



**INSTITUTO LIZARDI
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**



**APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE MAR PARA CONSUMO HUMANO EN
IXTAPA-ZIHUATANEJO**

Clave: CIN2017A20035

AUTOR: REGINA BALDERRAMA ARMENTA

ÁREA DE CONOCIMIENTO: CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL

ASESORES: MARIO ALBERTO TERROSO SOBERANIS

LILIANA ALVARADO GRECCO

DEL 17 DE FEBRERO DE 2017

Zihuatanejo, Gro., México

Resumen

El agua es imprescindible para la vida, y el líquido disponible

para consumo humano es un recurso muy escaso, por lo que se debe cuidar y buscar alternativas para obtener agua potable. El agua de mar representa el 97.2% del total en la Tierra, aprovecharla es importante para la solución de la escasez de agua. Ixtapa-Zihuatanejo se encuentra en la costa del Océano Pacífico, por lo que se puede implementar un proyecto para limpiar agua de mar y utilizarla para el consumo humano, a través de procesos físicos, destilar y filtrar, para los cuales se fabricaron un Destilador Solar y un Filtro de Grava y carbón activado. Se realizaron pruebas de dureza y sólidos disueltos en distintas fuentes de agua para comparar y comprobar que el agua resultante de los experimentos es apta para el consumo humano.

Summary

Water is essential for life on earth and the water available for human consumption is a limited resource. It has to be protected and we need to find alternatives to obtain drinking water. Sea water represents 97.2 % of the total of the Earth. Making good use of it is important if we want to solve the problem of scarcity. Because of Ixtapa-Zihuatanejo's location on the coast of the Pacific Ocean, a project to clean sea water for the use and consumption, through physical processes, distillation and filtration was developed. For this, a solar distiller, a gravel and activated carbon filter were made. Hardness and dissolved solids tests were carried out on various water sources to compare and prove that the resulting water from the experiments is fit for human consumption.

Índice

Resumen	2
Summary	2
1. Introducción.....	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Hipótesis	6
1.3 Justificación	6
2. Objetivos.....	6
2.1 Objetivo General:.....	6
2.2 Objetivos Particulares:	6
3. Metodología.....	7
3.1 Instrucciones. Prueba de Dureza: (PKDUREZA, Juego de prueba modelo 5B para Dureza)	8
3.2 PK-TDS (PURIKOR, Medidor de Sólidos Totales Disueltos en PPM)	9
4. Resultados.....	11
4.1 Resultados – Pruebas en aguas antes del experimento	11
4.2 Resultados – Pruebas durante el experimento	12
5. Conclusiones.....	14
Fuentes:.....	16

1. Introducción

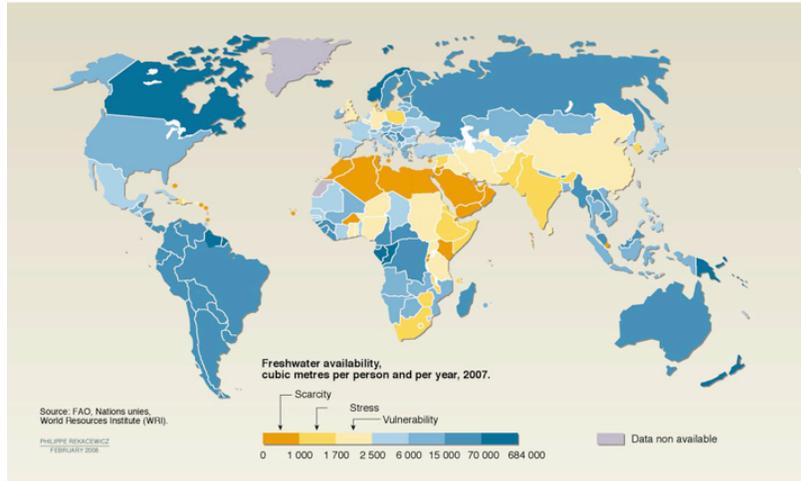
En el presente proyecto se expondrán los porcentajes de agua en la Tierra, los problemas que se enfrentan en el mundo y en Ixtapa Zihuatanejo con respecto al agua potable, así como una propuesta para la solución de escasez de agua en Ixtapa-Zihuatanejo y zonas costeras, donde se puede implementar el proyecto gracias a su contexto geográfico.

