



## TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS EN LA ESCUELA PREPARATORIA NÚMERO UNO, CUERNAVACA, TURNO DIURNO

1. **Ing. Ulises Ocampo Ocampo.** - Presidente de la Academia Local de Matemáticas
2. **Psic. Miguel A. Rubí Vallejo.** - Director de la Escuela Preparatoria Número Uno, Cuernavaca
3. **M. en D. María Delia Adame Arcos.** - Secretaria General de la UAEM

El cambio climático está acelerando tanto la escasez de agua como los peligros relacionados con este recurso (como inundaciones y sequías), ya que el aumento de las temperaturas altera los patrones de precipitación y todo el ciclo del agua, reducción la capacidad de infiltración, recarga de acuíferos, aprovechamiento y otros factores asociados a las precipitaciones, la mayor parte de los impactos del cambio climático se reducen al agua ([https://www.un.org/es/site-index\\_2024](https://www.un.org/es/site-index_2024)).

Según el informe de la ODS 2022, aproximadamente dos mil millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a agua potable segura en la actualidad y aproximadamente la mitad de la población mundial sufre una grave escasez de agua en algún momento del año (IPCC\_2022). Pero además solo el 0,5 por ciento del agua presente en la Tierra es agua dulce, utilizable y disponible, y el cambio climático está afectando peligrosamente ese suministro. En los últimos veinte años, el almacenamiento de agua terrestre, incluyendo la humedad del suelo, la nieve y el hielo, ha disminuido a un ritmo de 1 cm por año, con consecuencias importantes para la seguridad del agua ([https://www.un.org/es/site-index\\_2024](https://www.un.org/es/site-index_2024)).

Por lo antes expuesto y considerando que en México y en particular el estado de Morelos, ya presenta problemas graves de escasez de agua, es preponderante buscar alternativas para el ahorro y la reutilización del agua, por ello dentro de la Escuela Preparatoria Número Uno, Turno Diurno, en forma experimental se estableció una planta tratadora de aguas residuales.

Las aguas negras que se generan en la institución llegan a dos biodigestores que se encuentran en la parte sur de las instalaciones de esta escuela, donde se ubica la cancha de futbol, se tratan parcialmente para después disponerse al drenaje municipal, desaprovechando el 100 % de este líquido, por lo cual, por iniciativa de **Ing. Ulises Ocampo, Presidente de la Academia Local de Matemáticas**, le presento el proyecto de tratamiento de aguas residuales al **Psicólogo Miguel A. Rubí Vallejo, Director de la Escuela Preparatoria Número Uno**, mismo que aprobó el diseño y construcción del proyecto.



Figura 1.- En la primera imagen se observa la cisterna donde se ubica el biodigestor, a un costado existe un árbol de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*).





Figura 2.- En esta imagen se aprecia el biodigestor en funcionamiento, mismo que tiene una capacidad aproximada de 4000 litros.

El principal objetivo de este proyecto, es limpiar el agua que se ocupa en la institución, no desperdiaciéndola o enviándola al drenaje sin un tratamiento biológico, esta misma agua se pretende reutilizar en el riego de algunos árboles, arbustos y herbáceas consideradas como ornamentales (plantas de sombra, pasto y plantas con flores), así mismo por medio de un humedal, en el cual se le puede mostrar al estudiante la importancia del cuidado de este vital líquido.

Como objetivos secundarios, a corto plazo y con fines educativos en la materias de **Biología, Química, Física y Matemáticas**, demostrar a los alumnos y alumnas, la importancia de este vital líquido, como se puede tratar para su reutilización y además que valoren las condiciones ambientales de la cual gozan actualmente, a largo plazo es que esta agua tratada se puede interconectar a los mingitorios y a las tazas de baño para que esta agua ya tratada se puede reciclar como uso cotidiano en los baños.

Con el desarrollo de este tipo de proyectos se busca que la escuela sea autosustentable, resaltado la gran importancia del cuidado medioambiental y sobre todo educar con ejemplos cotidianos o con contexto, todo en beneficio de nuestra comunidad estudiantil de la UAEM.

