

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

Título: Eliminación biológica de nutrientes en un ARU de baja carga orgánica mediante el proceso VIP

Autor: María Juliana Knobelsdorf Miranda

Director: Rafael Mujeriego Sahuquillo

El objetivo principal de esta tesis doctoral es profundizar en el conocimiento de los procesos biológicos responsables de la eliminación simultánea de nitrógeno y fósforo en un ARU de baja carga orgánica, mediante un reactor de flujo continuo del tipo Virginia Initiative Plant (VIP). Se han evaluado los parámetros limitantes del proceso y las formas de promover la disponibilidad de la materia orgánica fácilmente biodegradable para los OAF. Se ha llevado a cabo una caracterización de los parámetros físico-químicos del ARU, así como de sus fuentes de carbono, incluyendo la aportación de un sustrato externo, con el fin de determinar y estimular su aptitud para la EBIF. Se ha sistematizado el fraccionamiento de la DQO y la estimación del contenido de AGV y del potencial de AGV, mediante el desarrollo de una alternativa del método original para valorar el potencial de AGV, que simplifica el procedimiento operativo.

Aunque el contenido de AGV fue bajo, el potencial de AGV y la fracción potencial AGV/PT fueron comparables a los valores recomendados para la EBIF. La mayor parte de la DQOFB y una fracción de la DQOLB se transformaron en AGV durante el ensayo del potencial de AGV. La aportación de acetato sódico permitió aumentar y mantener un porcentaje medio de AGV del 74% de la DQOFB, del 42% de la DQOs y del 20% de la DQO. La DQO del afluente sin decantar estuvo compuesta mayoritariamente por DQOBT (75% DQOLB y 25% DQOFB). Los incrementos de la DQOFB se tradujeron en incrementos de la DQOs. La mayor parte de la DQOLB del afluente estuvo formada por materia orgánica particulada, haciendo que la presencia de MES en el afluente fuera determinante para incrementar la aportación de DQOLB al sistema.

Los rendimientos de eliminación fueron del 85% de la MES, el 87% de la DQO, el 99% del amoníaco y el 42% del P. La mayor eliminación de DQO se registró en la zona anaerobia, con independencia del grado de subdivisión del reactor. La DQO residual se eliminó progresivamente en las siguientes zonas del reactor (89%, 3,8%, 1,7% y 2,2%). La fracción F/M en la zona de contacto inicial estuvo determinada en gran medida por la subdivisión aplicada al reactor biológico.

La mayor concentración de PT del efluente se registró los días con mayor recirculación de nitratos al reactor anaerobio y aquellos con episodios de bulking, debido a la adición de un exceso de sustrato. Concentraciones de nitratos en el afluente al reactor anaerobio superiores a 0,20 mg N/L se tradujeron en una liberación de fósforo inferior a 1 mg P/L. A medida que el flujo de nitratos recirculados al reactor anaerobio aumentó, la liberación de P registró una disminución progresiva, rebajando su asimilación posterior en el reactor aerobio. El valor medio de la fracción DQO/PT en el afluente fue inferior al recomendado en la bibliografía (77 mg/mg) para una óptima eliminación simultánea de nutrientes. La fracción DQO/PT máxima (72 mg/mg) se alcanzó agregando un sustrato externo fácilmente biodegradable. La menor concentración de P del efluente se alcanzó con valores altos de la fracción DQO/PT. La relación consumo/liberación de P registró un valor medio de 1,14, si se incluye la liberación en los reactores anaerobios y anóxicos, y de 1,57 si sólo se tiene en cuenta la liberación en el reactor anaerobio. La eliminación de P disminuyó cuando la adición de acetato sódico alcanzó 150 mg DQO/L, debido a un deterioro rápido de la decantabilidad del fango por formación de bulking. La asimilación de P en la zona aerobia fue proporcional a la liberación de P en la zona anaerobia. La liberación de P en la zona anóxica pudo ocurrir como resultado de la fermentación de una fracción de la DQOLB presente en esta zona.

PH.D. THESIS SUMMARY

Title: Biological nutrient removal from a low-strength municipal wastewater by a VIP process

Author: María Juliana Knobelsdorf Miranda

Director: Rafael Mujeriego Sahuquillo

The main objective of this thesis is to advance the knowledge of the biological processes for simultaneous removal of nitrogen and phosphorous from a low-strength municipal wastewater using a continuous flow reactor, based on a Virginia Initiative Plant (VIP) design. An evaluation was conducted of the limiting parameters of the process and the strategies for promoting the availability of easily biodegradable organic matter to the PAO microorganisms. A follow-up was conducted of common wastewater physico-chemical parameters, and its sources of carbon, including the contribution from an external substrate, to determine and promote its potential for the enhanced biological phosphorus removal (EBPR) process. A new protocol was developed for COD fractionation, and for estimating the VFA concentration and the VFA potential, using a modified VFA potential test that simplifies the original operating procedure.

Although the VFA content was generally low, the values of the VFA potential and the VFA potential/P ratio were comparable to those required by the EBPR process. Most of the RBCOD and a fraction of the SBCOD were readily converted to VFA during the VFA potential test. The addition of sodium acetate contributed to increase and maintain a mean percentage of VFA at 74% of the RBCOD, 42% of the SCOD and 20% of the COD. The COD of the unsettled influent was mainly formed by TBCOD (75% SBCOD, and 25% RBCOD). Increments of RBCOD translated into increments of SCOD. Most of the influent SBCOD corresponded to particulate organic matter, making the influent TSS content a determining factor for increasing the SBCOD contribution to the system.

The removal efficiencies were 85% for TSS, 87% for COD, 99% for ammonia, and 42% for P. The highest COD removal efficiencies were observed in the anaerobic zone, regardless of the reactor subdivision arrangement adopted. The residual COD was removed in subsequent zones of the reactor (89%, 3.8%, 1.7%, and 2.2%). The F/M ratio in the initial contact zone was largely determined by the reactor subdivision adopted.

The highest effluent TP concentration was observed during the days with the largest nitrate recirculation rates to the anaerobic reactor, and also during bulking episodes generated by an excessive substrate addition. Influent nitrate concentration to the anaerobic reactor higher than 0.20 mg N/L resulted in a phosphorous release lower than 1 mg P/L. As the recycled nitrates flow to the anaerobic reactor increased, the phosphorous release rates showed a steady decrease, preventing its subsequent uptake in the aerobic reactor. The mean influent COD/TP ratio was lower than that recommended in the literature (77 mg/mg) for an optimum simultaneous nutrient removal process. The maximum COD/TP ratio (72 mg/mg) was reached by adding an easily biodegradable external substrate. The lowest effluent P concentration was observed with high values of the COD/TP ratio. The mean P uptake/release ratio observed was 1.14, when P release from the anaerobic and anoxic reactors was included, while it reached 1.57 when only the release at the anaerobic reactor was considered. Phosphorous removal decreased when sodium acetate addition reached 150 mg COD/L, due to a rapid deterioration of the sludge settling properties caused by bulking. Phosphorous uptake in the aerobic zone was proportional to P release in the anaerobic zone. Phosphorous release in the anoxic zone may have occurred by partial fermentation of the SBCOD input to this reactor zone.