

Propuesta de tratamiento de un efluente industrial procedente de la fabricación de radiadores.

Wilmer Chávez García, *TECSUP, Lima*, wilmer.chavez@tecsup.edu.pe.

Resumen— Este trabajo presenta una propuesta para remover metales pesados de un efluente que genera una industria que fabrica radiadores. Según la caracterización de su efluente este presenta en mayor concentración Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , los cuales están por encima de los Valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S. N° 021-2009 VIVIENDA. La experiencia se realizó utilizando el test de jarras. Se utilizó Na_2S 10%, cal 10%, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 10%, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 10%, FeCl_3 10%, MAGNAFLOC 0.1% y ARCAFLOC 0.1%. En el cual el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ con el MAGNAFLOC presentó mayor porcentaje de remoción de los metales mencionados.

Palabras clave—Coagulante, precipitación, remoción, floculos, desestabilización, turbidez.

I. INTRODUCCIÓN

Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales de procedencia industrial no funcionan correctamente o no están optimizadas. Más aun gran parte de las industrias vierten sus efluentes al alcantarillado generando contaminación adicional y dañando las instalaciones de tuberías del desagüe.

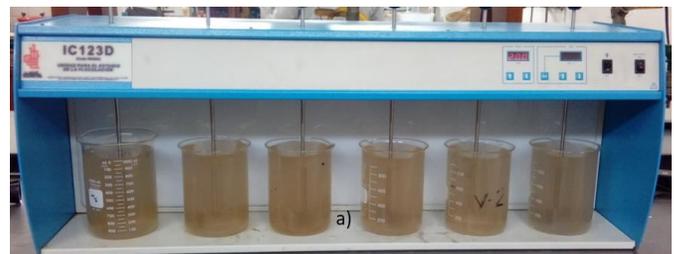
Este trabajo presenta una propuesta para la remoción de metales pesados del efluente que genera la empresa encargada de fabricar radiadores. De acuerdo con la caracterización el efluente presenta en mayor concentración Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , las cuales están por encima de las normas. Este Proyecto consiste en la utilización de cal y Na_2S al 10% para insolubilizar los metales pesados en forma de sulfuros, así como también se utilizó el hidróxido de calcio para la insolubilización y aumentar pH. Luego se procedió la selección de mejor coagulante y floculante para remover los metales ya insolubilizados con el fin de lograr la mejor separación de la fase sólida de la líquida, sin embargo, después de haber elegido el coagulante y floculante óptimos para luego hacer más pruebas que seleccionan el mejor pH para la acción de dicho coagulante y en la dosisificación del coagulante y floculante que optimicen más el tratamiento.

II. PARTE EXPERIMENTAL

La experimentación se realizó con el equipo de pruebas de jarras, en el que se colocó seis vasos de precipitado donde se coloca la muestra a tratar y cuenta con paletas de agitación. Este equipo controla la velocidad de agitación y el tiempo de agitación, el cual representa un reactor a mini escala (ver figura 1). Primero se caracterizó el efluente, el cual me dio las concentraciones de los metales las cuales fueron 30.22 ppm de Cu^{2+} , 96,806 ppm y 150.26 ppm de Zn^{2+} a un pH de 6.0.

Primero se procede a sulfurizar el efluente con Na_2S 10% a 50 ppm para insolubilizar a los metales pesados a 300 RPM por 10 minutos. Luego se procede a elevar el pH de las soluciones hasta un valor de 7.5 para determinar el mejor coagulante-floculante. Se agregó los tres tipos de coagulantes a una dosisificación de 100 ppm, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 10%, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 10%, FeCl_3 10%, seguidamente se volvió a neutralizar el efluente a pH de 7.5, ya que estas sales de aluminio y hierro tienen a disminuir el pH por la hidrólisis que generan estos. Luego se procede a agregar los dos tipos de floculantes a una dosisificación de 50 ppm, MAGNAFLOC 0.1% y ARCAFLOC 0.1%. a 60 RPM por un minuto. Finalmente, se procede a medir la turbidez y las concentraciones de los metales para ver cuál es el mejor coagulante-floculante.

Figura 1: test de jarras



Luego de haber escogido el mejor coagulante-floculante se procede a ver el pH óptimo para dicho coagulante. Se trabajó a las mismas condiciones que la experiencia anterior, solo que ahora se trabajara con un solo coagulante y un solo floculante y a diferentes pH, los cuales fueron pH= 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5 y 9. Se procede a medir la turbidez y las concentraciones de los metales para ver a que pH trabaja mejor dicho coagulante.

