



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

ESCUELA DE INGENIERÍA MAZATLÁN

LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN

***SUSTENTABILIDAD Y EL USO DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CIUDAD DE
MAZATLÁN***

PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERIA CIVIL

PRESENTA

DANTE EULER GONZÁLEZ CONCHAS

MARÍA FERNANDA FLORES IBARRA

DIRECTORES DE TESIS

DR. VÍCTOR MANUEL MARTÍNEZ GARCÍA

DRA. KARLA KARINA ROMERO VALDEZ

MAZATLÁN, SINALOA A FEBRERO DEL 2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico cuando lo he requerido para poder avocarme a los estudios y nunca abandonarlos.

Le agradezco muy profundamente a mis directores de tesis por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido llegar a esta instancia tan anhelada. Ustedes formaron parte importante de esta historia con los aportes profesionales que los caracterizan. Gracias por su guía y todos sus consejos, los tendré muy presentes durante mi ejercicio profesional.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes, los conceptos serían solo palabras que se las lleva el viento. Su semilla de conocimientos germinó en mi mente y espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación, perseverancia y tolerancia.

Agradecerles a mis compañeros de estudio, de los cuales algunos se han convertido en mis amigos y cómplices. Gracias por los momentos compartidos, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas. Hoy nos toca cerrar un capítulo

maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia; por compartir horas en el aula, las cuales fueron enriquecedoras.

Por último, agradecer a la Universidad y a la Escuela de Ingeniería que me han exigido tanto, pero al mismo tiempo me permiten obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo y administrativo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no existirían las bases ni las condiciones para concluir adecuadamente este proceso llamado Licenciatura en Ingeniería Civil.

A todos, muchas gracias.

Dante Euler González Conchas

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Así mismo, agradezco a mi madre Francisca Ibarra y a mi padre Ramon Flores, mil palabras no bastarían para agradecerles su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y en anhelo de triunfo en la vida, por compartir mis penas y alegrías, gracias por los sacrificios y la fe que me tuvieron los amo mucho, a mis hermanos por la fe que depositaron en mí y por la grandeza de su ser, por su confianza y apoyo moral, ya que en mis momentos más difíciles encontré una palabra de ánimo para seguir luchando.

También agradezco a mis abuelas por apoyarme en mi carrera, que me han visto crecer y que me conocen mejor que nadie que me apoyan siempre cuando más lo necesito, en especial mando un agradecimiento hasta el cielo a mi abuelo Alfredo Ibarra por haberme apoyado e inspirado a estudiar esta carrera y que siempre estuvo para mí cuando lo necesitaba y ser mi segundo padre, y sé que desde arriba está orgulloso de mi y está apoyándome y cuidándome mi ángel, agradezco a toda mi familia por siempre apoyarme y escucharme y culminar esta etapa más de mi vida.

A mi pareja Kevin Villanueva gracias por tu apoyo y el amor que me brindaste y que siempre está para mí en todo momento y en los más difíciles, ayudándonos el uno al otro y que siempre me comprende y siempre caminando juntos.

Le debo este logro a mi amada universidad, la casa que me ha formado a nivel intelectual y humanístico, quien me formo como una mujer responsable y honesta. Asimismo, estoy en deuda con todos los docentes que desde su sentido humano me cultivaron el gusto por aprender.

De igual forma, agradezco a mis directores de tesis Karla Karina Romero Valdez y Dr. Víctor Manuel Martínez García, gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los profesores que me han visto crecer, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichosa y contenta.

María Fernanda Flores Ibarra

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. CONSTRUCCIÓN DE OBJETO DE ESTUDIO.	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Antecedentes	4
1.2.1 Cosecha de agua pluvial.....	8
1.3 El espacio geográfico de Mazatlán	16
1.3.1 Localización geográfica.....	17
1.3.2 Clima.....	17
1.4 Justificación.....	18
1.5 Objetivos	19
1.5.1 Objetivo General	19
1.5.2 Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 La sustentabilidad.	20
2.1.1 Características de la Sustentabilidad	22
2.1.2 Principios y tipos de la Sustentabilidad	23
2.1.3 Ejemplos de Sustentabilidad	23

2.1.4 Hitos de la Sustentabilidad.....	25
2.1.5 Beneficios del desarrollo sustentable.....	26
2.1.6 Los 6 Principales Objetivos De Desarrollo Sustentable O Sostenible Que Pueden Cambiar Nuestro Mundo.....	27
2.1.7 Elección entre el desarrollo sustentable o sostenible y el crecimiento económico.....	31
2.1.8 El papel de la tecnología en el crecimiento y la sustentabilidad	31
2.1.9 Agua y desarrollo sostenible.	32
2.1.10 Un objetivo de desarrollo sostenible (ODS) dedicado al agua	34
2.2 Agua Virtual.....	34
2.2.1 Qué representa el agua virtual	35
2.3 Huella Hídrica.....	36
2.3.1 Componentes de la huella hídrica.....	36
2.3.2 Ejemplos de huella hídrica (HH).....	37
2.3.3 Relación entre HH y agua virtual.....	37
2.3.4 Colores del agua	38
2.3.5 Medición de la Huella Hídrica (HH).	39
2.3.6 Huella hídrica en el mundo	40
2.3.7 Huella Hídrica en México	42
2.3.8 Relación de la huella hídrica con la sociedad	42
2.3.9 Agua que se utiliza en una región	43

2.4 Agua y Desarrollo Urbano	44
2.4.1 Principales usos del agua en México	46
2.4.2 Agua, saneamiento e higiene.....	47
2.4.3 infraestructura básica de agua potable y saneamiento en Mazatlán....	47
2.4.4 Manejo de aguas pluviales.....	52
2.5 Ciclo Urbano del Agua	56
2.6 Tratamiento y reutilización	60
2.6.1 Reutilización del agua residual tratada	62
2.6.2 Procesos de reutilización de agua	65
2.6.3 Usos del agua regenerada.....	66
2.6.4 Cooperación en materia del agua	66
2.7 Calidad del agua	69
2.7.1 La calidad del agua y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.	71
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	72
3.1 El enfoque de la investigación.....	73
3.2 Técnicas de Investigación	74
3.2.1 Técnicas de análisis documental	74
3.2.2 La observación.....	75
3.2.3 La entrevista	77
3.2.4 Instrumentos investigativos.....	79

3.2.5 Universo y muestra	79
3.2.6 Análisis de información	82
3.2.7 Presentación de datos y elaboración del informe final	82
CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
4.1 Observación	83
4.2 Técnica de información documental.....	83
4.3 Entrevista	84
4.4 Propuesta de vivienda sustentable con énfasis en el agua en la ciudad de Mazatlán.....	84
4.5 Recomendaciones	90
4.6 Conclusiones.....	91
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS	100

INTRODUCCIÓN

Sustentabilidad y el Uso del Agua en la Ciudad de Mazatlán, es la temática que aborda la presente tesis de investigación, que surge como producto del interés y el compromiso que se adquiere como ingeniero civil frente la actual y futura sociedad en relación con la calidad de vida.

Con el objetivo de situar al lector dentro de la problemática que aborda esta investigación, la estructura de este documento se integra por diferentes apartados, considerados ejes de referencia para la interpretación de este trabajo.

En primera instancia, se manifiesta el proceso de construcción del objeto de estudio a través del planteamiento y descripción del problema, seguido por la justificación, que expresa la relevancia de la investigación. Asimismo, se definen los objetivos específicos desarrollados, que de manera conjunta permitieron alcanzar el objetivo general.

Posteriormente se define la metodología, haciendo alusión al enfoque cualitativo de la investigación. En esta sección se aplicaron diferentes técnicas de investigación, tales como: la observación, la investigación documental, la entrevista y el análisis normativo para la obtención de información pertinente para el desarrollo y logro de las metas de este trabajo investigativo.

En la tercera parte de este documento, se conceptualizaron las teorías y aportaciones científicas de diversos autores en relación con el tema de la investigación.

Continuando con este alineamiento, se presentan los resultados recolectados a través de las diferentes técnicas de investigación y se realiza un análisis profundo de la información obtenida para una mejor interpretación de datos.

Por último, se presentan las conclusiones originadas mediante el cumplimiento de las diferentes fases metodológicas que permiten a su vez brindar sugerencias con base a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I. CONSTRUCCIÓN DE OBJETO DE ESTUDIO.

1.1 Introducción

El mundo está cambiando a gran velocidad y la población mundial es cada vez más numerosa. Crece el desarrollo tecnológico, industrial y de servicios, y con ello se incrementa también la presión sobre los recursos naturales; la sustentabilidad de los sistemas y el desarrollo, se ha convertido en un objetivo de enorme importancia. Se dice, que el manejo sustentable del agua es un desafío en el que se requiere la participación efectiva de la sociedad y del Estado en sus distintos niveles para tomar decisiones bajo una visión compartida y así lograr equidad en el uso del recurso hídrico. Sabemos que no es una tarea fácil, porque implica cambios en nuestras acciones cotidianas y en la gobernabilidad del agua, pero debemos encaminarnos hacia ese objetivo.

Para contribuir a alcanzarlo es necesario pensar distinto y relacionarnos con el entorno y sus recursos de una forma diferente.

En los últimos años se han desarrollado nuevos conceptos que modifican nuestra forma de ver el agua y al medio ambiente llamando la atención al respecto; la sustentabilidad es un concepto que puede ayudar a combatir el cambio climático y por lo tanto contra el calentamiento global.

El agua que usamos en nuestras actividades diarias como bañarnos, lavar la ropa o preparar los alimentos representa sólo el 4% de la que en realidad utilizamos. El

otro 96% se consume de forma indirecta a través de los productos y servicios que empleamos.

El agua está en el centro del desarrollo sostenible y resulta fundamental para el desarrollo socioeconómico, unos ecosistemas saludables y la supervivencia humana. El agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones, así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que gozan las personas. El agua también está en el corazón de la adaptación al cambio climático, sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente.

Este recurso hídrico es fundamental para las tres dimensiones del desarrollo sostenible, y es un elemento común para conseguir los objetivos sociales, el desarrollo económico y los límites ambientales. Los grandes desafíos en materia de agua en México y en el mundo, nos obligan a revisar las políticas públicas y las formas de producción y consumo que hasta ahora distan mucho de ser sostenibles, para ello es necesario superar los nichos sectoriales y avanzar hacia enfoques holísticos que tengan en cuenta las interacciones entre la alimentación, la energía, la salud, el medio ambiente y todas las dimensiones en las que el agua juega un papel importante.

1.2 Antecedentes

Desde finales de los 50's la economía mundial optó por un desarrollo modernizador basado únicamente en el crecimiento, es decir el aumento de la producción y el

consumo con base en la implementación de nuevas tecnologías y en el uso indiscriminado de los recursos naturales; los parámetros que cuentan son los de producción y consumo.

Este modelo se ha promovido de manera generalizada y, a pesar de las cifras espectaculares de riqueza que puede arrojar en ciertas condiciones, pocos son los países que han logrado un nivel de vida satisfactorio para su población general. El costo ambiental que involucra ha superado al beneficio económico al no considerar que los recursos de los que depende se agotan o se deterioran.

El concepto de desarrollo sostenible, desarrollo perdurable, o desarrollo sustentable, se acuñó por primera vez en 1987 y se refiere a un desarrollo socioeconómico que considera el carácter finito de los recursos naturales, su deterioro y considera también la equidad en el reparto del bienestar social.

Desarrollo que permite satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

El desarrollo sustentable considera los factores de economía de recursos, protección ambiental y equidad para concebir e implantar modelos de producción y consumo que no degraden los recursos naturales de los que dependen y satisfagan las necesidades de la población general actual y futura.

La sustentabilidad en el manejo del agua, involucra la incorporación de nuevos enfoques y formas de manejo y gestión, para lograrla es necesario retomar visión

desde lo local y considerar nuevos conceptos vinculados a los patrones de consumo de las sociedades modernas.

En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas declaró al 2013 como el Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua. El 22 de marzo de 2013, con motivo de conmemorarse el Día Internacional del Agua, la Directora General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Sra. Irina Bokova, afirmó que la cooperación *“es esencial para preservar nuestros ecosistemas, erradicar la pobreza y progresar hacia la equidad social, incluida la igualdad entre hombres y mujeres”*. Además, destacó que *“la cooperación en la esfera del agua no es una cuestión de índole técnica o científica: tiene que ver con la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente, con sentar las bases para un desarrollo sostenible y una paz duradera”*.

México tiene características geográficas que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático y, por ende, a presentar afectaciones en el balance del ciclo del agua. El Programa Sectorial de Turismo (Prosectur) 2013-2018, derivado del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, *“Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica”* y, *“Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social”*. La Secretaría de Turismo (Sectur), actuado en el marco de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, realiza esfuerzos para proponer, fomentar e instaurar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.

La ciudad de Mazatlán está ligada, desde su fundación hasta la actualidad, al intercambio de mercancías vía marítima. Ha sido la puerta de entrada y salida de la región, siendo esta su base económica, al igual que la actividad turística, la cual genera un 47% (2008) del PIB municipal. El turismo y la pesca son las principales industrias de Mazatlán. La ciudad alberga los principales centros turísticos de playa y tiene la segunda mayor flota pesquera de México. La mayoría de los productos del mar procesados en la ciudad son el camarón y el atún. Hoy en día, más de 20 km de playas son la atracción principal y la ciudad contiene un gran número de hoteles, restaurantes, bares y tiendas. La ciudad es también sede de una cervecería, una fábrica de café y dos plantas de energía eléctrica. Desde su apertura (13 de septiembre de 1980), el Acuario de Mazatlán es uno de los más completos y mejores de su especie en América.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018 de Mazatlán (H. Ayuntamiento de Mazatlán, 2017) de cada cien ocupantes de las viviendas en la entidad:

- 99 cuentan con agua entubada; de ellos, 95.2% la tiene dentro de la vivienda.
- Un ocupante dispone de agua por acarreo, principalmente de un pozo.
- 99 cuentan con drenaje en sus viviendas; de ellos, 92.61% cuenta con desalojo a la red pública.

La ciudad de Mazatlán se caracteriza por un desarrollo urbano no planeado, iniciándose éste en los extremos del puerto con una población básicamente de

trabajadores de la construcción, que paradójicamente no tenía acceso a la vivienda formal en las zonas ya establecidas. En una segunda etapa optaron por instalarse en las orillas de esteros, invadiendo espacios naturales y de riesgo, en localizaciones que implicaban mayor dificultad y costo para llevar los servicios, lo que originó un rezago en la dotación de estos servicios, generándose espacios formalmente estructurados, pero sin servicios.

1.2.1 Cosecha de agua pluvial

Un sistema de cosecha de agua pluvial (AP) se refiere a las estructuras empleadas para la captación, recolección, conducción y almacenamiento del agua pluvial para su uso posterior (Helmreich y Horn, 2009; Li et al., 2010).

Desde la antigüedad, el hombre ha empleado el agua de lluvia para abastecer sus requerimientos diarios, mediante la construcción de estructuras destinadas a la captación (en patios y tejados) y almacenamiento de agua pluvial. Ejemplo de ello son los aljibes construidos en la antigua Roma, además del chultún (contracción de chulub=agua de lluvia, tun=piedra) implementado por la cultura maya en la península de Yucatán, los cuales consistían en depósitos subterráneos en forma de botellón teniendo las paredes recubiertas con varios aplanados de estuco para hacerlas impermeables. Dichos sistemas eran empleados para obtener agua para uso y consumo humano dentro de las viviendas. Aunque a mediados del siglo XVIII esta práctica fue relegada a zonas rurales debido a su simplicidad técnica; hoy en día, a causa de los problemas hídricos que enfrenta la sociedad, se ha retomado

como una práctica sustentable de abastecimiento de agua incluso en zonas urbanas.

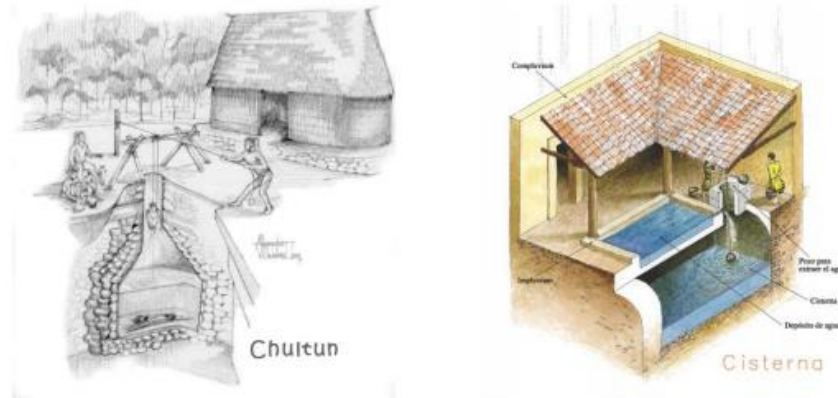


Figura 1. Sistemas de cosecha de agua pluvial empleados en la antigüedad. Fuente: Hidrología Sostenible (2013).