A través del método experimental y basado en el ciclo natural del agua se espera obtener un prototipo funcional capaz de realizar los procesos físicos de destilar y filtrar el agua de mar, y así, hacerla apta para el consumo humano. Se realizarán pruebas de dureza y sólidos disueltos en el agua de distintas fuentes, para compararla y corroborar que después de realizar los procesos físicos ya mencionados, el agua resultante es apta para el consumo humano.

1.1 Planteamiento del problema

El agua es una sustancia imprescindible para la vida en la Tierra, ésta se divide en agua dulce y salada. En la Tierra el 97.2% es salada y se encuentra en los mares y océanos, el 2.5% restante es agua dulce, y se divide en: 2.16% en casquetes polares y glaciares, 0.61% aguas freáticas y 0.03% otras aguas (lagos y ríos 0.02%, humedad 0.01% y atmósfera 0.0001%). Sólo el 1%, del 2.5% de agua dulce está disponible para consumo humano (Moore, 2000).

Esto significa que el agua constituye un recurso escaso y en peligro, de esta cantidad dependen los procesos sociales vitales. El mundo afronta un problema de escasez de agua, cerca de 1,200 millones de la población vive en áreas de escasez física de agua, 500 millones se aproximan a ésta situación y alrededor de 1,600 millones se enfrenta a escasez económica de agua por falta de infraestructura para transportarla desde mantos y acuíferos (ONU-DAES, 2014).



Recuperado de: http://www.wrsc.org/attach_image/global_freshwater-availability-capita-2007

Ixtapa-Zihuatanejo es una comunidad ubicada en México en las costas de Guerrero frente al Océano Pacífico, el lugar se abastece de agua potable a través de arroyos y 5 pozos ubicados en la zona del acuífero salitrera. En el año 2013 esta comunidad afrontó una crisis de agua potable, ya que dos pozos se contaminaron, dejando a la mitad de los 120 mil habitantes de sin acceso a este equipo (Romero A, 2013). Actualmente se llevó a cabo un proyecto, una planta de tratamiento, para beneficiar a más de 67 mil habitantes (SEMARNAT, Sin fecha).



Recuperado de: <http://www.ixtapa-zihuatanejo.com/info/espanol.htm?http://www.ixtapa-zihuatanejo.com/info/locacion1.htm>

Interrogantes planteadas que se pretenderá responder a lo largo del presente trabajo:

- ¿Qué proceso, o procesos pueden implementarse para desalinizar el agua de mar y volverla apta para el consumo humano?
- ¿Será posible aplicar este proyecto de investigación a gran escala en mi comunidad para contribuir a la solución del problema?

1.2 Hipótesis

Un sistema que lleve a cabo los procesos físicos, destilar y filtrar, para desalinizar el agua de mar, dejándola lista para consumo humano, puede realizarse a gran escala y contribuir a solucionar el problema de agua que enfrenta Ixtapa-Zihuatanejo.

1.3 Justificación

Por el contexto geográfico y la disponibilidad de otros recursos hídricos de Ixtapa-Zihuatanejo es posible y necesario utilizar el agua de mar para contribuir a la solución del problema de agua potable. Por medio de este proyecto se busca imitar el proceso natural, experimentalmente a través de dos principales procesos, destilación, aprovechando los rayos de sol, y filtración, utilizando minerales naturales.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General:

- ✓ Transformar agua de mar en agua dulce a través de un proceso físico-químico aplicable en Ixtapa-Zihuatanejo, y utilizarla para el consumo humano.

2.2 Objetivos Particulares:

- ✓ Siguiendo un proceso experimental, elaborar un prototipo funcional capaz de realizar este proceso físico de filtrar y destilar el agua.
- ✓ Presentar una opción viable que contribuya a la solución del problema de agua potable en Ixtapa-Zihuatanejo, así como en otras comunidades con el mismo contexto geográfico que Ixtapa- Zihuatanejo.
- ✓ Concientizar a la población acerca de la importancia del agua potable y de a escasez que este presenta para lograr su correcto uso y así contribuir a la solución del problema, a través de la difusión del presente trabajo.

