

Eje temático: Agua y Gestión del Recurso

Depuración de efluente domiciliario con sistema *Living Machine*

Nombre: Lucas Fabián Bianchini

Institución: Depura® (*Sistemas Biológicos De Depuración Y Reuso De Aguas*)

Correo: lbianchini@depura.com.ar

Resumen

La experiencia nace por la necesidad de minimizar la contaminación ambiental y aumentar la disponibilidad de agua sin necesidad de seguir explotando las fuentes convencionales a través de la reutilización de agua residual. El objetivo principal fue diseñar, construir y evaluar el desempeño de una planta de tratamiento de efluentes que permita el reuso de los mismos para riego. La experiencia se desarrolló en un domicilio particular del departamento de Guaymallén y estuvo a cargo de Lucas Bianchini. El desarrollo del sistema comenzó en el año 2015 y se encuentra actualmente en funcionamiento.

El sistema elegido fue del tipo eco-máquina o *Living Machine* debido a la simplicidad de funcionamiento en la que los principales procesos de depuración lo realizan seres vivos mediante mecanismos ecológicos. Se obtuvo una alta eficiencia de remoción de contaminantes generando agua con calidad para riego y permitiendo el reuso de la totalidad de los efluentes domiciliarios

Palabras claves: -Cloacal- Mendoza-Ecomáquina

Descripción de la experiencia

Es conocida la problemática que atraviesa la provincia de Mendoza con respecto a la escasez cada vez más pronunciada de agua dulce. La expansión de la urbanización, debido al aumento poblacional de Mendoza, genera una gran presión hídrica sobre el agua potable especialmente en áreas urbanas con superficies mínimas de loteo que deriva en viviendas con grandes superficies de jardín. Cabe agregar, además, que muchas de estas zonas no cuentan con el servicio de la red cloacal y la disposición de los efluentes se resuelve generalmente con los clásicos pozos sépticos. Estos pozos se convierten, en un corto plazo, en una fuente permanente e importante de contaminación de las napas. Por estas razones, resulta imperante la necesidad de llevar a cabo acciones que coadyuven a un uso más eficiente del escaso recurso hídrico que se consume en las viviendas familiares.

De allí que el *objetivo* de esta experiencia es: *generar un ahorro considerable de agua mediante su depuración de los efluentes cloacales y su posterior reutilización para el riego de jardines y/o cultivos de huertas familiares o de pequeñas chacras. Todo ello, a través del desarrollo de un sistema de depuración eficiente, simple y de bajo mantenimiento.*

La experiencia que aquí se presenta se puso en marcha en marzo de 2015. La misma fue dispuesta en una casa residencial, con 600 metros cuadrados de terreno, ubicada en la localidad de "El Sauce", del departamento de Guaymallén a 12 km al este del centro de la provincia. En esta zona no hay acceso a la red cloacal y existe una alta demanda de agua potable debido a que prácticamente todos los nuevos conjuntos barriales –de no más de 10 años de antigüedad- poseen amplios jardines y piscinas.

Para decidir qué proceso de tratamiento de agua se iba a utilizar, se evaluaron diversas posibilidades. Por un lado, las plantas compactas de tratamiento de efluentes son sistemas de alto costo y complejidad tecnológica y que presentan elevados consumos de energía. Por otro lado, y casi siendo su contrapartida, están los llamados *sistemas naturales* o también llamados sistemas no convencionales que se basan en los procesos de purificación físicos, químicos y biológicos que ocurren en forma espontánea en la Naturaleza. Los sistemas naturales como los humedales subsuperficiales son la opción más adecuada para tratar

aguas grises pero presentan dificultades para depurar efluentes cloacales conformados por aguas negras y grises mezcladas. Este tipo de efluentes es el más habitual en las viviendas ya que la segregación de aguas no está contemplada en las legislaciones de construcción.

Por estas razones, se eligió un sistema ideado por *John Todd* denominado *Living Machine* o eco-máquina en donde la mayoría de los componentes activos no son mecánicos, sino organismos vivos. Estos sistemas permiten la depuración del efluente completo de una vivienda generando agua depurada de calidad que puede ser utilizada para riego.

Los sistemas *living machine* o eco-maquinas son una serie de tanques conectados en serie que poseen una cubierta vegetal y se inyecta aire a través de difusores. Estos sistemas conforman complejos ecosistemas que depuran el agua a medida que circula por los tanques (figura 1)