Los sistemas de cosecha de agua pluvial a nivel doméstico consisten en captar el agua de lluvia en una superficie determinada, generalmente el techo o azotea de la vivienda, siendo conducida a través de canaletas y bajantes, para almacenarse posteriormente en un depósito o cisterna. El agua de lluvia, una vez que ha recibido tratamiento, es distribuida a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable (Li et al., 2010).

Los usos domésticos en los que se puede emplear el agua pluvial son aquellos que no requieren agua de calidad potable: lavadora, inodoro, limpieza de la casa, lavado de autos y riego del jardín (Ghisi y Mengotti, 2007; Li et al., 2010). Además, al ser un agua generalmente muy blanda, al emplearse en el lavado de ropa, proporciona un ahorro considerable de detergentes y jabones.

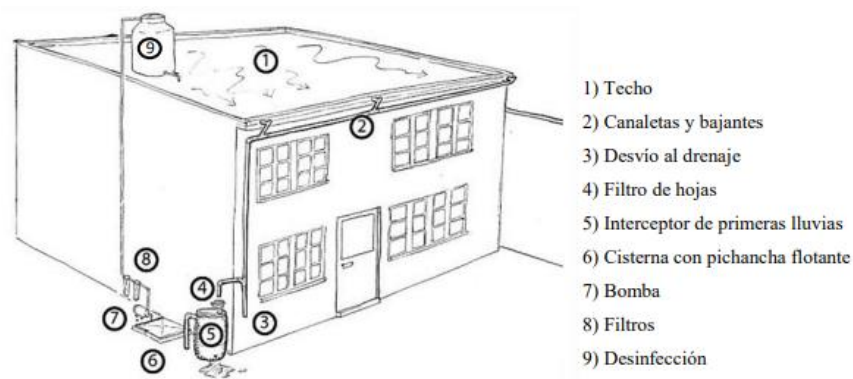


Figura 2. Componentes de un sistema de cosecha de AP en vivienda.

El agua de lluvia es captada en el techo de la vivienda, permitiendo que el agua se dirija y baje por canales, preferentemente cubiertos con malla metálica para evitar la acumulación de hojas secas y otros sólidos; y luego descienda por tubos a un desvío de drenaje, el cual permite omitir las primeras lluvias de la temporada, ya que éstas presentan una alta carga contaminante debido a la deposición de pequeños escombros, hojas y polvo depositados durante la época de estiaje. Después de los primeros tres o cinco aguaceros, se cierra el desvío y el agua recolectada es enviada al sistema, en donde pasa por un primer filtro para quitar hojas y ramas.

Posteriormente llega a un dispositivo interceptor de primeras lluvias, que intercepta la parte más contaminada de cada aguacero. Entre las ventajas de instalar un interceptor de primeras lluvias están las de poder remover tanto contaminantes disueltos, como suspendidos. Por cada milímetro de las primeras lluvias separadas, la concentración de contaminantes se remueve un 50%. Es decir, por cada litro separado por metro cuadrado, se reduce la contaminación a la mitad (Isla Urbana,

2014). Esto permite que el agua de mejor calidad sea dirigida al tanque de almacenamiento (Helmreich y Horn, 2009).

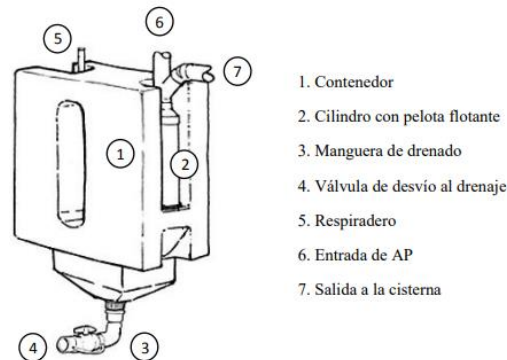


Figura 3. Dispositivo interceptor de primeras lluvias.

Los tanques de almacenamiento pueden ser cisternas de concreto, tanques de plástico o de acero galvanizado; garantizando siempre su hermeticidad para que no entre aire, luz (para evitar la proliferación de algas) ni materia orgánica, así como evitar la intromisión de animales. Para grandes volúmenes de almacenamiento, pueden emplearse tanques de polietileno, los cuales son compactos, pero tienen una gran capacidad de almacenamiento (Helmreich y Horn, 2009).

Por medio de una pichancha flotante se saca el agua de la cisterna, pero sólo la que se encuentra en la parte superior, es decir, la menos contaminada evitando de esta manera bombear el agua con sedimentos acumulados en el fondo de la cisterna. Luego, el agua pasa por medio de una bomba a dos filtros más: un filtro (hilado o plisado) que elimina sedimentos de hasta 50 micras, y otro de carbón activado que remueve diversos químicos y compuestos orgánicos (sabor y olor).

El agua pasa finalmente al tinaco, donde se realiza la desinfección por medio de cloro (1 L de cloro por cada 8,000 L de agua), desde donde se distribuye en la casa para riego de jardines, limpieza, inodoros, regaderas y lavabos (Isla Urbana, 2014).

El método de desinfección más común y fácil de aplicar es la cloración, siendo efectuada una vez que el agua ha sido removida del tanque de almacenamiento, debido a que el cloro puede reaccionar con la materia orgánica sedimentada en el fondo del tanque, generando subproductos no deseados. Algunos parásitos pueden ser resistentes a bajas dosis de cloro, lo cual representa una limitante. El agua captada por este sistema no es apta para beber o cocinar (Helmreich y Horn, 2009). Gracias a la instalación de un sistema de recuperación de agua de lluvia es posible ahorrar hasta un 50% del consumo de agua potable en una vivienda (IRRI, 2013).

Un tratamiento sencillo puede mejorar significativamente la calidad del AP colectada, mientras que el tratamiento para hacerla potable puede ser más sofisticado y costoso. Los métodos más sencillos pueden ser empleados en usos que no requieren una calidad potable (inodoros o riego). El AP sin tratamiento puede ser empleada únicamente para el riego de jardines (Kim et al., 2007). La filtración lenta con arena es un método barato para mejorar la calidad bacteriológica del agua cosechada, siendo a la vez un tratamiento biológico y un tratamiento físico. Un flujo constante de agua a través del filtro es esencial para garantizar su eficiencia (Helmreich y Horn, 2009).

El agua pluvial debe pasar por un proceso de filtración especial antes de ser empleada en usos de contacto directo (lavabo, regadera). Algunos sistemas comprenden trenes de tratamiento más complejos para potabilizar el agua pluvial. Son necesarios tratamientos más avanzados como la filtración por membrana y desinfección; son sistemas costosos y requieren de mucho mantenimiento. Se pueden utilizar diversas tecnologías asociadas al tratamiento y filtración de agua para su desinfección, entre ellas: ozonificación, luz ultravioleta, plata coloidal o filtros lentos de arena (Vélez, 2002).

Existen también sistemas de tratamiento de AP consistentes en una adsorción sobre carbón activado granular (CAG), seguido por una filtración por membrana (microfiltración de 0.5 μm), y finalmente una desinfección con UV. Esta clase de sistemas ocupa una prefiltración por membrana de 75 μm de porosidad. Dicho proceso es apto para producir agua potable, en términos de calidad microbiológica, significando una barrera eficaz ante organismos patógenos y la mayoría de los contaminantes, reduciendo de igual manera la turbiedad (Naddeo et al., 2013).

La filtración por membranas (micro y nano filtración) permite obtener un agua apta para beber. A pasar por membranas con un tamaño de poro de 0.1 μm . Protozoos, bacterias, algas y otros microorganismos pueden ser removidos eficientemente; sin embargo, el efluente puede contener ciertos virus (con tamaños menores a 100 nm); es por esto que esta clase de sistemas deben ser complementados con un proceso de desinfección. Esta clase de sistemas requieren de continuo mantenimiento (Helmreich y Horn, 2009).

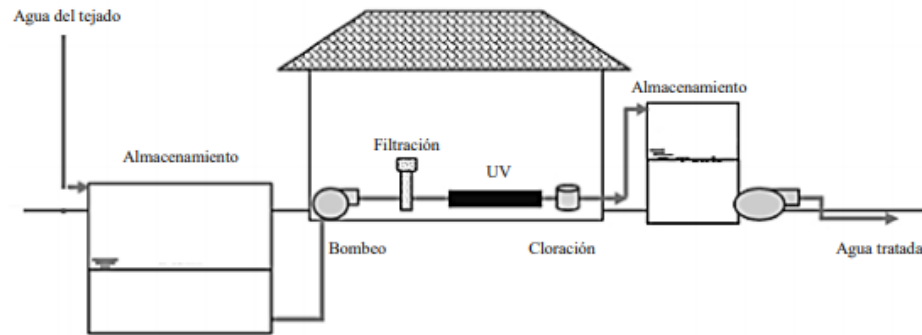


Figura 4. Sistema empleado para la potabilización de agua pluvial.

Existen también sistemas complejos empleados en países como Alemania, Australia y E.U.A., que emplean sistemas automatizados. El agua de lluvia se recoge en las canaletas, es conducida al depósito, posteriormente es filtrada y enviada al tanque de almacenamiento. Un control electrónico bombea el agua de lluvia para el inodoro, lavadora, limpieza o riego. Si se agota el agua de lluvia, el sistema automáticamente proporciona agua de la red hasta que vuelva a llover.



Figura 5. Sistema automatizado de cosecha de agua pluvial.

El agua de lluvia, a pesar de no ser potable, posee una gran calidad, ya que contiene una concentración muy baja de contaminantes en comparación con otras fuentes de suministro. La calidad del AP cosechada depende principalmente de dos factores: las condiciones atmosféricas y las características de la superficie de captación. Dependiendo de las condiciones atmosféricas, el agua de lluvia presenta un nivel bajo de contaminantes (partículas suspendidas, metales pesados, microorganismos y sustancias orgánicas) que se encuentran suspendidos en la atmósfera, son barridos por durante la precipitación (Helmreich y Horn, 2009).

El agua de lluvia en zonas rurales, alejadas de la contaminación atmosférica e industrial, presenta una mayor calidad, excepto por algunos gases disueltos. En cambio, las zonas urbanas son caracterizadas por tener una mayor concentración de partículas suspendidas, metales pesados y contaminantes orgánicos debida a la presencia de industrias y el tránsito de automóviles. Además, estos factores tienen una gran influencia sobre el pH del agua de lluvia.

El agua de lluvia normal es ligeramente ácida, debido a que el dióxido de carbono (CO_2) del aire se disuelve en el agua que cae, formando ácido carbónico, dando a la mezcla formada un pH de aproximadamente 5.6 en las concentraciones típicas atmosféricas de CO_2 . Incluso en 18 áreas mínimamente afectas por la contaminación humana, el pH de la lluvia puede variar de 4.5 a 5.0. Las áreas volcánicas podrían experimentar más lluvia ácida debido a los compuestos en base a azufre que se liberan en la atmósfera por la actividad volcánica.

En áreas no volcánicas, la precipitación ácida suele ser causa de la contaminación humana. Las chimeneas de los complejos petroquímicos e industriales, las termoeléctricas, los motores de combustión interna de coches y aviones, vierten a la atmósfera principalmente dióxido de azufre (SO_2) y óxido de nitrógeno (NO), contaminantes que contribuyen en gran parte a la formación de lluvia ácida, en un 70 y 30% respectivamente. Estos contaminantes se elevan hasta alcanzar las capas superiores de la atmósfera, donde en ocasiones pasan a formar parte de las nubes como núcleos de condensación de las gotas de lluvia, para luego transformarse en ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3), por medio de los procesos de oxidación e hidrólisis, lo que origina que disminuya el pH del agua de lluvia (INECC, 2014).

En zonas con la atmósfera contaminada por estas sustancias acidificantes, la lluvia tiene valores de pH de hasta 4 o 3, lo que indica un grado de acidez muy alto, esto es lo que se conoce como lluvia ácida, denominación con la que se designa cualquier agua de lluvia con un pH menor al natural (5.6). Incluso, la variación del clima (dirección y velocidad del viento) puede tener gran impacto sobre la calidad química y microbiológica del agua de lluvia cosechada, microorganismos y contaminantes químicos transportados por el aire (Evans et al., 2006).

1.3 El espacio geográfico de Mazatlán

Es pertinente enmarcar el espacio geográfico del sitio donde se desarrolla este proyecto.

1.3.1 Localización geográfica

Mazatlán (Sectur, 2019) tiene una extensión territorial de poco más de 5 km² y se sitúa a 21 kilómetros del trópico de cáncer. Colinda al norte con el municipio de San Ignacio y el estado de Durango, al sur con el municipio de Rosario y el Océano Pacífico, al este limita con el municipio de Concordia, y al poniente con el litoral del Océano Pacífico; se ubica en los paralelos 23° 04' y 23° 54' de latitud norte y los meridianos 105° 55' y 106° 38' de longitud oeste.



Figura 6. Localización del municipio de Mazatlán.

1.3.2 Clima

En el centro, sur y este del territorio del municipio de Mazatlán predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano; hacia el norte existen climas templados semicálidos, subhúmedos con lluvias en verano, y en el oeste del municipio el clima es semiseco muy cálido con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 25°C. Por su ubicación el municipio es susceptible de ser afectado por perturbaciones tropicales (Mazatlán, 2019).

1.4 Justificación

Profundizar en la importancia que tiene el agua en las viviendas, ayudar al medio ambiente mediante construcciones que sean amigables con este enfocándose en gran medida en la principal fuente de vida que es el agua.

Vivimos en un mundo que cambia rápidamente donde las consecuencias del crecimiento de la población, el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales y la contaminación son motivo de gran preocupación. Queda cada vez más claro que para detener la crisis climática, hace falta acordar de manera global y colectiva qué camino seguir, pero tenemos que empezar. Existe una necesidad urgente de que las organizaciones examinen cómo operan y midan cómo sus actividades impactan el medio ambiente y la sociedad en general.

Conocer los factores medioambientales del entorno geográfico que involucra un proyecto de edificación, es pertinente para la valoración e integración de los mismos dentro de los procesos constructivos que conlleva una vivienda sustentable.

Este escenario que enmarca la creación de una vivienda bioclimática, ecológica y económica, es el motivante para la realización del presente trabajo de investigación, el cual destaca la relevancia de la sustentabilidad en los proyectos de desarrollos inmobiliarios.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Generar un documento con aportes científicos compilatorios sobre el papel que juega el agua en la construcción y la operación de construcciones bioclimáticas y sustentables y el agua aplicada en la construcción.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Conocer la importancia de la sustentabilidad y el uso del agua.
- Concientizar sobre el uso responsable y aprovechamiento del agua.
- Identificar medios para la reutilización del agua en las viviendas bioclimáticas.
- Realizar búsquedas de documentos científicos y aportes en relación a la sustentabilidad y el uso del agua.
- Efectuar búsquedas en cuanto a la reducción del uso del agua.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 La sustentabilidad.

“Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno.”

Esta es una definición generalmente aceptada desde la Biología y la Ecología. Ahora, una palabra clave dentro de esta definición es la relacionada con el concepto de ritmo o intensidad. Un indicador clave en cualquier proceso en vías de crecimiento (el aumento cuantitativo de sus componentes) es cuando se produce un fenómeno conocido como crecimiento exponencial. Cuando las condiciones ambientales son óptimas e ideales (baja resistencia ambiental) el crecimiento de las poblaciones tenderá a ser exponencial.

Este tipo de crecimiento tiene la característica de duplicarse en intervalos de tiempo regulares, llegando a un punto donde el proceso no puede crecer más. Este momento se debe a que agotó todos los recursos que necesita para seguir creciendo, y por ende tiene una caída abrupta o desplome. A este tipo de fenómeno se lo considera insostenible. Esto significa que se conoce de antemano el resultado que tendrá el mismo pero el peligro adicional es que no se sabe cuándo se producirá y cuáles serán sus consecuencias directas e indirectas. Así llegamos a la definición de “capacidad de sostenimiento” de un sistema.

“La capacidad de sostenimiento es la actividad máxima que puede mantener un sistema sin degradarse en el largo plazo.”

Luego de esta pequeña intervención pasemos a hablar acerca de la definición de sustentabilidad. En principio, podemos decir que el concepto de la sustentabilidad parte de un fundamento básico, pero comprometedor.

“El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.”

Esta definición se expresó por primera vez, haciendo referencia al desarrollo sustentable, en el informe Brundtland, “Our Common Future”, publicado en 1987. Luego de ese informe quedó bautizada la definición y es la que más aceptación tiene en toda la comunidad cuando se habla de desarrollo sustentable. En la actualidad el World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas adoptó esta definición para desarrollo sustentable.

Suecia, uno de los líderes actuales en sustentabilidad tiene una definición un poco más holística y define una sociedad sustentable como:

“Una sociedad en la cual el desarrollo económico, el bienestar social y la integración están unidos con un medioambiente de calidad. Esta sociedad tiene la capacidad de satisfacer sus necesidades actuales sin perjudicar la habilidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas”

Si bajamos más a detalle esta definición desde el punto de vista de la prosperidad económica, queda expresado de la siguiente manera.

“Sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas.”

