



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**PLAN DE NEGOCIOS PARA ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE
UNA PYME EMBOTELLADORA DE AGUA PROVENIENTE DE
FUENTES ALTERNATIVAS EN LA DELEGACIÓN GUSTAVO A.
MADERO D.F.**

GALLARDO BOLAÑOS JOSÉ ROBERTO



1. Justificación del proyecto

En México existe un gran rezagó con el suministro de agua en todo el país, aun encontrándonos en la capital del país (D.F) podemos encontrarnos con muchas personas las cuales no tienen acceso a este líquido ni siquiera para beber.

El problema de agua en el D.F. se ha centrado en gran parte en la delegación Iztapalapa, esta delegación constantemente sale a relucir en temas de inseguridad, plantones por el mal suministro de agua y otros problemas sociales, pero en la capital hay otra delegación la cual cuenta con un problema equiparable respecto al tema de calidad de agua y resulta ser equiparable la marginación que la misma delegación Iztapalapa, esta delegación es la Gustavo A. Madero (GAM).

La GAM cuenta con un mayor poder adquisitivo a Iztapalapa, ya que concentra diversas Zonas industriales como Talismán y Vallejo, lugares turísticos de alta recurrencia como la Villa, mercados populares en los cuales la población del D.F. realiza sus compras como el pasaje de dulces de Victoria o el popular mercado de la San Felipe de Jesús y en donde la baja calidad de agua obliga a los habitantes a destinar gran parte de sus recursos en agua embotellada, además de esto la GAM es la delegación que menos plantas de purificación y plantas de potabilización alberga, por lo mismo, se consume gran cantidad de agua embotellada y todas las colonias de esta delegación padecen de algún problema con el suministro de agua, aunado a esto la calidad de la misma es muy baja.

Partiendo de la premisa de que en el D.F. nos encontramos con que es el estado del país el cual tiene el mayor consumo de agua embotellada, y que el 75% de las pequeñas embotelladoras se encuentran localizadas al sur de la capital en delegaciones en las cuales la calidad es relativamente buena y en donde la gente prefiere pagar más por agua de marca o agua purificada dejando las delegaciones del norte de la capital al olvido.

El servicio que se plantea brindar es un servicio de potabilización de agua de lluvia y un servicio de purificación de agua potable en temporada baja de lluvia cumpliendo principalmente con la normatividad NOM-027-SSA1-2004 y la NOM-041-SSA1-1993 para agua potable e ingesta humana, de esta manera se les brindara servicio a ciertas Zonas de la GAM con un producto de calidad a un precio competitivo con el cual se ayude a la gente que habita la zona de estudio. Actualmente las grandes compañías comercializan este producto (agua de lluvia embotellada) como de lujo, dándoles un producto de calidad a un precio muy elevado.

Aprovechando un recurso natural en temporadas altas, las condiciones de la zona y la necesidad de la misma, se planea ofrecer un producto de calidad pero a precio accesible para ayudar a la población mexicana en zonas marginadas y de limitado acceso al agua de calidad en esta delegación. También se considerara las alternativas para seguir brindando un servicio de calidad de potabilización de agua fuera de temporada

Para lograr esto, es necesario un estudio a fondo de las condiciones del agua de lluvia y de las demás fuentes de suministro, la rentabilidad técnica, económica y financiera que requiere este proyecto, así como realizar el estudio de mercado pertinente en las purificadoras de la zona de estudio para conocer la demanda y aceptación que tendrá el producto por parte del usuario final.

1.1. Hipótesis

La aplicación de esta potabilizadora de agua de lluvia y purificadora de agua potable de pipa, tendrá una buena aceptación en el área de estudio y cumplirá con la principal misión del plan de negocios; será un sistema económicamente rentable y cuyo principal objetivo es el de ayudar a la población en esta zona del D.F.

El proyecto planteado será factible técnica y económicamente rentable. Contará con una tasa interna de recuperación menor igual a 3 años y con un valor presente neto mayor al 15%.

2. Marco de referencia

El agua es el más importante recurso natural, así como es el líquido más abundante en la tierra, ya que abarca tres partes de ella y es bien conocido que sin agua no existiría la vida en la tierra, ya que sin ella no se pueden producir alimentos, sin agua no hay industria, sin agua no hay actividad humana.

Desde que da inicio la vida en el planeta, la importancia del agua se ha reflejado en la historia, muchas culturas han considerado entre sus deidades al agua, el ejemplo más evidente es en nuestro país antes de que llegaran los españoles, ya que los indígenas adoraban a Tláloc. Esta palabra deriva de *tlalli*, que significa tierra y *octli*, que significa licor. En realidad la traducción literal sería "licor de la tierra", es decir, aquello que bebe la tierra (Rojas, 2010).

2.1. El agua en México

Nuestro país posee aproximadamente el 0.1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial, lo que determina que un porcentaje importante del territorio esté catalogado como zona semiárida. Esto implica, también, la necesidad de considerar al agua no sólo como un elemento vital, sino como un factor estratégico para el desarrollo global del país.

En la clasificación mundial, México está considerado como un país con baja disponibilidad de agua. En todo el país llueve aproximadamente 1,511 kilómetros cúbicos de agua cada año, lo que equivale a una piscina de un kilómetro de profundidad del tamaño de su capital, el Distrito Federal. El 72% (1084 km³) de esa agua de lluvia se evapora.

México es un país semiárido (56%). El 67% de las lluvias mexicanas cae en los meses de junio a septiembre. En promedio, el país recibe unos 711 milímetros de lluvia cada año (1 mm de lluvia = 1 litro por m²). No es mucho comparado con otros países.

Algunas cifras del uso de agua por la población mexicana son las siguientes:

- 34,430 litros de agua potable recibe la Ciudad de México por segundo, lo equivalente a 220 mil pipas de agua por día.
- 360 litros de agua es el consumo diario en promedio cada mexicano.
- 70% del agua en México es extraída del subsuelo.
- 10.6 millones de personas no cuentan con agua potable en México.
- Entre 30 y 50% del agua para abastecimiento público se pierde en fugas.
- 17% de agua potable es para uso industrial y comercial.
- 46% de agua potable es para uso doméstico.
- 37% del agua potable se pierde en tomas clandestinas a lo largo del territorio nacional.
- 106 de 122 es el lugar que ocupa México en calidad mundial de agua.
- 80% de agua en buena calidad se encuentra en los acuíferos.
- 27% de las aguas superficiales del país son de calidad aceptable-baja.

- 24% de éstas no se usan porque están muy contaminadas.

2.1.1. El agua por regiones en México

En el norte, México es muy ancho pero con poca lluvia (árida o semiárida); en el sur es angosto, pero llueve más. El 50% de la superficie la tienen los estados norteros, y ahí llueve tan sólo 25% del total. En la parte angosta del país, que ocupa 27.5% del territorio, cae la mayor parte del agua de lluvia (49.6%), esto es en los estados del sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco).

Entre los estados más secos está Baja California: tan sólo llueve un promedio de 199 mm por año. En contraste está Tabasco, que recibe 2588mm de agua cada año. En México llueve cada vez menos. De 1994 a la fecha ha llovido menos del promedio histórico anterior.

Mientras que en la frontera sur la disponibilidad de agua promedio es mayor a 155 km³, en la región del Río Bravo no llega a los 15 km³, y en Baja California es inferior a los 5 km³.

2.1.2. El Agua en la Ciudad de México

Para atender la demanda de agua potable de los habitantes de la ciudad de México se suministra un caudal promedio de 32 m³/s.

El 67% del caudal suministrado se obtiene de fuentes subterráneas: 55% del acuífero del valle de México y 12% del valle del Lerma, el cual se ubica en el Estado de México a 70 Km de la gran ciudad. En tanto que el caudal restante se obtiene de fuentes superficiales, 8% de manantiales ubicados en la zona sur-poniente de la ciudad y 30 por ciento del sistema Cutzamala, el cual se encuentra en los estados de México y Michoacán, a una distancia de 124 Km de la ciudad.

Algunos datos del suministro y consumo de agua en el D.F.

- Población del Distrito Federal: 10 millones de habitantes
- Abastecimiento de agua a la Ciudad de México: 35.2 m³/s
- Fuentes de abastecimiento: 4
- Mantos acuíferos del Valle de México: suministra el 49.3 %
- Sistema Cutzamala: suministra el 28.3 %
- Sistema Lerma: suministra el 12 %
- Manantiales del sur-poniente de la Ciudad: suministra el 8.4 %
- Habitantes que no cuentan con acceso a la red de agua potable: 180 mil
- Precipitación pluvial promedio anual: 700 mm
- Zona de recarga natural de los mantos acuíferos o suelo de
- Industrial y comercial: 17 %
- Uso doméstico: 46 %
- Fugas y tomas clandestinas: 37 %
- Nivel de desperdicio por redes en mal estado: 32 %

- Antigüedad de la red primaria de distribución de agua potable: 40 años
- Extensión de la red secundaria de agua potable: 12,279.2 km²
- Consumo diario promedio de agua por habitante recomendado para las grandes ciudades: 150 litros
- Consumo diario promedio de agua por habitante en la Ciudad de México: 360 litros
- Subsidio: 0.66 /1 peso

Fuentes de Abastecimiento	Municipios de los que se traen los caudales	Caudal promedio de abastecimiento en 2008 (m3/s)
Fuentes externas al Distrito Federal		
<i>Fuentes Operadas por la Gerencia de Aguas del Valle de México</i>		
Sistema Cutzamala	Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Donato Guerra, Villa de Allende, Villa Victoria, Almoloya de Juárez, Toluca, Estado de México.	9.575
Sistemas Barrientos y Risco	Tultitlan, Cuautitlán, Tlalnepantla, Estado de México.	2.239
Sistema de Aguas del Sur	Milpa Alta, Tláhuac, Valle de Chalco y La Paz, Estado de México.	0.382
SUBTOTAL		12.196
<i>Fuentes Operadas por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México</i>		
Sistema Lerma	Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Lorenzo Oyamel, Temoaya, Xonacatlan, Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Calpuhuac, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Joquicingo, San Pedro Techuchulco, Santa Cruz Atizapán y Santiago Tianguistenco, Estado de México.	3.832
Sistema Chiconautla	Ecatepec, Tecamac, Acolman, Estado de México.	1.402
SUBTOTAL		5.234
Fuentes ubicadas dentro del Distrito Federal		
<i>Fuentes Operadas por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México</i>		
Pozos a la Red Norte	Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Distrito Federal.	1.037
Pozos a la Red Centro	Benito Juárez, Cuauhtémoc, Coyoacán, Distrito Federal.	2.037
Pozos a la Red Sur	Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco, Distrito Federal.	7.853
Pozos a la Red Oriente	Iztacalco, Iztapalapa, Venustiano Carranza, Distrito Federal.	2.773
Pozos a la Red Poniente	Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Tlalpan, Distrito Federal.	0.213
Río Magdalena	Magdalena Contreras, Distrito Federal.	0.203
Manantiales	Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tlalpan, Distrito Federal.	0.792
SUBTOTAL		14.908
TOTAL AL D.F.		32.338

Fuentes de abastecimiento De agua del D.F.

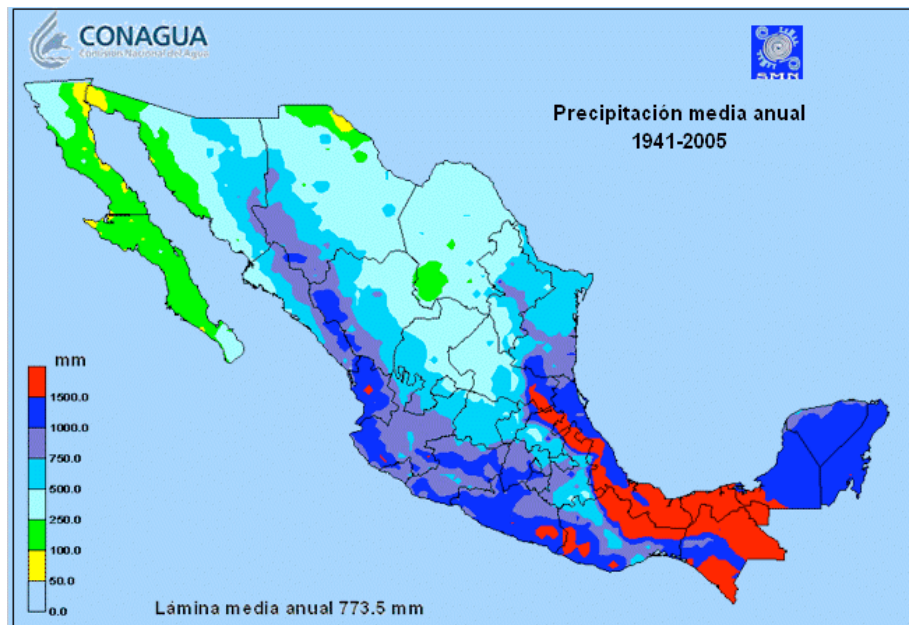
2.2. Recursos hídricos provenientes de la precipitación pluvial en México

En México el promedio anual de precipitación pluvial oscila entre los 775mm y los 780mm, lo cual corresponde a un volumen de 1,532 millones de m³, en la zona norte y el altiplano (52% de territorio) la media anual es inferior a los 500mm y sólo en una

pequeña porción del sureste (7% de territorio) la media anual alcanza valores de hasta los 2000mm anuales. (Alder, 2008)

La precipitación ocurre en dos ciclos anuales, el primero se lleva en el periodo de mayo a noviembre el cual concentra el 80% de las lluvias, debido a que en esta temporada aparece el mayor número de huracanes y tormentas tropicales.

El segundo ciclo se lleva a cabo de noviembre a abril, y obedece a la invasión de masas “nortes” que afectan a gran parte del territorio nacional.



Precipitación media anual en México (Alder, 2008)

México presenta una baja disponibilidad natural media del agua con un volumen promedio nacional de 4,547 m³/hab*año. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas, México se sitúa en el lugar 94 en disponibilidad natural del agua.

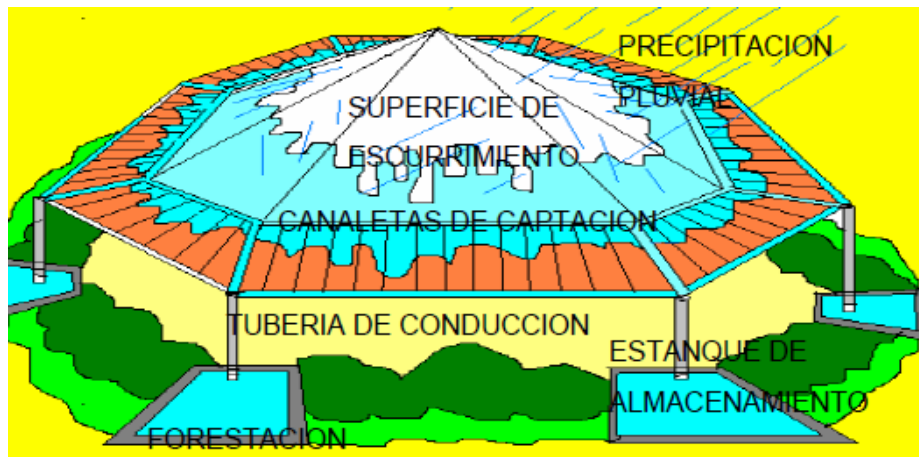
2.3. Captación de agua de lluvia

La captación de agua de lluvia es la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae sobre una superficie de manera natural o hecha por el hombre.

Las superficies que captan el agua en las ciudades pueden ser techos de casas y edificios, techos de almacenes o de tiendas, explanadas, etc. El agua almacenada puede ser usada para cualquier fin, siempre y cuando se utilicen filtros de tratamiento apropiados para cada uso, es decir, para usos básicos como limpieza de ropa, de pisos, sanitarios y riego; para aseo personal y para agua que se pretenda beber, se deberá tener un sistema de filtros adecuado para estos fines, así como un tratamiento apropiado según las condiciones del agua pluvial. (Martínez, 2003).

