

PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ÁCIDOS. PROCEDURE FOR THE TREATMENT OF SOUR SOLID RESIDUALS.

Daniela Martín Hervé ⁽¹⁾

Este trabajo aborda la posibilidad de desarrollar un método seguro para el tratamiento de los sólidos ácidos residuales, obtenidos durante la ejecución de pruebas de percolación en minerales niquelíferos oxidados; lo cual incluye, el manejo óptimo de los residuos sólidos que se generan durante el proceso y la necesidad de tratarlos previamente con vista a hacerlos menos nocivos con respecto al medio ambiente. Por tal razón, la investigación propone, obtener un procedimiento para el tratamiento de los residuos sólidos ácidos, resultantes de las pruebas de percolación en columnas del mineral, por lo que el trabajo se desarrolla a partir de la evaluación del método empleado para tratar sólidos ácidos residuales, basado en la neutralización de los mismos añadiendo cal activada como agente neutralizante: lo cual trae como consecuencia la precipitación de los metales contenidos y el encapsulamiento con cemento, formando con la mezcla resultante pequeños ladrillos, que pueden ser empleados en construcciones menores, luego de comprobar la movilidad iónica de los mismos. Las pruebas realizadas demostraron que este tratamiento soluciona el problema ambiental creado por la acumulación de residuales sólidos ácidos; este tratamiento es la base para el procedimiento que establezca un método seguro para el manejo de los residuos sólidos ácidos que se generan de las investigaciones que se realizan en el CIPIMM, por el perjuicio que estos causan al medio ambiente drenando ácidos que afectan la flora y la fauna; así como al manto freático.

Palabras clave: Procedimiento para el tratamiento de residuos sólidos ácidos

This paper addresses the possibility of developing a safe method for the treatment of solid waste acids obtained during test execution percolation nickeliferous oxide ores; this includes the optimal management of solid waste generated during the process and the need to treat previously overlooking them less harmful with respect to the environment. For this reason, research proposes to have a process for treating solid waste acid resulting from tests percolation columns ore; so the work is developed based on the evaluation of the method used to treat solid waste acids, based on neutralizing them activated by adding lime as a neutralizing agent: which results in the precipitation of metals content and encapsulation with cement, forming the resulting mixture with small bricks, which can be used in smaller constructions, after verifying the ion mobility thereof. Tests showed that this treatment solves the environmental problems created by the accumulation of solid waste acids; this treatment is the basis for the procedure to establish a safe method for handling solid waste generated acids of the research being conducted in the CIPIMM, for the damage they cause to the environment draining acids that affect flora and wildlife; as well as groundwater. This paper addresses the possibility of developing a safe method for the treatment of solid waste acids obtained during test execution percolation nickeliferous oxide ores reservoir San Felipe in Camaguey; This includes the optimal management of solid waste generated during the process and the need to treat previously overlooking them less harmful with respect to the environment. For this reason, research proposes to have a process for treating solid waste acid resulting from tests percolation columns ore San Felipe; so the work is developed based on the evaluation of the method used to treat solid waste acids, based on neutralizing them activated by adding lime as a neutralizing agent: which results in the precipitation of metals content and encapsulation with cement, forming the resulting mixture with small bricks, which can be used in smaller constructions, after verifying the ion mobility thereof. Tests showed that this treatment solves the environmental problems created by the accumulation of solid waste acids; this treatment is the basis for the procedure to establish a safe method for handling solid waste generated acids of the research being conducted in the CIPIMM, for the damage they cause to the environment draining acids that affect flora and wildlife; as well as groundwater.

Keywords: Procedure for the treatment of sour solid residuals

Recibido: 22 de octubre del 2014

Aprobado en su forma original: 19 de mayo del 2015

(1) Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), Varona 12028 Km1^{1/2} Boyeros, La Habana, Cuba, CP-10800 Correo electrónico: daniela@cipimm.minem.cu

INTRODUCCIÓN

Durante la ejecución de pruebas de lixiviación ácida de minerales (lixiviación en reactores agitados, percolación y otras) quedan residuales sólidos que pueden tener acidez remanente, por lo que afectan el medio ambiente, debido no solamente al bajo pH, sino por la posibilidad de movilizar iones de metales pesados. Esto puede ser provocado por residuos de minerales sulfurosos que pueden tener posibilidad de drenaje ácido por descomposición de los sulfuros; por tanto, para depositar estos residuos ácidos, deben ser tratados previamente, con vista a hacerlos menos nocivos.

