un periodo de tiempo determinado por los flujos de dinero que se recauden en la operación de la obra, o bien puede el gobierno Municipal ser acreedor a un crédito bancario, o bien créditos de instituciones del gobierno Federal como la Secretaria de desarrollo social (SEDESOL), que coadyuven a promover la obra requerida.

En la actualidad las precipitaciones se han visto afectadas en sus ciclos por el calentamiento global, las fuentes de abastecimiento ya están siendo rebasadas por la demanda del líquido, desafortunadamente la inversión no se da en obras de estas características, las obras están encaminadas a perforación de mas pozos, traídas de agua de fuentes más lejanas, sin darse cuenta que esto a la larga genera un costo no solo económico sino que además daña el subsuelo e incluso pone en riesgo el desarrollo de regiones enteras, como es el caso del Rio Cutzamala que no solo está contaminado, si no que los pobladores cercanos a sus riveras ya no hacen uso de esta agua por la dificultad y el costo energético que les resulta.

El costo del proyecto propuesto, con las características que se han mencionado resulta que es indudable que es muy alto, pero si se suman, los costos que tienen las actuales administraciones y las tendencias, de seguir explotando el subsuelo, el costo ambiental, social y por supuesto urbano será mucho mayor sin afán de ser catastrófico, pero el recurso hídrico tal y como lo tenemos se está agotando, cada día merma mas este recurso y lo peor es que no se está haciendo lo necesario para revertir este impacto negativo, por lo que la propuesta que se ha presentado es una forma de mitigar estos impactos nocivos a la urbe y al medio ambiente, tratando de aplicar un concepto básico de sustentabilidad, *si se tiene ¿por qué no usarlo?*

5.1.2 LAS VIALIDADES COMO SUPERFICIES DE CAPTACIÓN

Las vialidades presentan una oportunidad excelente para que funcionen como superficies de captación aprovechable, ya que en la actualidad estas funcionan de igual manera, solo que en vez de ser captada con fines de aprovechamiento esta es vertida indiscriminadamente a las alcantarillas y no solo eso, sino que además el grado de contaminación presente se acentúa.

En el análisis previo de esta investigación se determino la cantidad de agua proveniente de las precipitaciones que se podría captar solo en cuatro vialidades importantes es del orden de 102,997.73 m³/año, **solo en cuatro vialidades, favoreciendo con una dotación de 150 L/día a 1,881 personas o bien a 470 familias.**

5.1.3 ESTACIONAMIENTOS COMO SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

De igual manera en el análisis de esta investigación se logro determinar que en los estacionamientos de la zona de estudio, si se llegase a captar el agua proveniente de la lluvia en estos y tomamos un consumo per cápita de 150 L/día, y además dando por hecho una dosificación los 365 días del año, el agua recolectada en los estacionamientos **serviría para abastecer a 1,529 personas a lo largo del año, lo que representa aproximadamente el 2.27 % del total de la población del área de estudio.** A hora bien si se considera familia elemental con dos hijos, sin considerar familias extendidas, **se podría satisfacer las necesidades de agua diaria a 382 familias.**

5.1.4 COLECTORES DE AGUA PLUVIAL EN AZOTEAS

En el caso de áreas específicas que no se tomaron en cuenta en esta investigación como por ejemplo azoteas de casa habitación, vialidades terciarias, estacionamientos y patios y dando por

hecho que existiese un drenaje pluvial eficiente y bien diseñado el potencial de aprovechamiento de este sería del orden que **por cada metro cuadrado de esta superficie se podría abastecer a 3.2 personas durante todo el año, es decir que por cada cuatro metros cuadrados de superficie disponible el agua captada podría abastecer a tres familias nucleares durante todo un año.**