Esta última definición representa el concepto moderno de sustentabilidad.

2.1.1 Características de la Sustentabilidad

Lo que a largo plazo busca la sustentabilidad para lograr mantener un sistema son las siguientes características:

- Busca la manera de que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Tiene por objeto asegurar que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos.
- También busca utilizar los recursos eficientemente.
- Otra acción más es promover el máximo de reciclaje y reutilización.
- Proponer la implantación de tecnologías limpias.
- Restaurar los ecosistemas dañados.
- Incentivar la autosuficiencia regional
- Reconocer la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.

2.1.2 Principios y tipos de la Sustentabilidad

De acuerdo con el Programa UNESCO “Educando para un Futuro Sustentable” existen cuatro dimensiones de la sustentabilidad:

- **Sustentabilidad Social:** Se vincula con los valores y principios de la paz y la equidad para todas las personas.
- **Sustentabilidad Ecológica o Ambiental:** Busca la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.
- **Sustentabilidad Económica:** Está relacionada con el desarrollo adecuado y ético de las empresas y el sector privado.
- **Sustentabilidad Política:** Tiene que ver con la democracia y la gobernabilidad de los países y sus estados.

2.1.3 Ejemplos de Sustentabilidad

La sustentabilidad no tiene objeto alguno si no se lleva ejemplos muy concretos. A continuación, algunos para iniciar la práctica de esta necesaria y urgente tarea:

- **Reciclaje de basura inorgánica:** La basura inorgánica puede ser reciclada para ser transformada en materiales reutilizables, como, por ejemplo, envases, bolsas, botellas, etc.
- **Basura biodegradable:** La basura biodegradable puede ser reciclada y ser procesada para ser utilizada como abono de plantas. Está compuesta por

diferentes materiales de origen orgánico. Con ella puede fabricarse, por ejemplo, composta, que se usa en agricultura y jardinería.

- Plantas de energía solar: Las plantas de energía solar aprovechan la luz del sol para producir energía eléctrica. Es un tipo de energía limpia y renovable.
- Parques eólicos: Los parques eólicos son instalaciones de aerogeneradores que utilizan la fuerza del aire para producir energía eléctrica. Son una alternativa limpia para la generación de energía.
- Energía undimotriz: La energía undimotriz es aquella producida a partir de la fuerza de las olas, cuyo movimiento produce presión hidráulica, la cual es transmitida a boyas flotantes, para, posteriormente, ser convertida en energía eléctrica. Es un tipo de energía renovable muy eficaz que está siendo explorada actualmente.
- Agricultura ecológica: La agricultura ecológica se basa en la optimización en el uso de los recursos naturales, sin emplear productos químicos u organismos modificados genéticamente. Su objetivo es la producción de alimentos orgánicos sin dejar de lado la protección de los suelos y los recursos, además, disminuye el efecto invernadero e incrementa la fertilidad.

- Aprovechamiento del agua de lluvia: La recogida y almacenamiento del agua de lluvia es fundamental para evitar desperdiciar este importante recurso.
- Ecoturismo: El ecoturismo es un concepto ecológico de turismo, como su nombre lo indica. Promueve una forma de turismo a experimentar el estilo de vida de comunidades rurales y de disfrutar de la naturaleza. Además, evita los daños y la contaminación que causa el turismo tradicional.
- Ciclopista solar: La ciclopista solar es un sistema de transporte ecológico, diseñado para la circulación de bicicletas. Se carga durante el día con la energía solar y brilla de noche. Es una vía de transporte alternativo.
- Vehículos eléctricos: El uso de carros eléctricos es una alternativa sustentable para el transporte, ya que no contamina el ambiente ni produce contaminación sonora.

2.1.4 Hitos de la Sustentabilidad

- En el año 1962 la bióloga Rachel Carson escribe el libro “Primavera Silenciosa” (Silent Spring). En aquel, se habla de un futuro silencioso y terrible como consecuencia de la contaminación ambiental.
- Para 1970 el Congreso de los Estados Unidos establece la primer agencia gubernamental dedicada exclusivamente al cuidado del medio ambiente, la EPA (Environmental Protection Agency).

- Dos años después, en 1972, se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano en Estocolmo, Suecia. En esta conferencia se sembraron las semillas de aquello que más tarde se reconocería como sustentabilidad. En ese mismo año también se crea el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA.
- Para 1983, la Organización de las Naciones Unidas crea la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (WCED, World Comisión of Environment and Development). En esta comisión nacen los informes para evaluar cualquier acción en la materia mismo que se muestra desde tres enfoques: el económico, el ambiental y el social.
- Finalmente, para 1992 se celebra en Río de Janeiro el Earth Summit donde se consolida la acción de la ONU en temas medioambientales y el desarrollo sustentable. En esta conferencia se acuerdan 27 principios relacionados con la sustentabilidad materializados en un programa mundial conocido como Agenda 21.

2.1.5 Beneficios del desarrollo sustentable

Los beneficios que nos ofrece el desarrollo sustentable nos ayudan a satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

Bueno ahora dicho en términos más informales es cuidar lo que hacemos en el planeta Tierra. No solo debemos pensar en nosotros sino en el futuro ósea nuestros hijos, nietos...

Posibles beneficios que brinda son los siguientes:

- Reactivar el crecimiento: Principalmente en los casos de los países en desarrollo, donde está la mayor parte de la pobreza del mundo, la satisfacción de las necesidades esenciales y el desarrollo sustentable exigen que haya crecimiento económico.
- Atender a las necesidades humanas: Esenciales de empleo, alimento, energía, saneamiento del agua son necesidades básicas cuya atención debe ser buscada con prioridad. El empleo se considera la más básica de todas las necesidades.
- Conservar y mejorar la base de los recursos: Más que un beneficio es señalado como una de las metas del desarrollo, también es comprendido Como una obligación moral de las generaciones presentes en relación a las próximas.
- Reorientar la tecnología y gerenciar el riesgo: La tecnología es considerada el elemento clave que llevará a la solución de la mayoría de los problemas expuestos debe ser reorientada en función de las exigencias del desarrollo sustentable, que requiere mayor atención a los factores ambientales.

2.1.6 Los 6 principales objetivos de desarrollo sustentable o sostenible que pueden cambiar nuestro mundo.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son un conjunto de 17 objetivos, que todas las naciones y organizaciones en el mundo han acordado trabajar juntas para lograr para el año 2030. Los ODS tienen como objetivo poner fin a la pobreza, luchar contra

la desigualdad y la injusticia y abordar el cambio climático entre otros importantes desafíos globales.

Las Naciones Unidas definen los objetivos como “ambiciosos pero alcanzables” y serán monitoreados a través de un nuevo marco de medición universal.

Objetivo uno: Hambre cero.

El Desafío del Hambre Cero es un compromiso de las Naciones Unidas para acabar con el hambre y todas las formas de malnutrición para 2030. La ONU se ha fijado el objetivo de reducir la inseguridad alimentaria, construir sistemas agrícolas confiables, fortalecer la resiliencia de las personas y las comunidades y ayudar a los países a volverse más autosuficientes en la producción de alimentos. También planean reducir la pobreza y la desigualdad, empoderar a las mujeres y las niñas, involucrar a los jóvenes como agentes de cambio para el desarrollo sustentable o sostenible, promover la equidad intergeneracional, así como estilos de vida saludables y patrones de consumo sostenibles.

Objetivo dos: buena salud y bienestar de la población.

La Organización Mundial de la Salud define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedades o dolencias.

La atención de la salud se define como “la aplicación práctica de conocimientos, habilidades y experiencias organizadas en la prevención, el diagnóstico, la cura o el alivio de enfermedades”.

La asistencia sanitaria es un ámbito al que tradicionalmente se ha accedido a través de los hospitales. Sin embargo, con la llegada de la tecnología, ahora es posible acceder a este servicio en el hogar a través de servicios de telesalud. Esto reduce la necesidad de que los pacientes viajen a los hospitales para las citas de rutina, lo que puede ser difícil para algunas personas que dependen del transporte público o que no tienen a alguien que los lleve allí a tiempo.

Objetivo tres: educación de calidad.

Este objetivo se esfuerza por brindar educación de alta calidad para todos. Algunas de las iniciativas que forman parte de este objetivo son:

- Brindar acceso a maestros, libros y escuelas en áreas rurales.
- Construcción de escuelas en otros países.
- Proporcionar becas para estudiantes talentosos de bajos ingresos.
- Fomentar la inversión en investigación y desarrollo en ciencia y tecnología.

Objetivo cuatro: igualdad de género.

En muchos países, las mujeres todavía no reciben el mismo trato que los hombres. Es importante resaltar que, en algunas culturas, por ejemplo, en Pakistán e India, las mujeres tienen prohibido trabajar fuera del hogar. Este es especialmente el caso si nacieron en una familia adinerada.

Si bien en la mayoría de las otras culturas, las mujeres pueden trabajar y participar en la sociedad libremente, todavía se imponen ciertas restricciones a las mujeres

en comparación con los hombres. Por ejemplo, enfrentan discriminación en sus lugares de trabajo cuando quedan embarazadas o reciben una paga por maternidad después de dar a luz. Las instituciones financieras también discriminan a las mujeres cuando se trata de préstamos e hipotecas; a menudo tienen menos probabilidades que los hombres de obtener financiación para la vivienda debido a su género.

Objetivo cinco: agua potable y saneamiento.

Lograr un acceso sostenible a agua potable, suficiente y asequible para todos requiere atención urgente a tres dimensiones clave. Los objetivos de este objetivo apuntan a:

- Mejorar la calidad del agua, especialmente en áreas urbanas;
- Proporcionar un saneamiento adecuado; y
- Prevenir la contaminación.

Objetivo seis: energía limpia y asequible.

Las Naciones Unidas se han fijado el objetivo de proporcionar energía limpia y asequible a todas las personas. Como una de las mayores prioridades de la sociedad, es importante asegurarse de que se cumpla este objetivo.

Además, es importante que una persona asuma la responsabilidad de sus propios hábitos de consumo. Si todos asumen la responsabilidad de utilizar fuentes de energía renovables o minimizar su consumo, entonces este objetivo será mucho más fácil de alcanzar.

2.1.7 Elección entre el desarrollo sustentable o sostenible y el crecimiento económico

Las economías del mundo deben discutir qué es más importante: el desarrollo sustentable o el crecimiento económico. En el pasado, la atención se centró en el crecimiento económico. Esto ha significado que las empresas hayan descuidado los costos ambientales y sociales de producción, con el fin de dar un mayor retorno de la inversión.

Sin embargo, con los daños irreparables hechos por este modelo en las áreas ambientales y sociales en los últimos años, esta ya no es una decisión práctica. Por ejemplo, algunas empresas han comenzado a dar pasos en sustentabilidad con el fin de hacer su empresa más amigable con el medio ambiente y atractiva para los clientes interesados en estos temas.

Aun así, este es uno de los mayores retos a superar ya que pone a los líderes en una encrucijada entre conseguir más empleos o respetar la sustentabilidad.

2.1.8 El papel de la tecnología en el crecimiento y la sustentabilidad

La tecnología es la clave del crecimiento y la sustentabilidad. Es nuestra responsabilidad como seres humanos asegurarnos de que la estamos utilizando de manera sostenible. La mejor manera de hacer esto es educando a la próxima generación sobre cómo usar todas las nuevas tecnologías para el bien del planeta y los demás.

Es por ello la importancia de que las empresas logren potenciarse a través de la tecnología, ya que tendrán una gran capacidad para lograr una transformación profunda, y lograr articular una visión de métodos, herramientas y estrategias para la integración de los requisitos ambientales en el desarrollo de productos y las operaciones comerciales. Y, aunque no haya una tecnología única que resuelva la crisis climática, es una herramienta importante que debemos utilizar audazmente.

Lo interesante es que la sostenibilidad y la rentabilidad no son incompatibles. Hacer cambios ecológicos en la cadena de suministro puede mejorar significativamente los resultados y tener un mayor impacto en la comunidad que nos rodea. Hay grandes oportunidades para que la tecnología tenga un gran impacto en las empresas e industrias que se enfrentan a los mayores desafíos a la hora de reducir las emisiones de carbono. Con los gobiernos regulando sobre los desechos plásticos, las legislaciones que promueven los procesos de reciclaje, las operaciones deben volverse más ecológicas, más fuertes y más inteligentes. Un enfoque sostenible será más rentable y ayudará a crear buena voluntad.

Mediante el ingenio humano y la evolución constante de la tecnología, pronto obtendremos nuevas formas de reinventar digitalmente la energía, el uso de la tierra, los desperdicios, el agua, el transporte, la producción y cómo los edificios operarán de forma más eficiente en el futuro, mitigando en gran medida los problemas climáticos a los que nos enfrentamos.

2.1.9 Agua y desarrollo sostenible.

El agua está en el centro del desarrollo sostenible y resulta fundamental para el desarrollo socio-económico, unos ecosistemas saludables y la supervivencia humana. El agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones, así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que gozan las personas. El agua también está en el corazón de la adaptación al cambio climático, sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente.

El agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado. Hoy en día, más de 1.700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que su uso supera la recarga natural, una tendencia que indica que dos tercios de la población mundial podría vivir en países con escasez de agua para 2025. El agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible, pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, el agua puede jugar un papel facilitador clave en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales a la luz de unos cambios rápidos e imprevisibles.

2.1.10 Un objetivo de desarrollo sostenible (ODS) dedicado al agua

A medida que se acerca la fecha límite para los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en 2015, la comunidad mundial está haciendo balance de cómo se puede avanzar hacia un futuro sostenible. El marco de los ODM no abordó la agenda completa del agua y el desarrollo, y tampoco reconoció plenamente sus sinergias con otras áreas e intereses. El marco de los ODM no incluyó un énfasis en la "Sostenibilidad" y la desigualdad y los derechos humanos fueron también, en gran medida, ignorados. Posteriormente, los Estados Miembro han acordado que los derechos humanos, la igualdad y la sostenibilidad deben formar la base de la agenda del desarrollo y deben ser reconocidos como fundamentales para poder gozar de un verdadero desarrollo. ONU - Agua ha propuesto un objetivo global "Asegurar agua para todos de forma sostenible". El objetivo y las metas dedicadas al agua abordan directamente los objetivos de desarrollo de las sociedades, promueven la dignidad humana y aseguran que los logros sean sostenibles a largo plazo, llevando a los siguientes resultados de desarrollo, entre otros:

2.2 Agua Virtual

El agua virtual es toda el agua que se necesita para producir y empacar los bienes y servicios que consumimos. Se dice que es virtual porque no está presente como tal, en los productos finales.

El agua que usamos en nuestras actividades diarias como bañarnos, lavar la ropa o preparar los alimentos representa sólo el 4% de la que en realidad utilizamos. El otro 96% se consume de forma indirecta a través de los productos y servicios que empleamos.



Figura 7. Promedio global de contenido de agua virtual de algunos productos, por unidad de producto.

2.2.1 Qué representa el agua virtual

El agua virtual (AV) representa el cálculo de la cantidad total de agua que se requiere para obtener un producto, lo cual incluye el agua utilizada durante el cultivo, el crecimiento, procesamiento, fabricación, transporte y venta de los productos. Para cada alimento y producto agrícola o industrial se puede calcular el contenido de agua virtual y se dice que es virtual porque no está presente en los productos finales.

2.3 Huella Hídrica

La huella hídrica, es un concepto ligado al de agua virtual, pero éste evalúa toda el agua que empleamos en nuestra vida diaria; es un indicador del agua total que utilizamos por nuestros hábitos de consumo.

Considera el agua que se requiere para producir, empaquetar y transportar lo que consumimos y limpiar lo que se contaminó en el proceso.

La forma en que se fabrica un producto, en dónde, en qué momento, y si el agua se usó eficientemente, son factores que impactan el cálculo de su huella hídrica.

2.3.1 Componentes de la huella hídrica

- Huella hídrica azul: Volumen de agua que se obtiene directamente de fuentes naturales como aguas superficiales o subterráneas, para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo o comunidad.
- Huella hídrica verde: Volumen de agua que se obtiene de la lluvia almacenada en la tierra como humedad, para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo o comunidad.
- Huella hídrica gris: Volumen de agua contaminada asociada a la producción de los bienes y servicios para el individuo o comunidad. Su cálculo incluye el volumen de agua que se necesita para disolver los contaminantes que se generaron en el proceso, hasta recuperar una calidad de agua deseable.

2.3.2 Ejemplos de huella hídrica (HH)

Identificar estos datos permite analizar la huella hídrica, sin embargo, es necesario tomar en cuenta aspectos locales para dar un contexto real y útil al concepto.

Por ejemplo:

- Impactos en tiempo y espacio de la extracción del agua y su retorno como agua residual o tratada.
- Nivel de productividad del agua en la zona.
- Condiciones de escasez o estrés hídrico.
- Usos locales del agua y el acceso de la población al recurso, •Impactos en la cuenca baja.
- Demás factores que puedan incidir en el mantenimiento del equilibrio en cada cuenca hidrológica.