Los sistemas de captación de agua de lluvia proporcionan agua en el lugar de su captación y en lugares cercanos donde se necesita y se utiliza. Estos sistemas pueden

ser manejados y operados a nivel particular y público. La lluvia es captada usando estructuras existentes, las tecnologías utilizadas tiene ligeros impactos ambientales comparados con otras tecnologías sobre los recursos hídricos. El agua de lluvia es relativamente limpia y la calidad es generalmente aceptable para muchos propósitos con poco o sin tratamiento. (Lo Andrew, 2005)



Texto fábricas de agua

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- Alta calidad físico química del agua de lluvia,
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales,
- No requiere energía para la operación del sistema,
- Fácil de mantener
- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.

A su vez las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:

- Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.
- En el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es necesario considerar los factores técnicos, económicos y sociales

2.3.1 Factores para la implementación de un sistema de captación, así como los usos más comunes del agua en un hogar.

Existen dos factores sumamente relevantes para poder llevar a cabo la implementación y el funcionamiento adecuado para el uso óptimo de este tipo de sistemas.

Factor humano: Este factor es sumamente importante, ya que se debe tener una conciencia plena del ahorro del agua, debido a que si la implementación de este sistema no se realiza con el consentimiento de las personas a cargo de la edificación, no será

utilizado de la mejor manera, por lo cual solamente será un implemento más para dicha edificación y este no contará con el mantenimiento ni con el uso adecuado para el cual fue construido.

Factores técnicos: antes de llevar a cabo la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia se debe tomar en cuenta los factores materiales (techos, cisternas, tuberías, sistema de filtros etc.), las condiciones naturales de cada región (cantidad de precipitación pluvial en la zona), variables como (integrantes de la familia, costumbres, media de consumo etc.), así como las expectativas de uso.

Según la necesidad de la cual se esté hablando, el agua de lluvia puede tener diversos usos, los cuales se dividen en usos simples y complejos.

Usos simples:

- Limpieza de pisos y accesorios del hogar
- Lavado de ropa
- Riego de plantas y jardines domésticos
- Lavado de autos
- Recargas para el sistema sanitario

Usos complejos

- Limpieza corporal
- Usos de cocina
- Beber (agua potable) (Alder, 2008)

2.4. El agua potable

El agua es un elemento vinculante y complejo. Es a partir de este líquido vital que se sostiene la satisfacción de necesidades humanas básicas y los requerimientos para la socialización contemporánea: la producción industrial, la logística empresarial, los mercados estratégicos, las regiones globalizadas, las comunicaciones, la generación de energía, la producción agropecuaria, la zonificación política-administrativa, la urbanización; y de manera más cercana, la alimentación, la cocina, el aseo personal, la salud y otros procesos metabólicos del cuerpo humano; incluyendo las necesidades de los animales y plantas domésticas y el mantenimiento de la propiedad; todo esto depende, en diversos porcentajes y modos, del agua. Sin dejar de mencionar que el agua también ha sido y sigue siendo en algunos lugares un elemento cultural de consideraciones mágico-religiosas.

Se denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para su consumo humano según unos estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales. Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización.

El suministro de agua potable es un problema que ha preocupado al hombre desde la antigüedad. En algunas zonas se construían y construyen cisternas que recogen las

aguas pluviales. Estos depósitos suelen ser subterráneos para que el agua se mantenga fresca y sin luz que favorecería el desarrollo de algas.

De acuerdo con datos suministrados por el Banco Mundial, el 45% de la población mundial carece de un acceso directo a los servicios de agua potable. En otras fuentes se habla de mil millones de personas sin acceso al servicio, en tanto dos mil quinientos millones no cuentan con servicio de purificación. En los países desarrollados los niños consumen de 30 a 50 veces más agua que en los países llamados en vías de desarrollo. Por lo que la humanidad en desarrollo a buscado diversos medios de abastecimiento, y el agua embotellada es uno de ellos.

La historia del agua embotellada comenzó en 1826 en el pequeño pueblo francés de Evian, de donde proviene el nombre de la famosa marca. Para el caso de México, el agua embotellada toma un auge a partir del año 1985 debido a que el terremoto de ese año generó rupturas en los canales, estas rupturas generaron la mezcla de agua potable con aguas negras lo cual generó una gran desconfianza por parte de la población al agua brindada por el gobierno.

2.5. Plantas potabilizadoras en el Distrito Federal (tesis poli)

Para inicios del año 2012, en el Distrito Federal se tenían ubicadas una cantidad de 37 plantas potabilizadoras con una capacidad total de 4458.5 L/s, cada una maneja un distinto tipo de tratamiento y se ubican de la siguiente manera.

Planta	Delegación	Tratamiento
Deportivo Ferrería	Azcapotzalco	Filtración Directa
Trabajadores del Hierro	Azcapotzalco	Filtración Directa
Jardines del Pedregal 5	Gustavo A. Madero	Osmosis Inversa
Joyas de Vallejo	Gustavo A. Madero	Osmosis Inversa
Agrícola Oriental	Iztacalco	Osmosis Inversa
Ciudad Deportiva 1	Iztacalco	Clasificación Convencional
Ciudad Deportiva 2	Iztacalco	Filtración Directa
Acueducto Sierra Santa Catarina	Iztapalapa	Filtración Directa
Granjas San Antonio	Iztapalapa	Osmosis Inversa
Peñón 9	Iztapalapa	Adsorción
Iztapalapa 1	Iztapalapa	Osmosis Inversa
Iztapalapa 2	Iztapalapa	Filtración Directa
La Caldera	Iztapalapa	Adsorción
Panteón Civil	Iztapalapa	Adsorción
Purísima 2	Iztapalapa	Adsorción
Purísima 3 y 7	Iztapalapa	Adsorción
Purísima Iztapalapa Democrática	Iztapalapa	Adsorción
San Lorenzo Tezonco	Iztapalapa	Clasificación Convencional
Santa Catarina	Iztapalapa	Remoción de fierro y magnesio
santa Catarina 11	Iztapalapa	Filtración Directa
Santa Catarina 13	Iztapalapa	Osmosis Inversa
Santa Catarina 8 y 9	Iztapalapa	Osmosis Inversa

Santa María Aztahuacan	Iztapalapa	Osmosis Inversa
Santa Cruz Meyehualco	Iztapalapa	remoción de hierro y magnesio
Tlacotal	Iztapalapa	Osmosis Inversa
Viga 4	Iztapalapa	Filtración Directa
viga 2	Iztapalapa	Filtración Directa
Magdalena Contreras	Magdalena Contreras	Clasificación Convencional
Escudo Nacional	Tláhuac	Adsorción
5 y 13	Tláhuac	Adsorción
San Lorenzo	Tláhuac	Adsorción
Valbuena	Venustiano Carranza	Adsorción
Vista Alegre	Venustiano Carranza	Osmosis Inversa
Cerillos	Xochimilco	Adsorción
Cerillos 3	Xochimilco	Adsorción
San Luis Nuevo	Xochimilco	Filtración Directa
Xaltepec	Xochimilco	Filtración Lenta

2.6. El agua en la delegación Gustavo A. Madero (tesis poli)

La Delegación Gustavo A. Madero tiene un nivel de cobertura del 98% en el servicio de agua potable. La infraestructura de agua potable con la que cuenta la delegación, está compuesta por 43 tanques de almacenamiento con capacidad conjunta de 380,685 m³, 25 plantas de bombeo (capacidad conjunta de 1,321L/p), 134.45 km de red primaria y 1,687.52 km de red secundaria de distribución.

Esta infraestructura es abastecida por fuentes externas e internas; las fuentes externas se conforman por el Sistema Teoloyucan Tizayuca, Ecatepec Los Reyes y Chiconautla; la fuente interna de la delegación está integrada por pozos profundos particulares que abastecen a las zonas industriales.

El abastecimiento de agua potable a los habitantes de las partes altas de la delegación se apoya principalmente en tanques de almacenamiento y plantas de re-bombeo. Cabe mencionar que el suministro de agua a la delegación difiere según el gasto proporcionado por las fuentes externas ocasionando que los tiempos de bombeo varíen de 16 a 24 horas.

Las fuentes externas básicamente se encuentran localizadas en el Estado de México al norte de la delegación Gustavo A. Madero; la forman dos entradas de agua en bloque al Distrito Federal denominados Sistema Aguas del Norte, que se conforman por el Sistema Teoloyucan Tizayuca Los Reyes y Ecatepec Los Reyes, operados por la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM) y el Sistema Chiconautla operada por DGCOH.

Las 3 principales fuentes de abastecimiento de la delegación son:

- A. **El Sistema Teoloyucan Tizayuca-Los Reyes** abastece a la delegación a través de la planta de bombeo Barrientos, la cual se encarga de alimentar a los cuatro tanques Chalmita con una línea de conducción de 72" (1.83 m) de diámetro.

- B. **El Sistema Ecatepec Los Reyes** abastece a los tanques Santa Isabel por medio de una línea de 48" (1.22 m) de diámetro, utilizando la planta de bombeo El Risco.
- C. **El Sistema Chiconautla** integrado por 39 pozos, alimenta a los tres tanques Santa Isabel a través de los acueductos Los Reyes y Chiconautla por medio de las plantas de bombeo Risco y planta de Bombeo No. 2, también parte del gasto de éstos pozos del sistema Chiconautla. La alimentación a los tanques se lleva a cabo con una línea de 72" (1.83 m) de diámetro. El sistema de pozos es operado por la DGCOH. Las fuentes internas de la delegación están integradas por tres pozos municipales (actualmente fuera de operación) y 27 pozos profundos particulares. Estos últimos son utilizados por hospitales, baños, industrias, etc. Los tanques principales para la distribución del agua son los tanques Chalmita y Santa.

2.6.1. Época de lluvias en la GAM (tesis poli)

En esta época del año las aguas pluviales de la delegación se desalojan por conductos de drenaje, a través del sistema de drenaje profundo por medio de obras de captación.

El río San Javier, descarga al Interceptor Central a través de la Obra de Toma Río San Javier, que tiene una capacidad máxima de 10 m³/s; un poco antes desembocar al río de los remedios, se tiene una obra de captación, la cual a través del colector Acueducto de Guadalupe Sur desvía agua del río hacia el Interceptor Central, descargado hacia éste, mediante la obra Río Tlalnepantla; el caudal adicional lo descarga al río de Los Remedios.

El río Tlalnepantla descarga, a través de una obra de captación cuya capacidad máxima es de 18 m³/s, al Interceptor Central, esta estructura se encuentra en el cruce del río con la Av. 100 metros. El caudal restante lo descarga en el río de Los Remedios.

El río Cuauhtec es aliviado en la época de lluvias mediante la laguna de regulación Cuauhtec, que tiene una capacidad de almacenamiento de 150,000 m³, localizada en la colonia El Arbolillo; adicionalmente cuenta con una derivación en su margen izquierda, conocida como la Zanja Madre que descarga en la lumbrera 13 del Interceptor Oriente. El caudal restante lo descarga en el río San Javier.

Las descargas del río de Los Remedios son reguladas fuera de la delegación; ya dentro de ésta, cuenta con una obra de derivación en su margen izquierda a la altura de la Av. 100 metros, donde puede descargar hasta 100 m³/s hacia el Interceptor Central, cuando se opera de esta forma, una parte del río funciona en contraflujo hacia el Interceptor Central. En esta época, el río de Los Remedios en el tramo comprendido entre la Av. Gran Canal y Av. Central, descarga en contraflujo, es decir de oriente a poniente, hacia el Gran Canal debido a las condiciones físicas y de azolvamiento del cauce.

Durante esta época, la planta de bombeo CTM no tiene la capacidad suficiente para descargar eficientemente las aportaciones de los colectores que desembocan en el Pedro Galván, ya que debido a que drenan zonas con pendiente muy fuerte, el tiempo

de concentración de la lluvia es muy corto, por lo que constantemente se presentan encharcamientos a lo largo del colector.

El Gran Canal del Desagüe, es aliviado mediante una obra de toma que está localizada a la altura de la calle Camino Rojo; a través de esta obra de toma el Gran Canal descarga al Interceptor Oriente.

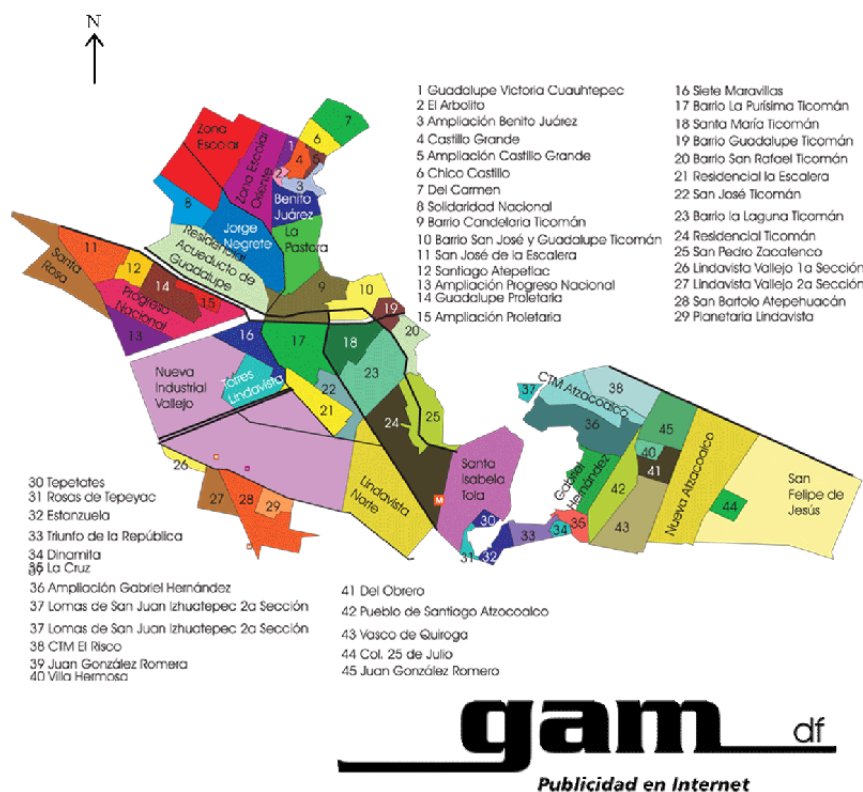
2.6.2. Problemas de abastecimiento en la (GAM)

En la delegación Gustavo A. Madero se cuenta con un gran número de problemas con el abastecimiento adecuado del agua, cada colonia tiene sus propias complicaciones como la falta del recuso, la mala red de distribución del agua, la calidad del agua es mala, cortes intermitentes en el servicio, entre otros, por lo cual se enlistan en principal problema que padece cada colonia de la delegación en relación al suministro adecuado del agua:

Colonia	Principal Problema	Colonia	Principal Problema	Colonia	Principal Problema
Gabriel Hernández	Sin Servicio	Unidad la Cuchilla	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Guadalupe Victoria	Bajas presiones y Servicio Intermitente
San Pedro Zacatenco	Sin Servicio	U.H Ejidos San Juan de Aragón	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Cocoyotes	Bajas presiones y Servicio Intermitente
U. H. El Arbolito	Sin Servicio	Héroes de Chapultepec	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Aplicación Benito Juárez	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Ampliación Benito Juárez	Sin Servicio	U.H San Juan de Aragón Sección 1 y 2	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Del Bosque	Bajas presiones y Servicio Intermitente
San Lucas Patoni	Sin Servicio	Nueva Atzacolco	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Ahuehuetes	Bajas presiones y Servicio Intermitente
El Carmen	Sin Servicio	El Coyol	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Compositores Mexicanos	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Ampliación La Forestal	Sin Servicio	U.H Eduardo Molina	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Malacates	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Verónica Castro	Sin Servicio	Casas Alemán	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Tepetal	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Ampliación Tlaxpexco	Sin Servicio	25 de Julio	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Forestal	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Lomas de Chapultepec	Sin Servicio	La Esmeralda	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Palmitilla	Bajas presiones y Servicio Intermitente
U.H. San Juan de Aragón	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	U.H CTM Atzacolaco	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Tlaxpexco	Bajas presiones y Servicio Intermitente
San Felipe de Jesús	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	U.H CTM El Risco	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Cuautepec Barrio Alto	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Vasco de Quiroga	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	Salvador Díaz Mirón	Bajas presiones y Servicio Intermitente	San Miguel Cuautepec	Bajas presiones y Servicio Intermitente
U.H CTM Atzacolco	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	San José de la Pradera	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Vista Hermosa	Bajas presiones y Servicio Intermitente
U.H CTM El Risco	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	Estanzuela	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Parque Metropolitano	Bajas presiones y Servicio Intermitente
Malacate	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	Gustavo A. Madero	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Arboledas de Cuautepec	Bajas presiones y Servicio Intermitente
General Felipe Berriozábal	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	Defensores de la Republica	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Cuchilla del Tesoro	Zonas con falta de Agua
Lomas Cuautepec	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	Panamericana	Bajas presiones y Servicio Intermitente	U.H San Juan de Aragón Sección 6 y 7	Zonas con falta de Agua
Forestal	Alto Índice de Fugas y Servicio Intermitente	Aplicación Panamericana	Bajas presiones y Servicio Intermitente	La Pradera	Zonas con falta de Agua
Villas de Aragón	Bajas presiones y Servicio Intermitente	San Pedro Zacatenco	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Ampliación La Pradera	Zonas con falta de Agua
U.H San Juan de Aragón Sección 3, 4 y 5	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Planetario Lindavista	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Ampliación Providencia	Zonas con falta de Agua
Cuchilla del tesoro	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Lindavista	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Nueva Tenochtitlan	Zonas con falta de Agua
Nueva Tenochtitlan	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Zona Escolar	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Ex Escuela de Tiro	Zonas con falta de Agua
Escuela de Tiro	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Jorge Negrete	Bajas presiones y Servicio Intermitente	San Felipe de Jesús	Zonas con falta de Agua
Cerro Prieto	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Santa María Tecmán	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Providencia	Zonas con falta de Agua
Fernando Casas Alemán	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Valle de Madero	Bajas presiones y Servicio Intermitente	U.H INFONAVIT Éxito, Triunfo y Esperanza	Zonas con falta de Agua
Conjunto Aragón Indeco	Bajas presiones y Servicio Intermitente	El Carmen	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Campestre Aragón	Zonas con falta de Agua
El olivo	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Castillo Chicho	Bajas presiones y Servicio Intermitente	El Milagro	Zonas con falta de Agua
Pueblo San Juan de Aragón	Bajas presiones y Servicio Intermitente	Castillo Grande	Bajas presiones y Servicio Intermitente	U.H CTM Atzacolco	Zonas con falta de Agua

Dinamita	Zonas con falta de Agua	U.H Arrollo de Guadalupe	Zonas con falta de Agua	U.H Mediterráneo	Zonas con falta de Agua
U.H Pemex Lindavista	Zonas con falta de Agua				

Tesis poli



2.7. México y el agua embotellada (Protocolo mercados)

En la actualidad existen muchas y muy variadas marcas de agua embotellada que ofrecen a potenciales clientes aguas con diferentes purezas, características y procedencias. El crecimiento del mercado de aguas embotelladas en general se sitúa en torno al 12% anual. Sin duda es un mercado en auge, un mercado en el que tener una proyección destacada, una notoriedad pública y una fama y prestigio reconocidos son indispensables para triunfar y lograr éxitos en las ventas

México no solo es el mayor consumidor de refrescos del mundo: también es del agua embotellada.

El auge del agua embotellada en México fue tan brutal, que el mercado prácticamente se duplicó: pasó de 5,122 a 10,046 millones de dólares. El mercado mexicano representa 13 por ciento del total mundial y tiene el mayor consumo per cápita, con 281 litros de agua embotellada por año, superando a países como Estados Unidos y China.

Consumo de agua embotellada			
Países en los cuales el consumo excede 100 litros por persona por año			
	2000	2005	2010
México	124	179	243
Italia	160	191	187
Emiratos Arabes Unidos	114	181	153
Bélgica/Luxemburgo	118	160	148
Alemania	102	128	134
Francia	126	139	132
España	105	146	124
Líbano	77	107	121
Tailandia	70	77	114
Hungría	39	70	111
Suiza	90	104	108
EE.UU.	67	99	107
Eslovenia	56	81	107
Croacia	47	78	101

Fuente: www.worldwater.org

Consumo de agua por país (worldwater.org)

Hoy por hoy la bebida procesada de mayor consumo en México es el agua embotellada. Esto quizá guarde alguna relación con la situación crítica que enfrenta la calidad del agua en México, que de acuerdo con un estudio realizado por la ONU, corresponde al país el lugar 106 de 122 países que enfrentan problemas de calidad del líquido.

Paralelamente, cada vez más personas comenzaron a darle importancia al consumo de agua, ya sea de garrafón o embotellada; con esto se propició el crecimiento de una industria hoy consolidada, que se sigue desarrollando aceleradamente. En el 2009 se contaban con 13,206 negocios en este rubro en todo el territorio nacional, de los cuales el 92% eran micro, pequeñas y medianas empresas y el resto estaba a cargo de grandes consorcios estos han crecido a gran nivel, para el año 2013 a nivel nacional se tienen registros de casi 20,000 potabilizadoras de agua.

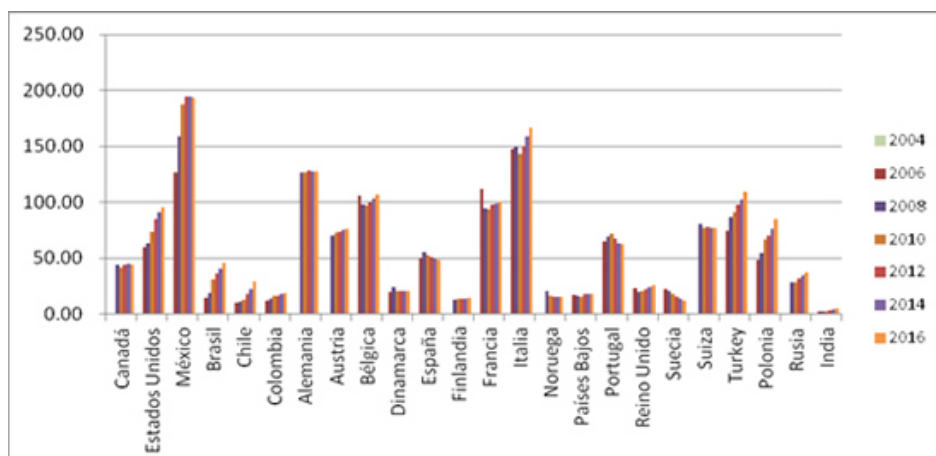
Actualmente el sector de la población mexicana que empuja el crecimiento de esta industria es la comunidad joven, la cual tiende a beber más agua y a consumir más alimentos naturales como verduras y ensaladas; aunque esta práctica se da más en el sexo femenino con un nivel socioeconómico alto.

Los resultados de una consulta hecha por Mitofsky revelan que en la lista de los ocho alimentos y bebidas de mayor frecuencia de consumo en México se encuentra con 77% la fruta, 63% el agua embotellada, 58% las ensaladas y 52% las bebidas carbonatadas. Se ha observado que el consumo de refrescos tiende a bajar, mientras se da un aumento lento en el consumo de jugos y una creciente ingesta de agua natural (sin saborizantes, ni azúcar, ni colorantes).

En el mundo, al menos en los últimos seis años, México se ha mantenido en el primer lugar de consumo de agua embotellada. En la siguiente gráfica puede observarse el comportamiento de consumo en litros por persona y por año. El principal país consumidor, en un ranking de 22 países, es México que durante 2013 el consumo *per*

cápita anual fue de 194 litros, seguido por Italia con 154.8, y Alemania con 127 litros. Estados Unidos quedó en el séptimo lugar con 87, Canadá en el 15 con 44, Brasil en el 16 con 39, Chile en el 25 con 20 y Colombia en el 28 con 17 litros por habitante. El país menos consumidor en la lista le corresponde a la India con apenas 4 litros consumidos por persona.

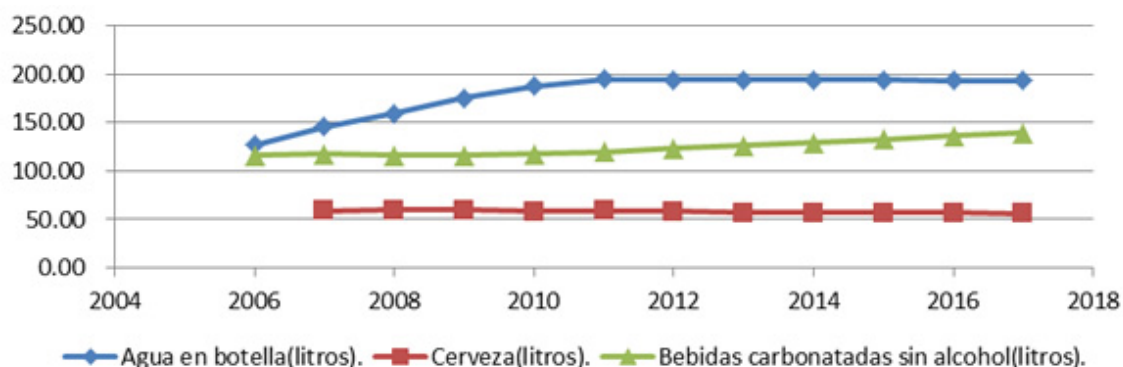
Es interesante resaltar que en América Latina, México también es el líder en consumo de agua embotellada.



Prospección y consumo de agua en el mundo (El Economista)

México el el cuarto lugar de productos para ingesta son las de bebidas procesadas, las de mayor impacto por habitante son el agua embotellada, las bebidas carbonatadas y la cerveza, estos productos detrás de los alimentos procesados, en segundo lugar de alto consumo en México son los cereales para el desayuno que han mostrado un incremento paulatino de 8 a 9kg en el 2013; se calcula que cada habitante en el país consuma poco más de 10kg anuales para el 2017.

En tercer lugar están los azúcares y edulcorantes, que han presentado una discreta caída en el mercado desde 2007, cuando se consumían 7.38kg por habitante. Para el 2013 el consumo llegó a 7.25kg. Sin embargo, se espera un ligero crecimiento que llevará en el año 2016 a un consumo por habitante de 7.54kg por año.



Consumo de bebidas en México (INEGI 2013)

El agua embotellada se encuentra en el primer lugar de consumo en el mercado de las bebidas con un total de 234L por persona en el año del 2013.

Las bebidas carbonatadas se encuentran en segundo lugar: en 2006 lograban un consumo de 116 litros por habitante, el cual aumentó a 126 litros en 2013, se prevé un consumo de 140 litros en 2017.

Y en tercer lugar está la cerveza con una ingesta por habitante en 2007 de 59 litros, esperándose para 2017 un descenso a 56 litros.

2.7.1. Tipos de agua Embotellada

Las aguas embotelladas son cualquier tipo de agua potable, estas pueden ser agua de glacial, agua de manantial o mineral, agua de pozo, agua del grifo, agua purificada la cual es envasadas en plástico, vidrio u otro material, en diferentes tipos y cantidades, pensada para el consumo humano o uso alimentario generalmente.

Podemos encontrar aguas embotelladas en muy diferentes cantidades y en muy distintos envases, desde botellas pequeñas para consumo individual hasta grandes garrafas para un consumo colectivo.

En el mercado existen distintos tipos de agua embotellada, ya que pueden tener muy distintas procedencias y características:

- **Agua de glacial:** Esta agua proviene de glaciares, gruesas masas de hielo que se acumulan sobre la superficie terrestre debido a la acumulación, compactación y cristalización del líquido elemento proveniente de precipitaciones en forma de lluvia o nieve. Esta agua destaca por su gran pureza.
- **Agua de manantial:** También llamada agua mineral, el agua de manantial se caracteriza por el sabor que posee y porque emana desde la superficie. Dependiendo de la naturaleza del terreno por el que pase, en el agua se diluyen unos determinados minerales los cuales dotan al líquido de un determinado sabor.
- **Agua de pozo:** Esta agua subterránea está alojada en acuíferos bajo la superficie terrestre. Se alimentan del agua procedente de las precipitaciones, pero esta agua se renueva muy lentamente por diversas razones. El agua subterránea representa una gran fracción de la masa de agua existente en nuestro planeta.
- **Agua del grifo:** El agua corriente que llega a cualquier hogar con distintos orígenes tras pasar por distintos procesos como el de la purificación, el más importante.
- **Agua purificada:** Agua corriente o del grifo sometida a distintos métodos de purificación más estrictos que los del agua potable corriente.

2.7.2. Agua embotellada de Lujo

Una tendencia reciente es la venta de aguas embotelladas de lujo. Ya son muchos los bares, restaurantes y cafeterías de todo el mundo que ofrecen a sus clientes cartas de agua, como por ejemplo botellines de agua de lluvia de Tasmania o agua proveniente de glaciares o acuíferos protegidos que por su alto valor ecológico en los que sólo es posible extraer una pequeña cantidad de agua anualmente y bajo estrictos controles. O

por ejemplo agua capaz de revitalizar, refrescar, despejar y estimular como si de una bebida energética preparada se tratase, gracias a una concentración de oxígeno natural treinta veces mayor que en una agua normal.

Los precios de estas aguas embotelladas de lujo, de purezas increíbles, procedencias totalmente exóticas y matices que pocos imaginarían, suelen ser prohibitivos para el gran público, ya la botella de una de estas aguas puede alcanzar, por ejemplo, los 70 euros. Con esta nueva y naciente cultura del agua, del agua de lujo, han surgido comercios y locales especializados en los que por ejemplo, se realizan distintas catas en las que se enseñan a apreciar los pequeños matices del líquido elemento.

En contraposición a las aguas embotelladas de lujo tenemos las aguas embotelladas del grifo, una tendencia que se está extendiendo en la actualidad y que además cuenta con muchos apoyos. El agua de grifo antes de llegar a ser embotellada simplemente es sometida al proceso denominado osmosis inversa en el que es purificada.

2.7.3. El Mercado Mexicano Del Agua Embotellada

En México el mercado del agua embotellada representa una gran oportunidad de negocio, no sólo para las grandes compañías, sino también para las pequeñas empresas, las cuales han cobrado una mayor participación en los últimos años.

De acuerdo con Euromonitor, la marca Bonafont ha tenido éxito en parte debido a su sistema de distribución global que implica la venta directa, lo que le permite competir con los muchos pequeños fabricantes independientes activos en la categoría.

"También ha tenido éxito debido a su posicionamiento como el agua ligera, por lo que la compañía ha establecido la percepción de que este tipo de producto es aún más benéfico para la salud, un mensaje que ha sido bien recibido entre los consumidores", afirmó.

Pero no es la única en el mercado, ya que Coca Cola participa con su marca Ciel; mientras que Pepsi comercializa Epura, además de la presencia de Nestlé, entre otras compañías.

Sin embargo, la categoría de agua embotellada tiene un gran atractivo para los pequeños empresarios independientes, ya que ofrece un fuerte potencial de crecimiento, este negocio se incrementa más día a día, en la actualidad el mercado que ocupan estas pequeñas empresas asciende a un 11% del mercado mexicano de agua.

"Debido al hecho de que la mayoría de la población no tiene la confianza de beber agua del grifo, muchos han recurrido a la compra de agua embotellada,".

Euromonitor expuso que en el país hay al alrededor de 19,500 pequeñas empresas de agua embotellada, a nivel nacional las cuales ofrecen un producto de bajo precio y su mayor venta es en grandes garrafones que comercializan directamente a los hogares y oficinas.

Si bien el 85% de las ventas de agua embotellada es en garrafón de 20 litros, la categoría de agua para consumo individual es la más rentable. De ahí la entrada de cada vez un mayor número de marcas al mercado mexicano.

