

## **PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO DE RESIDUALES LÍQUIDOS**

### **PROCEDURE PROPOSAL FOR LIQUID WASTE TREATMENT**

Lic. Mirvelis López Gámez. Centro de Investigaciones del Níquel en Moa «Capitán Alberto Fernández Montes de Oca». [mlgamez@cil.moa.minem.cu](mailto:mlgamez@cil.moa.minem.cu)

Dr. María Caridad Ramírez Pérez. Universidad de Moa «Antonio Núñez Jiménez». [mramirezp@ismm.edu.cu](mailto:mramirezp@ismm.edu.cu)

M. Sc. Arlenys Carbonell Pupo. Universidad de Moa «Antonio Núñez Jiménez». [acarbonell@ismm.edu.cu](mailto:acarbonell@ismm.edu.cu)

Fecha de recepción: 21 de septiembre de 2019

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2019

#### **RESUMEN**

Se propuso un procedimiento para dar tratamiento a los residuales líquidos producto de los procesos tecnológicos en las corridas experimentales que realiza la Planta piloto del Centro de Investigaciones del Níquel en Moa, con el fin de disminuir su inocuidad. Para ello se realizaron análisis químico-físicos a sus efluentes que permitieran valorar sus niveles de contaminación. La aplicación del procedimiento permitió la sedimentación necesaria y la neutralización de su pH. Su obtención aporta varios beneficios pues, contribuye a disminuir los impactos ambientales negativos causados a los ecosistemas circundantes, la comunidad de Punta Gorda y el litoral costero.

**PALABRAS CLAVES:** Tratamiento químico; medioambiente; actividad minero metalúrgica; reactivos químicos.

#### **SUMMARY**

Procedure for reducing harmfulness in liquid waste caused by technological processes in experimental runs in Pilot Plant at the Nickel Research Center in Moa a treatment was proposed. For fulfilling this purpose chemical-physical analyzes were

carried out on their effluents that would allow them to assess their pollution levels. Implementing this procedure allowed the necessary sedimentation and neutralizing its pH. Its obtaining provides several benefits because it helps to reduce negative environmental impacts caused to the ecosystems, the community of Punta Gorda and the coast.

**KEYWORDS:** Chemical treatment; environment; mining metallurgical activity; chemical reagents.

## **INTRODUCCIÓN**

La alta generación de residuos industriales, en sus diferentes estados, que provocan las actividades minero metalúrgicas es una de las principales causas del deterioro progresivo que ha sufrido el medio ambiente a nivel mundial.

El actual deterioro que presenta, con riesgo hasta para la supervivencia humana, incita a buscar el necesario equilibrio entre el desarrollo de las actividades productivas industriales y la protección del medio ambiente. De modo, que lograr un desarrollo sustentable en este sector constituye un reto para el hombre del siglo XXI, a partir del establecimiento de un sistema productivo que tienda a la disminución de la contaminación ambiental.

Una de sus aristas es la creación de alternativas para el uso y tratamiento de los residuos que se producen en estas actividades. En ello han trabajado diversos investigadores que han estudiado los impactos causados por el mal manejo de los residuos líquidos y los diferentes tipos de tratamientos físico-químico-biológicos que se pueden aplicar para minimizar los daños progresivos que trae consigo este tipo de contaminación.

Autores como Rodríguez (2002), Rodríguez y García (2006), Espigares (2010), Puga (2012), Falcón (2011) y Sánchez (2015) han trabajado para la concientización en una correcta gestión, manejo, uso y tratamiento de los residuales líquidos provenientes del sector industrial.

Otros como Labadié (1993), Granda (1992, 1993), Rivas (2017) y Bovonde (2019) han abordado la generación de residuales líquidos por la industria minero metalúrgica en el municipio Moa. Sus trabajos se han orientado hacia la aplicación

de tratamientos adecuados a las características propias de los efluentes producidos por este sector, así como, su posible reutilización e incorporación en los diferentes procesos tecnológicos.

En la teoría, aún no se ha descrito un procedimiento que indique los procedimientos más efectivos para obtener la solución a la situación. En la práctica cotidiana de la planta piloto del Centro de Investigaciones del Níquel «Capitán Alberto Fernández Montes de Oca» (CEDINIQ), no existe una propuesta o implementación de procedimientos para el tratamiento a los efluentes que emite (Grupo Empresarial GEOCUBA, 2014; Veliz (2017) y Angulo, 2016).

Así que, en su trabajo por intensificar los procesos de las plantas de producción, mediante el uso de procedimientos ecológicamente sustentables y, a partir de análisis a escala de banco, no se aplica ninguna estrategia para minimizar la generación de residuales líquidos que se vierten directamente al río Yagrumaje como medio receptor, lo que causa un impacto ambiental negativo y afecta la salud de las personas que residen en la comunidad próxima.

En algunos indicadores logra superar los parámetros establecidos por la Norma Cubana 27:2012 «Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.» (Normalización, 2012). Esto pone en riesgo el recurso agua, lo que implica que surja la necesidad de gestionar su eficiente gestión.