En Moa se procesan minerales lateríticos mediante la tecnología de lixiviación ácida a presión para obtener sulfuros de níquel y cobalto. Esta empresa tiene una alta eficiencia de extracción y recuperación de níquel y cobalto (90-92%) con un costo de producción favorable, lo que le ha permitido mantener su nivel competitivo en el

mercado. Sin embargo, para afianzar su posición y expandir sus niveles productivos, debe resolver un problema ambiental de gran impacto: la neutralización del licor residual conocido como WL (*waste liquor, por sus siglas en inglés*) que se genera durante la etapa de precipitación de los sulfuros de níquel y cobalto. Han sido realizados varios trabajos de investigación con el propósito de tratar el WL y/o recuperar algunos metales o compuestos que contiene.

El Manejo Integral de Residuos (MIR), implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con segregación, movimiento interno, almacenamiento, desactivación, recolección y tratamiento, con lo cual se pretende evitar y minimizar la generación de residuos e incrementar el aprovechamiento de éstos, de tal suerte que cada vez sea menor la cantidad de residuos a disponer. En la fig. 1 se presentan los diferentes componentes del MIR.



Figura 1. Jerarquía de la gestión de residuos

Este MIR, tiene diferentes componentes, que le permiten realizar la gestión de los residuos, como se expresa en la Figura 2

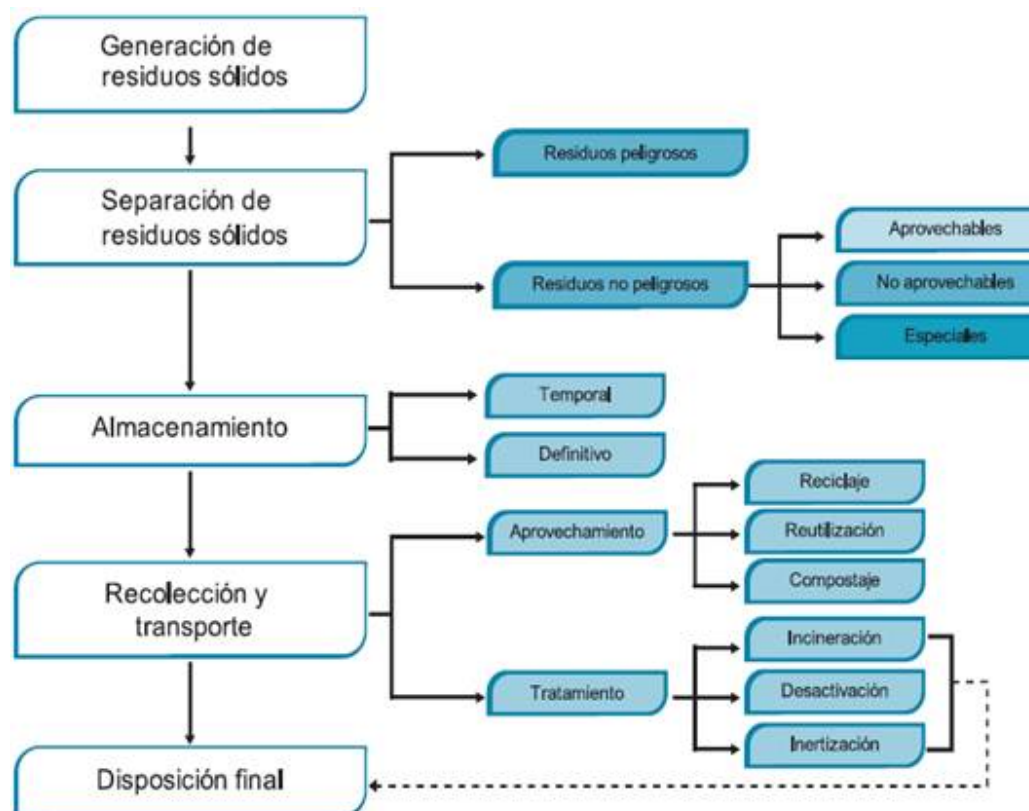


Figura 2. Diferentes componentes del Manejo Integral de Residuos.