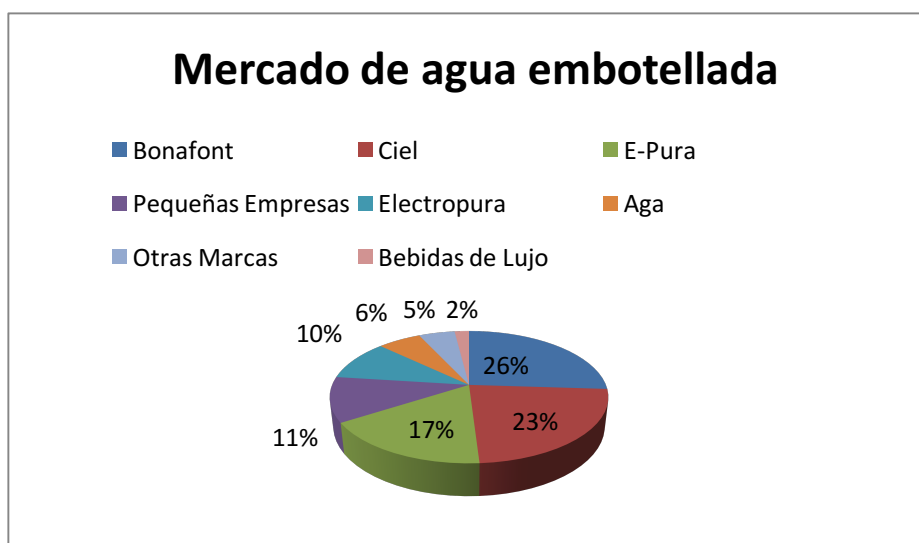
Evian, Perrier, VIS, Pellegrino, Voss, Fiji y B'ui, entre otras, han aprovechado la demanda de agua embotellada en México, la cual crece a un ritmo de 20% anual, para colocar sus productos con precios que duplican el costo del agua embotellada regular, en la actualidad estas empresas de agua embotellada de lujo ocupan el 2% de mercado mexicano.

Un litro de agua embotellada cuesta entre ocho y hasta 16 pesos, mientras que las marcas premium valen entre 13 y hasta 42 pesos en promedio.

El mercado de agua embotellada en el país alcanzó un valor de 10,036 millones de dólares en 2013, un crecimiento de 11.6% respecto al año anterior, según Euromonitor International.

La consultora especializada en mercados estima que entre 2008 y 2013 el mercado de agua embotellada creció 53.3% en México.

Las cinco marcas más vendidas de agua embotellada en el país son Bonafont, Ciel, Pureza Aga, Electropura y E Pura, de las cuales, Bonafont y Ciel concentran la mitad del mercado con 26% y 23%, E-pura concentra el 17% del mercado, electropura con un 10% y pureza Aga con un 6% de participación, un 5% en marcas reconocidas en grandes tiendas y presentes en anaqueles como Santa María, Pascual, etc, con un 11% las marcas de bebidas libres de las pequeñas potabilizadoras y un 2% en bebidas de lujo, respectivamente.



Mercado de agua en México (Euromonitor)

En el mercado de aguas de lujo las marcas más vendidas son Evian, Perrier, Pellegrino y Fiji.

Los fabricantes de aguas Premium consideran que el consumo de este tipo de agua seguirá creciendo a medida que los consumidores adquieran mayor información sobre los beneficios que aporta el consumo de este tipo de agua.

Para 2015, se estima que México será el primer consumidor de agua embotellada por litros totales, además de per cápita, con 25,000 millones de litros.

2.7.3.1. Agua embotellada en el DF

México se convirtió en poco tiempo en el consumidor número uno de agua embotellada en el mundo, señalaron expertos y precisaron que su consumo se ha disparado, alcanzando una cifra promedio en el Distrito Federal de 391 litros por persona al año.

La coordinadora del proyecto "Calidad y disminución de la demanda de agua en la ciudad de México", Delia Montero, dijo que "el consumo anual de agua embotellada solamente en la ciudad de México es de tres millones 194 mil 820 metros cúbicos y su costo es mucho mayor que el agua potable que reciben los hogares".

De hecho, recalcó, Iztapalapa, con 95.49 por ciento, encabeza la lista de delegaciones con más consumo de agua embotellada.

Precisó que 88 por ciento de los habitantes de la ciudad de México son consumidores cautivos ya sea de las embotelladoras y en menor medida de la purificadora, y a pesar de que este porcentaje tiene una buena percepción de la calidad del agua de la llave de su hogar prefiere comprarla embotellada. Tan solo en el distrito federal existen 1589 pequeñas empresas dedicadas a la potabilización de agua para el consumo humano, el 75% de estas empresas se concentran en la zona sur y centro del Distrito Federal.

El agua embotellada es el negocio de mayor crecimiento en México con un valor aproximado de 50,000 millones de pesos, indican los diputados, que detallaron que en la Ciudad de México se calcula que diariamente se consumen 500,000 garrafones de 20 litros

3. Introducción

Todo ser humano sabe que el agua es indispensable para la vida en la tierra, ya que es necesaria para satisfacer las necesidades de todo ser vivo que habita el planeta.

El ser humano se constituye de un 70% de agua y la utiliza todos los días para satisfacer necesidades fundamentales como lo son el consumo y el aseo personal. A pesar de que se puede vivir con sólo 5 litros o menos de agua al día, generalmente necesitamos mucha más agua para conservarnos saludables; unos 50 litros o más para satisfacer las necesidades personales y del hogar. Pero en los países desarrollados se gasta mucho más, un promedio de 400 a 500 litros por persona diariamente.

En la mayoría de las áreas urbanas, el adecuado abastecimiento de agua para satisfacer la creciente demandas de la población y para asegurar equidad al acceso de agua resulta un reto significativo y urgente que tienen que considerar los tomadores de decisiones. Existen dos soluciones para satisfacer el manejo sostenible del agua dulce:

- 1) Encontrar nuevos recursos de agua alternos o adicionales.
- 2) Utilizar eficientemente los limitados recursos de agua disponibles.

Hasta ahora muchos esfuerzos se han centrado en la primera opción y solamente una limitada atención se ha dado a la segunda opción. (Lo Andrew, 2005).

Por lo cual se plantea la opción de la Eco-tecnología, que es una ciencia aplicada que integra los campos de estudio de la ecología y la tecnología. Su objetivo es satisfacer las necesidades humanas minimizando el impacto ambiental a través del conocimiento de las estructuras y procesos de los ecosistemas y la sociedad

El mayor problema que genera el desperdicio del agua es el rápido crecimiento de la población, combinado con la industrialización, urbanización, intensificación de la agricultura y la demanda creciente de agua en cada estilo de vida, ha dado como resultado una crisis global. Para el año 2000, se estimó, que por lo menos 1.1 billones de personas en el mundo no tuvieron acceso a agua limpia. Debido al gran crecimiento de la población y a la gran demanda de servicios en las ciudades.

El problema que se tiene con la escasez de agua en el país es demasiado grave, ya que existen diversas situaciones de riesgo, así como situaciones que exigen una mayor demanda de este producto, además de que existe una desigualdad de su distribución de esta en el país, (México tiene un promedio de precipitación anual considerablemente bueno en todo su territorio, siendo esta desaprovechada y lo más preocupante es que en donde más llueve es donde las personas más se quejan de no tener agua).

Este proyecto se fundamenta en tomar una de las necesidades primarias del ser humano como es el agua y aprovechar una fuente de abastecimiento natural la cual ha sido desperdiciada, ya que en el país solo se busca explotar más los recursos sin identificar que estos los tenemos de manera mucho más sencilla para abastecernos de ellos.

El país enfrenta muchos problemas con este recurso natural, aunado a esto las nuevas Leyes de Abastecimiento Público de Agua hacen más inaccesible la obtención de la misma.

Como se menciona anteriormente y como se observa en tablas anteriores, los problemas de abastecimiento de la delegación Gustavo A. Madero ubicada en la capital del país, darían una buena expectativa para que esta zona de estudio pueda ser la adecuada para poner en marcha un proyecto de esta índole.

El enfoque que se da a este Plan de Negocios, es que a partir de una necesidad básica y de un recurso natural el cual año con año es desaprovechado, obtener un producto de alta calidad y precio accesible para cubrir la necesidad de tener agua potable de calidad, aunado a esto, se requiere de otra fuente de abastecimiento en temporada baja de lluvia para que el negocio no pare su producción durante ninguna etapa del año, la fuente más adecuada y de mas sencillo acceso es la obtención de pipas de agua potable, dicha agua deberá ser purificada para asegurar la calidad del producto.

Para lograr uno de los principales objetivos del proyecto se propone un sistema de captación de agua de lluvia acoplado a una edificación ya existente de 200m² en la colonia Nueva Atzacolco de la delegación Gustavo A. Madero. En este mismo terreno

se coloca el sistema de potabilización el cual es el mismo que se utiliza para la purificación del agua de pipa en temporada baja de lluvia.

El producto a comercializar será agua potable de excelente calidad, la cual se distribuirá en un local comercial mismo en el que se encontrara el sistema de captación, potabilización embotellado y etiquetado. Para iniciar se plantea dar el servicio de llenado de garrafrones y la venta del agua en tres diversas presentaciones.

Para llegar al punto de contar con un producto que cumpla las especificaciones de calidad y precio, fue necesario realizar el trabajo tanto de factibilidad técnica y económica, es decir, en base al sistema de captación, tratamiento, embotellado, etiquetado y al costo total que se genera al producir agua potable de calidad, extrapolarlo a una visión de negocio fijando metas de ventas según un previo análisis de mercado y fijando un precio para el producto en sus diferentes presentaciones, teniendo en cuenta condiciones comerciales de obtener resultados superiores o iguales al 15% para el valor presente neto y un tiempo de recuperación no mayor a tres años.

4. Objetivo

Llevar a cabo la propuesta de un plan de negocios para una PYME, la cual pretende elaborar como producto agua embotellada proveniente del agua de lluvia (temporada alta) y de pipa (temporada baja de lluvia), la finalidad es ayudar a una región de bajo suministro de este insumo con un producto accesible y de excelente calidad.

4.1. Objetivos Particulares

- Definir los objetivos, visión y misión de una nueva empresa enfocada a la distribución de agua
- Checar los aspectos técnicos y de producción para la potabilización y producción de agua embotellada (proceso, equipos, producción, etc.)
- Realizar un estudio de mercado de las principales empresas productoras a nivel nacional.
- Hacer un estudio de mercado en la zona planeada para conocer los competidores y sus ventajas competitivas dentro del área de estudio
- Proponer una estrategia de posicionamiento de negocio.
- Realizar un plan de producción tomando en cuenta la demanda inicial del producto para poderlo extrapolar para un futuro.
- Realizar el balance de costos de producción y desarrollo del producto, proporcionando la viabilidad de realizar este proyecto a futuro.
- Realizar los estudios financieros para llevar a cabo el proyecto.

- Colocar la administración adecuada y distribución del personal supuesto, para iniciar para el arranque de este proyecto
- Revisar las normas nacionales para la producción y posicionamiento de una empresa de este tipo.
- Realizar una propuesta para extrapolar el conocimiento y promoverlo como consultoría para la correcta captación de agua de lluvia en edificios sustentables
- Conocer el tiempo que tardaría el retorno de la inversión

4.2. Preguntas de Investigación

- ¿Qué aceptación tendrá el agua embotellada a partir del agua de lluvia?
- ¿La producción de agua embotellada por medio de agua de lluvia es técnicamente factible?
- ¿Cuál es el principal mercado de agua embotellada en México y que ofrece a sus clientes?
- ¿Es la factible económica y financieramente la implementación de una PyME enfocada a la producción de agua embotellada a partir de agua de lluvia?
- ¿Cuál es el precio adecuado para este producto?
- ¿Cuál sería la mejor estrategia de marketing para la venta de este producto?
- ¿Hacia a donde se debe enfocar la planeación estratégica para el éxito de la PYME?
- ¿Qué ventaja competitiva tiene el agua de lluvia embotellada?
- ¿Qué tan factible es extrapolar y vender la ingeniería para la adecuada captación y aprovechamiento pluvial
- ¿En cuánto tiempo se recuperaría la inversión de este proyecto?

5. Normatividad

En el país existe una gran gama de normas oficiales referentes al tema del agua, existe la regulación por parte de la SEMARNAT enfocada al agua residual provenientes de distintas fuentes como los son

Norma	Establece
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de los contaminantes en las descargas de aguas residuales de agua y bienes nacionales
NOMO-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipales
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al publico

De estas tres normas desembocan un sinfín de normas mexicanas para el análisis de las mismas, pero para fines de este Plan de negocios se podrá usar la NOM-003-SEMARNAT-1997 como comparativa en algunos límites, esto debido a que el agua de lluvia no se encuentra clasificada ni como potable ni residual.

5.1. Normatividad Vigente en México para el agua potable (tesis adrian)

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento hasta la entrega al consumidor. La Norma Oficial Mexicana **NOM-127-SSA1-1994 (Salud**

ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización), establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

5.1.1. Límites permisibles de características microbiológicas

La calidad microbiológica de las aguas naturales y tratadas es variable. Idealmente, el agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno ni bacterias indicadoras de contaminación fecal. Para cerciorarse de que un abastecimiento de agua satisface estas directrices es necesario examinar periódicamente muestras de agua ya que el consumo de agua contaminada puede causar problemas agudos de salud. Para esto, al análisis microbiológico del agua se le atribuye gran importancia en la evaluación de la calidad higiénica del suministro de agua.

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la tabla.

Característica	Límite permisible
Coliformes Totales	No detectables NMP/100ml Ausencia de UFC/100ml
Coliformes Fecales	No detectables NMP/100ml Ausencia de UFC/100ml

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

5.1.2. Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Las características físicas y organolépticas son aquellas que se detectan sensorialmente, para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

Característica	Límite permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable para los consumidores
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelometrías (UTN) o su equivalente en otro método

5.1.3. Límites permisibles de características químicas

Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que pueden causar efectos nocivos a la salud humana. El riesgo para la salud provocado por las sustancias químicas tóxicas que pueden existir en el agua es distinto del que causa los contaminantes microbiológicos.

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

Característica	Límite permisible mg/L	Característica	Límite permisible mg/L
Aluminio	0.20	Nitrógeno amoniacal	0.50
Arsénico	0.05	pH (Unidad de pH)	6.5-8.5
Bario	0.70	Plaguicida (microorganismos/L)	0.03
Cadmio	.005	Clordano (total de isómeros)	0.30
Cianuros	0.07	DDT (total de isómeros)	1.00
Cloro residual libre	0.2-1.5	Gamma HCH	2.00
Cloruros	250.00	Hexaclorobenceno	0.01
Cobre	2.00	Heptacloro y óxido de heptacloro	0.03
Cromo total	0.05	Metoxicloro	20.00
Dureza total (CaCO ₃)	500.00	2,4 – D	50.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001	Plomo	0.025
Hierro	0.30	Sodio	200.00
Fluoruros	1.50	Sólidos disueltos totales	1000.00
Magnesio	0.15	Sulfatos	400.00
Mercurio	0.001	Sustancias activas al azul de metileno	0.50
Nitratos	10.00	Trihalometanos totales	0.20
Nitritos	0.05	Zinc	5.00

Una vez cumplido lo anterior las personas físicas o morales que se dediquen al proceso de producir agua purificada deben cumplir la NOM-041 que establece las especificaciones sanitarias del agua purificada envasada.

5.1.4. Límites permisibles de características radiactivas.

Son aquellas resultantes de la presencia de elementos radioactivos. El contenido de constituyentes radioactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 8, los límites se expresan en Bq/L (Becquerel por litro).

Característica	Límite permisible (Bq/L)
Radiactividad Alfa global	10.56
Radiactividad Beta global	11.85

5.2. Normas referente al envasado de agua potable

Para manipular y suministrar agua envasada es necesario cumplir con cierta normatividad establecida para cumplir todos los lineamientos de higiene y calidad de agua para el consumo humano, es muy importante que estos límites se cumplan para evitar enfermedades y asegurara la calidad la calidad de agua a comercializar.