2.3.3 Relación entre HH y agua virtual

El concepto de la huella hídrica (HH) se encuentra muy ligado al de agua virtual, ya que la HH es un concepto que se refiere al agua utilizada en la creación de un producto, por lo cual, podemos hablar del “contenido de agua virtual” de un producto, en lugar de su huella hídrica. No obstante, la HH tiene una aplicación todavía más amplia, ya que refiere al índice de consumo de agua a través del conjunto de productos o servicios que esta consume.

Relación HH y Agua virtual, así pues, la HH no sólo se refiere a volumen contenido de agua de cada producto, sino a un indicador multidimensional que hace explícito el lugar de origen, la fuente (color) y el momento en que el agua es utilizada y regresada (al lugar de origen o bien a otro lugar).

2.3.4 Colores del agua

Agua azul: Se refiere a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros, etc.) y subterráneos; es decir la extracción de agua superficial y subterránea de determinada cuenca. Es decir, si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve, no se toma en cuenta como HH.

Agua verde: Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad. Particularmente el uso de agua de lluvia ocupada durante el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal.

Agua gris: Es toda el agua contaminada durante un proceso. Sin embargo, esta no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de éstos y los estándares locales de calidad del agua vigentes. La suma del agua verde, el agua azul y el agua gris que requiere un producto o servicio dentro de todo el proceso de elaboración será su huella hídrica.

2.3.5 Medición de la Huella Hídrica (HH).

La HH se calcula como el consumo doméstico de los recursos hídricos, menos las exportaciones de agua virtual, más las importaciones de agua virtual. Para un producto, es el contenido total de agua azul, verde y gris involucrada en toda la cadena de procesos de elaboración del mismo.

- La HH de una persona se obtiene de sumar la HH de todos los productos, bienes y servicios que consume y utiliza.
- La HH de producción de un país se obtiene de sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos.
- La HH de consumo de un país es lo que produce para consumir (quitando las exportaciones), y lo que importa para consumo.
- La HH externa es la proporción del consumo de un país que fue producido en otro país.
- • Transferencias de Agua Virtual: El contenido de agua virtual transferido a otros países mediante el comercio de productos.

2.3.6 Huella hídrica en el mundo

Para los países desarrollados, el nivel de consumo de bienes y servicios es alto, la huella hídrica por persona es grande debido al mayor nivel adquisitivo y alto consumo de carne y productos industrializados. En contraparte, los países en desarrollo, generalmente tienen huellas hídricas bajas, aunque en ocasiones tienen huellas hídricas por persona altas, aunque sus niveles de consumo sean menores, si tienen una baja eficiencia en el uso del agua o condiciones climáticas desfavorables para el cultivo.

Debido a que no todos los bienes consumidos en un país son producidos en el mismo, la huella hídrica se calcula tomando en cuenta el uso de los recursos hídricos domésticos y los procedentes del extranjero. Cuando se importan bienes, se está importando también la cantidad de agua que se usó en otros países para producirlos y transportarlos. Cuando se exportan, también se exporta agua. Al intercambio de agua relacionado con el comercio internacional se le llama mercado de agua virtual.

Nuestra HH de consumo se compone de lo que comemos, bebemos y utilizamos. A nivel mundial, la HH de consumo per cápita se estima en 1,385 m³/año. Los tres países norteamericanos se encuentran por encima de este promedio: EUA ocupa el 8° lugar, Canadá el 20° y México el 49° para este indicador. El consumo de productos agropecuarios compone la mayor parte de nuestra HH como individuos.

El agua virtual propia que usa una nación para producir los bienes que consume, más el agua virtual que importa, menos el agua virtual que exporta constituye la huella hídrica de cada país. La huella hídrica promedio de México es de 1,978 metros cúbicos por habitante por año, ligeramente superior al promedio mundial, que es de 1.385m³.

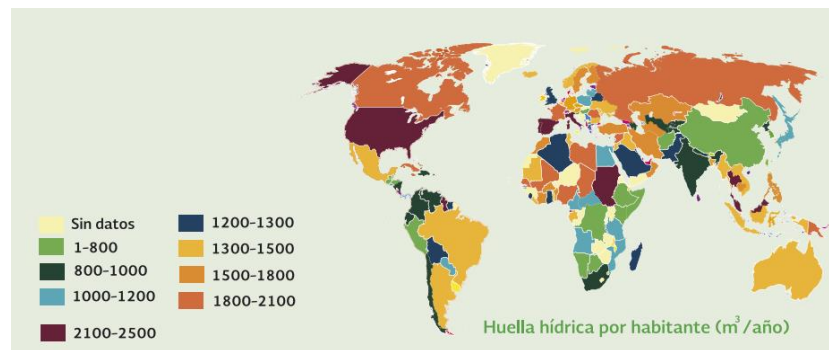


Figura 8. Huella hídrica por habitante.

Los hábitos de consumo de Canadá y EUA son muy distintos a los de México. En los primeros, la dieta incluye más productos que son intensivos en agua (principalmente carne) y menos granos, lo que implica una mayor HH per cápita que en México.

Norteamérica supera el promedio mundial de consumo per cápita en todos los principales productos agropecuarios, salvo maíz. Al comparar los países de NA, México supera a Estados Unidos y Canadá únicamente en consumo de huevo, maíz y frijol. Además del volumen consumido para cada producto, en el cálculo inciden el origen de la producción y su propia HH. Todas estas diferencias en el consumo per cápita se reflejan en la huella hídrica.

2.3.7 Huella Hídrica en México

México es un importador neto de agua virtual. En el año 2006 importó 29,859 hm³, con una tendencia creciente a partir del año 2000.

Los tres productos con los que más agua virtual exportó México en 2006 son los frutos comestibles, las legumbres y hortalizas y las carnes, que representan el 43% del total de agua virtual exportada.

Los principales productos que México importa son los cereales, las carnes, los frutos y las semillas, lo cual significa el 83% del total de las importaciones de agua virtual de México. La HH de consumo en México es la octava mayor en el mundo, principalmente debido al tamaño de la población (11^o país más poblado). Del total del consumo, únicamente 2.7% es industrial y 5.3% es doméstico. A nivel nacional, México tiene una HH de 197,425 mil Hm³.

El 86% de la HH de un mexicano consiste en productos alimentarios y bebidas, 6% otros productos agropecuarios (pieles y algodón principalmente), 5% consumo doméstico y 3% productos industriales.

2.3.8 Relación de la huella hídrica con la sociedad

A pesar de que el cálculo del agua virtual y la huella hídrica parezca no estar relacionado con la vida cotidiana de las personas, resulta que nuestros patrones de consumo y producción involucran mucha agua, y quizá tienen efectos en otra región del país o del mundo. Estos conceptos permiten visualizar y tomar en cuenta el

consumo real de agua de las actividades humanas, y relacionarlo con factores antes considerados externos, tales como el comercio, la mercadotecnia y la globalización.

También sirven para generar conciencia sobre el esfuerzo hídrico que implica nuestro estilo de vida. Permite conocer más a fondo el impacto que tienen los patrones de consumo de una región o país en el sitio donde son producidos los bienes importados.

Los hábitos alimenticios, patrones de consumo y estilo de vida (transporte, tecnología, entretenimiento, ocupación, acciones) son los factores que determinan la magnitud de nuestra huella hídrica individual, es decir, qué tanta agua es necesaria para que podamos vivir de la forma en que lo hacemos. Debemos considerar que, invariablemente, la cantidad de agua que se utilizó en un proceso fue a costa de otro posible uso, o del agua que requieren los ecosistemas.

2.3.9 Agua que se utiliza en una región

Las condiciones geográficas, el clima y el nivel de desarrollo tecnológico determinan la cantidad de agua que una región utiliza.

No todos los bienes que se consumen en una región se producen localmente. Cuando se importan, también se importa la cantidad de agua que se usó en otro lugar para producirlos y transportarlos. Cuando se exportan, también se exporta el agua. Es así que la huella hídrica de un país se compone del agua propia que utiliza para producir lo que consume, más el agua de lo que importa, menos el agua de lo que exporta.

La huella hídrica es un indicador de la demanda de agua necesaria para la producción respecto a los recursos hídricos del planeta, y desde la creación de este concepto en 2002, ha sido una herramienta útil, que permite comprender el impacto que causan los hábitos de consumo de la población en el medio ambiente.

La huella hídrica promedio de México es de 1,978 metros cúbicos por habitante al año, superior al promedio mundial, que es de 1,385 metros cúbicos por habitante al año.

En 2014, México exportó 9,136 millones de metros cúbicos de agua virtual e importó 31,395 millones, es decir, tuvo una importación neta de 22,259 millones de metros cúbicos, de la cual, el 50.9% estuvo compuesto por productos agrícolas, el 34.9% por productos animales y el 14.1% por productos industriales.

El mundo ahorra agua al exportar productos agrícolas de regiones con alta disponibilidad de agua hacia regiones con baja disponibilidad. Mediante el mercado de agua virtual, productos que consumen gran cantidad de agua se transfieren de países que la tienen a otros con escasez o problemas de distribución.

Con el uso indiscriminado de los recursos naturales –en especial el agua–, es común que el costo ambiental supere al costo económico de los productos procesados.

2.4 Agua y Desarrollo Urbano

Más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas y se espera que en 2050 el 90% de una población de 9.000 millones de personas viva en ciudades. El

desarrollo sostenible de las ciudades depende del desarrollo hídrico para el crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

Los pobladores urbanos consumen habitualmente más agua que los de las zonas rurales y las industrias intensivas en uso del agua se localizan en zonas urbanas y periurbanas. Las ciudades son dependientes de su entorno, del que toman el agua y en el que depositan sus aguas residuales, produciendo impactos significativos más allá de los límites de la ciudad.

Las ciudades son centros de innovación y la concentración de la población puede servir para reducir los costes de provisión de servicios de agua y saneamiento.

Las soluciones en las zonas urbanas incluyen políticas en favor de los pobres (Pro-Poor Policies) para una sanidad y un saneamiento seguros, la gestión integrada del agua urbana (GIAU) enlazando la oferta de agua, el saneamiento el agua de tormentas y el agua residual e integrando todo ello en la planificación de los usos del suelo, el desarrollo económico y mejorando la gobernanza y el liderazgo. El saneamiento sostenible puede incluir la recolección separada de aguas residuales de las familias y las empresas para promover el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales. Los sistemas descentralizados que tratan el agua cerca del lugar de uso pueden ahorrar costes de transporte y aprovechar tecnologías sencillas que maximizan el reciclado de agua y nutrientes, especialmente en asentamientos periurbanos, y contribuir a la adaptación al cambio climático y la reducción de desastres.

2.4.1 Principales usos del agua en México

El 97.5% del agua en la tierra se encuentra en los océanos y mares de agua salada, únicamente el restante 2.5% es agua dulce.

Del total de agua dulce en el mundo, 69% se encuentra en los polos y en las cumbres de las montañas más altas y se encuentra en un estado sólido.

El 30% del agua dulce del mundial, se encuentra en la humedad del suelo y en los acuíferos profundos.

Solo el 1% del agua dulce en el mundo, escurre por las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos y se depositan en lagos, lagunas y en otros cuerpos superficiales de agua y en acuíferos.

Esta es agua que se repone regularmente a través del ciclo hidrológico.

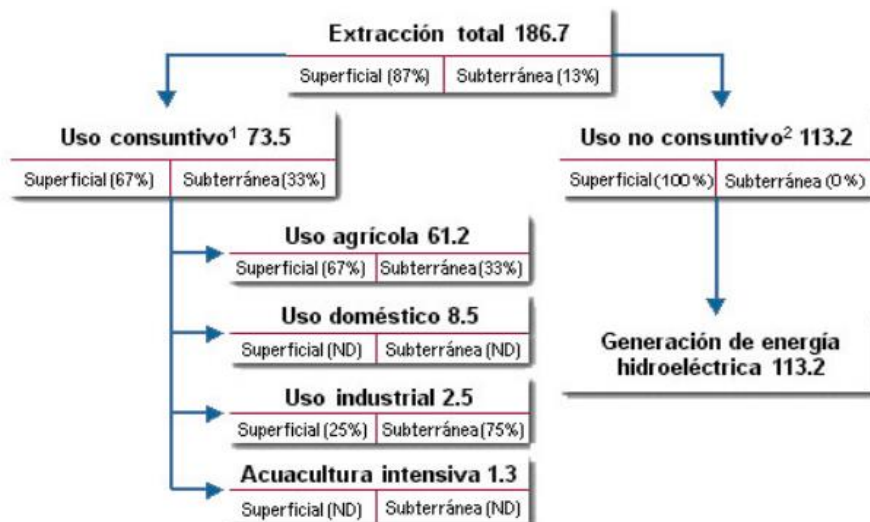


Figura 9. Distribución en usos del agua.

2.4.2 Agua, saneamiento e higiene

Las familias representan el 10% del uso total de agua. A nivel mundial, se estima que en 2011 768 millones de personas carecían de acceso a una fuente mejorada de agua.

En las zonas urbanas está aumentando el número de personas sin acceso a una fuente segura de agua y saneamiento. Los objetivos de acceso universal al agua, el saneamiento y la higiene y para reducir las desigualdades en tal acceso han servido para presionar a los decisores políticos para que respondan a las necesidades de los más pobres.

Estas soluciones incluyen la necesidad de ir más allá de la construcción de instalaciones y la provisión del servicio para asegurar que los servicios son financieramente sostenibles, se refuerza el empoderamiento y la transparencia y se refuerzan las agencias reguladoras independientes. Además, hay que reforzar las capacidades para vigilar y evaluar el avance y la solución de desigualdades. Las nuevas infraestructuras son necesarias, pero no suficientes para aumentar la cobertura del saneamiento y la higiene. Es importante poner énfasis en el cambio de las normas sociales.

2.4.3 infraestructura básica de agua potable y saneamiento en Mazatlán

El servicio de agua potable, alcantarillado y tratamiento lo presta la JUMAPAM. En el Plan Municipal de Desarrollo se indican las metas para cumplir con el Eje Estratégico 2, en lo que corresponde al componente “Aprovechamiento Sustentable

del Agua”, cuyo objetivo estratégico es: “Fortalecer el manejo integral del agua en el municipio”. En el mismo, se considera que a finales de 2018 se debía tratar el 100% el agua residual generada por la ciudad, utilizar agua residual tratada como primer uso para regar áreas verdes o riego agrícola (162 000 m3) y producir 4 800 toneladas de composta (fertilizante orgánico) a partir de lodos digeridos y tratados de las plantas de tratamiento de aguas residuales a su cargo. En la tabla se presentan los indicadores de gestión del organismo operador de Mazatlán.

Indicador	2014	2015	2016
Tomas con servicio continuo (%)	100	100	100
Padrón de usuarios (%)	100	100	100
Macromedición (%)	69.44	100	24.14
Micromedición (%)	97.06	95.45	93.7
Volumen tratado (%)	44.12	79.18	80.01
Usuarios con pago a tiempo (%)	49.63	47.6	42.5
Dotación, l/hab/día	343.68	339.15	343.87
Consumo, l/hab/día	195.11	181.63	186.27
Usuarios abastecidos con pipas (%)	23.94	ND	ND
Cobertura de agua potable reportada (%)	97	98	99
Cobertura de alcantarillado reportada (%)	91	96	97
Eficiencia física (%)	56.77	53.55	54.17
Eficiencia física 2 (%)	56.77	53.55	54.17
Eficiencia comercial (%)	54.29	56.31	55.24

Eficiencia de cobro (%)	72.57	74.12	72.24
Eficiencia global (%)	30.82	30.16	29.92
Costos entre volumen producido, \$/m³	5.89	5.65	6.03

Tabla 1. Indicadores de gestión 2014-2016 para el organismo operador de Mazatlán.

El abastecimiento de agua potable de la ciudad se realiza a través de la planta potabilizadora Los Horcones, la cual cuenta con una captación de 3 m³/s. Este sistema de agua rodada dispone de seis diques y canales para su distribución, misma que viaja 18.220 km. La ciudad se abastece de aguas subterráneas provenientes del acuífero Río Presidio, que es el más cercano a la ciudad, ubicado a 23 km al oriente, en el Valle de Villa Unión, mediante dos plantas de captación, una en el poblado de El Pozole, a 18 km, y otra en el poblado de San Francisquito. Entre ambas tienen cuarenta pozos, de los cuales durante el año trabajan en promedio 38% con un gasto de 1.3 m³/s. El agua es 100% potable; sin embargo, en la mayoría de los pozos el agua excede en su contenido fierro y manganeso, lo cual ocasiona incrustaciones en las tuberías de distribución (depósitos de hidróxido férrico y de óxido de manganeso), e inconvenientes con la apariencia estética del agua. La eliminación convencional de fierro y manganeso representa costos adicionales en la potabilización del agua.

Potabilizadora	Gasto de diseño (Qdis) l/s	Gasto de operación. (Qop) l/s	Proceso
Los Horcones	1 750	1 536	Clarificación convencional

Tabla 2. Planta potabilizadora en Mazatlán, Sinaloa. Fuente: Inventario de plantas municipales de potabilización y tratamiento de aguas residuales en operación. Diciembre 2016, (Conagua, 2016).