El Objetivo general de este trabajo está dirigido a: Elaborar un procedimiento para el adecuado manejo integral de residuos sólidos ácidos resultantes de las pruebas de percolación y lixiviación.

Del anterior se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los residuales sólidos ácidos generados de las pruebas de percolación de San Felipe.
- Describir el manejo actual de los residuos sólidos ácidos generados por las pruebas de percolación en columnas del mineral de San Felipe.
- Desarrollar los pasos necesarios para establecer un adecuado manejo integral de estos residuos.

La recolección de los desechos sólidos se debe realizar basada en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental y de la salud humana, así como el cumplimiento de lo establecido en las buenas prácticas de laboratorio.

La neutralización puede emplearse para tratar corrientes residuales inorgánicas y orgánicas con el objetivo de precipitar iones de metales pesados adicionando un álcali que generalmente es la cal.

Para realizar un proceso de precipitación de metales pesados efectivo, generalmente se

requiere realizar antes un proceso de neutralización a un pH superior a 8(1)

En la actualidad uno de los aspectos fundamentales que se tiene en cuenta al diseñar nuevas plantas con tecnología de lixiviación ácida en el ámbito mundial es precisamente el tratamiento que se da a los residuales del proceso.

La preservación de la calidad de las aguas terrestres adquiere cada vez mayor importancia por lo que implican para la sociedad las pérdidas por concepto de deterioro de aquella, desde los puntos de vista higiénico -sanitario, económico, ambiental, social, estético y cultural.

Tan solo los riesgos, que para la salud del hombre representa el consumo de aguas contaminadas, justifican que se regule el vertimiento de residuales a los cuerpos receptores. Téngase en cuenta que un grupo numeroso de patologías en el hombre tienen origen hídrico. Estas pueden ir desde las enfermedades entéricas hasta las derivadas de la ingestión de elementos tóxicos contenidos en las aguas.

Se han realizado diferentes estudios para cómo la acidez se incrementa, según aumentan las concentraciones de metales disueltos

Tabla II Concentración de metales en sólidos residuales permitida por la norma NC 27: 2012 y la concentración luego de la movilidad iónica.

ELEMENTOS	CONCENTRACIÓN PERMITIDA(g/l/d)	CONCENTRACIÓN FINAL (g/l)
Ni	1,6	0,0003
Fe	16	< 0,0005
Co	16	< 0,0004

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación se emplearon los residuos sólidos procedentes de las columnas de percolación de San Felipe. Los mismos se prepararon según el esquema de la figura 3.