La norma vigente la **NOM-041-SSA1-1993**, bienes y servicios. **Agua purificada y envasada, brinda diversos parámetros lo cuales se deben considerar para que el agua a suministrar cuente con las óptimas condiciones.**

5.2.1. Especificaciones físicas y organolépticas

Característica	Limite permisible
Color	15 unidades de color verdadero en la escala platino-cobalto
Olor y sabor	Inodoro e insípido
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método

5.2.2. Especificaciones químicas y plaguicidas

Característica	Limite permisible mg/L	Característica	Limite permisible mg/L
Aluminio	0.20	Nitrógeno amoniacal	0.50
Arsénico	0.05	pH (Unidad de pH)	6.5-8.5
Bario	0.70	Aldrin y Dieldrin (microorganismos/L)	0.03
Cadmio	.005	Clordano (total de isómeros)	0.30
Cianuros	0.05	DDT (total de isómeros)	1.00
Cloro residual libre	0.1	Gamma HCH	2.00
Cloruros	250.00	Hexaclorobenceno	0.01
Cobre	1.00	Heptacloro y óxido de heptacloro	0.03
Cromo total	0.05	Metoxicloro	20.00
Dureza total (CaCO ₃)	200.00	2,4 – D	30.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001	Plomo	0.025
Hierro	0.30	Plata	0.02
Fluoruros	1.50	Ozono disuelto al envasar	0.40
Magnesio	0.15	Sulfatos	400.00
Mercurio	0.001	Sustancias activas al azul de metileno	0.50
Nitratos	10.00	Oxígeno reaccionante en medio ácido	2.0
Nitritos	0.05	Zinc	3.00

5.2.3. Características microbiológicas

Característica	Limite permisible UFC/ml
Mesofílicos aerobios	100
Coliformes totales	2
<i>Vibrio Cholerae</i> en 3 L	Negativo

Mesofílicos aerobios: Son todas aquellas bacterias aerobias o anaerobias facultativas, mesófilas o psicrofílicas capaces de crecer en agar nutritivo

***Vibrio Cholerae*:** Bacteria causante de Cólera

5.3. Normatividad vigente Nacional

Estas normas de agua potable y envasado desprenden una gama de normas oficiales que dictaminan el procedimiento de análisis para cada parámetro y se enlistan a continuación:

Norma	Establece
-------	-----------

NMX-AA-135-SCFI-2007	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba
NMX-AA-122-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba - sulfato de aluminio
NMX-AA-124-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – hipoclorito de sodio y calcio
NMX-AA-125-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – cloro líquido
NMX-AA-126-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – hidróxido de sodio
NMX-AA-127-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – polifosfato de sodio
NMX-AA-128-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – sulfato férrico
NMX-AA-129-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – cloruro férrico
NMX-AA-130-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – policloruro de aluminio
NMX-AA-136-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – policloruro de dialilmetilamonio
NMX-AA-137-SCFI-2006	Potabilización del agua para usos y consumo humano - especificaciones y métodos de prueba – poliacrilamidas
NMX-AA-149-SCFI-2008	Agua potable drenaje y saneamiento- metodología para evaluar la eficiencia de los prestadores del servicio.- Directrices para la gestión de los prestadores del servicio del agua potables y para la evaluación de servicios del agua potable
NOM-013-CNA-2000	Redes de distribución de agua potable – especificaciones de hermeticidad y métodos de pruebas
NOM-014-SSA1-1993	Procedimientos sanitarios para el muestreo del agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimientos públicos y privados
NOM-112-SSA1-1994	Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable
NOM-201-SSA1-2002	Productos y servicios. Agua y hielo para el consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias

https://www.imta.gob.mx/cotennser/index.php?option=com_content&view=article&id=95&Itemid=86 instituto mexicano de tecnología del agua 1 de marzo 2015

5.4. Normatividad Internacional

En el marco internacional nos encontramos con un sinnúmero de normas establecidas por cada país para fines de potabilización y estándares de agua para el consumo humano, entre ellas podemos encontrar:

País	Norma Vigente
Unión Europea	Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano
Organización Mundial de la salud	Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Tercera edición.
Estados Unidos	United States. Office of water EPA-841-F-00-006 Water Quality Conditions in the United States
Venezuela	Normas sanitarias de calidad de agua potable. Caracas, 13 de febrero de 1998
República Dominicana	Agua para usos doméstico, 15 de abril de 1980
Paraguay	Ley general del marco regulatorio y tarifario del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario. Ley 1.614/2000
República de Panamá	DGNTI-COPANIT 23-395-99. Agua potable, definiciones y requerimientos generales
República de Nicaragua	Norma regional CAPRE, acuerdo 65-94 Norma de calidad del agua para el consumo humano 1994

Republica de Honduras	Norma técnica para la calidad del agua potable, acuerdo 084 , junio de 1995
Guatemala	Agua potable. Especificaciones COGUANOR NGO 29 001:99-Revision 1
El Salvador	Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable
Ecuador	Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 Agua potable, requisitos
República de Cuba	Higiene comunal, agua potable requisitos sanitarios NC 93-02:1997
Colombia	Norma técnica colombiana para la calidad del agua
Chile	Norma Chiliena oficial 409/1.Of.84
Bolivia	NB 512 Norma de agua potable para consumo humano
Argentina	Ley 18284 (Código alimentario argentino)

https://www.imta.gob.mx/cotennser/index.php?option=com_content&view=article&id=95&Itemid=86 instituto mexicano de tecnología del agua 1 de marzo 2015

<http://water.epa.gov/lawsregs/guidance/cwa/305b/98summsp.cfm> united state environmental protection agency 28-02-2015

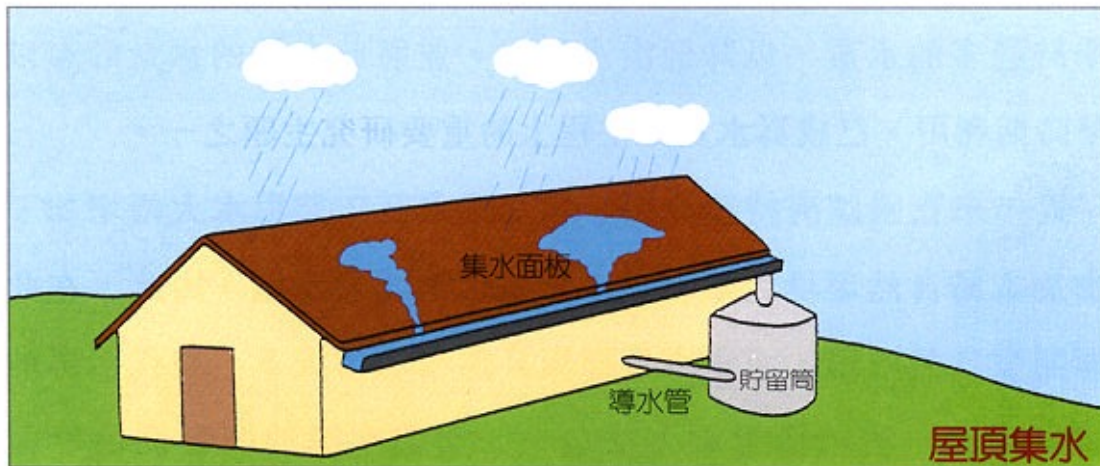
6. Sistemas de potabilización y Captación

6.1. Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia

Una vez que fue establecida la necesidad de implementar un sistema de captación, se deben conocer las necesidades de la edificación a tratar y de las personas que habitan o laboran en ella, así como estando conscientes de que esta agua solamente podrá ser utilizada por una temporada y que el sistema de captación debe mantener la limpieza adecuada para su mejor funcionamiento.

Por otro lado, se debe conocer el nivel de la precipitación pluvial en la zona, este es un paso sumamente importante, ya que en caso de que la implementación del sistema parta desde cero, la construcción de la cisterna dependerá del supuesto mayor a la cantidad de agua captada en el año según los cálculos establecidos.

Se debe tomar en cuenta el área de captación con un debido factor de pérdida, ya que no toda el agua será captada debido a la evaporación, pérdidas por difusión, a pequeñas cantidades de filtración y a la, capacidad de arrastre del material del área de captación. En la figura se muestra un sistema común de captación.



Ejemplo de sistema de captación de agua de lluvia (Lo Andrew, 2005)

6.1.1. Componentes para la construcción adecuada de un sistema de captación

La elección de los materiales es sumamente importante para asegurarnos de que el agua tenga la mejor calidad al momento de ponerse en contacto con el hombre, ya que existe un gran número de materiales con los cuales es posible realizar la elaboración de este tipo de sistemas y las partes que lo componen.

6.1.2. Cisterna

La cisterna es un elemento sumamente importante, ésta se encarga del almacenamiento previo del agua antes de su paso por el tren de tratamiento adecuado. Una cisterna no tiene una forma especial, puede estar construida de tabique con cemento, geomembrana, plástico o ferro cemento, estos materiales son trabajados con hierro o metal galvanizado, acero reforzado o no reforzado, cemento armado, mortero o arcilla, polietileno y fibra de vidrio, los cuales son utilizados como refuerzos para su mejor funcionamiento. Las cisternas no tienen tamaño específico, éstas pueden variar desde 250 galones hasta más de un millón de galones de capacidad según las necesidades para las cuales sea requerida.

6.1.3. Tuberías

En la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia, las redes de tubería son una parte sumamente importante, el material de tubería más común por lo regular es el cobre por sus propiedades corrosivas y su fácil manejo, pero para la adaptación de un sistema de captación de agua de lluvia la tubería de cobre no es la más adecuada ya que se le estaría agregando demasiado peso a la edificación, por lo cual el PVC o el Polietileno serían los materiales más adecuados para esta implementación.

El PVC es un material relativamente barato, fácil de trabajar, con buena resistencia a la temperatura, buen factor de escurrimiento. Pero a la vez es muy sensible a los rayos UV degradándolo a HCL lo cual lo hace poco confiable para su uso prolongado en exteriores.

Por otro lado el polietileno es muy resistente al impacto, fácil de majear, resistente a los rayos UV, es adaptable a movimientos terrestres, en si es un mejor material que la tubería de PVC, pero es mucho mas costoso y mucho mas difícil de trabajar, estos dos factores complican demasiado su adaptación a un sistema de captación.

Fuente: www.articlesbase.com/.../advantages-and-disadvantages-of-pvc-for-plumbing-uses-902814.html 12-julio 2010

6.1.4. Filtros

La parte de los filtros es una sección muy importante para lograr la óptima calidad del agua de lluvia antes del contacto con el hombre.

6.1.4.1. Filtros de grava

El tamaño y profundidad de la capa inferior de la grava depende del sistema de drenaje usado; asimismo, el tamaño y la profundidad de la capa superior de grava dependen del tamaño de la capa inferior de medio fino (arena o antracita) que soporte.

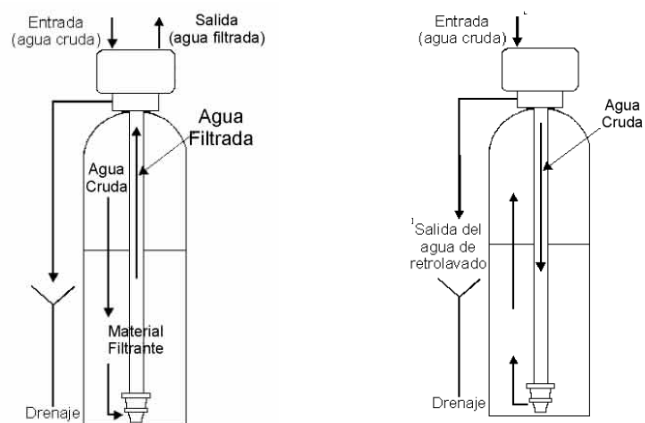
El lecho de grava ideal es uno en el cual ésta es casi esférica y existe un decremento uniforme en tamaño desde el techo hasta el fondo. La profundidad del lecho de grava puede variar entre 15 y 60 cm. Se utilizan piedras tan grandes como de 7.5 cm las cuales pueden colocarse cerca de los drenajes del filtro, pero se prefiere un tamaño máximo de 2.5 cm. La grava debe ser dura. (Martínez, 2003).

6.1.4.2. Filtros de arena multi-cama o de lecho profundo

A diferencia de los filtros convencionales que se tapan fácilmente o tienen una alta caída de presión casi desde el comienzo del ciclo de filtración, los filtros multi-cama llevan por lo menos cinco capas de mineral filtrante (arena sílica o de mar) de diferente densidad y granulometría que van reteniendo las partículas de mayor tamaño en las capas superiores y las más pequeñas son detenidas en las capas inferiores. (Kaguamura, 2003)

El agua sin filtrar entra a la válvula y fluye en dirección de arriba hacia abajo por el interior del tanque a través del material filtrante para después subir, ya filtrada, por el tubo central y salir del equipo.

El lavado es generalmente a contracorriente. El cambio del material filtrante es cada tres años. Al pasar el agua por este proceso el agua no debe tener sustancias a la vista del ojo humano.



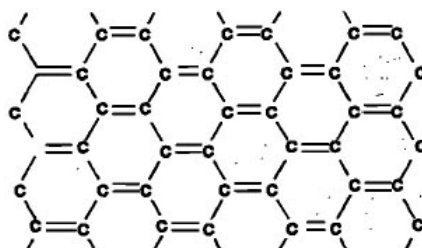
A: Filtración.

B: Retro lavado

Filtro de lecho profundo. (Martínez, 2003)

6.1.4.3. Filtros de carbón activado (Adsorción)

El Carbón Activo es un tipo de carbón amorfo que se produce al calentar madera u otro material orgánico en ausencia de aire. Su estructura, la cual se muestra en la figura x, es micro porosa y ésta característica lo hace absorber moléculas orgánicas tanto gaseosas como las disueltas en los líquidos.



Estructura del carbón activado (Martínez, 2003)

Para comprender mejor la actividad del carbón activado es necesario realizar un análisis de la adsorción. La adsorción es un proceso por el cual los átomos en la superficie de un sólido, atraen y retienen moléculas de otros compuestos, tales fuerzas son conocidas como "Fuerzas de Van Der Waals".

La elevada capacidad de eliminación de sustancias se debe a la alta superficie interna que posee, donde la porosidad y la distribución del tamaño de poros tienen un papel importante. Así los micro poros ($< 2\text{nm}$) le confiere una elevada superficie y capacidad de retención, mientras los meso poros (2 a 50nm) y macro poros ($>50\text{nm}$) son necesarios para retener moléculas de gran tamaño (colorantes o coloides).

El carbón activo retendrá moléculas no polares de alto volumen molecular (hidrocarburos, fenoles, colorantes, etc.), mientras que sustancias como el nitrógeno, oxígeno y agua no se retienen a temperatura ambiente. Cuando la sustancia a eliminar

tenga una polaridad apreciable, bajo volumen molecular y se encuentre muy diluida, la retención puede ser a temperatura ambiente.

El proceso de activación consiste en reordenar los átomos de carbono en anillos tipo benceno para lograr una estructura cristalina reticular similar a la del grafito, en otras palabras la activación consiste en multiplicar la cantidad de poros de un carbón dando como resultado una estructura extremadamente porosa de gran área superficial (del orden de $1500\text{m}^2/\text{g}$ de carbón) disponible para llevar a cabo el proceso de adsorción de impurezas que provocan olor, calor o sabor indeseable.

Los principales procesos de Activación son: Físico y Químico.

- **Proceso Físico.** Consiste en oxidar la materia prima a altas temperatura en presencia de un agente oxidante usualmente vapor de agua. Debido a que la reacción es endotérmica, es necesario generar una temperatura constante dependiendo de la materia prima, esta es de 800°C .
- **Proceso Químico.** Este se basa en la deshidratación de la materia prima mediante sustancias químicas a una temperatura media ($400\text{--}600^\circ\text{C}$), ésta depende de la sustancia química a utilizar para activar el carbón, generalmente son el ácido fosfórico, el cloruro de zinc y el ácido sulfúrico.

