

**DESEMPEÑO DE UN FILTRO PERCOLADOR A ESCALA DE LABORATORIO
EN CONDICIONES PSICRÓFILOS, PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES URBANAS DEL MUNICIPIO DE PASTO
(Resumen Analítico)**

**PERFORMANCE OF A TRICKLING FILTER AT LABORATORY SCALE UNDER
PSYCROPHILIC CONDITIONS, FOR THE TREATMENT OF URBAN
WASTEWATER FROM PASTO
(Analytical Summary)**

Autores (Authors): GARCÍA MARTÍNEZ Brayan Camilo y DELGADO ALVARADO Ricardo Andrés.

Facultad (Faculty): de INGENIERÍA

Programa (Program): INGENIERÍA AMBIENTAL

Asesor (Support): MG. GLORIA LUCIA CÁRDENAS CALVACHI, MG. PAOLA ANDREA ORTEGA GUERRERO, PHD. JENNIFER JIMÉNEZ PAZ

Fecha de terminación del estudio (End of the research): JUNIO 2024

Modalidad de Investigación (Kind of research): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

FILTRO
PERCOLADOR
AGUAS REDIDUALES
TRATAMIENTO
CONTAMINACIÓN

KEY WORDS

*FILTER
PERCOLATOR
WASTEWATER
TREATMENT
POLLUTION*

RESUMEN: En Pasto uno de los problemas ambientales más graves es la contaminación del río por la falta de un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales. Por ello este estudio se enfocó en evaluar la eficacia de diversas tecnologías de descontaminación, utilizando microorganismos como descomponedores de la materia orgánica presente en el agua residual. La investigación, de naturaleza cuantitativa y correlacional, examina las aguas residuales urbanas de Pasto mediante muestras de agua residual sintética con características fisicoquímicas similares. Un aspecto crucial del estudio es la

evaluación del filtro percolador, donde se encontró una relación inversa entre el caudal y la eficiencia de remoción de materia orgánica: al aumentar el caudal, el tiempo de contacto entre el agua residual sintética y la biopelícula disminuye, reduciendo la eficiencia de remoción y causando la decantación de la biopelícula.

No obstante, al ajustar los tiempos de retención hidráulica (THR) del filtro percolador, se mejora la eficiencia en la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO). Esto demuestra que el filtro percolador es efectivo en el tratamiento de aguas residuales urbanas, incluso con niveles elevados de DQO. Esta tecnología es considerada una de las más sencillas para el tratamiento secundario debido a su bajo mantenimiento y rápida estabilización, lo que permite un tratamiento eficiente de la materia orgánica. Factores como el número de espacios y el tipo de material del medio son esenciales para un contacto adecuado entre el agua residual sintética y la biomasa, optimizando la descontaminación del agua.

ABSTRACT: *In Pasto, one of the most serious environmental problems is the pollution of the river due to the lack of an efficient wastewater treatment system. Therefore, this study focused on evaluating the effectiveness of various decontamination technologies, using microorganisms as decomposers of the organic matter present in wastewater. The research, of a quantitative and correlational nature, examines urban wastewater from Pasto using synthetic wastewater samples with similar physicochemical characteristics. A crucial aspect of the study is the evaluation of the trickling filter, where an inverse relationship was found between the flow rate and the efficiency of organic matter removal: as the flow rate increases, the contact time between the synthetic wastewater and the biofilm decreases, reducing removal efficiency and causing biofilm decantation.*

However, by adjusting the hydraulic retention times (THR) of the trickling filter, the efficiency in removing chemical oxygen demand (COD) is improved. This shows that the trickling filter is effective in treating urban wastewater, even with high COD levels. This technology is considered one of the simplest for secondary treatment due to its low maintenance and rapid stabilization, which allows efficient treatment of organic matter. Factors such as the number of spaces and the type of media material are essential for adequate contact between the synthetic wastewater and the biomass, optimizing water decontamination.

CONCLUSIONES: En la etapa de alimentación del filtro percolador utilizando diferentes tiempos de retención hidráulica, se tuvo en cuenta que existe una relación inversamente proporcional entre el caudal y la eficiencia de remoción de materia orgánica puesto que al aumentar el caudal se observa una disminución en el porcentaje de remoción de MO ya que el tiempo de contacto entre el ARS y la biopelícula disminuye además esto genera que la biopelícula que se forman alrededor del medio se lave o decante perjudicando así las posteriores mediciones.