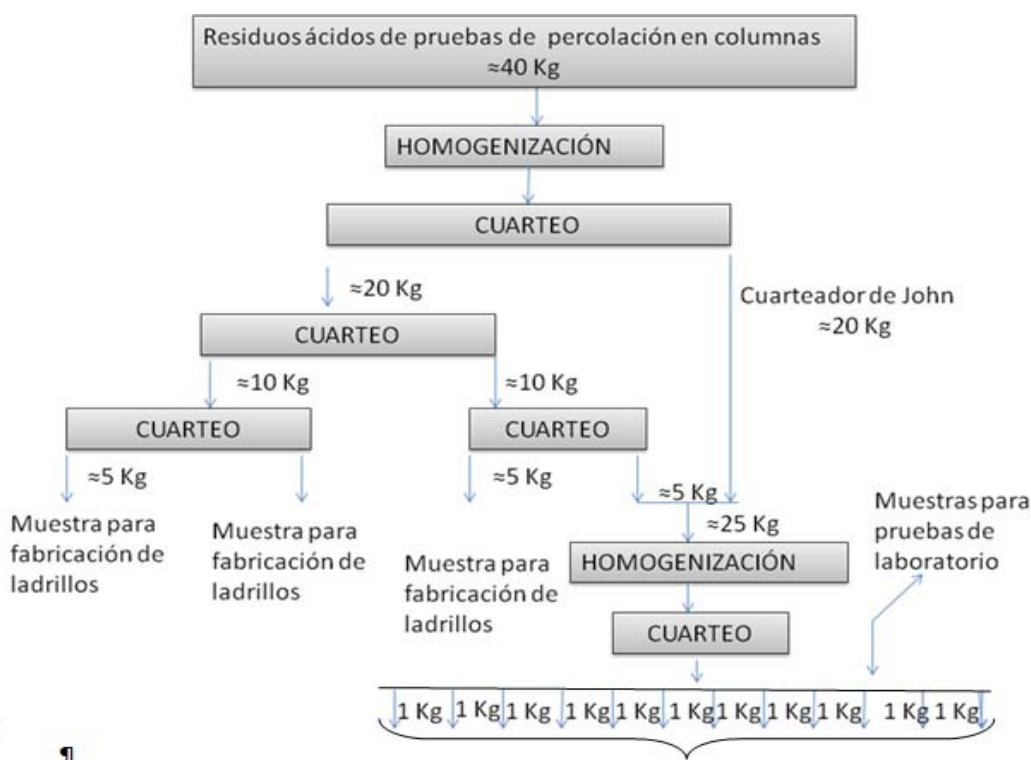


Figura 3: Esquema de preparación de la muestra de residuales sólidos ácidos

1- Para la caracterización de las muestras se emplearon los procedimientos establecidos del Departamento de Análisis Químico; Para esto se utilizaron diferentes equipos y métodos:

- Para el ácido libre, por el método chileno implementado.
 - Para los análisis de absorción atómica con llama (EAA), equipo modelo AVANTA, de la firma GBC australiana.
 - Para los análisis multielementales por Espectrometría de Emisión por Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-AES), equipo Spectro flame de la firma Spectro Analytical Instruments de Alemania.
- 2- Balanza técnica para el pesaje de los reactivos (agua, cal y cemento fresco).
- 3- La preparación de las pulpas se realizó en el equipo de laboratorio. (Ver anexo 1)

4- Se realizó la neutralización de la acidez remanente de residuos ácidos con cal y se encapsuló por medio de la aglomeración con cemento Portland, para la formación de bloques y su posterior deposición en áreas preparadas al efecto.

5- Se comprobó la movilidad iónica de los minerales encapsulados, con cal y cemento, en

pequeños bloques conformados con el fin de emplearlos luego en la construcción de una acera, para aprovechar los residuos y deponerlos de forma útil.

Las pruebas de acidez remanente y la determinación del pH de los minerales, se realizaron según la figura 4