5.1.5 RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

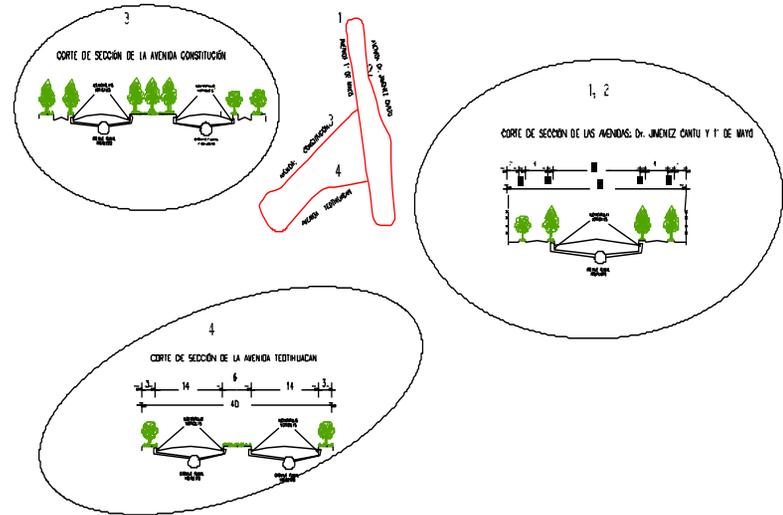
Con lo que respecta a la recarga artificial de acuíferos es sin duda una de las alternativas actuales y de bajo costo, según algunos estudios en España, para ser preciso en el acuífero de Orba que ha implementado esta recarga artificial, el coste por metro cubico de agua introducida al acuífero es variable entre 15 y 18 pesetas, el equivalente en moneda Nacional a 1.83 pesos por metro cubico introducido al cuerpo de agua subterráneo, además según estos investigadores y otros más es la mejor forma de sustentabilidad el recurso hídrico.

Claro que estos costes pueden ser variados dependiendo de la infraestructura existente y del plan maestro de desarrollo, en otro acuífero el coste de esta recarga es tan solo de 3 pesetas por metro cubico de agua introducida al acuífero, aproximadamente cuarenta centavos de nuestra moneda.

La recarga artificial actúa en esta aplicación como sistema depurador de las aguas, que al pasar por el filtro natural que supone el medio no saturado, se purifican y alcanzan niveles de calidad aptos para el consumo humano, convirtiéndose así en un sistema depurador de menor coste que las plantas industriales destinadas a tal fin.



VIALIDADES PROPUESTAS COMO SUPERFICIES CAPTADORAS DE AGUA PLUVIAL, UTILIZANDO EL RODAMIENTO DE LAS MISMAS PARA TAL FIN.
 SE HA CALCULADO UNA SUPERFICIE TOTAL DE CAPTACIÓN POR LAS VIALIDADES DE 209728.63 m², EL PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN ES DE 677 L/M²/AÑO, DE TAL FORMA QUE DE IMPLEMENTAR ESTA ESTRATEGIA SE VERIAN BENEFICIADAS 2595 CON UNA DOTACIÓN DIARIA DE 150 L/HAB/DÍA DURANTE TODO EL AÑO.



5 ESTACIONAMIENTOS PROPUESTOS COMO SUPERFICIES CAPTADORAS DE AGUA PLUVIAL
 SE HA CALCULADO UNA SUPERFICIE TOTAL DE CAPTACIÓN POR LOS ESTACIONAMIENTOS DE 170,483.5 m², UTILIZANDO EL MISMO PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN DEL CASO DE LAS VIALIDADES, LOS URBANITAS BENEFICIADOS CON ESTA ESTRATEGIA SERIAN APROXIMADAMENTE 2,019 CON UNA DOTACIÓN DIARIA DE 150 L/HAB/DÍA DURANTE TODO EL AÑO.

CON ESTAS ESTRATEGIAS SERIA POSIBLE ABASTESER DE AGUA POTABLE APROXIMADAMENTE A **4,614** URBANITAS, HACIENDO LA CONSIDERACIÓN DE UNA FAMILIA NUCLEAR DE CUATRO MIEMBROS ESTARIAMOS HABLANDO DE **1,154** FAMILIAS.
 IMAGINEMOS EL POTENCIAL DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL POR AZOTEAS ASI COMO EN LAS VIALIDADES TERCIARIAS.



ESCALA 1:25,000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

MAESTRIA EN URBANISMO

ING. DANIEL ALEJANDRO ANZO MARTÍNEZ

PROPUUESTAS

5.2 RECOMENDACIONES

5.2.1 SISTEMAS TARIFARIOS

Las tarifas son un elemento fundamental en los programas del uso eficiente del agua. Según Grisham y Flemming (1989), las tarifas pueden ayudar a ahorrar agua si en su estructura reflejan el costo real, están relacionadas con los consumos, los incrementos diferenciales son elevados para que puedan inducir al ahorro del agua y los cambios de tarifas están acompañados de programas de comunicación y educación.