En función de lo antes expuesto, se pensó en realizar una investigación para dar tratamiento a los residuales generados por los procesos tecnológicos de las corridas experimentales de la planta piloto y contribuir a disminuir su contaminación. Su objetivo es proponer un procedimiento para dar tratamiento a los residuales líquidos producto de los procesos tecnológicos en las corridas experimentales que realiza la Planta piloto del Centro de Investigaciones del Níquel en Moa.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para proponer el procedimiento, primero se realizó la caracterización de los efluentes, en el laboratorio analítico del Centro de Investigaciones del Níquel en Moa, durante el período junio-julio del 2018, en que la planta se encontraba en corrida experimental.

Se tomó como muestra representativa tres puntos de muestreo: el punto número 1, efluentes que se encuentran en la piscina de recolección de la Planta piloto; el punto número 2, residuales líquidos de la zanja de canalización a la salida de la Planta piloto y el punto número 3, aguas abajo del punto de vertimiento del río Yagrumaje. Se empleó el muestreo no probabilístico como técnica, pues la elección de la muestra depende de las características específicas de la investigación. Estas muestras se tomaron con un toma muestra rudimentario y se envasaron en frascos de plástico de 1 ½ litros.

Se entregaron al laboratorio analítico para su caracterización físico-química de acuerdo con sus diferentes métodos:

- ✓ Método gravimétrico para la determinación de los sólidos totales y sólidos suspendidos.
- ✓ Método volumétrico para la determinación de dureza total, alcalinidad y sulfuros.
- ✓ Método electrométrico para determinar pH y conductividad.
- ✓ Método volumétrico valorado por destilación para determinar amoniaco en agua.
- ✓ Método espectrofotométrico de absorción atómica para la determinación de Ni, Co, Zn, Cu, Cr, Al, Si, V, Pb.

### **Resultados de los análisis de los efluentes de la Planta piloto**

Se compararon los resultados obtenidos a partir de la caracterización físico-química de las muestras tomadas en los tres puntos de muestreo, con lo que establece la norma que regula el vertimiento a los medios receptores. En el caso específico de esta investigación corresponde la Norma Cubana 27:2012 «Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.» (Normalización, 2012).

Se obtuvo que algunos indicadores regulados se encuentran por encima de los parámetros permisibles como:

- ✓ **pH:** en los puntos 2 y 3 se encuentra en rangos ligeramente superiores a 9.
- ✓ **Sólidos sedimentables:** en los puntos 1 y 3 sus valores son 22 veces superiores a lo regulado.

Estos resultados corroboran que existe contaminación ambiental en el medio receptor río Yagrumaje, causada por las descargas hídricas sin tratamiento previo que realiza la Planta piloto perteneciente a CEDINIQ. Se demuestra, además, que la disminución de la inocuidad de estos efluentes constituye una necesidad que impactará en el mejoramiento de la calidad de las aguas del río receptor y en la calidad de vida de los pobladores del consejo popular de Punta Gorda, comunidad más cercana.

### **Propuesta de procedimiento**

Se propuso un procedimiento en que se realice un tratamiento físico-químico que posibilite un tratamiento primario para el punto de muestreo 1, donde la adicción de reactivos químicos permita la coagulación-floculación, sedimentación y neutralización del efluente proveniente de la Planta piloto.

El agua residual procedente de los procesos desarrollados durante las operaciones experimentales de la Planta piloto, se vierte a la piscina de recolección directamente (Fig. 1) a la cual se le aumentará el volumen efectivo para su capacidad (actualmente es de 50 000 litros a 100 000 litros).

Esto permitirá extender el tiempo de retención del residual para ser tratado. Se le realizarán una pendiente de un 5% para facilitar el deslizamiento del sedimento y dos divisiones para que pase a cada sección por reboso.

Las divisiones tendrán un sistema de tuberías en el fondo que estarán conectadas a una bomba centrífuga que extrae los sedimentos y los envía directamente al sistema de tuberías de la empresa Ernesto Che Guevara por donde trasiega sus colas hasta la presa de cola asignada.



**Fig. 1. Piscina de recolección de la Planta piloto.**

En estas dos primeras secciones se adicionará el reactivo sulfato de aluminio que es una sal ácida y, por consiguiente, corrosiva para la mayor parte de los metales, se disuelve fácilmente en agua y se puede aplicar en solución o en seco (Harmant, 2019). Se utiliza como coagulante y sirve también como neutralizante.

Se mezclará una solución de sulfato de aluminio para lograr la coagulación y la neutralización del efluente; se mezclará, además, un floculante, sea catiónico o no catiónico, que permita aglomerar las partículas y que se formen flóculos de mayor tamaño para que ocurra una mejor sedimentación.

Se escoge el sulfato de aluminio debido a que es un coagulante de producción nacional, con precios asequibles en el mercado y que contribuye a estabilizar dos indicadores que se encuentran por encima de lo establecido, de forma simultánea, como es el caso de los sólidos sedimentables y el pH.