Si el agua a tratar por el carbón, contiene compuestos orgánicos metálicos de hierro, magnesio, calcio, sodio o potasio, es conveniente que estos iones metálicos sean eliminados del carbón con ácido clorhídrico, antes de proceder a la regeneración.

La efectividad de un carbón activo en cuanto a la adsorción de sustancias contaminantes, depende de varios factores:

- 1) Solubilidad del contaminante en el agua: Cuanto más soluble es en el agua, presenta más dificultad de ser adsorbido por el carbón.
- 2) Polaridad del contaminante: Las moléculas con menor o nula polaridad son mejor adsorbidas.
- 3) Tamaño de las moléculas del contaminante: El tamaño de la molécula contaminante debe ser más pequeño que la dimensión de los poros del carbón.
- 4) pH: El grado de adsorción de sustancias orgánicas se incrementa en general al disminuir el pH del agua. A $\text{pH} = 9$ el grado de adsorción es relativamente bajo. (Martínez, 2003).

A la hora de elegir un carbón activo, se deben tener en cuentas las propiedades además de la intensidad y capacidad de adsorción, como son la dureza, permeabilidad, densidad y solubilidad.

La eficacia para eliminar sustancias orgánicas con bajo peso molecular (< 2 átomos de carbono) es menor que en el caso de sustancias con mayores pesos moleculares, este hecho ha de tenerse en cuenta al emplear la ozonización conjuntamente con el carbón activo. El ozono al oxidar a determinados compuestos orgánicos y romper sus

cadena, aumentará el número de compuestos con menores pesos moleculares, más difíciles de ser adsorbidos por el carbón.

Las sustancias o moléculas que originan olores y sabores en el agua, suelen ser moléculas pequeñas fácilmente absorbibles por el carbón activo con porosidad tipo micro poros, mientras que para la adsorción de moléculas mayores, ejemplo los ácidos húmicos. El carbón activo es también empleado como medio para minimizar la formación de subproductos de la desinfección. (Martínez, 2003)

6.2. Formas Comunes de tratamiento del agua

Tanto el agua residual como el agua potable deben pasar por un previo tratamiento antes de llegar a su uso final, para el caso de agua de lluvia para asegurar las condiciones adecuadas para su consumo, es necesario que sea tratada de alguna manera, por lo cual se enlistarán algunas de las maneras para su tratamiento.

6.2.1. Osmosis inversa

La Osmosis Inversa consiste en separar un componente de otro en una solución, mediante las fuerzas ejercidas sobre una membrana semipermeable.

En el caso de la Osmosis, el disolvente pasa espontáneamente de una solución menos concentrada a otra más concentrada, a través de una membrana semipermeable. Entre ambas soluciones existe una diferencia de energía, originada en la diferencia de concentraciones. El solvente pasará en el sentido indicado hasta alcanzar el equilibrio.

Si se agrega a la solución más concentrada, energía en forma de presión, el flujo de solvente se detendrá cuando la presión aplicada sea igual a la **presión Osmótica Aparente** entre las 2 soluciones. Esta presión Osmótica Aparente es una medida de la diferencia de energía potencial entre ambas soluciones. Si se aplica una presión mayor a la solución más concentrada, el solvente comenzará a fluir en el sentido inverso. Se trata de la **Osmosis Inversa**. El flujo de solvente es una función de la presión aplicada, de la presión osmótica aparente y del área de la membrana presurizada.

Los componentes básicos de una instalación típica de osmosis inversa consisten en un tubo de presión conteniendo la membrana, aunque normalmente se utilizan varios de estos tubos, ordenados en serie o paralelo.

Una bomba suministra en forma continua el fluido a tratar a los tubos de presión, y, además, es la encargada en la práctica de suministrar la presión necesaria para producir el proceso.

Una válvula reguladora en la corriente de concentrado, es la encargada de controlar la misma dentro de los elementos (se denominan así a las membranas convenientemente dispuestas), tal como se ilustra en la figura x.

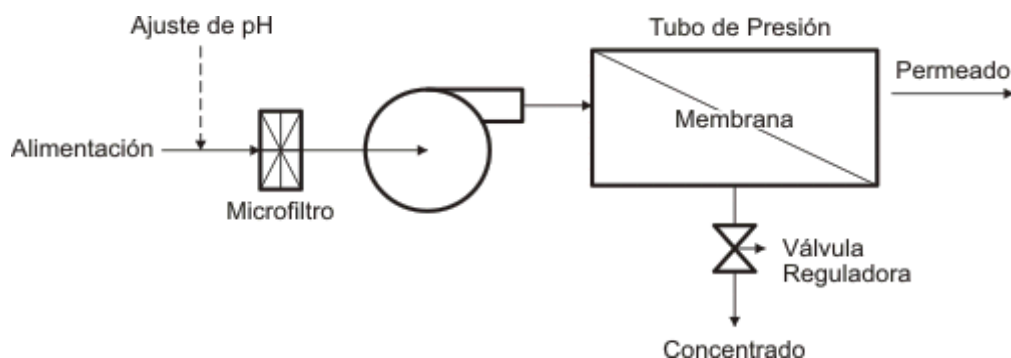


Figura. Esquema básico de un sistema de ósmosis inversa.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/quimica/osmosis/inversa>

Hoy en día existen 3 tres configuraciones posibles de la membrana: el elemento tubular, el elemento espiral y el elemento de fibras huecas. Más del 60% de los sistemas instalados en el mundo trabajan con elementos en espiral debido a dos ventajas apreciables:

- Buena relación **área de membrana/volumen del elemento**.
- Diseño que le permite ser usado sin dificultades de operación en la mayoría de las aplicaciones, ya que admite un fluido con una turbiedad más de tres veces mayor que los elementos de fibra hueca.

6.2.1.1. Ventajas y aplicaciones de la osmosis inversa

- Permite remover la mayoría de los sólidos (inorgánicos u orgánicos) disueltos en el agua (hasta el 99%).
- Remueve los materiales suspendidos y microorganismos.
- Realiza el proceso de purificación en una sola etapa y en forma continua.
- Es una tecnología extremadamente simple, que no requiere de mucho mantenimiento y puede operarse con personal no especializado.
- El proceso se realiza sin cambio de fase, con el consiguiente ahorro de energía.
- Es modular y necesita poco espacio, lo que le confiere una versatilidad excepcional en cuanto al tamaño de las plantas: desde 1m³/día, a 1.000.000m³/día.

6.2.2. Tratamiento de agua con ozono

El ozono es el agente sumamente oxidante, además de ser un potente destructor de gérmenes, ya que este elimina las bacterias y hongos con mayor facilidad que el cloro.

Para el caso del tratamiento de aguas, la ozonización elimina el color causado por el hierro, manganeso o la materia carbonosa y los sabores y olores debido a la presencia de materia orgánica. Elimina la turbiedad, el contenido de sólidos en suspensión y las demandas químicas y biológicas de oxígeno. Además puede eliminar detergentes y otras sustancias tenso-activas. El grado de eliminación dependerá de la cantidad de Ozono utilizado.

El ozono es un poderoso desinfectante. No sólo mata las bacterias patógenas sino que además inactiva a los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección ordinaria con cloro, no produce en el agua aumento en el contenido de sales inorgánicas ni subproductos nocivos. Si la temperatura del agua es baja, favorece de una manera importante la acción germicida del ozono (su tiempo de disolución es menor), con temperaturas más altas (la disolución es más rápida).

El proceso de ozonización sigue dos etapas.

- La primera consta de suministrar el ozono en una mezcla con aire u oxígeno al agua a tratar, de tal manera que el área de contacto con el agua donde se inyecte sea lo máximo posible.
- La segunda etapa del proceso se lleva a cabo en el contacto del ozono con los compuestos orgánicos e inorgánicos del agua para su oxidación.

El ozono remanente en el agua, permanece como ozono residual y el ozono no utilizado se libera del reactor. La desinfección ocurre en el momento en que daña y destruye componentes críticos de los microorganismos. La efectividad de la desinfección es directamente proporcional a la concentración del ozono agregada y al tiempo de contacto.

(<http://www.megaozono.com/ozonoagua.htm>., 14/10/2010)

6.2.3. Tratamiento de agua con cloro

La cloración es un método bastante efectivo, económico y simple para la desinfección del agua, evita la formación de algas, elimina olores y sabores, decolora, ayuda a eliminar el hierro y el magnesio y facilita la coagulación de materias orgánicas. En el tratamiento de grandes volúmenes de agua como ocurre en las grandes ciudades se usa el gas cloro que requiere de manejo especial, mientras que para pequeños suministros se usa hipocloritos de sodio o de calcio.

Antes de hacer el clorado del agua, es importante evitar que ingrese materia orgánica a los contenedores. Para ello el agua que ingresa es filtrada previamente y se realiza un pre-clorado para evitar la formación de algas. Este procedimiento oxida también las materias orgánicas de fácil oxidación como el sulfuro de hidrógeno y las sales ferrosas y manganosas (iones Fe^{2+} y Mn^{2+}) que se transforman por oxidación en iones férricos (Fe^{3+}) y manganésicos (Mn^{4+}). Después del pre-clorado el agua debe mantenerse en reposo.

Cuando el agua se encuentra al aire libre se debe emplear una mayor cantidad de cloro. El motivo es que el cloro disuelto en el agua se convierta parcialmente en ácido hipocloroso, el cual se descompone en presencia de la luz solar.

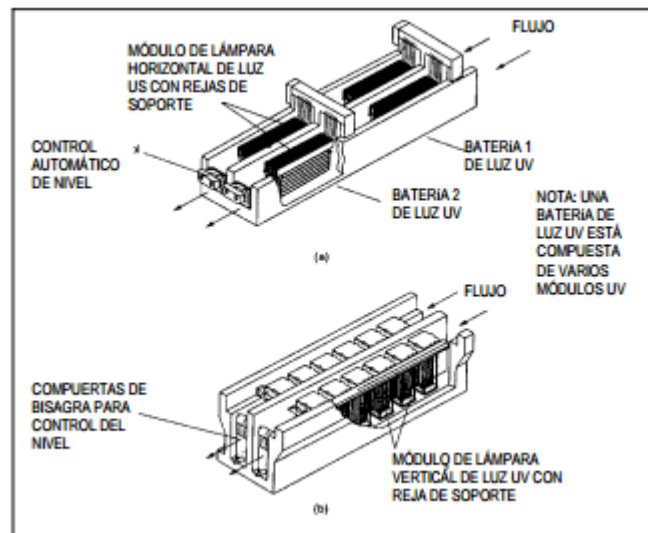
6.2.4. Tratamiento de agua por medio de rayos UV (artículo epa)

El sistema de desinfección con luz ultravioleta (UV) transfiere energía electromagnética desde una lámpara de vapor de mercurio al material genético del organismo (ADN o

ARN). Cuando la radiación UV penetra en las paredes de la célula de un organismo, esta destruye la habilidad de reproducción de la célula. La radiación UV, penetra al material genético de los microorganismos y retarda su habilidad de reproducción. La eficacia del sistema de desinfección con luz ultravioleta depende de las características del agua residual, la intensidad de la radiación, el tiempo de exposición de los microorganismos a la radiación y la configuración del reactor

Los componentes principales del sistema de desinfección con luz UV son las lámparas de vapor de mercurio, el reactor y los balastos electrónicos (ballasts). La fuente de luz UV son las lámparas de arco de mercurio de baja o mediana presión, bien sea de intensidad baja o alta. La longitud de onda óptima para desactivar eficazmente los microorganismos se encuentra en el rango de 250 a 270 nm.

Existen dos tipos de configuraciones para el sistema de desinfección con luz UV: de contacto, y sin contacto. En ambos casos, el agua residual puede fluir en forma perpendicular o paralela a las lámparas. En el caso del reactor de contacto, la serie de lámparas de mercurio está recubierta con mangas de cuarzo para minimizar los efectos de enfriamiento del agua residual. La Figura X muestra dos reactores de contacto de luz UV, uno con lámparas sumergidas ubicadas en forma paralela a la dirección del flujo del agua residual, y el segundo con lámparas perpendiculares. Compuertas de bisagra o vertederos son utilizados para controlar el nivel del agua residual. En el caso del reactor sin contacto, las lámparas de luz UV se encuentran suspendidas afuera de un conducto transparente que transporta el agua residual que va a ser desinfectada. Esta configuración no es tan común como la configuración del reactor de contacto. En ambos tipos de reactores, el balastro proporciona el voltaje de inicio para las lámparas y mantiene una corriente continua



6.3. Proceso de Potabilización (PROTOCOLO MERCADOS)

Los tratamientos para potabilizar el agua, se pueden clasificar de acuerdo con:

- Los componentes o impurezas a eliminar.

- Parámetros de calidad
- Grados de tratamientos de agua

En tal sentido, se puede realizar una lista de procesos unitarios necesarios para la potabilización del agua en función de sus componentes. De esta forma, la clasificación sería la siguiente:

Tipo de contaminante	Operación Unitaria
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación, Floculación y Decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia Orgánica	Afino con carbón activado
Amoniaco	Cloración al Breakpoint
Gérmenes Patógenos	Desinfección
Metales no deseados	Precipitación por Oxidación
Sólidos disueltos	Osmosis Inversa

Operación unitaria para tipo del contaminante

Las aguas superficiales susceptibles de ser destinadas al consumo humano quedan clasificadas, según el grado de tratamiento que deben incluir para su potabilización, en los 3 grupos siguientes:

- TIPO A1: Tratamiento físico simple y desinfección
- TIPO A2: Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección
- TIPO A3: Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección

Parámetro	Unidad	A1	A2	A3
pH	-	6.5-8.5	5.5-9	5.5-9
Color escala	Pt	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/l	25	-	-
Temperatura	C	25	25	25
Conductividad	s/cm	1000	1000	1000
Detergentes	Lauril Sulfato	0.2	0.2	0.5
Plaguicidas totales	mg/l	0.001	0.0025	0.005
DQO	Mg/l de O ₂	-	-	30
Oxígeno disuelto	% saturación	70	50	30
DBO ₅	mg/l O ₂	3	5	7
Coliformes totales	UFC en 100ml	50	5000	5000
Coliformes fecales	UFC en 100ml	20	2000	2000

Parámetros para la calidad del agua

Grado de tratamiento	Composición del tratamiento	Descripción
Tipo A1	Tratamiento Físico simple	• Desinfección • Filtración rápida
Tipo A2	Tratamiento Físico normal	• Tratamiento químico • Desinfección • Coagulación/floculación • Decantación • Filtración • Desinfección
Tipo A3	Tratamiento físico y químico intenso	• Afino • Desinfección y cloración

		• Coagulación/floculación • Decantación • Filtración • Afino • Desinfección
--	--	---

Cloración al Breakpoint: La adición de cloro en el punto inicial tiene dos funciones: desinfección y oxidación. Con estas dos propiedades contribuimos a eliminar hierro, manganeso, sulfuros, amoníaco y otras sustancias reductoras. También reducimos sabores existentes antes de la cloración y la función que más nos interesa que es la reducción del crecimiento de algas y otros microorganismos presentes en el agua. Esto se consigue añadiendo cloro hasta conseguir cloro residual libre en el agua (Breakpoint) normalmente se busca 0.5 ppm de cloro libre. El cloro se puede adicionar en forma de cloro líquido, solución de hipoclorito de sodio o tabletas de hipoclorito de calcio.

Coagulación-Floculación: Las impurezas se encuentran en el agua superficial como materia en suspensión y materia coloidal. Las especies coloidales incluyen arcilla, sílice, hierro, otros metales y sólidos orgánicos. La eliminación de una gran proporción de estas impurezas la llevamos a cabo por sedimentación, basada en simple gravedad, pero algunas de estas impurezas son demasiado pequeñas para obtener un proceso de eliminación eficiente por lo tanto, se requeriría invertir mucho tiempo para remover los sólidos suspendidos, por lo que es necesario utilizar procesos de clarificación, que consisten en cualquier proceso o combinación de procesos, cuyo propósito es reducir la concentración de los materiales suspendidos en un líquido.