#### Marco teórico

Las aguas negras son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido usadas, combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas habitación, edificios comerciales e instituciones junto con los provenientes de los establecimientos industriales y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que puedan agregarse (Catalán Lafuente, J. 1990).

Estas aguas llevan diferentes elementos desde jabón, cloro, materia orgánica, coliformidos y sólidos suspendidos, estos últimos se pueden dividir **sedimentables y sólidos coloidales**, los primeros son la porción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente para que se sedimenten en un periodo determinado que generalmente es una hora y los segundos se definen como la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos sedimentables (APHA-AWWA- AWWA CF. 1992).



La composición biológica de las aguas residuales es variada tiene organismos vivos, la mayoría de las cuales son demasiados pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio, son parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas negras y su presencia es de suma importancia porque son los motivos para el tratamiento de estas aguas y su éxito es la degradación y descomposición, aquí se pueden mencionar una gran cantidad de bacterias aeróbicas y anaeróbicas (Rodier, J. 1989).

Existen diferentes métodos para el tratamiento de las aguas residuales, algunos son biológicos, químicos o mecánicas, pero por lo general estos tienen las siguientes etapas: Tratamiento Preliminar, Tratamiento Primario, Tratamiento Secundario, Cloración y Tratamiento de lodos (Belzona, 2010), en la siguiente imagen se muestra como es el proceso del tratamiento del agua negra:

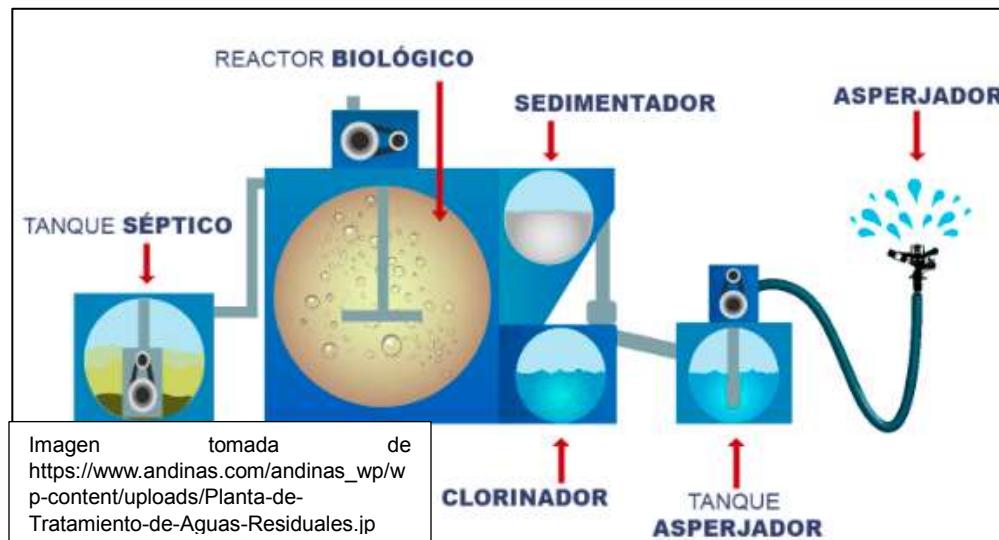


Figura 3.- Esquema general de una planta de tratamiento de aguas residuales.

#### Diseño y construcción

El 6 de marzo del 2024 se realiza el estudio de campo para verificar si es posible tratar esta agua, se revisó el biodigestor, que tiene una capacidad aproximada de retención de 4000 litros, se buscó el método más idóneo a aplicar, que en este caso se decidió que fuera biológico, posteriormente al finalizar el proceso se aplicará el método químico, es decir se establecieron tres biodigestores, utilizando tinacos de 1100 litros de agua, en los dos primeros se colocaron bombas mismas que tienen como principal función oxigenar el agua, en el tercer biodigestor se permite la sedimentación de los lodos residuales y es ahí donde se colocará un porcentaje de hipoclorito.