La mayor parte de la red de alcantarillado trabaja como sanitario, drenando sólo las aportaciones de aguas residuales de las viviendas conectadas al sistema. En Mazatlán no existe drenaje pluvial, por lo que los problemas de inundaciones se han agravado año con año.

En la Tabla (3) se presenta la infraestructura de saneamiento existente en Mazatlán, de acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales 2016. La infraestructura de tratamiento cuenta con un caudal de diseño de 1 322.7 l/s y se tratan casi 1 029 litros por segundo.

Localidad	PTAR	Qdis, l/s	Qop, l/s	Proceso	Cuerpo receptor
Mazatlán	El Crestón	600	695	Dual	Océano Pacífico
Mazatlán	El Cid II	40	40	Lodos activados	Reúso directo urbano en riego de áreas verdes, Hotel El Cid.
Mazatlán	El Cid I	20	20	Lodos activados	Reúso directo urbano en riego de áreas verdes, Hotel El Cid.

Mazatlán	Cerritos	20	20	Lodos activados	Estero Sábalo (reúso directo urbano riego áreas verdes privadas).
Mazatlán	Norponiente	400	138	Lodos activados	Arroyo Los Hediondos- Estero del Sábalo (100% agua tratada con reúso indirecto ambiental).
Mazatlán	Urías	220	101	Lodos activados	Estero Urías.
El Castillo	El Castillo	8.9	6.1	Lodos activados	Arroyo - Estero de Urías.
El Habal	El Habal	2.8	2.6	Fosa séptica + wetland	Arroyo El Habal.
La Noria de San Antonio	La Noria	2.7	1.9	Fosa séptica + wetland	Arroyo La Noria.
El Quelite	El Quelite	4	0.5	Fosa séptica + wetland	Río Quelite.
El Recodo	El Recodo	1.8	1.5	Fosa séptica + wetland	Río Presidio.
Siqueros	Siqueros	2.5	2.3	Fosa séptica + wetland	Río Presidio.

Tabla 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Mazatlán, Sinaloa. Fuente: Inventario de plantas municipales de potabilización y tratamiento de aguas residuales en operación. Diciembre 2016, (Conagua, 2016).

En el municipio de Mazatlán, especialmente en la zona costera, se localizan ecosistemas de alto valor ambiental, muy frágiles y que están siendo aprovechados económicamente, ya sea para pesca o turismo; o bien, se encuentran en peligro por las actividades portuaria e industrial, y el propio desarrollo de la ciudad, en particular debido a las descargas de aguas residuales sin tratamiento de algunos asentamientos irregulares.

De esta manera, una de las estrategias centrales prioritarias que pueden ser lideradas por la Sectur es la gestión de las declaratorias de área natural protegida para los cuerpos de agua de la Laguna El Camarón, Arroyo Jabalines, Estero El Infiernillo, Estero de Urías y La Sirena, lo que permitirá contar con instrumentos legales para su protección.

2.4.4 Manejo de aguas pluviales

Las aguas pluviales son las originadas de las lluvias que caen en los techos, patios interiores y terrazas, entre otros, y deben estar libres de contaminantes disueltos que se recogen en superficies pavimentadas. Considerando que hay partes de la ciudad por debajo del nivel del mar y que ha existido una planeación deficiente, Mazatlán tiene un problema significativo en el manejo de estas aguas.

Para cuantificar los avances de la cobertura en abastecimiento y saneamiento es necesario contar con una herramienta que conjunte todos estos servicios básicos, por lo que se establece el Índice global de acceso a los servicios básicos de agua (IGASA). Este índice permite evaluar el impacto de la política hídrica en tres

dimensiones: cobertura, calidad y eficiencia de los servicios de agua potable y saneamiento. Este índice es evaluado a partir de las siguientes componentes:

Acceso a los servicios de agua potable (IAAP):

- Cobertura de agua potable (%).

Acceso a los servicios de saneamiento (IAS):

- Cobertura de alcantarillado (%).
- Cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales (%).

El cálculo del IGASA se realizó para el Municipio de Mazatlán, Tablas. Para obtener este valor, primero se deben obtener el IAAP y el IAS. Para calcular el IAAP se utilizó:

- Número de habitantes por municipio (INEGI, 2015).
- Número de habitantes con servicio público de agua (INEGI, 2015).

El segundo es dividido entre el primero y así se obtiene el IAAP. Los valores van de 0 a 1.

El IAS está conformado por dos parámetros: uno es la red de drenaje y el otro es el tratamiento de las aguas residuales generadas. En este estudio se plantean cinco intervalos para calificar los servicios:






No.	Rango	Servicio	Color
1	$0.801 < \mathbf{IGASA} \leq 1.0$	Muy bien	
2	$0.601 < \mathbf{IGASA} \leq 0.8$	Bien	
3	$0.401 < \mathbf{IGASA} \leq 0.6$	Regular	
4	$0.201 < \mathbf{IGASA} \leq 0.4$	Mal	
5	$0.000 < \mathbf{IGASA} \leq 0.2$	Muy mal	

Tabla 4. Se presenta la Tabla que contiene la información utilizada para obtener el IAAP y el IAS, así como los resultados de ambos índices y, por supuesto, el IGASA.

No.	Municipio	Hab.	Hab. con servicio público de agua	Hab. con red pública drenaje	Generación de agua residual (l/s)	Capacidad instalada de tratamiento (l/s)	Caudal tratado (l/s)
12	Mazatlán	502 547	486 667	459 683	1 478.85	1 368.7	1 036.7

Tabla 5. Información básica municipal para la determinación de los índices

No.	Municipio	% Hab. con servicio público de agua	%. Hab.con red pública drenaje	Qinst/ARgen %	Qtratado/ARgen %	IAAP	IAS	Igasa
12	Mazatlán	96.84	91.47	92.55	70.1	0.97	0.81	0.89

Tabla 6. Obtención de IAAP, IAS e IGASA, por municipio y su estatus de evaluación.

En la Figura se presenta la integración de los tres índices, lo que establece gráficamente el estatus que guarda cada uno de los índices en un intervalo de 0 a 1.

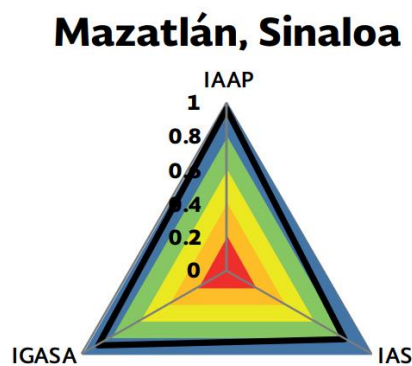


Imagen 8. Integración de los índices IAAP, IAS e IGASA y estatus de evaluación.

En Mazatlán se cuenta con más del 96% de la infraestructura de abastecimiento de agua potable necesaria y, de alguna manera, garantiza la demanda de la población y sus actividades; entre ellas, las asociadas al sector turístico.

En relación con el saneamiento de las aguas residuales generadas por la población, los servicios y actividades turísticas, se observa un déficit de recolección y

tratamiento. Se vuelve prioritario resolver el problema de recolección, tratamiento y disposición de las aguas para alcanzar una cobertura del 100 por ciento.

2.5 Ciclo Urbano del Agua

La dotación del servicio de agua potable para Mazatlán es responsabilidad del Gobierno Municipal, que lo realiza a través de la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán, JUMAPAM por sus siglas. La principal fuente de abastecimiento de agua en Mazatlán es la Presa Picachos, ubicada sobre la afluyente del Río Presidio, que se sitúa en la zona limítrofe con el Municipio de Concordia, la cual cuenta con una concesión de 90 millones de m³ anuales, lo que implica una disponibilidad diaria para el municipio de 247,000 metros cúbicos en base a esta concesión, y una disponibilidad diaria de 187,000 metros cúbicos de acuerdo a producción de potabilizadoras Miravalle y Horcones. Esto significa que a cada mazatleco corresponde una dotación promedio de 287 litros/día.

A partir de ahí comienza el recorrido del vital líquido, conduciéndose hacia la Presa Derivadora de Siqueros, de donde pasa a un canal que recorre aproximadamente 18 kilómetros y que distribuye el líquido a 6 diques habilitados para sistema de riego, los cuales se encuentran ubicados en los poblados de El Tecomate de Siqueros, Escamillas, Lomas de Monterrey, San Francisquito y El Vainillo, para finalmente conectarse con la Planta Potabilizadora Los Horcones.

En la potabilizadora el agua recibe el tratamiento para hacerla apta para el consumo humano, a través de un proceso compuesto por las etapas de Pre-tratamiento, Aplicación de químicos, Floculación, Sedimentación, Filtración y Cloración, en

promedio se producen 2 mil 100 litros por segundo de agua potable libre para satisfacer las necesidades de la población mazatleca.

El agua potabilizada en Los Horcones es transportada a través de tres grandes líneas de conducción, encargadas de llevar el líquido a los tanques de almacenamiento distribuidos estratégicamente en la ciudad, los cuales nos sirven para abastecer a toda la población por medio de líneas de distribución que permiten contar con agua, con solo abrirle al grifo.

¿Y qué se hace con el agua? Prácticamente de todo, ya que este elemento es de vital importancia en todas nuestras actividades cotidianas, de higiene y fisiológicas. Pero aquí no termina todo. El agua residual también tiene su recorrido, luego de que sale de viviendas y establecimientos, a través del desagüe, llega al sistema de alcantarillado, integrado por la red de atarjeas, colectores y cárcamos de bombeo. Estos últimos permiten darle celeridad al flujo de las aguas negras para transportarlas hasta alguna de las 8 plantas de tratamiento existentes en la zona urbana y Villa Unión.

El Crestón, Norponiente, Cerritos, Castillo, Santa Fe, Villa Unión, Urías 1 y Urías 2, son las plantas encargadas del proceso de saneamiento de las aguas residuales que se generan en la zona urbanizada, el cual consta de un tratamiento primario y secundario a través de bacterias, así como un tratamiento de lodos, cumpliendo de esta manera con las normatividad municipal, estatal y federal, evitando así impacto ecológico a los cuerpos de agua donde son vertidas, pero también para hacerlas aptas para su reutilización en actividades productivas como la agricultura, la

construcción y el riego de jardines, campos de golf y autobaños, logrando con este proyecto que la población de Mazatlán cuente con más agua para usarla.

Todo este arduo recorrido que realiza el agua, es el resultado del esfuerzo de cientos de personas que trabajan en JUMAPAM, por ello es indispensable ser un usuario responsable, atender el cuidado del aguay minimizando el consumo.

El cambio climático, el azolvamiento progresivo de ríos y presas, el incremento en la demanda agrícola del Distrito de Riego 111 y la contaminación a causa del aumento en la actividad minera en el Estado ponen en gran riesgo la seguridad hídrica de Sinaloa.

De acuerdo con Sandra Guido, directora de Conselva, Costas y Comunidades A.C., el uso de suelo en la cuenca determina la producción y calidad de agua del río Presidio, ya que la erosión y degradación de la subcuenca Presidio provoca la pérdida de suelo, por lo que se producen entre 0.2 y 31 toneladas de sedimento por hectárea al año. Además, la presa Picachos no cuenta con un mecanismo de desazolve, por lo que año con año se reduce su capacidad de almacenamiento de agua.

Por otro lado, a nivel de infraestructura gris (tuberías, presas, canales, etc.) también existen múltiples retos, pues muchas de las líneas de conducción y la red hidrosanitaria han llegado al fin de su vida útil, lo que provoca pérdidas en agua potabilizada por fugas en la red hidráulica y presencia de residuos en la red de drenaje. En el trienio anterior se sustituyeron 230 km lineales de tuberías de diferentes diámetros, aseguró Ramírez Reséndiz.

De igual manera, el desarrollo económico ha traído un crecimiento inmobiliario y turístico a Mazatlán, lo que implica otro reto para el abastecimiento de agua en el municipio. Este año, Jumapam reforzó con el acueducto Picachos-Miravalles, asegurando factibilidades domésticas, comerciales e industriales por 30-40 años; sin embargo, es necesario generar convenios con los desarrolladores de vivienda que permiten el uso responsable del recurso.

Finalmente, de acuerdo con expertos, la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sinaloa presenta limitaciones para tema de descargas de aguas residuales, por lo que en el marco del Foro Retos de la Seguridad Hídrica Urbana se planteó la necesidad de impulsar una actualización de la ley o desarrollar un reglamento que permita la reutilización del agua tratada de manera impositiva para actividades de uso indirecto, sistemas de pretratamiento obligatorios en usuarios comerciales e industriales y modificaciones en límites permisibles de descargas comerciales e industriales.

Los retos para Mazatlán son grandes, la situación actual es una clara señal alerta que urge a la colaboración entre sociedad y gobierno. El crecimiento del desarrollo urbano representa un incremento en la demanda de agua y de no tomar acciones pronto podríamos enfrentar una escasez de agua como nunca antes.

2.6 Tratamiento y reutilización

El tratamiento de las aguas residuales es un aspecto esencial para evitar la contaminación ambiental. Dependiendo del espacio requerido para los sistemas de tratamiento podemos dividirlos en:

- **Sistemas compactos.** Requieren menos espacio, pero a cambio, suelen requerir gastos energéticos. Son los más utilizados en grandes poblaciones, y en general donde se disponga de poco espacio. Es necesario un control constante y personal especializado. En esta categoría, pero a una escala mucho menor se situarían los sistemas de tratamiento para viviendas y edificaciones. Son sistemas enterrados de fácil instalación que han sustituido a las fosas sépticas y que ofrecen un adecuado tratamiento. Existen principalmente dos tipos:
 - a. Depuradoras biológicas: No requieren un gasto energético. Constan de un primer compartimento (habitualmente denominado decantador digestor) donde se produce la sedimentación de los sólidos y una degradación de materia orgánica vía anaeróbica (en ausencia de oxígeno). En un segundo compartimento las aguas se vierten sobre un filtro biológico donde las bacterias llevan a cabo una degradación aerobia (con elevadas concentraciones de oxígeno en agua) de la materia orgánica.

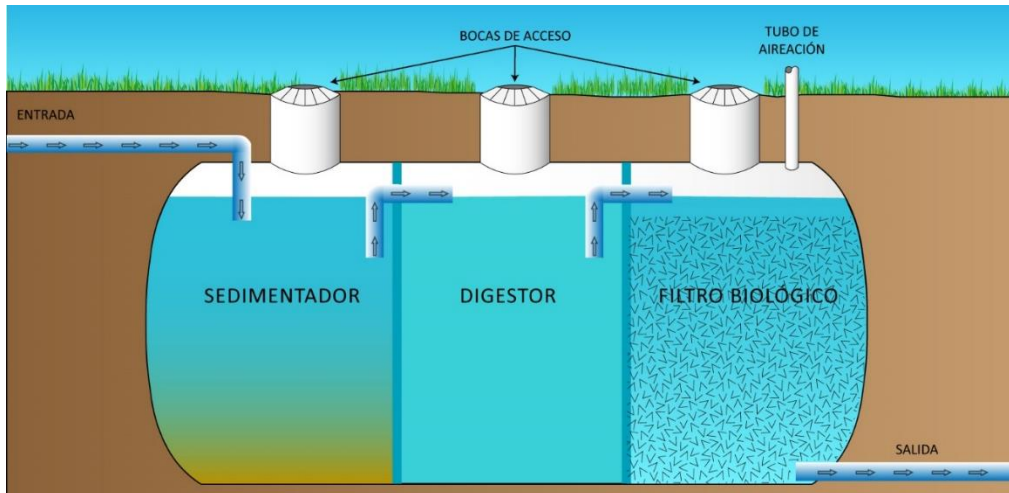


Figura 10. Depuradora biológica.

- b. Depuradoras de oxidación total: Tiene un primer depósito donde hay un conjunto de difusores que inyectan aire y mantienen el agua en permanente oxigenación, lo que favorece la eliminación de la materia orgánica a través de la acción de las bacterias aeróbicas. A continuación, las aguas pasan a otro compartimento donde se produce una sedimentación de los fangos generados por gravedad. Este procedimiento tiene mejor rendimiento en la depuración de las aguas, aunque conlleva un coste energético superior como consecuencia de la continua inyección de oxígeno.