Se estima que el traer el agua a la zona del Valle de México solo por el sistema Cutzamala equivale a 1,298 dólares por m³/s, y por la cual se cobra globalmente entre 2.3 a 2.6 centavos de dólar por habitante por día, es decir, considerando que el consumo de una familia de seis miembros es de 247 L/hab./día (sin incluir fugas), el consumo familiar sería de 89.24 m³ al bimestre, que representa una tarifa bimestral de 16.2¹¹⁹ dólares, una sexta parte del costo real por el suministro.¹²⁰ En el área de estudio se tiene un gasto promedio al bimestre por concepto de agua potable de 195 pesos, esto sin incluir descuentos (pensionados y jubilados, personas con capacidades diferentes), ni tampoco se incluyen multas y recargos por evasión del pago del servicio.

A pesar de la buena disponibilidad del recurso, en los países de América Latina el agua no contabilizada constituye uno de los principales problemas de eficiencia de la mayoría de los servicios de agua potable, ya que una parte importante del agua se pierde, restando posibilidades de acceso al agua potable a una mayor cantidad de población, obstaculizando la optimización de las inversiones en la producción y distribución de agua, generando mayores costos de producción, conducción y pérdidas de ingresos por el volumen de agua producido pero no facturado (Sánchez y Sánchez, 2004).

¹¹⁹Tipo de cambio al día 3/10/10 de 12.55 pesos

¹²⁰ Jan Bazant S. Periferias Urbanas, ajuste hecho al tipo de cambio vigente en el 2009

5.2.2 REGLAMENTACIÓN

En general, los reglamentos para hacer más eficiente el uso del agua son de tipo restrictivo y tienen efecto en el ahorro del líquido; pueden ser de mediano, largo plazo o aplicables sólo durante las épocas de escasez; normalmente estos últimos requieren de una vigilancia muy estricta y por lo tanto se recomienda que se apliquen sólo cuando sea realmente necesario (Cortés, 1991). En el área de estudio están presentes los reglamentos de agua potable y el reglamento de drenaje y alcantarillado.

Los dispositivos domésticos para el uso eficiente del agua potable tienen un papel primordial para el ahorro de agua, en una casa puede utilizarse hasta treinta y cinco por ciento del consumo interior en los excusados, treinta por ciento en las regaderas, veinte por ciento en las lavadoras de ropa, entre tres y diez por ciento en las llaves de fregaderos y lavados, y cinco por ciento en las lavadoras de trastos.

En general la reglamentación y legislación para el uso del agua debe contener aspectos como:

¿Quiénes son los responsables institucionales del uso eficiente del agua y conservación del recurso hídrico?, Regular el uso del agua, reglamentar los estándares de calidad en plomería, guías de planificación o requerimientos para el desarrollo de nueva infraestructura, gestión sostenible de las concesiones de agua, herramientas para realizar balances hídricos (oferta y demanda). Además de Normas reglamentando el tratamiento de agua potable y aguas residuales, y sin olvidar las tecnologías en beneficio de la eficiencia del lado de la demanda (Sánchez y Sánchez, 2004).

Los científicos actuales de todas las disciplinas que trabajan con el agua, proponen diferentes modelos para mejorar la gestión de las aguas continentales:

Tal es el caso de Cristina Danés Castro, que labora en el ministro de medio ambiente en España, la cual propone un manual para la gestión de vertidos a cuerpos de agua.

O bien el caso de Damián Barceló, quien ha desarrollado un modelo para mejorar la gestión del recurso hídrico, para el consejo de investigaciones científicas.

El desarrollo de modelos mixtos mediante el uso de recursos superficiales, subterráneos y marinos (desalinización), la mejora de las infraestructuras de contención y transporte para evitar pérdidas antes de llegar al destino final.

La medición de agua abastecida a usuarios individuales ha mostrado una reducción sustancial en el consumo tal vez hasta de un cincuenta por ciento cuando no se utilizan medidores, los usuarios no tienen incentivos para conservar, aprovechar y cuidar el agua, y su desperdicio es mucho más común, además de que la medición permite analizar patrones de uso en las diferentes clases de usuarios

NOMENCLATURA Y LISTA DE ABREVIACIONES

AURIS: instituto de acción urbana e integración social

BANOBRAS: Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C

C.I. Municipio de Cuautitlan Izcalli.