La coagulación y floculación causan un incremento de tamaño del floculo y su rápida aglomeración, disminuyendo así el tiempo de sedimentación de las partículas. Para realizar este tipo de procesos se adicionan sales químicas en su mayoría cargadas positivamente (sales de aluminio, sales de hierro o poli-electrolitos) que desplazan los iones negativos y reducen efectivamente el tamaño de carga.

Entre los floculantes más usados se tienen: Sulfato de Aluminio, Poli-electrolitos, Cloruro férrico, Sulfato ferroso y férrico.

En la actualidad los poli-electrolitos son los más utilizados debido a su menor impacto ambiental y a la calidad del floculo que producen. Para poder determinar la cantidad de producto a agregar al agua se tiene que hacer un ensayo conocido como "Jar Test" o Test de Jarras con el agua a tratar. Este test mide básicamente el efecto de las diferentes combinaciones de dosis de coagulante y PH.

Decantación: Podemos definir a la decantación como el proceso de separación de un líquido de sólidos o de un líquido de mayor densidad mediante el trasiego de la capa superior después de que la materia más pesada ha sedimentado.

En el caso de la decantación en aguas para tratamiento la unidad de decantación será la que permitirá la eliminación por sedimentación de los sólidos en suspensión presentes. Estas unidades pueden clasificarse de acuerdo con la dirección

predominante del flujo de líquido desde la entrada a la salida, en decantadores de flujo horizontal y decantadores de flujo vertical.

Decantadores de flujo horizontal: Son los más utilizados a nivel purificación de aguas, la distribución de caudales en tanques rectangulares, se produce por un extremo, existiendo pantallas reflectoras, y atraviesa la longitud del tanque hasta los vertederos de evacuación. Decantadores de flujo vertical: Se suelen utilizar únicamente en aplicaciones de floculación decantación.

Filtración: Una vez que se ha decantado el agua para terminar el proceso de clarificación, se hace pasar por una etapa de filtración, la cual consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte. Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal.

Para evitar atascamientos en esta etapa, es importante que la retención de las partículas se haga en el interior del lecho filtrante, y no en la superficie del lecho, por este motivo, será muy importante hacer una elección adecuada del tamaño del grano del lecho filtrante.

Los filtros más utilizados en potabilización de agua son los filtros rápidos en los que el agua ha sido pasada previamente por un proceso de coagulación-floculación.

Afino con Carbón Activo: Una vez que el agua ha sido clarificada, pasa a la adsorción sobre carbón activo, que permitirá la disminución de la materia orgánica, color, olor y sabor presente, por separación, al quedar retenidas en la superficie del adsorbente. El adsorbente utilizado es carbón activo en forma granular que se sitúa formando un lecho fijo en una columna de tratamiento, a través del cual pasa el agua.

El Carbón Activo puede fabricarse a partir de todo tipo de material carbonoso, o bien, a partir de cualquier carbón mineral no grafitico. Pero, hay que recordar que cada materia prima brinda características y calidades distintas. Una de las principales razones de la aplicación del Carbón Activo es la decoloración o eliminación de cloro libre del agua. También se puede utilizar para control de olor y sabor, el crecimiento biológico o eliminar amoníaco.

Desinfección: La etapa final del proceso de tratamiento de aguas potables siempre es la desinfección. En algunos casos en las plantas muy sencillas, ésta es la única etapa del proceso. Hay tres tipos básicos de desinfección: Tratamientos físicos, tratamientos químicos y radiación.

Tratamientos físicos: Son los menos utilizados, Dentro de este tipo de tratamientos se puede incluir la aplicación de calor pero además de ser costoso, deja mal sabor ya que

elimina el oxígeno disuelto y las sales presentes en el agua. Otro de los procesos que se utilizan es el dejar pasar el tiempo, para que los gérmenes fecales disminuyan su concentración al ser el agua retenida en ambiente hostil.

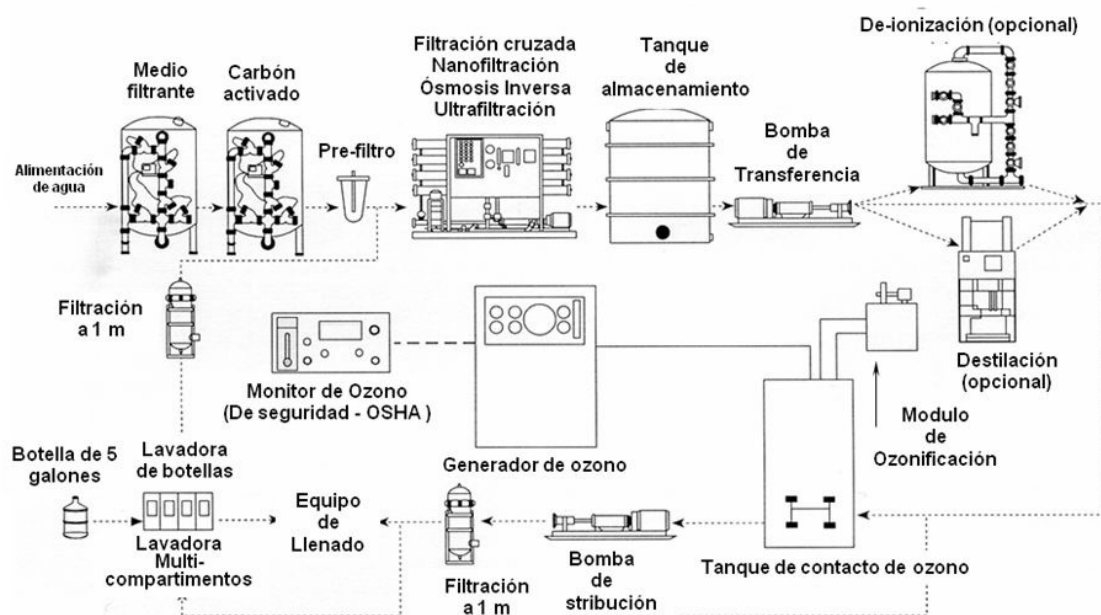
Tratamientos químicos: Los agentes químicos desinfectantes más utilizados son el cloro, el dióxido de cloro y el ozono. Dentro de los que tenemos que el cloro en su forma gaseosa o como Hipoclorito de Sodio o Calcio es el más usado. La aceptación del cloro es debida a 3 factores:

- Su capacidad de oxidar sustancias inorgánicas (hierro, manganeso, nitritos, etc.) que causan mal sabor, corrosión y deterioro en las líneas de transmisión del agua.
- La acción microbicida del cloro como algicida, bactericida y en menor medida virucida
- La capacidad de mejorar los procesos de coagulación y floculación, ya que favorece la formación de flóculos.

Adicionalmente a las ventajas anteriores su uso es de bajo costo y es bastante seguro. El equipo que requiere para su dosificación no es sofisticado ni complejo.

El Dióxido de Cloro (ClO_2) es un gas relativamente inestable que se obtiene a partir de la mezcla de cloro con clorito sódico. Es relativamente inestable por lo que normalmente se genera en el lugar de aplicación. Una de sus ventajas es que no se ve afectado por el pH e incluso aumenta su potencialidad frente a amebas y enteovirus.

El Ozono constituye la tercera alternativa tras el cloro y el dióxido de cloro. La aplicación de ozono también requiere de aplicación in situ debido a su inestabilidad.



Instalación típica de una planta purificadora de agua

Radiación: Hay varias formas que pueden desempeñar un papel desinfectante. Las radiaciones más útiles son UV, los rayos X y los rayos γ . La radiación que más se utiliza es la UV debido a su costo, un inconveniente que tiene este tratamiento es su baja eficacia frente a la turbidez del agua.

7. Estadísticas del agua en país

Las estadísticas del país para la disponibilidad y consumo de agua per-cápita por habitante son muy importantes, toman parte fundamental para conocer la situación del país. En conjunto, las estadísticas de la cantidad de agua que ha caído en el valle de México de manera histórica toman gran relevancia para la obtención de la factibilidad de este proyecto, esto por la variación que ha tenido este recurso en los últimos años.

Otro factor muy importante es la calidad con la que llega el agua de lluvia a un sistema de captación, dichos datos de calidad darán la pauta para la propuesta de tratamiento más adecuado y asegurar la calidad del producto terminado al cliente final.

7.1. Consumo por habitante

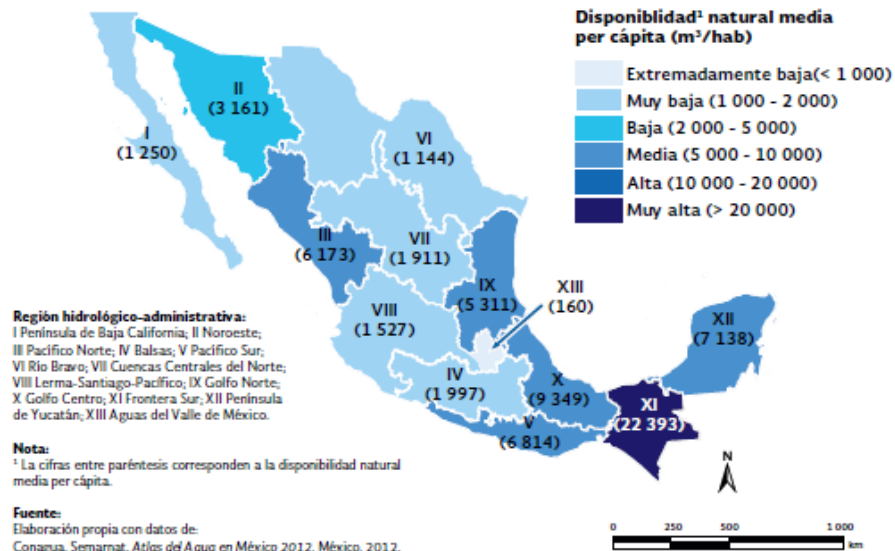
La disponibilidad de agua se refiere al volumen total de líquido que hay en una región.

Para saber la cantidad existente para cada habitante se divide el volumen de agua entre el número de personas de una población.

En nuestro país hay diferencias muy grandes en cuanto a la disponibilidad de agua. Las zonas centro y norte de México son, en su mayor parte, áridas o semiáridas: los estados norteños, apenas reciben 25% de agua de lluvia, mientras que las entidades del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco) es lo contrario, éstas reciben casi la mitad del agua de lluvia (**49.6%**) y en las del sur, también llueve mucho, no obstante, sus habitantes tienen menor acceso al vital líquido, pues no cuentan con los servicios básicos, como es agua entubada dentro de la vivienda.

<http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T> 26 de febrero de 2015

Disponibilidad natural media per cápita por región hidrológico-administrativa, 2010



Informe semart 2012

A pesar de observar en la figura X que la disponibilidad de agua en el distrito federal es la más baja (160m³/hab), en la capital del país es donde se concentra el consumo más elevado por cada habitante de esta ciudad.

Actualmente, el abastecimiento de agua potable al Distrito Federal es de 31.2 m³/s, que se obtienen de la siguiente forma: 9 m³/s se extraen del sistema Cutzamala (Michoacán); 2.1 m³/s, del sistema de pozos en Barrientos (EdoMex); 0.6 m³/s, de la Caldera (EdoMex); 4 m³/s del río Lerma (EdoMex); 0.9 m³/s del sistema Chiconautla (EdoMex), y 14.6 m³/s de los manantiales y pozos ubicados en el Distrito Federal.

El promedio de disponibilidad de agua para cada habitante es de 320 litros por día, pero distribución del agua es muy desigual. Como ejemplo, los habitantes de Venustiano Carranza reciben 203 litros de agua cada día, en tanto que los de Tlalpan reciben 560 litros por día. Estas diferencias se deben a la ubicación de las delegaciones, a si cuentan con cuerpos de agua locales o si reciben agua de otras fuentes, entre otras razones.

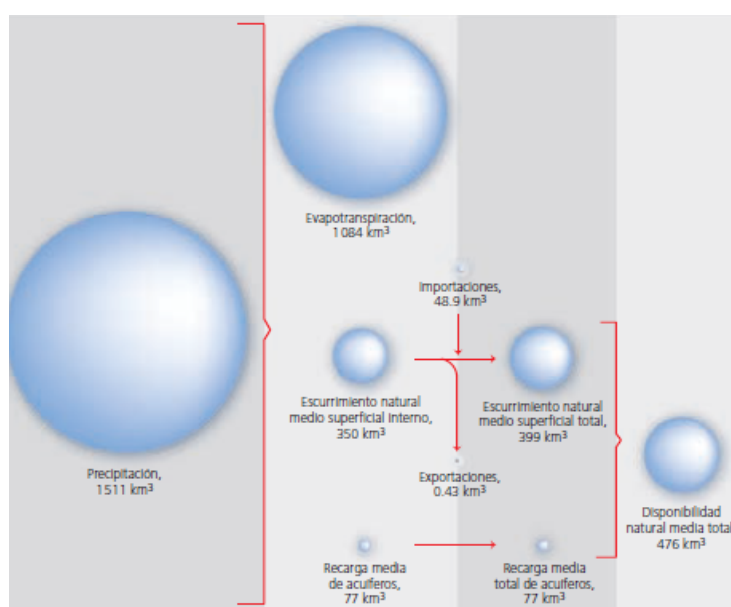
Delegación	Número de habitantes	Disponibilidad de agua en (L/hab*día)
Iztapalapa	1,783,585	235
Gustavo A. Madero	1,242,676	237
Álvaro Obregón	690,568	321
Coyoacán	643,838	355
Tlalpan	584,992	560
Cuauhtémoc	519,224	332
Venustiano Carranza	465,571	203
Azcapotzalco	443,071	404
Iztacalco	413,649	219
Xochimilco	372,111	374
Benito Juárez	362,591	406
Miguel Hidalgo	354,803	502
Tláhuac	304,611	210
La Magdalena Contreras	223,266	554
Cuajimalpa de Morelos	152,306	293
Milpa Alta	92,922	410

http://cuidarelaqua.df.gob.mx/balance_agua.html 3 de marzo 2015

7.2. Estadísticas Pluviales

México se encuentra en una posición geográfica privilegiada en el planeta, esta ubicación le permite tener, prácticamente, todos los climas que existen en el mundo y sus consiguientes tipos de ecosistemas y especies biológicas,

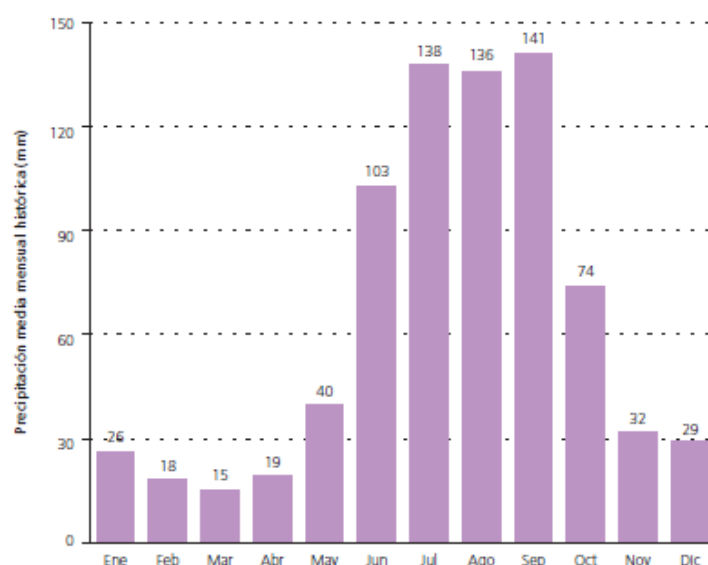
La figura x muestra, que de los 1 511 km³ de agua de precipitación total en el país, la disponibilidad natural media total es 476 km³; sin embargo, el agua que se precipita, escurre y almacena no está distribuida físicamente de manera homogénea en el territorio nacional, ni en las distintas épocas del año.