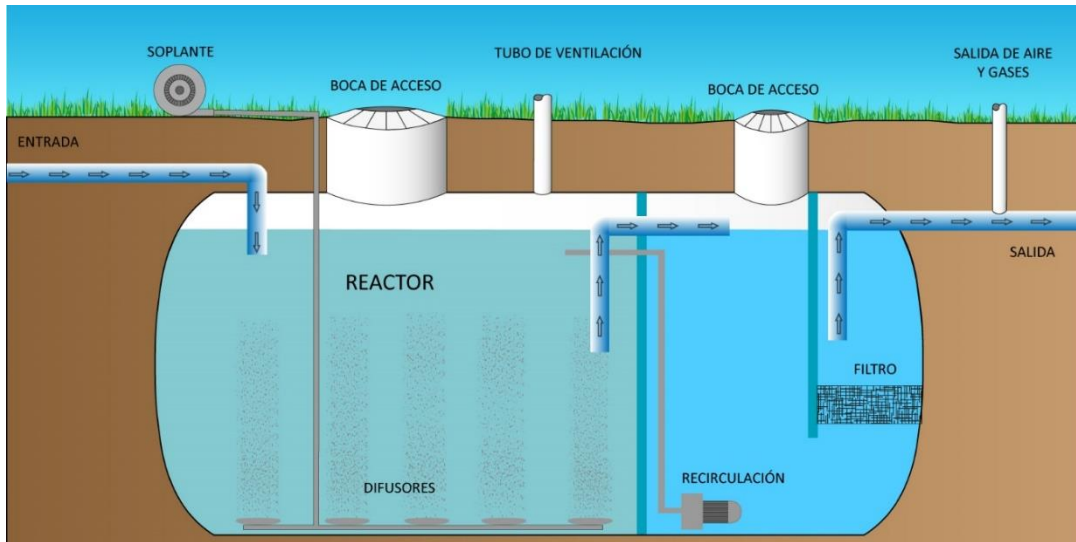


Figura 11. Depuradora de oxidación total.

- **Sistemas semi-intensivos:** Están a medio camino entre los sistemas compactos o tecnologías intensivas y los sistemas extensivos. Requieren menos gasto energético, pero ocupan más terreno.
- **Sistemas extensivos:** No requieren apenas energía para su funcionamiento y poco mantenimiento. Su eficiencia es menor por lo que requieren extensiones más grandes. Tienen un componente estético que los otros sistemas no tienen pues simulan procesos naturales y se integran muy bien en el paisaje. Entre estos sistemas podemos destacar los lagunajes y los humedales artificiales en sus distintas modalidades. Son muy usados para poblaciones de hasta 2.000 habitantes.

2.6.1 Reutilización del agua residual tratada

La reutilización de agua es el proceso que permite volver a utilizar el agua que ha tenido anteriormente un uso municipal o industrial. Para poder ofrecer este segundo

uso útil a estas aguas es necesario aplicar un tratamiento adicional al tratamiento convencional de depuración. Las aguas tratadas para su reutilización se denominan aguas regeneradas.

En los sistemas de abastecimiento de agua convencional municipal, el agua de un río, lago o acuífero se trata para cumplir con los estándares de agua potable antes de distribuirse para todos los usos. Una vez que el agua es usada, se convierte en agua residual. Las aguas residuales son conducidas a una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) donde son tratadas en diferentes fases antes de volver a ser vertidas al medio.

La depuración de aguas residuales de uso doméstico es necesaria para proteger la salud y el medio ambiente, ya que contienen contaminantes como microorganismos, patógenos, nutrientes, químicos y materia orgánica.

Las aguas residuales industriales, aunque son muy variadas dependiendo de la industria y el uso que hayan tenido, pueden contener sustancias tóxicas de naturaleza orgánica e inorgánica, metales pesados, hidrocarburos y otros compuestos tóxicos. Con frecuencia las aguas residuales industriales son depuradas en las propias instalaciones industriales. Aunque también pueden ser depuradas en las EDAR. En este segundo caso es habitual que su composición obligue a un tratamiento previo en la instalación industrial antes de ser conducidas a la planta depuradora.

Las aguas residuales, tanto municipales como industriales, una vez que han pasado por las diferentes fases del proceso de depuración, son mayormente vertidas al

medio natural. Sin embargo, cada vez es más habitual su reutilización y todo apunta a que en el futuro, el agua regenerada será mucho más utilizada.

Para que su reutilización sea posible deben recibir tratamientos adicionales. Estos tratamientos pueden usar distintos procesos tecnológicos o la combinación de varios de ellos. La elección de éstos depende de factores como contaminantes específicos, cantidad o calidad de aguas residuales entrantes, el uso posterior previsto del agua, los costes y otros factores como el uso de energía y las opciones disponibles para la eliminación de los desechos.

Si nuestra intención es reutilizar el agua tratada tenemos dos opciones, tratar solo las aguas grises o tratar todas las aguas residuales. A las aguas tratadas para su reutilización se les denomina aguas «regeneradas».

- Aguas grises: Se denominan aguas grises a las provenientes de duchas y lavabos principalmente, aunque a veces se incluyen también fregaderos y lavadoras. Tienen una carga de contaminantes muy baja y están prácticamente exentas de restos fecales humanos. Su tratamiento es muy sencillo y habitualmente se utiliza para alimentar las cisternas de los inodoros.

El volumen de aguas grises es de al menos un 40% del total en el uso doméstico (lavabo + ducha) y el consumo del inodoro se estima en un 30 % por lo que este gasto queda cubierto. Con un consumo medio por habitante en España de 144 litros al día nos estaríamos ahorrando 43 litros por habitante y día.

- Todas las residuales: Necesita una mayor infraestructura y una mayor inversión pues su tratamiento debe ser más profundo, pero a cambio obtenemos un mayor volumen de agua disponible. Contaríamos con una media de 144 litros por habitante y día para volver a utilizar suponiendo un ahorro importantísimo.

2.6.2 Procesos de reutilización de agua

Actualmente se pueden clasificar los procesos de reutilización más comunes en 4 tipos:

- Reutilización básica: está basada en tratamientos biológicos secundarios para la reducción de materias en suspensión y la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo.
- Tratamientos terciarios: son los tratamientos en los que además de la reutilización básica, se añade un proceso de filtración para eliminar mayor cantidad de materias en suspensión y posteriormente se realiza un proceso de desinfección. En este tipo de proceso también podríamos incluir los Reactores Biológicos de Membranas (MBR) que combinan el tratamiento biológico y la filtración en la misma etapa de tratamiento
- Tratamientos terciarios avanzados: son los tratamientos que además de incluir los dos anteriores, añaden también Oxidaciones Avanzadas (AOP) y posteriormente una etapa de absorción de los subproductos generados.

- Tratamientos multi-barrera, multi-membrana o triple-barrera: estos tratamientos de reutilización incluyen etapas de Micro o Ultra-Filtración, Nano-Filtración u Ósmosis Inversa, seguidas de una Desinfección o AOP.

2.6.3 Usos del agua regenerada

- Recarga de cisternas de inodoros: Solamente si las aguas provienen del tratamiento de aguas grises.
- Riego: Todas las aguas regeneradas pueden usarse para el riego. Debe tenerse cuidado para que no entre en contacto directo con seres humanos o animales y no debe usarse en sistemas de riego por aspersión.

2.6.4 Cooperación en materia del agua

La principal tarea a la que se enfrenta la comunidad internacional en el campo de los recursos hídricos es la transformación de las obligaciones contraídas en hechos concretos sobre el terreno, imprescindibles para el beneficio de las personas, los ecosistemas y la biosfera en su conjunto.

Promover las oportunidades de cooperación en gestión del agua entre todas las partes implicadas y mejorar la comprensión de los retos y los beneficios de esta cooperación contribuyen al respeto mutuo, la comprensión y la confianza entre los países y promueve la paz, la seguridad y un crecimiento económico sostenible.

- Un enfoque inclusivo y a todos los niveles para la cooperación en materia de agua.

Los temas relacionados con la gestión de los recursos hídricos deben abordarse a nivel local y nacional, así como desde el nivel regional e internacional más adecuado. Debería involucrarse a todas las partes implicadas, incluidos el gobierno, las organizaciones internacionales, el sector privado, la sociedad civil y la académica, poniendo especial atención a los medios de vida de la población más desfavorecida y vulnerable.

Las decisiones sobre la gestión del agua deben ser compatibles con las políticas de otros países y viceversa. Las decisiones sociales, políticas y económicas deben tomarse buscando un equilibrio y una distribución justa de los recursos naturales y, al mismo tiempo, teniendo siempre en cuenta los límites biofísicos del medio ambiente.

- Enfoques innovadores para la cooperación en materia de agua.

Movilizar la voluntad y el compromiso político para abordar el tema del agua en el mundo, es todavía un asunto crucial. Igualmente, importantes siguen siendo un pensamiento progresista y una buena disposición a considerar propuestas innovadoras a la hora de abordar la cooperación a nivel local, nacional e internacional.

El debate abierto sobre los temas que determinan nuestros recursos hídricos hoy en día y una fuerte participación ciudadana en la toma de decisiones, elemento clave en el fortalecimiento de una buena gobernanza y un clima de responsabilidad y transparencia, contribuyen a estimular las acciones de cooperación y el compromiso político. Promover una cultura de consultas y aumentar la capacidad

participativa resultará beneficioso para todos los sectores, también para la gestión colaborativa del agua.

- Los beneficios de la cooperación en materia de agua.

La historia ha demostrado a menudo que la propia naturaleza del agua como fuente de vida es un poderoso incentivo para la cooperación y el diálogo, aunando a las diferentes partes implicadas incluso con los puntos de vista más divergentes. Cada vez con más frecuencia, el agua une, y no divide, a las personas y a las sociedades.

- Cooperación para la paz y la seguridad.

A escala mundial, las soluciones efectivas y mutuamente beneficiosas de los problemas relativos al agua subyacen bajo la paz, la seguridad y la estabilidad de nuestras naciones. Afortunadamente, nuestro planeta tiene en la actualidad suficientes recursos hídricos para garantizar la "seguridad hídrica" para todos. Sin embargo, esto solo seguirá siendo una realidad si cambiamos nuestros actuales enfoques conceptuales sobre la gestión del agua. A lo largo de la historia, las naciones han aprendido a compartir los beneficios de los ríos. La clave aquí siempre ha sido y sigue siendo el desarrollo de normas de conducta que ayuden a la resolución de conflictos de forma pacífica.

- Cooperación para el desarrollo y la sostenibilidad medio ambiental.

El agua es crucial para un desarrollo sostenible; el agua tiene un valor social, económico y medioambiental y necesita ser gestionada dentro de un robusto marco

socio-económico y ambiental que sea integral. Tanto río arriba como corriente abajo, las correspondientes partes implicadas tendrán que involucrarse en las decisiones de gestión del agua. Es imposible mantener la integridad de un ecosistema equilibrado sin una estrategia global para la gestión de los recursos hídricos. Todos nosotros compartimos la responsabilidad de proteger los entornos comunes que rodean a los ríos y las masas de agua asociadas a ellos.

- Cooperación para la reducción de la pobreza y el acceso universal al agua.

El agua contribuye a paliar la pobreza de muchas maneras, por ejemplo, a través de los servicios de saneamiento, abastecimiento de agua, etc. Una cantidad y una calidad apropiadas de agua mejoran la salud y, aplicadas en el momento justo, contribuyen a aumentar la productividad de la tierra, de la mano de obra y de otros activos. Estos objetivos son asequibles y costarían mucho menos que suministrar la asistencia sanitaria necesaria para tratar a las personas afectadas de enfermedades prevenibles causadas por las malas condiciones de agua y saneamiento. Cada gobierno debería facilitar un marco legislativo sólido y una estructura de implementación para manejar el uso de sus recursos hídricos.

2.7 Calidad del agua

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana.

Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y

sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos.

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas (también fuente de contaminación microbiana), de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales. Los lagos y los pantanos son especialmente susceptibles a los impactos negativos de la eutrofización debido a

su complejo dinamismo, con un periodo de residencia del agua relativamente largo, y al hecho de que concentran los contaminantes procedentes de las cuencas de drenaje. Las concentraciones de nitrógeno superiores a 5 miligramos por litro de agua a menudo indican una contaminación procedente de residuos humanos o animales o provenientes de la escorrentía de fertilizantes de las zonas agrícolas.

Cabe apuntar que es cada vez mayor la preocupación acerca del impacto en los ecosistemas acuáticos de los productos cosméticos y farmacéuticos como las píldoras anticonceptivas, analgésicos y antibióticos. Poco se sabe de sus efectos a largo plazo sobre los humanos y los ecosistemas, aunque se cree que algunos pueden suplantar las hormonas naturales en los humanos y otras especies.

2.7.1 La calidad del agua y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

La gestión de la calidad del agua contribuye directa e indirectamente a alcanzar las metas establecidas en cada uno de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), aunque está más estrechamente vinculada a garantizar la sostenibilidad medioambiental. Se pueden usar los indicadores relacionados con la calidad del agua para demostrar los progresos hacia la consecución de las metas, trazando las tendencias en el tiempo y en el espacio.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

La metodología es la parte instrumental de la siguiente tesis de investigación denominado ***Sustentabilidad y el Uso del Agua en la Ciudad de Mazatlán.*** Constituye la médula del plan de trabajo; en la que se describe el enfoque, las técnicas de recolección, selección y análisis de datos, requeridas para el desarrollo de este estudio.

La metodología que se utiliza en esta investigación; es de carácter cualitativo y de corte descriptivo en su primera fase. Este planteamiento se justifica utilizando conceptualizaciones y explicaciones, sobre la toma de diversas técnicas para el desarrollo de nuestra investigación.

¿Por qué investigación descriptiva?

Este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos.

“La investigación descriptiva trabaja sobre las realidades de hecho, y su característica fundamental es la de representarnos una interpretación correcta”.

“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades, o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”.

La investigación trata de establecer realidades, a partir de algunas recomendaciones. Es pertinente tomar el camino de la investigación descriptiva ya que como lo marca Mario Tamayo, la investigación descriptiva trata sobre:

- Las realidades de hecho, y una interpretación de los fenómenos actuales.

Además, una razón que no nos permite salir del esquema de la investigación descriptiva es que también forman parte de la investigación los actores sociales que dan vida, transforman, y sienten en este entorno educativo, como lo dice Dankhe, la base del estudio descriptivo es especificar propiedades de personas, grupos, comunidades sometidas a un análisis.

¿Por qué utilizar técnicas cualitativas?

Primero definamos el concepto según Kinner. Las técnicas cualitativas tienen como objetivo buscar información relacionada con las motivaciones, las creencias, los sentimientos y las actitudes de los encuestados. Entonces podemos resumir que las técnicas cualitativas son las que nos ayudaron a extraer datos directos, de fuentes primarias que son en este caso los actores sociales del entorno educativo.

3.1 El enfoque de la investigación

La investigación es definida por Arias Galicia como una serie de métodos para resolver problemas cuyas soluciones necesitan ser obtenidas a través de una serie de operaciones lógicas, tomando como punto de partida datos objetivos (Tamayo y Tamayo, 2003).

Este trabajo investigativo se sustenta bajo el enfoque cualitativo, entendido como la técnica de comprensión personal y de introspección, utilizando el investigador su intuición de sentido común (García & Pompeya, 1996). El propósito de aplicar este método es recuperar información como puntos de vista u opiniones sobre los actores involucrados con el objeto de estudio para lograr entender la realidad o fenómenos sociales.

3.2 Técnicas de Investigación

Para la obtención de datos e información pertinente, se utilizaron una serie de instrumentos de trabajo y de campo que facilitó el desarrollo de este informe.

En este apartado se describen las técnicas que se utilizaron en el proceso de investigación en su forma conceptual y referidas a los autores que la describen, al final se hacen una serie de conclusiones sobre las técnicas ya enumeradas, mencionándose también algunas características que pretende alcanzar el informe final.

3.2.1 Técnicas de análisis documental

Se basó principalmente en el trabajo de archivo, que consiste en la consulta de fuentes escritas, información estadística entre otros, con la finalidad de argumentar a través de conceptualizaciones y teorías que sustentan el marco de referencia en esta investigación.

3.2.2 La observación

La observación es la técnica de investigación por excelencia; es el principio de la validación de toda teoría científica. Esta técnica es la más primitiva y la más actual en el proceso de conocimiento, esta incluye desde los procedimientos informales, como la observación casual, hasta lo más sistematizados, como los experimentos de laboratorio. Durante el proceso de esta investigación, la observación se utiliza desde el planteamiento del problema hasta la preparación del informe.

Es una técnica de medición empírica caracterizada por el contacto directo del investigador con la realidad. La observación (Rodríguez Moguel, 2003), es la más común de las técnicas de investigación; la observación sugiere y motiva los problemas y conduce a la necesidad de la sistematización de los datos.

En la investigación realizamos una observación no participante la cual sostiene que la realidad es objetiva y singular independientemente del investigador.

Los tipos de observación que se utilizaron en el proceso de investigación se muestran enseguida. La observación de campo es la que se realiza en el lugar donde se da el fenómeno observado. Realizar la observación de campo, requiere contar con una guía de información para recolectar los datos y para investigar los indicadores y las relaciones entre las variables. Este tipo de técnica, la hemos utilizado desde el primer acercamiento, en esta investigación, por la facilidad de su empleo y la bastedad de información que arroja.

La observación estructurada, llamada también sistemática, apela a instrumentos para la recopilación de los datos o hechos observados. En una observación estructurada se sistematizan aspectos que se estiman relevantes para determinar la dinámica interna del grupo y ello sirve de orientación al observar, con esta modalidad pueden utilizarse distintos medios que acrecientan notablemente la capacidad de observación y control; cuadros, notas, listados, escalas y dispositivos digitales. El empleo de los dispositivos digitales da en esta investigación los registros, imágenes, sonidos, necesarios para el análisis de los datos de campo.