LAN: Ley de Aguas Nacionales

ODEM: Organismo Descentralizado del Estado de México

OPERAGUA IZCALLI, O.P.D.M: Organismo Publico Descentralizado para la Prestación de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de C.I., Estado de México

PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PTAR: Planta(s) de tratamiento de agua residual

PTARI: Planta(s) de tratamiento de agua residual Industrial

PTARM: Planta(s) de tratamiento de agua residual Municipal

PVC: Poli Cloruro de Vinilo.

SCAPT: Sistema de captación de agua pluvial en techos

SEDESOL: Secretaria de Desarrollo Social

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas, para la Educación, la Ciencia y la Cultura

OAPAS: Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural introducción a la captación del agua, internacional center for aquaculture
- AZQUETA OYARZUN, DIEGO (2002). Introducción a la economía ambiental, McGraw-Hill Profesional Madrid
- AZQUETA, D. 2001. El valor económico del agua y el plan hidrológico nacional. Revista del Instituto de Estudios Económicos. No. 4
- BARCELÓ DAMIAN, España, <http://www.scribd.com/doc/38624388/Aguas-continetales-Gestion-de-recursos-hidricos-tratamiento-y-calidad-del-agua>, 2010.
- BARZED, R. S.F. Estudio de valoración económica de la oferta y demanda hídrica del bosque en que nace la fuente del Río Chiquito (Finca El Cacao, Achuapa) implementación de Mecanismos de pagos por servicios hídricos. Achuapa, León, NI. PASOLAC.
- CORTÉS, M. 1991. Uso Eficiente del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS. Cuernavaca – México. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind48/uso/uso.html> (Consultada en Enero 2005).
- DANÉS CASTRO CRISTINA ET AL, Manual para la gestión de vertidos, España, 2007
- DUHAU EMILIO & GIGLIA ANGELA, 2008 Las reglas del desorden Habitar la metrópoli, Ed. UAM & siglo XXI, México, Pág (45-65)
- EDUARDO VARGAS CASAS, NOVIEMBRE 2004 Propuesta para ahorrar 294, 000,000 de litros de agua potable al día en el Distrito Federal ARQ..
- Estadística del agua en México Edición 2007 CONAGUA
- Estadística del agua en México Edición 2007 CONAGUA
- GDPCALL, Guía de diseño para captación del agua de lluvia Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud Lima Enero 2001
- GRISHAM, A. Y FLEMMING, W. 1989. Long Term Options for Municipal Water Conservation. Journal of the American Water Works Association. E.E.U.U.
- Guía de diseño para la captación de agua de lluvia, (guía, 2001) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima Enero 2001
- HERNÁNDEZ MARTÍNEZ FLORIANA Manual de capacitación para la participación comunitaria Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso, , Víctor D. Phillips, GEM Director, Ron Tschida, GEM Coordinador de Comunicaciones, Marco Hernández, Editor
- http://aguas.igme.es/igme/publica/libro36/pdf/lib36/in_02.pdf Recarga artificial en el abastecimiento a núcleos urbanos (consultada el 8 de Diciembre del 2008)