Componentes hidrológicos en México (agua, medio ambiente y sociedad)

Otro factor de gran importancia es que la temporada de lluvia se encuentra distribuida entre los meses de mayo y octubre, estos meses debe ser altamente aprovechados para captar el agua y tener un buen abastecimiento de este recurso para trabajar los meses subsecuentes, de esta manera el ahorro de agua de pipa será menor. Para este objetivo se debe contar con un sistema eficiente de captación así como un sistema eficiente de

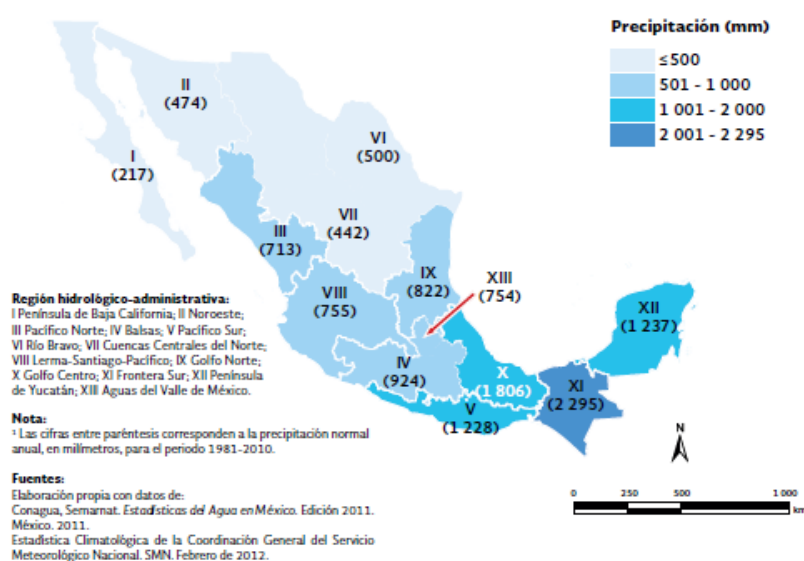
almacenaje para evitar la presencia de bacterias y algas que contaminen el agua captada e impidan darle un tratamiento adecuado para su futuro embotellado.



Distribución temporal de las precipitaciones en México. Precipitación media mensual histórica, 1941-2002. (agua, medio ambiente y sociedad)

A su vez, el distrito federal sigue la tendencia de todo el país, pero este recibe una cantidad intermedia si es comparado con los demás estados del país, ya que la precipitación en el país es tan variable que pose lugares desérticos y lugares con una precipitación anual histórica muy por encima que la de muchos lugares en el mundo.

Precipitación normal anual por región hidrológico-administrativa 1981 - 2010¹



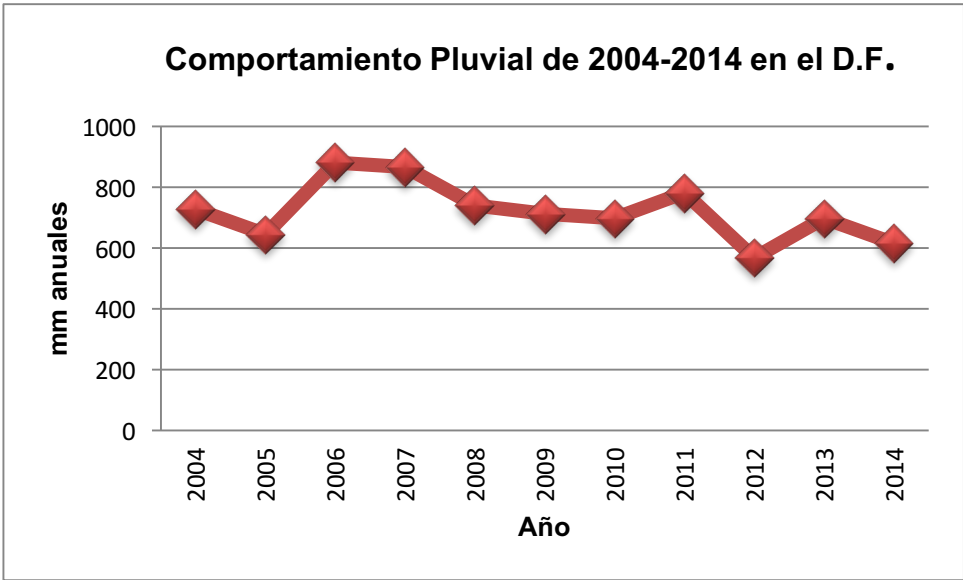
Informe semarnat 2012

En el Distrito federal, nos encontramos con grandes variaciones mes a mes de la precipitación que recibimos, esto hace que se tenga gran variación en la cantidad de lluvia que se recibe de manera anual, esto se pudo reflejar por la cantidad diversa de

fenómenos meteorológicos registrados año con año, lo cual genera una diversidad en los datos acumulados año con año, por lo cual, para fines del proyecto se buscara un promedio en el índice de precipitación de la capital del país con el cual se podrán realizar los cálculos necesarios para llevar a cabo el proyecto en temporada alta de lluvia.

	enero	febrero	marzo	Abril	mayo	Junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	anual
2004	25,5	0,1	23	18,9	48,2	142,3	115,7	144,1	150,7	53,1	6,1	0,9	728,6
2005	5,9	4,5	3,9	21,9	23,1	90,5	158,8	175,4	64,1	90	6,2	1	645,3
2006	2,2	1,2	11,8	27,6	75,7	105,6	168,6	215,7	153,6	77,4	38,7	4,3	882,4
2007	5,2	21,9	18,9	22,8	58,5	98,9	191	196,9	193,7	50,9	6,6	1,3	866,5
2008	0,1	2,9	3,1	39,4	42,6	152,8	164	184,7	113,6	37,7	0	0	740,9
2009	13,2	6,8	8,6	5,9	41,7	86,3	103,6	143	227,8	72,1	0,7	3,4	713,1
2010	25,8	57,3	1,6	14,9	27,3	94,3	203,3	174,5	93,7	3,7	1,4	0,1	697,9
2011	0,1	0,7	8,1	39,8	28	129,8	230,5	158,9	101,9	62	21,9	0,9	782,6
2012	6,9	28,2	26,5	15,1	16,3	96	160,5	108,4	83,4	14,9	12,7	0	568,9
2013	2,2	1,4	2,3	15,6	52,8	107,1	113,8	130,3	169,7	64,3	36,1	2,5	697,8
2014	0,4	1,4	10,9	21,8	60	96,4	99	108,2	98,3	92,6	7,1	19,6	615,6
Promedio	7,95	11,49	10,79	22,15	43,11	109,09	155,35	158,19	131,86	56,25	12,50	3,09	721,78

http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77
servicio meteorologico nacional 4 marzo 2015



7.3. Datos de calidad del agua

Los datos de calidad del agua de lluvia, fueron recopilados de diversos trabajos enfocados a realizar los análisis pertinentes y señalados en la NOM-127-SSA1-XXXX, estos se recopilan para saber en qué condiciones se encuentra el agua de lluvia después de ser captada en un sistema piloto y tomando como base estos datos registrados partir para la propuesta de el mejor sistema de tratamiento posible.



7.3.1. Resultados microbiológicos

Este parámetro señala el contenido de bacterias encontrados en el agua de lluvia después de su captación, las pruebas fueron realizadas por medio de la técnica expansión en el agar probando tres medios de cultivo diferentes.

Los resultados microbiológicos mostraron diversos tipos de bacterias, entre ellas los géneros *Bacillaceae*, *Leuconostoc* y *Aerococcus*, las cuales se han reportado ampliamente distribuidos en aire, suelo y agua (Kolleman, 2001).

La tabla x muestra los resultados de la identificación de bacterias en dos medio selectivos (TSA y ADS), de los cuales se logró identificar cinco bacterias, ninguna de estas bacterias resultan tener una grave repercusión al llegar a ser ingeridas por el humano ya que comúnmente están en el medio ambiente, solamente se tiene reporte de que causan infecciones oportunistas como intoxicación alimentaria por parte del *Bacillus subtilis*, de la familia de los *Leuconostoc* se ha logrado hallar vestigios en enfermedades como bacteriemia, infecciones pulmonares, infecciones en pacientes con trasplante de medula ósea y pacientes con SIDA, pero no existen reportes de que bacterias como el *Leuconostoc pseudomesenteroides* y el *Leuconostoc lactis* sean causantes de estas enfermedades (Kolleman, 2001)

Medio	Bacteria	(%) de confianza
TSA	<i>Bacillus subtilis</i>	99.18%
TSA	<i>Bacillus brevis</i>	97.22%
TSA	<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	99.36%
TSA	<i>Leuconostoc lactis</i>	72.98%
ADS	<i>Aerococcus viridans</i>	99.77%

7.3.1.1. Coliformes

En la Tabla xxx, se pueden observar los resultados obtenidos experimentalmente de las colonias coliformes presentes y los parámetros fisicoquímicos, así como los límites que

establece la normatividad mexicana correspondiente. Se puede observar que el agua de lluvia cumple con cada uno de los parámetros que se regulan en la NOM-003-SEMARNAT-1997[14] que establece los límites permisibles de contaminantes para las aguas tratadas que se reúsen en servicios públicos, la NOM-127-SSA1-1994[15] que estipula los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización y la norma oficial mexicana NOM-041-SSA1-1993[16] que se refiere al agua purificada. Como se puede ver al comparar los resultados obtenidos de este estudio con lo que indican las normas para el caso de la DBO5 y SST se encuentran muy por debajo de lo que marcan las normas para los diferentes usos. Los resultados de coliformes fecales muestran que se cumplen con las tres normas descritas en este párrafo, sin embargo los coliformes totales rebasan un poco los límites permisibles de las normas, en este caso se recomienda, eliminarlos con concentraciones bajas de cloro u ozono.

Normatividad	Coliformes totales (UFC/100 mL)	Coliformes fecales (UFC/100 mL)	DBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)
NOM-003-SEMARNAT-1997 ^[14]	No se menciona	240	20	20
NOM-127-SSA1-1994 ^[15]	2	0	No se menciona	1000
NOM-041-SSA1-1993 ^[16]	0	0	No se menciona	1000
Resultados de este estudio	3	0	2.77	8.93

Todos los análisis coinciden en que el contenido de patógenos es bajo, por lo que en algunos casos específicos, con un tratamiento básico de purificación será suficiente para su reutilización, confirmando que el agua de lluvia es una excelente alternativa para ser utilizada por el ser humano.

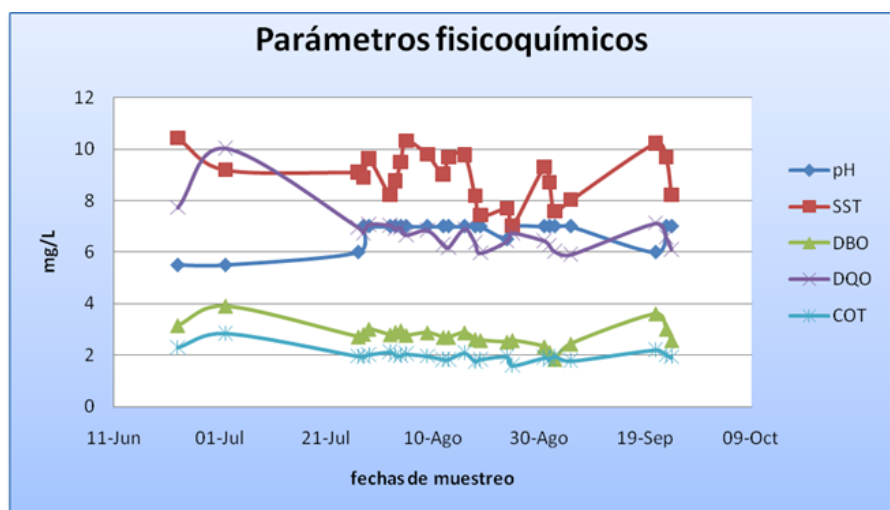
7.3.2. Resultados fisicoquímicos

Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos (pH, SST, DBO5, DQO y COT) son mostrados en la Tabla X. Se puede observar que cada parámetro cumple con la normatividad vigente, el pH varía de 5.5 hasta la neutralización conforme avanza la temporada de lluvia alcanzando un pH de 7 y se mantiene así hasta el final de la temporada de lluvias. La variación de los parámetros fisicoquímicos obtenidos se ven de manera más detallada en la xxxx se observa que el pH aumenta conforme transcurre la temporada de lluvia, mientras que los demás parámetros descienden con respecto al tiempo.

Se puede decir que la lluvia poco a poco arrastra los contaminantes del suelo y este valor se ve reflejado en la manera que descienden los SST, además existe poca materia orgánica a degradar y oxidar como se observa en los valores obtenidos de DQO, DBO5, COT lo cual es reflejado en el bajo contenido de microorganismos.

Día	pH	SST (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	COT (mg/L)	Día	pH	SST (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	COT (mg/L)
23-jun	5,5	10,43	3,16	7,73	2,3	16-ago	7	9,78	2,88	6,9	2,08
02-jul	5,5	9,2	3,92	10,04	2,84	18-ago	7	8,18	2,62	6,36	1,76

27-jul	6	9,1	2,72	6,96	1,96	19-ago	7	7,42	2,58	5,96	1,84
28-jul	7	8,9	2,82	6,74	1,94	24-ago	6,5	7,68	2,52	6,42	1,94
29-jul	7	9,62	3,02	7,08	2,02	25-ago	7	7,02	2,58	6,74	1,6
02-ago	7	8,22	2,8	7,04	2,12	31-ago	7	9,3	2,34	6,44	1,9
03-ago	7	8,76	2,9	6,9	2	01-sep	7	8,7	2,12	6,26	1,84
04-ago	7	9,5	2,96	6,94	1,98	02-sep	7	7,58	1,84	6,02	1,96
05-ago	7	10,32	2,78	6,66	2,04	05-sep	7	8,02	2,44	5,9	1,78
09-ago	7	9,8	2,88	6,84	1,96	21-sep	6	10,24	3,62	7,12	2,2
12-ago	7	9,02	2,7	6,28	1,84	23-sep	7	9,68	3,02	6,58	2
13-ago	7	9,68	2,7	6,18	1,84	24-sep	7	8,22	2,58	6,1	1,92



Aunado a estos datos, se realiza una comparativa en donde se obtienen datos similares señalando que la calidad de agua captada es buena, además se muestran otros resultados obtenidos que complementan y ratifican la calidad de agua.

Descripción	CE μS/cm	SDT ⁺ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ ** mg/l	Cl ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l
Lluvia de Base (7 muestras)	23.47	14.78	2.71	0.66	0.25	0.25
Lluvia en Techo (7 muestras)	74.33	47.57	9.49	0.63	0.69	1.59
Lluvia en Patio (7 muestras)	92.06	58.92	17.28	5.60	4.13	4.00
Agua de autotank (6 muestras)	164.14	105.05	18.03	0.86	8.03	10.84
NOM-127-SSA1-1994	---	1000	400	10 (como N)	250	200

Numero de muestra	Fecha	Descripción	Mesófilos aerobios UFC/ml	Coliformes totales		Coliformes fecales UFC/100 ml
				NMP/100 ml	UFC/100 ml	
1	130810	Base	4	<1.1 / ND	---	ND
2	130810	Autotankue	350	<1.1 / ND	---	ND
3	130810	Patio	12240	>8	---	1
4	130810	Techo	3960	>8	---	ND
5	100910	Techo	---	<1.1 / ND	---	ND
6	170910	Techo	2700	>8	---	ND
7	121010	Techo	24150	---	3	ND
		NOM-127-SSA1-1994	---	Ausencia o no detectable	Ausencia o no detectable	Ausencia o no detectable

7.4. Análisis de las plantas purificadoras y embazadoras en la zona de estudio

8. Propuesta de tren de tratamiento

9. Factibilidad técnica del tren de tratamiento

10. Factibilidad económica del proyecto

11. Conclusiones

12. Bibliografía

http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=section&id=6&Itemid=300004 consultada el 15 de diciembre 2014 para antecedentes del agua por regiones y agua en México

http://www.transparenciamedioambiente.df.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=86%3Afuentes-de-abastecimiento&catid=57%3Aimpactos-en-la-vida-cotidiana&Itemid=415 para tabla de abastecimiento DF