Al realizar cambios en la THR del filtro percolador, se observó que se mejora la

eficiencia en la remoción de DQO lo cual es un indicador de que el filtro percolador tiene gran capacidad para realizar el tratamiento de aguas residuales urbanas aun cuando se presenten niveles elevados de DQO a la entrada del sistema, por ello, se cataloga como una de las tecnologías más sencillas para ser utilizada como tratamiento secundario esto gracias a su bajo mantenimiento y su rápida estabilización lo cual permite disponer de un tratamiento eficiente para la remoción de materia orgánica donde los factores como el número de espacios y el tipo de material del medio permiten el paso del ARS en contacto con la biomasa.

Teniendo en cuenta la remoción de DQO y sólidos totales se concluye que con un THR más largo, el proceso de remoción es más eficiente dado que existe mayor tiempo de contacto entre los microorganismos y la materia orgánica, lo que no sucede con una THR menor porque no se produce una interacción adecuada de los microorganismos para descomponer los lodos, afectando la turbidez, por lo tanto es vital realizar el ajuste a la THR para garantizar la optimización de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Debido a la complejidad del proceso del arranque de un filtro percolador, se requiere un constante seguimiento de parámetros importantes como pH, temperatura, la cantidad de sustrato Para así asegurar un desarrollo exitoso de los microorganismos, de esta forma se brindan un ambiente propicio para la biota y así conseguir una eficiencia de remoción alta.

A través de la prueba jerárquica para las variables de calidad del agua en la salida de un filtro percolador y su relación con la eficiencia de remoción de DQO reveló la importancia tanto de la composición química como de las condiciones físicas del agua en el proceso de tratamiento. Mientras que el primer cluster resalta la influencia de la carga orgánica y los compuestos ácidos en la eficiencia del filtro, el segundo cluster destaca la relevancia de mantener condiciones óptimas para procesos biológicos y físico-químicos. Esta dualidad sugiere que un enfoque integrado, que aborde tanto los aspectos químicos como físicos del agua, es crucial para lograr una alta eficiencia en la remoción de contaminantes como la DQO y garantizar la calidad del agua tratada en sistemas de tratamiento como el filtro percolador.

CONCLUSIONS: *In the feeding stage of the trickling filter using different hydraulic retention times, it was taken into account that there is an inversely proportional relationship between the flow rate and the efficiency of organic matter removal, since increasing the flow rate shows a decrease in the percentage of WM removal, since the contact time between the ARS and the biofilm decreases, in addition this generates that the biofilm that forms around it of the medium is washed or decated, thus harming subsequent measurements.*

When making changes in the THR of the trickling filter, it was observed that the efficiency in COD removal is improved, which is an indicator that the trickling filter has a great capacity to perform the treatment of urban wastewater even when high

levels of COD are present at the entrance of the system, therefore, It is classified as one of the simplest technologies to be used as a secondary treatment, thanks to its low maintenance and rapid stabilization, which allows for an efficient treatment for the removal of organic matter, where factors such as the number of spaces and the type of material in the medium allow the passage of the ARS in contact with the biomass.

Taking into account the removal of COD and total solids, it is concluded that with a longer THR, the removal process is more efficient since there is a longer contact time between the microorganisms and the organic matter, which does not happen with a shorter THR because there is no adequate interaction of the microorganisms to decompose the sludge. affecting turbidity, therefore it is vital to make the adjustment to the THR to ensure the optimization of wastewater treatment processes.

Due to the complexity of the process of starting a trickling filter, it is necessary to constantly monitor important parameters such as pH, temperature, the amount of substrate in order to ensure a successful development of microorganisms, thus providing a favorable environment for the biota and thus achieving a high removal efficiency.

Through the hierarchical test for the water quality variables at the outlet of a trickling filter and their relationship with COD removal efficiency revealed the importance of both the chemical composition and the physical conditions of the water in the treatment process. While the first cluster highlights the influence of organic load and acidic compounds on filter efficiency, the second cluster highlights the relevance of maintaining optimal conditions for biological and physical-chemical processes. This duality suggests that an integrated approach, addressing both the chemical and physical aspects of water, is crucial to achieve high efficiency in the removal of contaminants such as COD and to ensure the quality of treated water in treatment systems such as the trickling filter.