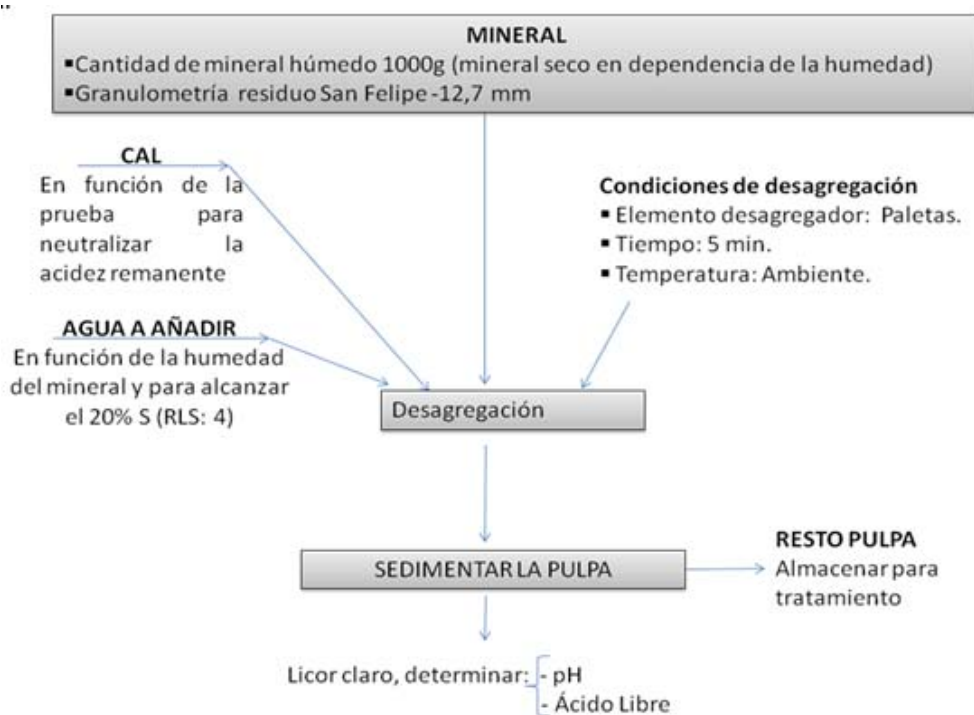
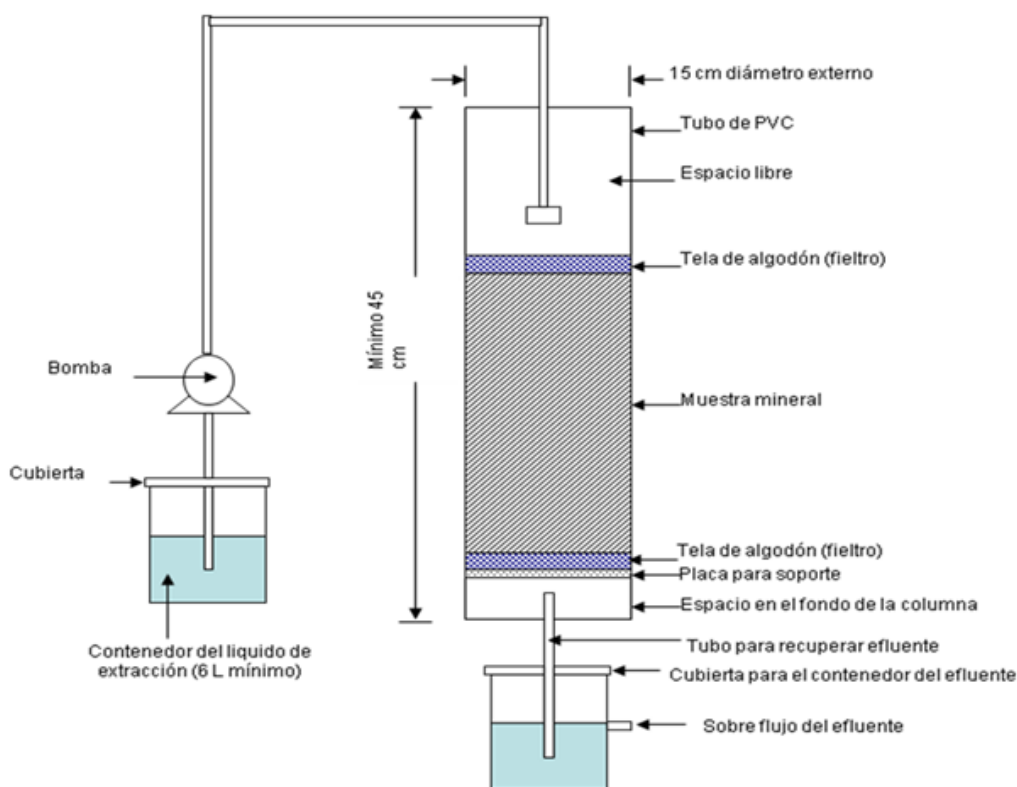


Figura 4 Esquema estándar de preparación de pulpas para determinar el pH y la acidez remanente

La movilidad iónica se realizó según el esquema de la figura 5.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- La efectividad del lavado del mineral en las columnas, se evidencia, al analizar el PH que tenía la muestra al comienzo de las pruebas, el cual era de 8.20.
- Al realizar la movilidad iónica se obtuvieron resultados inferiores a los expresados en la norma de vertimiento: NC 27: 2012.
- El método empleado es un procedimiento simple, capaz de dar solución al problema

ambiental creado por la acumulación de residuales ácidos.