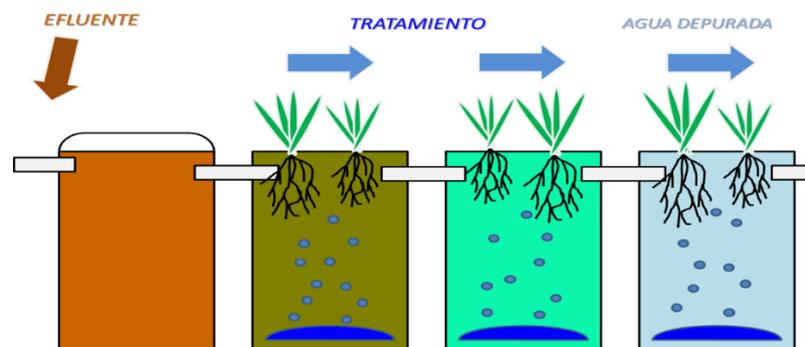


FIGURA 1. Esquema de un sistema de depuración ecológico *Living Machine* o eco-máquina

Estos procesos de depuración se realizan gracias a la actividad sinérgica de microorganismos, algas, plantas, pequeños invertebrados y peces. La integración de plantas macrófitas en un sistema de tratamiento de aguas residuales constituye una alternativa ecológica, donde los nutrientes se eliminan de las aguas contaminadas a través de la absorción de las plantas y por los procesos de oxidación realizados por bacterias específicas que se desarrollan en el medio acuático y sobre las raíces de las plantas.

Para el dimensionamiento y diseño del equipo se realizó un estudio del efluente a tratar mediante análisis físico-químicos y un ensayo de degradabilidad para dimensionar la planta y el equipo de aireación. Se utilizaron las planillas de cálculo propuestas por John Todd, en *Principles of Ecological Design*. Se construyó el sistema con cuatro tanques de polipropileno de 200 lt que constituyen los reactores biológicos y un decantador secundario de lodos. Se utilizaron tanques usados para reducir los costos de construcción y disminuir la huella ecológica del producto al reutilizar un elemento común de la industria ya que no se utiliza el recurso virgen. Dentro de cada reactor aeróbico se instaló un difusor de burbuja fina con su correspondiente sistema de distribución de aire. El aire es suministrado por un aireador de membrana. Estos equipos aireadores son silenciosos, de muy bajo mantenimiento y bajo consumo de energía eléctrica. Sobre la superficie del agua residual de los reactores hidropónicos está soportada la cubierta vegetal con bastidores plásticos de forma tubular de modo tal que los tallos y hojas quedan por sobre la superficie del agua y las raíces completamente sumergidas en el efluente. En esta experiencia se utilizaron especies *Cyperus sp* (Ciperus) e *Iris sp* (Lirios) por ser macrófitas propias de la región que se encuentran adaptadas a las condiciones climáticas del lugar de estudio.

Para la puesta en marcha se llenaron los tanques con efluente cloacal y se colocan las plantas en los soportes. El caudal inicial de carga a la planta se reguló en un 10% del volumen total diario generado en la vivienda para permitir que las plantas se adapten y se establezca una adecuada flora microbiana en los reactores. Para acelerar este último proceso se realizó una siembra inicial de bacterias aeróbicas específicas en los reactores biológicos.

Resultado y Análisis

Las especies vegetales plantadas mostraron un comportamiento disímil. La especie *Cyperus sp* emitió brotes y aumentó rápidamente la masa vegetal. El sistema radicular de esta especie también presentó un notable desarrollo (Fotografía 1)



FOTOGRAFIA 1: Planta de tratamiento en régimen normal de funcionamiento

En contrapartida, *Iris sp* perdió el sistema radicular y todos los ejemplares perecieron. En los tanques aeróbicos la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo por encima de 3 mg/l. en todas las mediciones realizadas.

Para evaluar la eficiencia del sistema de depuración se realizaron análisis periódicos físico-químicos al efluente sin tratar de ingreso y al efluente tratado de salida. El seguimiento se realizó durante un período de 6 meses, ejecutando los respectivos análisis para determinar la concentración de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, fósforo y nitrógeno, entre otros parámetros físicos y químicos. En la siguiente tabla se reportan los resultados promedio de 6 análisis realizados durante el periodo de estudio. (Tabla 1)

TABLA 1: Características físicas y químicas de efluentes muestreados en el efluente de entrada a planta sin tratar y sobre el efluente tratado de salida

Determinación	Entrada	Salida
Demanda Química de Oxígeno	400 mg/l	50 mg/l
Conductividad eléctrica	1300 μ s	1340 μ s
pH	8	7,5
Nitrógeno, NH_4^+	60 mg/l	5 mg/l
Fósforo, PO_4^{-3}	20 mg/l	7 mg/l

Se obtuvieron promedios de remoción de DQO de 87%. La remoción de Nitrógeno amoniacal fue alta debido a los procesos combinados de nitrificación y desnitrificación en los reactores aeróbicos y anóxicos. El porcentaje de remoción de fósforo fue del 65% en promedio.

El efluente obtenido presenta calidad de riego y una valiosa carga de nutrientes.

Referencias

Todd, N.J. and J. Todd, 1994. From Eco-Cities to Living Machines: Principles of Ecological Design. North Atlantic Books, Berkeley, CA.

Todd, John and B. Josephson,. 1995. The design of living technologies for waste treatment Ecological Engineering 6, 109-136