- <http://es.shvoong.com/exact-sciences/1879368-como-se-mide-la-lluvia/>(consultada el 12 de Octubre del 2008)
- <http://impreso.milenio.com/Toluca/2009/04/10/> (consultada el 7 mayo 2009)
- http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=29011&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (2008-11-23)
- <http://tolucanoticias.blogspot.com/2009/04/negocian-con-el-agua-en-cuautitlan.html>(2008-11-23)
- http://www.aguas.org.mx/sitio/02a_disponibilidad.html
- http://www.cizcalli.gob.mx/h_ayuntamiento/pland_desarrollo/plan/diagnostico.html(consultada el 15 Diciembre del 2008)
- http://www.cizcalli.gob.mx/nuestro_mun/cap_03.html#servicios(consultada el 17 Diciembre del 2008)
- <http://www.cna.gob.mx/conagua/Default.aspx> 2008-11-20(consultada el 15 Diciembre del 2008)
- http://www.diariodespertar.com.mx/thumbnail.php?file=2009/febrero/pipa_CUARTO_684299673.jpg&size=article_medium(consultada el 6 Mayo del 2009)
- http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico(consultada el 2008- 11-23)
- <http://www.inafed.gob.mx/wb2/>(consultada el 17 Diciembre del 2008)
- <http://www.inafed.gob.mx/wb2/>(consultada el 17 Diciembre del 2008)
- <http://www.izcalli.com.mx/historia.htm> (consultada el 7 Diciembre del 2007)
- <http://www.mgar.net/mar/agua.htm>, 2008-08-21(consultada el 1 Junio del 2008)
- <http://www.monografias.com/trabajos29/ahorro-agua/ahorro-agua.shtml#sistemas> (consultada el 15 Diciembre del 2008)
- <http://www.plan.org.co/data/editorfile/image/untitled3.jpg> (consultada el 6 Mayo del 2009)
- <http://www.serviciudad.gov.co/web/imagenes/DistribucionAgua.jpg> (consultada el 11 Noviembre del 2008)
- http://www.slackstone.com/agua_hombre.php?bf=1&dm=0 (consultada el 7 Diciembre del 2008)
- http://www.soloizcalli.com/dato_izcalli.php?dat=mfisico&nombre=Medio%20fisico, (consultada el Lunes 27 de Abril del 2009)
- JAN BAZANT S. 2001. Periferias Urbanas, Expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente. Ed. Trillas & UAM
- JAN BAZANT S. 2009. Hacia un desarrollo urbano sustentable. Ed. Limusa
- KELLY A. REYNOLDS, MSPH, Ph.D. Revista electrónica, de la llave Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica, Identificación del problema

- KEVIN LYNCH, 1959, La imagen de la ciudad, Buenos Aires, Argentina, Ed. Infinito.
- Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica, 26 de Diciembre de 1990 diario oficial de la federación (LCMOPFIH, 1990)
- Ley Federal De Derechos, 28 de enero del 2008, diario Oficial de la federación.
- Ley General de Bienes Nacionales 20 de mayo de 2004 texto vigente última reforma publicada dof 31-08-2007 Diario Oficial de la Federación (LGBN, 2007)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente nueva ley publicada en el diario oficial de la federación el 28 de enero de 1988 texto vigente última reforma publicada dof 16-05-2008, Diario Oficial de la federación. (LEGEEPA, 2008)
- Plan municipal de desarrollo de C.I. 2006-2009
- PÜRSCHER WOLFGANG, 1976, Tratado General Del Agua y su Distribución, Tomo 5, Ed. URMO, Bilbao España
- Revista de ingeniería #22 facultad de ingeniería universidad de los andes noviembre 2005, El índice de escasez de agua ¿Un indicador de crisis ó una alerta para orientar la gestión del recurso hídrico?
- RIVERA GARCÍA ERWIN, 1981, Tesis “Sistema de captación de lluvia para el abastecimiento de agua potable”, UNAM, Facultad de ingeniería, México D.F.
- SÁNCHEZ, L. Y SÁNCHEZ, T. 2004. Uso Eficiente del Agua. International Water and Sanitation Centre ICR. Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico CINARA. 72 pp. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/bvsacg/fulltext/usoeficiente.pdf> (Consultada en Diciembre 2004).
- SOTELO ÁVILA GILBERTO, Hidráulica general volumen 1 ed. Limusa, Edición 1979, pág. 206
- UNATSABAR (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural). 2001. Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Lima, PE. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente); OPS (Organización Panamericana de la Salud). 18p.
- Unión de Profesionales UP. 2004. Los Profesionales Españoles ante el Reto del Desarrollo Sostenible. Madrid - España. 221 pp. Disponible en http://www.unionprofesional.com/laboreditorial/libro_sostenibilidad_integro.pdf (Consultada en Diciembre 2004).
- United State Environmental Protection Agency (USEPA). 1998. Water Conservation Plan Guidelines. E.E.U.U.
- VEENHUIZEN, RV; PRIETO-CELI, M. 2000. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina. Santiago, CL. Oficina regional de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). FOODAGRI SANTIAGO. 224p.
- www.worldclimate.com.(consultada el 15 Diciembre del 2008)