RECOMENDACIONES: En la etapa de alimentación del filtro percolador es necesario contar con un caudal estable pues este factor influye en la generación de la biopelícula a través del medio seleccionado en este caso manguera corrugada. Ello se logra implementando una bomba peristáltica durante toda la jornada de alimentación del filtro, es decir de manera constante y con un caudal definido ya que factores como la diferencia de presión afectan al caudal. Se recomienda elaborar un sistema de entrega de caudal propio utilizando materiales livianos y económicos de conseguir como lo es el PVC ya que este permite ser modificado fácilmente y además de un mantenimiento constante y fácil de realizar.

Se sugiere un continuo mantenimiento semanal del tanque recolector de agua circulada por el medio y del sistema de dispersión ya que estos tienden a taponarse e influyen considerablemente en la entrega del caudal y en la proliferación de

vectores, se debe evitar el estancamiento del agua en la bandeja de recolección , donde la zona de depuración asegure la salida constante del agua , así como la depuración del agua de la bandeja de recepción , para el cambio de TRH, y esperar el tiempo del nuevo TRH para poder tomar la nueva muestra esto con el fin de evitar su contaminación entrar muestras. Por otra parte, para evitar la proliferación de vectores como mosquitos se recomienda, una alimentación constante sin pausa, esto también con el objetivo de mantener vivos los microorganismos, ya que al tener un TRH tan bajo, el quedarse sin agua significaba la muerte de la biopelícula en pocas horas, seguido de su desprendimiento del medio.

Considerando que los lodos implementados en este estudio, provinieron de una laguna aireada en un relleno sanitario, se observó una rápida adaptación al sustrato sintético en el proceso de aclimatación en nuestro estudio, particularmente en condiciones de alta carga orgánica en el sustrato implementado, se sugiere evaluar la posibilidad de obviar este paso en casos donde los lodos ya presenten una concentración orgánica significativa. Este enfoque podría ser especialmente beneficioso en situaciones donde el sustrato contiene cargas orgánicas elevadas, ya que se ha demostrado que, en tales condiciones, los microorganismos pueden mostrar una adaptación acelerada debido a la disponibilidad de nutrientes apropiados para su desarrollo y así ahorrar tiempo en este paso para acelerar el proceso de arranque del reactor.

RECOMMENDATIONS: *In the feeding stage of the trickling filter, it is necessary to have a stable flow rate, as this factor influences the generation of the biofilm through the selected medium, in this case corrugated hose. This is achieved by implementing a peristaltic pump throughout the filter feeding day, that is, constantly and with a defined flow since factors such as the pressure difference affect the flow. It is recommended to develop a system for the delivery of your own flow using light and economical materials to obtain, such as PVC, since it allows it to be easily modified and in addition to constant and easy maintenance.*

Continuous weekly maintenance of the water collection tank circulated through the environment and the dispersion system is suggested since these tend to clog and considerably influence the delivery of the flow and the proliferation of vectors, the stagnation of the water in the collection tray must be avoided, where the purification area ensures the constant exit of the water, as well as the purification of the water from the reception tray, for the change of TRH, and wait for the time of the new TRH to be able to take the new sample in order to avoid contamination entering samples. On the other hand, to avoid the proliferation of vectors such as mosquitoes, it is recommended to feed constantly without pause, this also with the aim of keeping the microorganisms alive, since having such a low TRH, running out of water meant the death of the biofilm in a few hours, followed by its detachment from the environment.

Considering that the sludge implemented in this study came from an aerated lagoon in a sanitary landfill, a rapid adaptation to the synthetic substrate was observed in

the acclimatization process in our study, particularly in conditions of high organic load in the substrate implemented, it is suggested to evaluate the possibility of skipping this step in cases where the sludge already presents a significant organic concentration. This approach could be especially beneficial in situations where the substrate contains high organic loads, as it has been shown that, under such conditions, microorganisms can show accelerated adaptation due to the availability of appropriate nutrients for their development and thus save time in this step to speed up the reactor start-up process.