- ✓ Determinar si la solución postulada en este trabajo puede ser aplicada a gran escala en Ixtapa-Zihuatanejo a través del análisis de los recursos naturales de la zona así como de los aspectos económicos de la ciudad y demás variables que se necesitarán.

3. Metodología

Para lograr los objetivos del presente proyecto se utilizará el método experimental. Consistirá en la elaboración de un prototipo funcional que permita realizar los procesos de destilación y filtración. Para filtrar el agua se utilizarán arenas, grava y carbón activado, en esta parte del proceso se eliminarán las partículas del agua, el carbón activado puede retener compuestos del agua (Carbotecnia, 2014), en este caso, eliminará los alcoholes y las gasolinas.



(Filtro de grava, foto; Febrero, 15, 2017)



(Carbón Activado, foto; Febrero, 15, 2016)

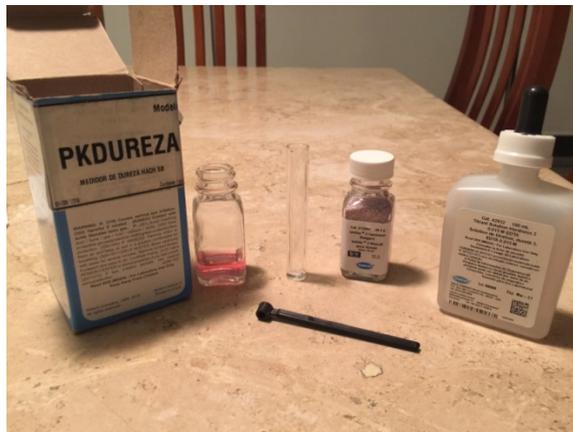
Para destilar el agua se creará un sistema, basado en los Destiladores Solares Experimentales de Martín (Martín C., 1975), en el que se aprovecharán los rayos del sol para poder evaporar el agua, de esta forma se desalinizará el agua y se eliminarán bacterias.



(Destilador Solar, foto; Febrero, 13, 2017)

Se tomarán muestras de agua; en playas, hogares y lugares de esparcimiento humano; así como agua de consumo. Se analizará principalmente los niveles de dureza y las partes por millón de contaminantes disueltos en el agua. Se analizará el agua antes y después del proceso para comparar y controlar su calidad de acuerdo a los estándares internacionales, comprobando su limpieza.

3.1 Instrucciones. Prueba de Dureza: (PKDUREZA, Juego de prueba modelo 5B para Dureza)



(Juego de Prueba PKDUREZA, foto; Febrero, 15, 2017)

Se realizará una prueba de dureza para determinar los valores de las muestras. La prueba consiste en utilizar el medidor de dureza “PKDUREZA”. La dureza del agua la depende de minerales disueltos en esta (Moore, 2000).

Las instrucciones de uso de la prueba se enlistan a continuación:

1. Llenar tubo de ensayo hasta el borde con muestra.
2. Verter muestra en una botella de mezclar.
3. Llenar una cucharada rasa de Reactivo para Dureza UniVer3. Hacer girar para mezclar.
4. Agregar la Solución Tituladora Hardness 3 a la botella de mezclar, gota a gota, a tiempo que revuelve circularmente. Cuando el color de la muestra cambió de rosado a azul, anote el número de gotas que se han agregado.

Nota: Si aparece el color azul con una sola gota de titulador, entonces la dureza total es <1 grano por galón.

5. Número de gotas = Dureza Total de la Muestra en granos (grains) por galón.

3.2 PK-TDS (PURIKOR, Medidor de Sólidos Totales Disueltos en PPM)

Se realizará una prueba para determinar la pureza del agua. La prueba consiste en utilizar el medidor de conductividad TDS y Temperatura PURIKOR, para así obtener los valores del total de sólidos disueltos en el agua; minerales, sales o metales.

El aparato tiene una pantalla digital que arroja los resultados en partes por millón.



(PK-TDS, foto; Febrero, 15, 2017)

- Se utilizará para las pruebas del proyecto; agua de garrafón o embotellada (“bebible”), agua de casa, escuela (“llave”) y agua de playas, El Palmar (“agua de mar”).