Medios de observación, los medios e instrumentos de observación son los que facilitan, amplían o perfeccionan la tarea de observación realizada por el investigador. Los que se utilizaron para fines de esta investigación son: el cuaderno de notas, mapas y dispositivos digitales, los cuales se definen a continuación, y cuál ha sido el empleo de dichos medios en este caso de estudio.

El cuaderno de notas, es una libreta que el observador lleva consigo, con el objeto de anotar sobre el terreno todas las informaciones. Los mapas, constituyen un auxilio muy valioso para la observación, sea cual fuere la índole de la investigación social, siempre será ubicarlo geográficamente con datos acerca de sus límites, situación, topografía, extensión, flora, fauna, clima, para guiar sus observaciones. Los dispositivos digitales pueden proveer una información muy objetiva y exacta de la realidad, (La cámara fotográfica, la cámara filmadora y el grabador de voz.).

La función que desempeñan estos tres medios de información en la investigación, es el registro de datos desde el campo, como es el caso del cuaderno que nos ha permitido consultar datos, sin necesidad de volver a la fuente, así como los dispositivos mecánicos que toman datos que no captábamos a simple vista, sin olvidar los planos que nos permitieron delimitar el área de estudio.

El siguiente método a utilizar es el análisis documental que se define de la siguiente forma: Es la base para construir el marco teórico de la investigación y es la más utilizada en todo tipo de disciplinas; implica que las fuentes de información se utilicen adecuadamente. Esta consulta es de gran importancia en los capítulos que conforman este estudio, pero ha cobrado más relevancia en el marco teórico.

La técnica cualitativa de investigación social que usamos es la entrevista, definiéndose esta como: La entrevista estructurada, llamada también formal o estandarizada. Esta forma de entrevista se realiza sobre la base de un formulario previamente preparado y estrictamente normalizado, a través de una lista de preguntas establecidas con anterioridad. Este tipo de entrevista presupone el conocimiento previo del nivel de la información de los encuestados y que el lenguaje del cuestionario sea comprensible para ellos de una manera unívoca.

3.2.3 La entrevista

Es una manera de aproximarse al análisis de la realidad a partir de la aplicación de preguntas dirigidas a individuos que forman parte del fenómeno a estudiar.

La entrevista es una forma especificada de interacción verbal, que se realiza con un propósito definido y se centra en un área determinada de contenido, con la exclusión consiguiente de otros asuntos ajenos a la misma (López-Fé, 2002).

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se aplicó la entrevista estructurada no participante dirigida a especialistas en el área de urbanismo, así como profesionistas del diseño y construcción de espacios habitacionales; considerados como actores clave en esta investigación.

La entrevista que se pretende utilizar en la fase de recolección de datos directos de los actores sociales, buscando los datos pertinentes sobre los temas de facilidades brindadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, actividades extracurriculares, formación integral de los estudiantes sobre la formación de los estudiantes. Todos los instrumentos de recolección de datos se vacían en una tabla que denominamos: diseño de instrumentos para trabajo de campo.

Siguiendo esta tónica se describen también el tipo de instrumentos que se diseñaron, relacionando las categorías de investigación con los instrumentos de recolección antes citados.

La entrevista estructurada, es una parte medular de esta investigación, en la fase de recolección de datos se utilizará la misma, con los actores claves del área investigada, algunas ventajas que plantean en el uso de la entrevista son:

- Riqueza informativa
- Claridad y seguimiento de preguntas y respuestas

- Ventaja en la fase inicial
- Complementa otras actividades cualitativas.

La entrevista funciona bajo un acuerdo mutuo en el que se invita a verbalizar todo aquello que venga a la mente frente a una pregunta dada. La pregunta, elaborada en función de un guion, es considerada solo un disparador que posibilita que el entrevistado empiece a expresar, con la intensidad que desee, sus puntos de vista, conocimientos, experiencias y valoraciones sobre un tema en particular.

3.2.4 Instrumentos investigativos

Los ejes generales de esta investigación son: indicadores, procesos y estudiantes. Enseguida se describirá la importancia de la aplicación de entrevistas en cada categoría matriz y los ejes temáticos planteados en esta investigación. Esto para entender los procesos de la elaboración de una tesis de posgrado.

3.2.5 Universo y muestra

En la selección de informantes, las entrevistas cualitativas requieren un diseño flexible de la investigación. Ni el número ni el tipo de informantes se especifica de antemano. El investigador comienza con una idea general sobre las personas a las que entrevistará y el modo de encontrarlas, pero está dispuesto a cambiar de curso después de las entrevistas iniciales.

La estrategia del muestreo teórico puede utilizarse como guía para seleccionar las personas a entrevistar, (Glaser y Strauss, 1967). En el muestreo teórico el número de “casos” estudiados carece relativamente de importancia. Lo importante es el

potencial de cada “caso” para ayudar al investigador en el desarrollo de comprensiones teóricas sobre el área estudiada de la vida social.

Como vemos, el proceso de la selección de informantes es medular en la parte del proceso investigativo, por las características y la calidad de la información que se necesita, para la consolidación y comprobación de nuestro estudio, la selección de informantes y la conformación de la muestra, forman un punto clave en nuestro proceso de estudio. A continuación, se retoman los conceptos de la siguiente manera.

En nuestro caso son considerados como informantes de calidad, los profesionistas relacionados con la práctica docente en la Institución en cuestión, Los informantes son sujetos con amplia capacidad y conocimientos en los aspectos anteriormente señalados, y que representan con sus opiniones a la comunidad docente, profesional y estudiantil del área investigada.

Las muestras dirigidas, como lo explica (Hernández, 1991, p. 226). Nos da pie a definir el concepto. La muestra dirigida selecciona sujetos “típicos”. La ventaja de una muestra dirigida, es su utilidad para determinado diseño de estudio que requiere no tanto una “representatividad de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema”.

Una vez definido el concepto, encontramos tres tipos de muestras dirigidas los cuales se denominan como: La muestra de sujetos voluntarios, muestra de expertos

y muestras de sujetos tipo. De las cuales tomaremos muestra de expertos y muestras de sujetos tipo.

La muestra de expertos: en ciertos estudios es necesaria la opinión de expertos en un tema. Estas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios que para generar ideas más precisas o la materia prima del diseño de cuestionarios. Estas muestras son válidas y útiles cuando los objetivos del estudio así lo requieren.

Los sujetos tipo, también esta muestra se utiliza en estudios exploratorios y en investigaciones de tipo cualitativo, donde el objetivo es la riqueza, profundidad y la calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización.

En estudios de perspectiva fenomenológica donde el objetivo es analizar los valores, ritos y significados de un determinado grupo social, el uso tanto de expertos, como de sujetos tipo es frecuente.

Entonces para llevar a cabo la presente investigación es necesario establecer el modelo de muestra; la muestra de sujetos tipo se realizó bajo los principios siguientes, en los límites geográficos los estableceremos a las personas que laboren o estudien en la Institución, y también de alguna manera a las personas que se relacionen con la misma, el sexo es indistinto, el grupo de edad requerido es abierto, la clasificación de los candidatos a conformar esta muestra es dependiendo de su licenciatura o grado, la cual se elaborará en referencia con los resultados de campo.

Este es el primer modelo a aplicar, el mismo se pretende implementar hasta que la información sea redundante; los detalles de este procedimiento se marcarán en el

siguiente apartado, que se referirá al trabajo de campo. Continuando con el diseño de instrumentos se elaboraron una serie de fichas de trabajo, la primera es para detectar a los actores clave, la siguiente es la relacionada con el diseño de instrumentos y la última se relaciona con el resumen de opiniones de los actores claves de esta investigación.

Posteriormente se diseñó una presentación con la información relacionada con las categorías investigadas, dicho trabajo se pretende codificar con un programa de computadora y ayudará al entendimiento de los cuestionamientos que se detallarán en la aplicación de la entrevista.

3.2.6 Análisis de información

El análisis de la información es el proceso de decodificación de los datos a través de operaciones de procesamiento, que permitieron el acceso y recuperación de datos, para la traducción posterior a un lenguaje entendible, que permitió el entender con mayor claridad la realidad estudiada y el logro de los objetivos planteados en la investigación.

3.2.7 Presentación de datos y elaboración del informe final

La elaboración del informe final es el trabajo posterior a la ejecución de las actividades puntualizadas en la metodología, que permite presentar de manera objetiva los resultados de la investigación, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas del desarrollo de la misma.

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación titulada ***Sustentabilidad y el Uso del Agua en la Ciudad de Mazatlán***, tiene como punto central el alcance del objetivo general que consiste en aprender más a fondo sobre el papel que juega el agua en la construcción de viviendas bioclimáticas, con base en una estructura metodológica integrada por una serie de fases que conlleva el proceso de investigación.

4.1 Observación

En primera instancia, se aplicó la técnica de investigación de campo definida como observación, a través de la cual se obtuvo información verídica del contexto que rodea a las viviendas en la ciudad de Mazatlán, siendo los resultados obtenidos un punto comparativo que facilite la contrastación entre lo real y lo ideal.

Cabe mencionar que en esta etapa se hizo un recorrido a diversos asentamientos humanos de la urbe, con la finalidad de conocer las características de diseño de viviendas, para tener una visión generalizada de la morfología de las edificaciones.

4.2 Técnica de información documental

El fundamento teórico de la investigación se conforma de enfoques teóricos y conceptuales obtenidos de diferentes fuentes, físicas y virtuales que aborda esta temática.

Esta técnica favoreció la integración del marco teórico que sustenta el desarrollo y aplicación de cada una de las etapas que lo constituye.

4.3 Entrevista

Continuando con las fases metodológicas de este trabajo investigativo, la entrevista es una técnica en la cual se adquiere información relevante al contenido temático de este proyecto.

Para el desarrollo de esta técnica se entrevistaron a especialistas del área del campo de diseño urbano arquitectónico con énfasis en el diseño bioclimático y con conocimientos del concepto de vivienda sustentable.

4.4 Propuesta de vivienda sustentable con énfasis en el agua en la ciudad de Mazatlán.

Se trabajó en un modelo de captación de agua pluvial, del manto freático y la reutilización de aguas jabonosas mediante tratamiento para una vivienda social sustentable.

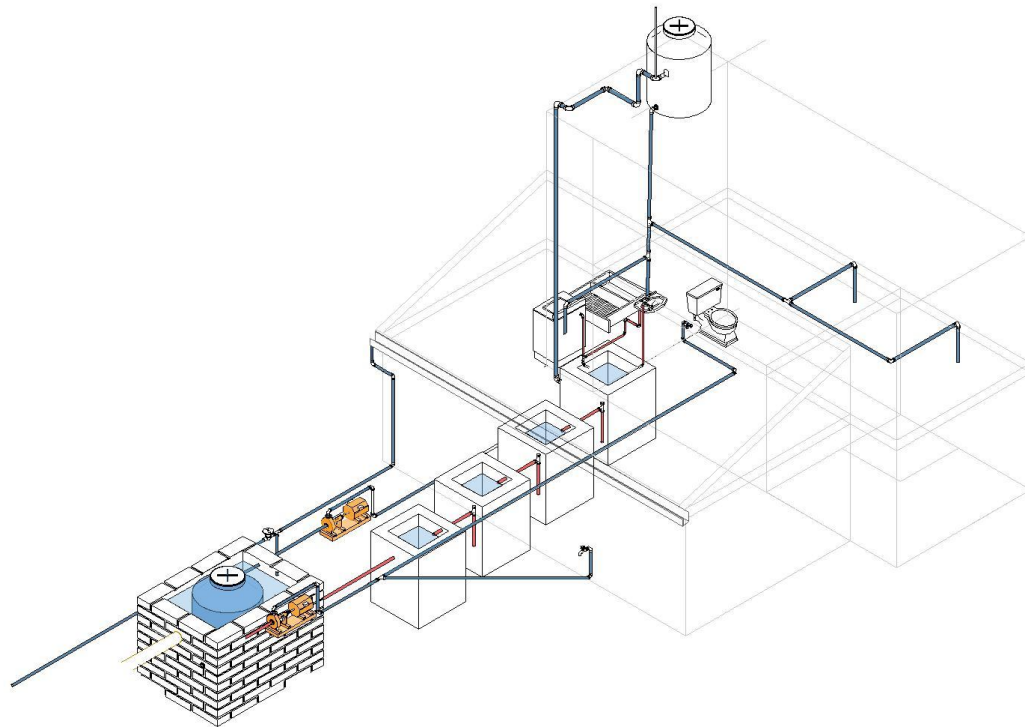


Figura 12. Propuesta para reutilización de aguas jabonosas, manto fríatico y aguas pluviales.

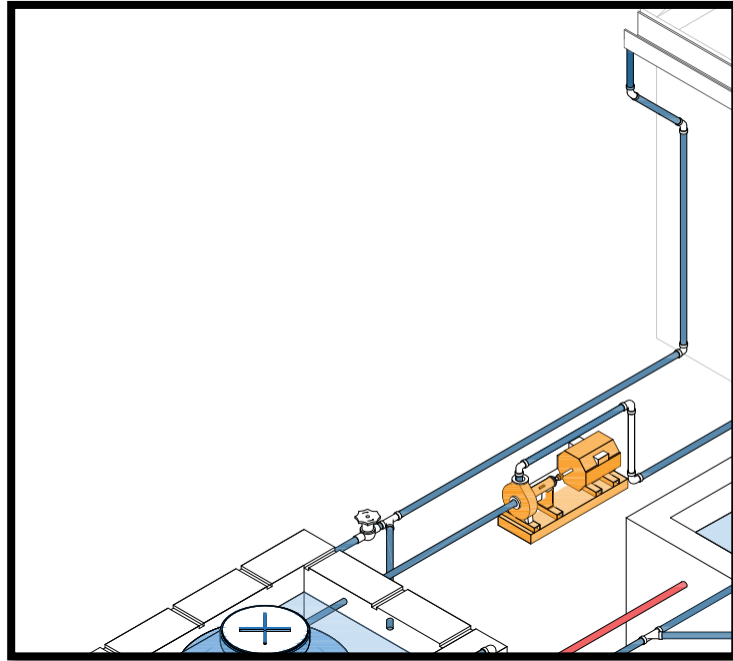


Figura 13. Aprovechamiento de aguas atmosféricas conducidas por sistemas de cañales hacia espacio exterior de cisterna.

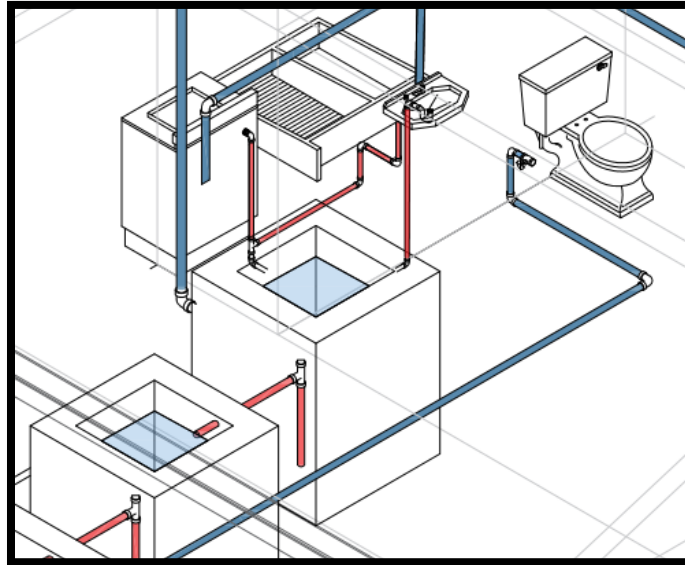


Figura 14. Se captan las aguas jabonosas provenientes del lavamanos, lavadero y lavadora para empezar tratamiento para su reutilización.

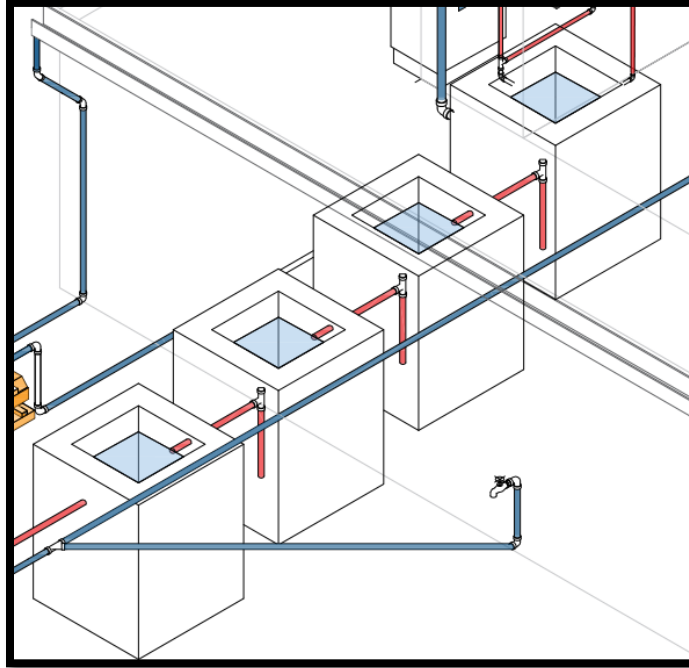


Figura 15. Registros con sistema de bombeo y filtración para limpieza previa de aguas jabonosas.