Finalmente se procede a identificar la dosisificación del coagulante y floculante, para ello se trabajó para el coagulante a concentraciones de 100 ppm, 70 ppm, 60 ppm, 50ppm, 40 ppm y 20 ppm, mientras que el floculante fue a 50 ppm, 30 ppm, 25 ppm, 20 ppm, 15 ppm y 10 ppm. Luego se procede a medir la turbidez y concentración de los metales para ver a que concentración trabaja mejor dicho coagulante y floculante.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados del efluente tratado para identificar el mejor coagulante-floculante se presentan en la tabla 1. Como se puede observar todos los coagulantes y floculantes presentan un alto nivel de remoción, pero uno de ellos presenta un mayor porcentaje de remoción, que fue el sulfato férrico junto con el MAGNAFLOC, dando un valor de 99.794 % a un valor de pH= 7.5 y una dosis de 50 ppm de Na₂S 10%.

Tabla 1: Resultados del análisis para el mejor coagulante y floculante

		Turbidez (NTU)	%remoción
FeCl ₃	100		
ARCA	50	1.39	99.734
FeCl ₃	100		
Mag	50	1.86	99.628
Fe ₂ (SO) ₃	100		
ARCA	50	1.92	99.616
Fe ₂ (SO) ₃	100		
Mag	50	1.03	99.794
Al ₂ (SO) ₃	100		
ARCA	50	1.17	99.766
Al ₂ (SO) ₃	100		
Mag	50	1.13	99.774

En la tabla 2 se observa que a un pH 9 tiene mayor porcentaje de remoción, sin embargo, este valor de pH esta fuera de las normas. Por lo tanto, escogemos el segundo valor que presenta mayor porcentaje de remoción el cual tiene un valor de 99.86% a un pH=8.5.

Tabla 2: Resultados del análisis para el pH óptimo para coagulación-floculación.

		pH	turbidez	%remoción
Fe ₂ (SO) ₃	100			
Mag	50	6.5	1.2	99.76
Fe ₂ (SO) ₃	100			
Mag	50	7	1.12	99.776
Fe ₂ (SO) ₃	100			
Mag	50	7.5	1.02	99.796
Fe ₂ (SO) ₃	100			
Mag	50	8	0.9	99.82
Fe ₂ (SO) ₃	100			
Mag	50	8.5	0.7	99.86
Fe ₂ (SO) ₃	100			
Mag	50	9	0.52	99.9

En la tabla 3 se muestra la dosificación del floculante y coagulante, el cual fue a una dosis de 50 ppm de sulfato férrico y 20 ppm de MAGNAFLOC, dando un porcentaje de remoción de 99.82%. Según la tabla se escogió esa dosis para ahorrar reactivo, dando como resultado 0.09 de Cu²⁺, 0.192 de Pb²⁺ y 0.492 de Zn²⁺. también se puede observar que la cantidad de coagulante y floculante es inversamente proporcional a la turbidez.

Tabla 3: Resultados del análisis de la dosificación para el coagulante y floculante a una dosis de 50 ppm de Na₂S

		pH	Turbidez (NTU)	%remo.	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)
Fe ₂ (SO) ₃	100						
Mag	50	8.5	1.50	99.7	0.02	0.063	0.223
Fe ₂ (SO) ₃	70						
Mag	30	8.5	2.8	99.44	0.03	0.081	0.381
Fe ₂ (SO) ₃	60						
Mag	25	8.5	4.15	99.17	0.06	0.124	0.422
Fe ₂ (SO) ₃	50						
Mag	20	8.5	4.40	99.12	0.09	0.192	0.492
Fe ₂ (SO) ₃	40						
Mag	15	8.5	5.10	98.98	0.12	0.221	0.511
Fe ₂ (SO) ₃	20						
Mag	10	8.5	6.0	98.8	0.181	0.282	0.57

IV. CONCLUSIONES

Los coagulantes y floculantes usados para la remoción de los metales pesados fueron el sulfato de aluminio, cloruro férrico, sulfato férrico, ARCAFLOC y MAGNAFLOC. El sulfato férrico junto con el MAGNAFLOC a un pH= 8.5, con una dosis de 50 ppm y 20 ppm respectivamente, el cual muestra mejores resultados en la remoción de los metales pesados como el Cu²⁺ Pb²⁺ y Zn²⁺, dando concentraciones de 0.09 ppm, 0.192 ppm y 0.492 ppm respectivamente.

Se utiliza el sulfuro de sodio, así como también el hidróxido de calcio para insolubilizar los metales en forma de sulfuros o en forma de hidróxidos

Se cumplió con la norma de los valores máximos admisibles según el D.S. N° 021-2009 VIVIENDA.

V. REFERENCIAS

1. Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, Sudáfrica, 2002.
2. J. Glynn Henry y Gary. H (1999). Ingeniería Ambiental. México.: editorial: Pearson (paj. 401)
3. Rigola M. (1990) Tratamiento de aguas industriales. Barcelona España. Editorial.: Alfaomega. (Paj. 52)