(Muestras de distintas fuentes de agua, foto; Febrero, 15, 2017)

“El agua para beber, de acuerdo con el Servicio de Salubridad Pública norteamericano, debe tener no más de mil partes por millón y, preferiblemente, menos de 500 (...) Los océanos presentan una notable uniformidad, con 35,000 partes por millón de sales disueltas como término medio.” (Martín C., 1975, p.377).

El agua pasará por los procesos de destilación y filtración consecutivamente, se realizarán las pruebas después de cada proceso.

Para comparar las pruebas se utilizarán los siguientes valores:

Gramos por galón= gpg Partes por millón= ppm

1gpg = 17.1376ppm

4. Resultados

4.1 Resultados – Pruebas en aguas antes del experimento

Tabla Dureza:

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio
Bebible	1	5*	1	1	2
Llave	7	8			7.5
Agua de mar	50**				

* Muestra tomada de agua embotellada

** Se decidió dejar las pruebas de aguas de mar en 50 gotas, debido a los recursos limitados del reactivo para Dureza y la Solución Tituladora.

Tabla Sólidos disueltos: (mismas muestras utilizadas en dureza)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio
Bebible	51ppm	141ppm	26ppm	24ppm	60.5ppm
Llave	155ppm	190ppm			172.5ppm
Agua de mar	5,310ppm				

La prueba mide los sólidos disueltos; minerales, metales, sales. A diferencia de la prueba de dureza. Por esta razón estos valores son mayores que en la Tabla de Dureza

4.2 Resultados – Pruebas durante el experimento

Prueba del Destilador Solar:



(Destilador Solar, foto; Febrero, 13, 2017)

Al estar expuesto al Sol, durante aproximadamente 4 horas, no se observó el vapor de agua en las paredes de vidrio, lo que significa que no estaba sellado correctamente y el vapor de agua escapaba del Destilador Solar.



(Destilador Solar con vapor atrapado en las paredes de vidrio, Febrero, 13, 2017)

Se sellaron las salidas de vapor, de esta forma se logró que quedara atrapado en las paredes de vidrio. Esto significa que en el destilador sí se logra evaporar el agua utilizando los rayos del Sol.

Debido a que no había forma de recolectar el agua de las paredes del Destilador Solar, se realizó la destilación de nuevo, pero en este caso, el agua se calentará utilizando fuego para después pasarla por el filtro. A continuación los resultados obtenidos:

Tabla Dureza:

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	Experimento 5
Destilación	20	23	30***	50***	15**
Filtración	*	*			*

Tabla Sólidos disueltos: (muestras distintas de las utilizadas en dureza)

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Destilación	171ppm	213ppm	387ppm
Filtración	*	*	*

*La cantidad de agua obtenida de la destilación sólo permitió realizar la prueba de Dureza, no se recolectó lo suficiente para filtrar.

** Agua recolectada en un principio, es decir, cuando empezó a evaporarse el agua de mar, por lo que contenía menos sales.

***Se dejaron estos valores en esta cantidad de gotas debido a que contenían más sales de las deseadas, entre más tiempo se hervía el agua se evaporarían más sales con ella. Por esta razón se descartan estas dos pruebas.

A continuación se hervirá agua de llave para después pasarla por el filtro, debido a que el agua destilada no fue suficiente para filtrarse, y se harán pruebas para observar los cambios en la dureza del agua.

Tabla Dureza:

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Hervir	8	7	8
Filtración	10	8	9

Tabla Sólidos disueltos: (muestras distintas de las utilizadas en dureza)

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Hervir	1178ppm	173ppm	163ppm
Filtración	197ppm	180ppm	164ppm

Debido a que en el filtro tiene minerales el agua resultante es más dura en comparación de cuando entra, aun así se sigue considerando “agua dulce”.