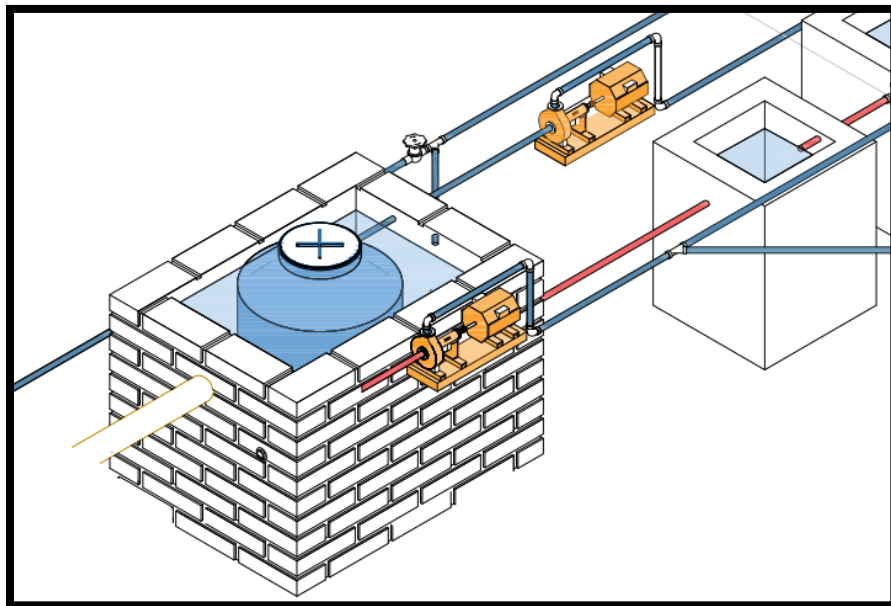


Figura 16. Cisterna gemela: aprovecha los metros cúbicos exteriores de la cisterna para captación y almacenaje de aguas freáticas y jabonosas.

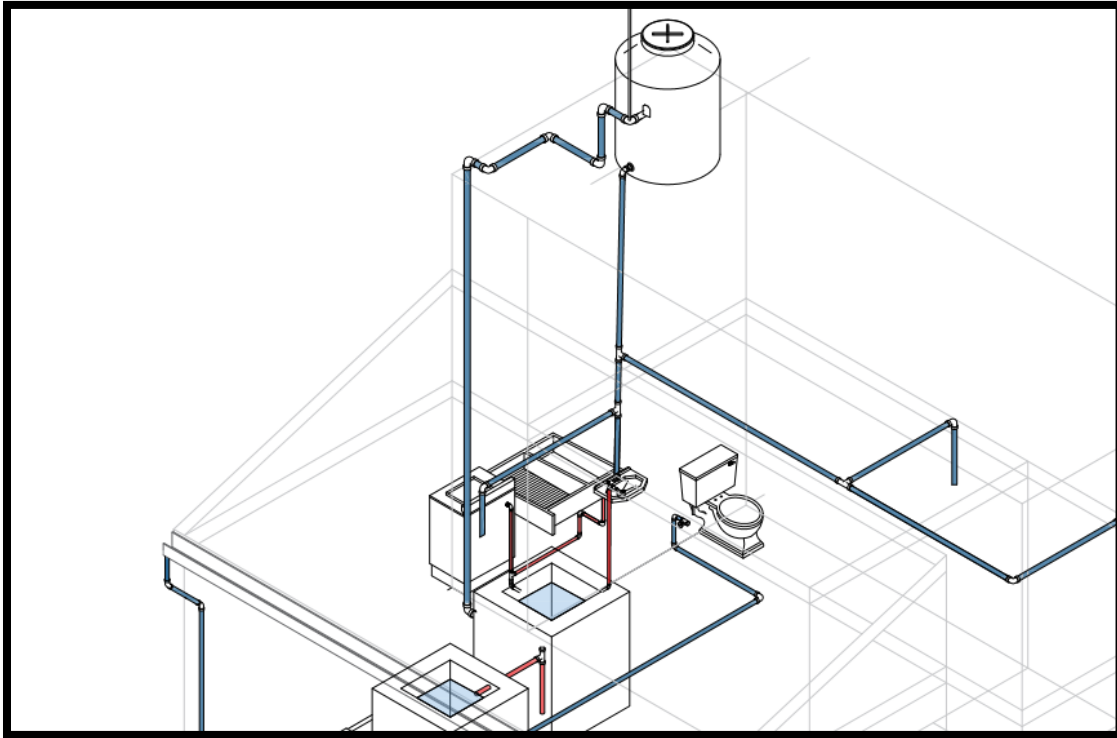


Figura 17. Abastecimiento de agua potable provenientes de JUMAPAN hacia tinaco, distribuidas por medio de gravedad a mobiliario hidráulico.

4.5 Recomendaciones

- Concientizar a los ciudadanos sobre un uso responsable y ahorro de este recurso.
- Fomentar la agricultura eficiente.
- Captar y almacenar agua de lluvia.
- Reutilizar aguas.
- Desalar agua de mar.
- Favorecer el acceso al agua potable
- No demorarse en la regadera más de 5 minutos.

- Reparar con prontitud fugas y filtraciones en llaves y tuberías. En caso de que haya una en la vía pública reportarla a la línea de atención de CONAGUA 01 800 (266 2482) y en la CDMX a LOCATEL 56-58-11-11.
- Regar el jardín con aspersores y las macetas con una regadera, y para evitar la evaporación de preferencia hacerlo durante la mañana o en la noche.
- Colocar en el tanque del wc una botella de 1 litro llena de arena o tierra para que en cada descarga se gaste menos líquido.

4.6 Conclusiones

El agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado. Hoy en día, más de 1,700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que su uso supera la recarga natural, una tendencia que indica que dos tercios de la población mundial podría vivir en países con escasez de agua para 2025. El agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible, pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, el agua puede jugar un papel facilitador clave en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales a la luz de unos cambios rápidos e imprevisibles.

El manejo sustentable del agua es un desafío en el que se requiere la participación efectiva de la sociedad y del Estado en sus distintos niveles para tomar decisiones bajo una visión compartida y así lograr equidad en el uso del recurso hídrico. Sabemos que no es una tarea fácil, porque implica cambios en nuestras acciones

cotidianas y en la gobernabilidad del agua, pero debemos encaminarnos hacia ese objetivo.

La propuesta de la reutilización del agua ayudará al medio ambiente e incluso a la economía de los habitantes, debido a que se pensó para una vivienda social accesible para todos en la ciudad de Mazatlán.

En el aspecto hidrosanitario existe una amplia gama de aparatos que tienden a reducir el consumo del vital líquido, como sanitarios con sistema dual, válvulas reductoras de gasto, entre otros.

Continuando con este mismo lineamiento, para la reutilización de las aguas servidas por los usuarios de una edificación, principalmente el agua jabonosa, se pueden construir o adquirir mecanismos de tratamiento para el aprovechamiento de este recurso en el riego de jardines y limpieza.

Aunque la tecnología se vislumbra como la solución a muchos de los problemas relativos al agua, la confianza en la misma no debe ser excesiva. Las medidas estructurales para hacer frente a los problemas del agua son insuficientes si no se apuesta paralelamente a medidas no estructurales como acciones encaminadas a modificar actitudes, conocimientos y comportamientos en nuestra relación con el agua, es decir, a la cultura del agua.

En los últimos años, en la zona sur del municipio de Mazatlán se ha desarrollado la agricultura intensiva que demanda mayor cantidad de agua para la irrigación, lo que se vuelve una competencia muy fuerte para el abastecimiento público urbano y, por

ende, para las actividades del sector turismo, por los volúmenes que esta demanda. El aumento de las extracciones puede deteriorar la calidad del agua subterránea que abastece a este destino turístico.

El mundo dispone de 12 mil 500 a 14 mil millones de metros cúbicos de agua por año para uso humano. Esto representa unos 9 mil metros cúbicos por persona al año, según se estimó en 1989. Se calcula que para el año 2025 la disponibilidad global de agua dulce per cápita descenderá a 5 mil 100 metros cúbicos por persona al año, pues se sumarán otros 2 mil millones de habitantes a la población del mundo. Aun entonces, esta cantidad sería suficiente para satisfacer las necesidades humanas siempre y cuando el agua estuviera distribuida por igual entre todos los habitantes del mundo.

Ante este panorama, la necesidad de generar estrategias para fomentar la consciencia del uso y la conservación del agua se vuelve prioritaria y común a todos los seres humanos.

- O Reutiliza las aguas grises para tu jardín: Siempre que no contengan químicos, las aguas generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa o el agua que usas tras un baño, pueden aprovecharse para regar el jardín o un pequeño huerto urbano.
- Usa el agua de la secadora para planchar: El agua por condensación que acumula la secadora es ideal para planchar, ya que es un agua pura que no contiene cal. También puede usarse para los limpiaparabrisas del coche o incluso para regar. Lo mismo ocurre con el agua que se obtiene de los

aparatos de aire acondicionado: es agua prácticamente destilada. Eso sí, en ambos casos no es apta para el consumo humano.

- Recoge agua de lluvia: Aprovecha los días de lluvia para recoger agua y almacenarla para posteriores usos, como fregar los suelos o llenar la cisterna del baño. Puedes hacerlo con cubos o contenedores; o comprar algún sistema de recolección de aguas pluviales.
- No tires el agua de las ollas. En la cocina, estamos acostumbrados a cocer verduras y hortalizas y después tirar el agua sobrante. Si en lugar de tirarlo por el fregadero, lo guardas y lo utilizas para regar las plantas, estarás ahorrando una gran cantidad de agua de una forma sencilla.
- Coloca platos bajo las macetas: Esta es una manera fácil de utilizar toda el agua de riego. Lo que les sobra a unas plantas lo puedes destinar para otras. El excedente de agua quedará en el plato o cuenco que coloques bajo la planta, el cual te servirá para seguir regando.

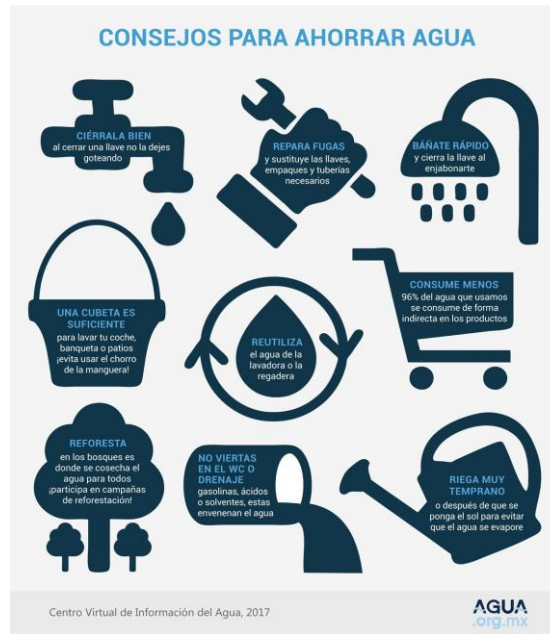


Figura 18. Consejos para ahorro del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Arreguín-Cortés, F López-Pérez, M., Marengo-Mogollón, H. & Tejeda-González, C. Agua virtual en México, Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXII, no. 4, Octubre-Diciembre, 2007, pp.17.

Beneficios del desarrollo Sustentable o Sostenible.: Geografía. (s. f.). GeoEnciclopedia. Recuperado 7 de noviembre de 2022, de <https://www.geoenciclopedia.com/beneficios-del-desarrollo-sustentable-o-sostenible/>

Calidad del agua. (2014, 22 octubre). ONU. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtm>

Ciclo urbano del agua. (s. f.-b). Jumapam.gob.mx. Recuperado 7 de noviembre de 2022, de <http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/ciclo-hidrologico-del-agua/>

Cooperación en materia de agua. (2014, 6 marzo). ONU. https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_cooperation.shtml

Dr. Alejandro Ruiz de Galarreta, Mag. Corina Iris Rodríguez. (2013). LA IMPORTANCIA DEL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA. 13-abril-2020, de UNICEN Sitio web: <https://www.unicen.edu.ar/content/la-importancia-del-manejo-sustentable-del-agua>

Decenio internacional para la Acción el agua fuente de vida 2005-2015. (2014, 11 noviembre).

ONU. https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. SUSTENTABILIDAD. 13-abril-2020, de Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. Sitio web: <https://agua.org.mx/sustentabilidad/>

Gabriela Mantilla Morales, Norma Hernández Cruz, Mercedes Esperanza Ramírez Camperos, Luciano Sandoval Yoval, Carl Anthony Servín Jungdorf, Ana Cecilia Tomasini Ortiz, Juan Leodegario García Rojas. (2018).

Programa marco para fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en Mazatlán. 14-abril-2020, de SECTUR Sitio web: <http://www.sectur.gob.mx/gobmx/wp-content/uploads/2020/02/Mazatlan.pdf>

Ing. Arturo M. Calvente. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. 14-abril-2020, de Universidad Abierta Interamericana Sitio web: <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf>

Naciones Unidas. (2014). Agua y desarrollo sostenible. 15-abril-2020, de Naciones Unidas Sitio web: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

Grupo financiero Monex. (2018). Cómo lograr un uso sustentable del agua. 16-abril-2020, de Grupo financiero Monex Sitio web: <https://blog.monex.com.mx/lograr-uso-sustentable-del-agua>

Sustentabilidad es, definición, concepto, principios y tipos. rss. Recuperado 7 de noviembre de 2022, de <https://responsabilidadsocial.net/sustentabilidad-que-es-definicion-concepto-principios-y-tipos/>

Naciones Unidas. Agua y desarrollo sostenible. 16-abril-2020, de Naciones Unidas Sitio web: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/03_sustainable_development_esp.pdf

H₂O Hidrología sostenible. (2020). Tratamiento y reutilización. 17-abril-2020, de H₂O Hidrología sostenible Sitio web: <http://hidrologiasostenible.com/tratamiento-y-reutilizacion/>

Ing. Abad Posadas Bejarano. (2015). Sistema de cosecha de agua pluvial y reutilización de aguas grises de regadera en vivienda unifamiliar. 17-abril-2020, de Universidad Autónoma Del Estado De México Sitio web: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/33162/Tesis%20Abad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Invitado Forbes. (2022, 12 abril). El papel de la tecnología en la creciente responsabilidad de las empresas en la sostenibilidad.

Forbes. <https://forbescentroamerica.com/2022/04/12/el-papel-de-la-tecnologia-en-la-creciente-responsabilidad-de-las-empresas-en-la-sostenibilidad>

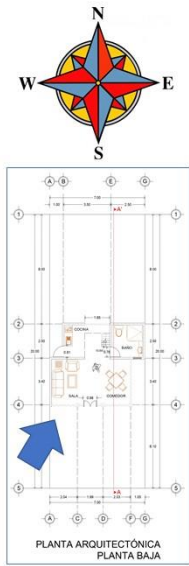
JAPAC. (2016). Formas originales de reutilizar el agua en casa. 17-abril-2020, de JAPAC Sitio web: <http://japac.gob.mx/2016/10/15/formas-originales-de-reutilizar-el-agua-en-casa/>

¿Qué es la reutilización de agua? (2019, 2 febrero). AEDyR. <https://aedyr.com/que-es-reutilizacion>

[agua/#:~:text=La%20reutilizaci%C3%B3n%20de%20agua%20es,al%20tratamient o%20convencional%20de%20depuraci%C3%B3n.](#)

ANEXOS

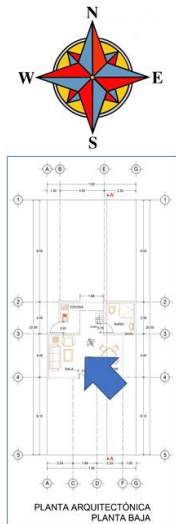
ANEXO 1. Propuesta de vivienda sustentable para la ciudad de Mazatlán.



Vista



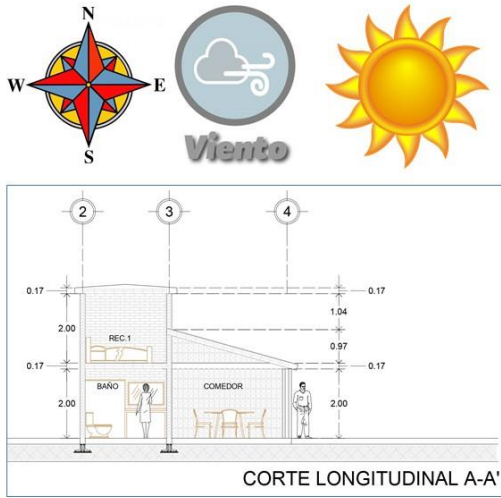
Fachada principal



Vista



Vista interior



Proyecto arquitectónico