Cabe mencionar que este fue un sitio idóneo porque se encuentra alejado de los salones de clase donde se encuentra la población estudiantil, así como de los vecinos circundantes de la escuela, es decir no causara ningún problema si se llegase a emitir ciertos olores que se considerada desagradables.



Figura 4.- Colocación de las bombas y los tres biodigestores, así mismo se aprecia el proceso de construcción de las tinas de sedimentación y absorción.

En los siguientes links se puede observar el proceso de construcción y operación de la planta demostrativa de tratamientos de aguas residuales:

1. <https://www.youtube.com/shorts/7-siO6oYMU0>
2. [https://www.youtube.com/watch?v=Cy\\_AFBnoDN4](https://www.youtube.com/watch?v=Cy_AFBnoDN4)
3. <https://www.youtube.com/watch?v=VoT9kJSTZhM&t=16s>

#### *Resultados preliminares*

Después de 16 días (viernes 22 de marzo del 2024) se realiza una primera medición y se observan los siguientes resultados, se toman muestras de agua tratada y se ve después de varios de tratamiento la turbidez del agua disminuye significativamente, es decir se toman muestras de los tres biodigestores, en el primero la concentración de sólidos disueltos es mayo y disminuye en el segundo y en el tercer biodigestor, esto demuestra que está funcionando el proceso de oxigenación y sedimentación del agua residual, tal y como se muestra en las siguientes figura y enlaces de videos.





Figura 5.- Esta imagen demuestra la concentración de sólidos disueltos del agua residual, esta corresponde al primer biodigestor, agua obtenida directamente de la cisterna general o biodigestor general.



Figura 6.- Después del proceso de oxigenación y sedimentación en los biodigestores 2 y 3, se aprecia el cambio de la turbidez o concentración de sólidos disueltos.

En los siguientes links se aprecia la toma de muestras y la concentración de los sólidos disueltos.

<https://www.youtube.com/watch?v=wZPzzLtzBdo>  
<https://www.youtube.com/watch?v=8IoV7sUfEoA&t=2s>





El agua tratada actualmente se está enviando a cuatro tinas de absorción, porque todavía se está en proceso de diseño y desarrollo la segunda etapa, donde se plantea interconectar el agua tratada con la alimentación de los WC y mingitorios, para poder aprovechar el agua ya tratada, otra parte se utilizará para riego de árboles o pasto.



Figura 7.- Tinas ciegas de absorción de aguas tratadas, así mismo se puede apreciar que se están sembrando plantas ornamentales y algunas otras especies nativas de la zona.

En conclusión con el presente proyecto se busca educar a nuestros alumnos en temas de cambio climático global, contaminación de agua y suelo, lo que se le conoce actualmente como una educación ambiental, cumpliendo con la política ambiental de México y con uno de los objetivos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que es la de proteger y evitar el impacto ambiental, pero además se pretende reutilizar la mayor parte de aguas residuales y que esta no se desperdicien directamente al drenaje, al contrario, en la segunda etapa se pretende que esta agua se vuelve a enviar a los WC y mingitorios, también que sea utilizada como agua para riego de plantas ornamentales, con lo que se ahorrará en el consumo de agua y en los costos de operación de la Escuela Preparatoria Número Uno, Cuernavaca.

#### Bibliografía

- APHA-AWWA- AWWA CF (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, Madrid.
- Belzona Inc., 2010. Tratamiento de Aguas Residuales. Edit. Belzona, Primera Edición.
- Catalán Lafuente, J. (1990). Química del Agua. Ed. Bellisco, Madrid.
- Johnson, W. W. (1980). Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates. Fish and Wildlife, Service. Resource Publication 137. United States Department of the Interior, Washington D.C.
- Rodier, J. (1989) Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Omega, Barcelona.
- Spehar, R.L., Christensen, G.M., Curtis, C., Lernke, A.E., Norberg, T.J. and Pickering, Q.H. (1992). Effects of Pollution on Freshwater Fish. Water Pollution Journal WPCF 54 (6):877-922.

#### Sitios web:

- [https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022_Spanish.pdf)
- <https://www.ipcc.ch/>
- [https://www.un.org/es/site-index\\_2024](https://www.un.org/es/site-index_2024)