5. Conclusiones

El agua disponible para el consumo humano es el 1% del 2.5% de agua dulce en el mundo, es alarmante que para satisfacer las necesidades de 7,000 millones de personas se cuenta con esta cantidad de agua, y que además una gran parte está contaminada. En cambio el agua de mar constituye el 97.2% del agua total en la Tierra, por lo que es necesario aprovecharla. A través de procesos físicos, destilación y filtración, es posible y necesario transformarla en agua dulce apta para el consumo humano y, de esta forma, contribuir a la solución del problema de agua potable en zonas costeras, ya que en estas zonas es en dónde se puede implementar el proyecto.

Para destilar el agua de mar se fabricó un Destilador Solar, se determinó que para retener el vapor en las paredes de vidrio debía estar sellado completamente, de lo contrario el vapor escapa del Destilador. También debe contar con una forma fácil de recolectar el agua, debido a que se complicó la recolección de agua, se decidió destilar agua de mar aparte. Los resultados del agua estaban por debajo de las 500ppm en ambas pruebas, PKDUREZA Y PK-TDS, estas cantidades están dentro de los parámetros para el agua “bebible”, es decir menos de 1,000 ppm y preferiblemente menos de 500ppm.

Más adelante se llevó a cabo el proceso de filtración, para el cual se fabricó un Filtro de Grava y carbón activado. Anteriormente, el agua de mar destilada no fue suficiente para filtrar, así que para observar qué pasa con el agua al pasar por el filtro se decidió hacer pruebas con agua de llave, se hirvió el agua para después filtrarse. Las pruebas arrojaban un aumento en los sólidos disueltos, esto se debe a que se utilizaron minerales en el filtro, los cuales aumentaron la dureza del agua. Aunque hubo un

aumento en los sólidos disueltos, los niveles del agua aún estaban dentro de los parámetros para el agua “bebible”.

Fue posible purificar el agua de mar a través de los procesos físicos, destilar y filtrar, dejando sus niveles de sólidos disueltos aptos para el consumo humano, el carbón activado del filtro elimina los alcoholes y gasolinas, en base a estos resultados se puede asegurar que el agua es apta para el consumo humano y que al perfeccionar los prototipos funcionales es posible obtener un sistema capaz de purificar el agua de mar y aplicarlo en Ixtapa-Zihuatanejo y para comunidades con el mismo contexto geográfico.

Fuentes:

Carbotecnia (2014). Carbón activado. Febrero, 11, 2017, de Carbotecnia Sitio web: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>

Comisión de Agua Potable y Alcantarillado en Zihuatanejo (CAPAZ). (Sin dato). Reseña Histórica de la CAPAZ. Octubre, 26, 2016 de CAPAZ Sitio web: <http://www.capazihuatanejo.gob.mx/historia.php>

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas [ONU-DAES]. (2014). La escasez de agua. Septiembre, 14, 2016, de UN Water Sitio web: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

Enciclopedia Guerrerense. (Sin dato). Zihuatanejo de Azueta. Septiembre, 26, 2016, de Guerrero Cultural Siglo XXI Sitio web: <http://www.enciclopediagro.org/index.php/indices/indice-de-municipios/1662-zihuatanejo-de-azueta?showall=&limitstart=>

Martín C., et al. (1975). Obtener Agua Dulce de la Salada. En Oceanografía (p.377-382). Estados Unidos: Editorial BLUME.

Moore, John W., et al. (2000). El agua y la química de las soluciones. En El mundo de la Química: conceptos y aplicaciones (p.714, 734). México: Addison Wesley Longman de México.

Portal Académico CCH. (Sin dato). Métodos de separación. Septiembre, 19, 2016, de Colegio Nacional de Ciencias y Humanidades [CCH] Sitio web: <http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad1/mezclas/separacion>

Romero A. (2013). Contingencia en Zihuatanejo por falta de agua potable. Septiembre, 17, 2016, de Noticieros Televisa Sitio web: <http://noticierostelevisa.esmas.com/estados/608505/contingencia-zihuatanejo-falta-agua-potable/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Sin dato). Planta de tratamiento “La Marina” mejorará la vida de más de 67 mil habitantes de Zihuatanejo. Septiembre, 26, 2016, de gob.mx Sitio web: <http://www.gob.mx/semarnat/prensa/planta-de-tratamiento-la-marina-mejorara-la-vida-de-mas-de-67-mil-habitantes-de-zihuatanejo-80753>