Una vez controlados los valores de los indicadores excedidos, el agua pasará a la sección lateral y luego saldrá a las zanjas de canalización por proceso de reboso llevando el residual menos contaminado hasta su medio receptor.

## CONCLUSIONES

El procedimiento propuesto requiere de varias inversiones en la piscina de recolección y de moderados gastos económicos pero se considera que es superior el nivel de ventajas que posibilita, pues reduce la contaminación del medio ambiente, lo que trae consigo que una actividad industrial que ocasiona daños, adquiera mejores niveles de sustentabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, P. H. (2016). *Análisis del impacto de los principales problemas medio ambientales presentes en la Planta piloto del CEDINIQ*. Infome Interno. Recuperado de CEDINIQ
- BOVONDE DE CARVALHO, N. (2019). *Perfeccionamiento del esquema tecnológico de la planta de tratamiento de agua residual del Centro industrial de Viana*. Disertación doctoral, Universidad de Moa, Cuba. Recuperado de: <https://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3727>
- ESPIGARES, M. (2010). Características de las aguas residuales. Madrid: España.
- FALCÓN, J. (2011). Estudios de Procesamiento de Residuales de la Industria Cubana del Níquel. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- GRANDA-IBARRA, O., & ASTORGA-GUTIÉRREZ, J. (1992). Aprovechamiento de la serpentina niquelífera en la neutralización de los licores de desecho de la empresa Comandante Pedro Sotto Alba. Parte I. Neutralización del licor de desecho (WL) con serpentina Minería y Geología, 9(1), 35-38. Recuperado de: <http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/449/1028>
- GRANDA, O., ASTORGA-GUTIÉRREZ, J., & CHENI, J. (1993). Aprovechamiento de la serpentina niquelífera en la neutralización de los licores de desecho de la empresa Pedro Soto Alba. Segunda Parte. *Minería y Geología*, 10(2), 25-27. Recuperado de: <http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/697/1012>
- GRUPO EMPRESARIAL GEOCUBA. (2014). *Diagnóstico Ambiental al Centro de Investigaciones del Níquel en Moa*. Informe Técnico Interno. CEDINIQ.

HARMANT, O. A. (2019). *Análisis de las causas que provocan el sobreconsumo de sulfato de aluminio en la Planta Potabilizadora de la Empresa Ernesto Che Guevara*. Disertación doctoral no publicada, Departamento de Metalurgia, Universidad de Moa, Cuba. Recuperado de: <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3670>

LABADIÉ, J. S. (1993). *Consideraciones sobre la tecnología de tratamiento del licor WL utilizando sedimentos coralino y cal*. Ponencia presentada en Primer Taller Internacional de protección y aprovechamiento racional de los recursos naturales, Moa, Cuba.

LINARES, B. S. (2013). *Residuales líquidos generados en laboratorios docentes de química. Alternativas para su tratamiento*. Disertación doctoral, Universidad de Matanzas, Cuba. Recuperado de: <http://monografias.umcc.cu/monos/2013/Facultad%20de%20Ingenierias/mo13239.pdf>

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. (2012). *Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres. Especificaciones*. (N. de publicación NC 27:2012). La Habana, Cuba.

PUGA BULLÓN, J. (2012). *Tratamiento de aguas residuales en la industria minero metalúrgica*. Recuperado de: <https://www.monografias.com/trabajos91/tratamiento-aguas-industria-minero-metalurgica/tratamiento-aguas-industria-minero-metalurgica.shtml>

RIVAS, R. S. (2017). Proyecto 600199. *Tratamiento a agua residual de la Empresa Ernesto Che Guevara*. Informe Interno. Recuperado de: CEDINIQ.

RIVAS ROMERO, S., RÓMULO RODRÍGUEZ, A. & MENÉS VUELTA, G. (2019). Tratamiento a agua residual de la empresa productora de níquel Ernesto Che Guevara. *INFOMIN*, 11.

RODRÍGUEZ, R. (2002). *Estudio experimental de flujo y transporte de cromo, níquel y manganeso en residuos de la zona minera de Moa (Cuba): influencia del comportamiento hidromecánico*. Disertación doctoral, Departamento de Ingeniería del Terreno y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=6561>

Rodríguez, R., & García-Cortés, Á. (2006). *Los residuos minero-metalúrgicos en el medio ambiente*. Instituto Geológico y Minero de España.

Sánchez Domínguez, L. O. (2015). *Actualización del diagnóstico ambiental en la obtención de la Furvina en el Centro Bioactivos Químicos*. Disertación doctoral, Centro de Bioactivos Químicos, Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Cuba. Recuperado de:

<http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6345/Lidia%20Osmaira%20S%C3%A1nchez%20Dom%C3%ADnguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Veliz, J. A. (2017). Propuesta de planta de tratamiento a los residuales de la Planta piloto del Centro de Investigaciones del Níquel. Informe Técnico de la Planta piloto. Recuperado de CEDINIQ