- Los residuales tratados y en capsulados fueron empleados en la construcción de una acera, que facilita la circulación por la parte posterior de la planta piloto, facilitando la deposición útil de estos.(Ver anexo 2)
- El tratamiento con cal realizado fue efectivo; pues eliminó la acidez alcanzando un pH de 8,20. El encapsulamiento con cemento, permitió atrapar los metales pesados y dañinos al medio ambiente. Al realizar la movilidad iónica se obtuvieron los resultados esperados. (Ver tabla 2 y figura 6)

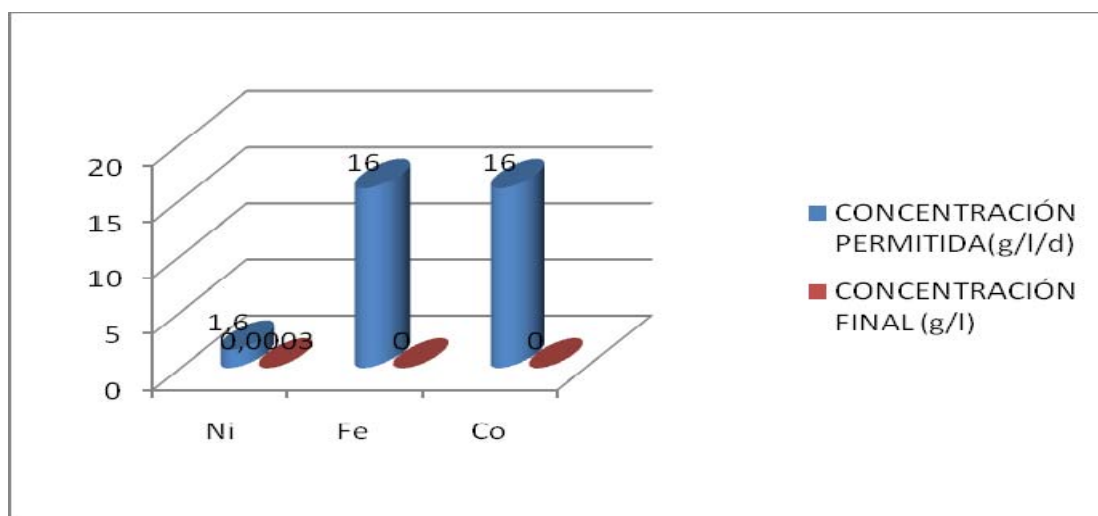


Figura 6 Análisis comparativo de la concentración de los metales en la muestra.

IMPACTO AMBIENTAL

El centro se encuentra ubicado en un área perteneciente a la cuenca de Vento, la cual es de gran importancia para el abasto de agua en la capital. Disponer de la solución de tratamiento de los desechos sólidos y efluentes líquidos generados con la ejecución de las investigaciones tecnológicas, forma parte del programa de protección ambiental de la Entidad.

El trabajo presentado posibilita dar solución a un problema ambiental, causado por la acumulación de los residuos ácidos resultantes de las pruebas de percolación y lixiviación de los minerales, que de no tratarse convenientemente pudiera afectar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, con la correspondiente incidencia en la salud de la población.

Con el procedimiento propuesto se brinda una fuente de utilización de los desechos generados de forma útil, al ser empleados en la construcción de una acera que facilita la circulación de los trabajadores de la planta piloto por el área posterior de la misma.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento de lavado realizado a las columnas al finalizar la prueba de percolación fue efectivo, lo que se evidenció al caracterizar los residuales empleados en el trabajo, los que presentaron un pH de 8.20.
2. El trabajo brinda un método seguro para el manejo de los residuos sólidos ácidos, lo que constituye un procedimiento, que ya se discutió en el área.

3. El encapsulamiento con cemento, posibilitó atrapar los metales, respondiendo en la movilidad iónica, con parámetros inferiores a las normas de vertimiento NC 27: 2012.
4. Las pruebas realizadas demostraron que este tratamiento posibilita dar solución al problema ambiental creado por la acumulación de residuales sólidos ácidos.

BIBLIOGRAFÍA

Botero García, Edgar, et, al. 2008. Guía para el Manejo Integral de Residuos Universidad Pontificia Bolivariana Primera Edición. Medellín, Colombia Enero 2008.

NC sobre 133 2002. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales en el manejo de los desechos sólidos a través de su ciclo de vida.

NC sobre 134 2002. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales en el manejo de los desechos sólidos a través de su ciclo de vida.

NC sobre 135 2002. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales en el manejo de los desechos sólidos a través de su ciclo de vida.

NC 27: 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado especificaciones