

Valoración ambiental y gestión de los residuales de la base terminal de combustibles de Moa

José Antonio Rojas Sánchez

tony@echol.cupet.cu

Base Terminal de Combustibles de Moa

Asel Guilarte Gainza

aguilarte@ismm.edu.cu

Clara Luz Reynaldo Argüelles

Universidad de Moa

Resumen: Se identificaron indicadores y vulnerabilidades en los procesos socioeconómicos de la empresa que pudieran generar productos contaminantes como mezclas de hidrocarburos, aguas oleosas y otras sustancias combustibles derivadas del proceso de almacenamiento, limpieza de tanques y mantenimiento. Se fundamenta la viabilidad de la construcción del sistema de canalización y tratamiento de residuales teniendo en cuenta que este último en la empresa nunca ha existido.

Palabras claves: contaminación ambiental; gestión de residuales; petróleo.

Environmental assessment and management of residuals from the Moa fuel terminal base

Abstract: Indicators and vulnerabilities were identified in the company's socioeconomic processes that could generate polluting products such as mixtures of hydrocarbons, oily water and other combustible substances derived from the storage process, tank cleaning and maintenance. The feasibility of the construction of the channeling and waste treatment system is based, taking into account that the latter in the company has never existed.

Keywords: pollution; waste management; oil

Introducción

Cuba se encuentra inmersa en un Programa de Desarrollo Integral hasta el año 2030. Con el propósito de cumplir lo establecido en los Lineamientos Económicos aprobados en el VII Congreso del PCC, relacionados con la protección del Medio Ambiente desarrolla los sectores claves de la economía, así como los demás sectores auxiliares que desempeñan funciones de extraordinaria importancia para beneficio del pueblo y de la sociedad con la premisa de proteger la naturaleza como fuente suministradora de riquezas.

Montero (2006) plantea que alcanzar el desarrollo compensado significa que las riquezas actuales que se producen en el territorio, deben constituir la base para el desarrollo de las compensaciones que necesitan las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Las operaciones de carga, descarga y transportación de combustibles y las sustancias oleosas traen consigo consecuencias directas sobre el ambiente, entre las que destacan las emisiones atmosféricas, los residuos líquidos, los desechos sólidos y peligrosos. En los últimos años las empresas que generan estos impactos han comenzado a preocuparse por los asuntos ambientales, buscando minimizar los impactos sobre el ambiente, las comunidades y las personas. Entre las principales estrategias propuestas se encuentran los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), cuya aplicación permite mejorar la actuación ambiental de las empresas y lograr sus metas económicas, pues se enfoca en la búsqueda de un desarrollo sustentable bajo un esquema eco-eficiente (Ortiz & Andrade, 2006).

La zona donde se encuentra ubicada la Base Terminal de Combustibles de Moa, es pequeña en su extensión comparada con otras empresas del mismo territorio, pero con una importancia marcada por el objeto social que cumple.

Diversas causas han incidido en el estado técnico de la instalación, el tiempo de explotación, deterioro de las instalaciones por el efecto de los contaminantes procedentes del entorno industrial, características propias de los procesos metalúrgicos que se emplean para el procesamiento de los minerales, así como de las diversas materias primas empleadas, la incidencia directa de la corrosión, mantenimiento no sostenidos, la no aplicación y utilización de la ciencia y la tecnología, la insuficiencia de una cultura tecnológica, formación profesional y ausencia de incentivos, provocaron en

determinado período de tiempo la fluctuación de personal hacia otras entidades del municipio por diversas motivaciones, principalmente de índole salarial y por evitar la contaminación entre otras causas, independiente de los esfuerzos y propuestas realizadas en su tiempo por los diferentes actores administrativos y sindicales. Esta es una de las causas más importantes que provocaron un tratamiento más efectivo de los residuales de la Base Terminal de Combustibles de Moa.

Teniendo en cuenta que la función fundamental de las empresas que manejan combustibles es la recepción, almacenamiento y gestión del mismo y que a su vez son insumos fundamentales para el desarrollo de procesos socioeconómicos como la producción de níquel (caso estudio: Base Terminal de Combustibles de Moa) y sus derivados, este trabajo tiene como objetivo fundamental valorar el efecto ambiental originado por la actividad socioeconómica de la empresa, identificar un grupo de indicadores nocivos al medio ambiente haciendo uso de herramientas metodológicas de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como uno de los niveles fundamentales de gestión ambiental que ha promulgado la Ley 81 (Ley del Medio Ambiente), que a su vez establece la obligación de minimizar o mitigar los efectos negativos del medio ambiente.

Materiales y métodos

Caracterización de la zona objeto de estudio

Para llevar a cabo la caracterización de la zona de estudio, se realizó un análisis de la infraestructura, actividad socioeconómica y movimientos de insumos, así como posibles focos de contaminación. También se identificaron los potenciales impactos que son generados al ambiente, seleccionando los componentes interactuantes. Así como el conjunto de elementos ambientales del entorno físico, biológico y socioeconómico-cultural, que intervienen en dicha interacción según (Milán, 2004).

Infraestructura Base de Combustible: se valora a través del organigrama (instrumento) general de la empresa previamente caracterizado, se identifican y se valoran según su funcionamiento en el mismo las áreas de impacto para el estudio. La empresa se encuentra organizada estructuralmente por:

1. Oficina recepción
2. Portada
3. Oficinas. Comprobador de combustibles

4. Seguridad y protección
5. Oficina. Especialista de Seguridad y Salud y Medio Ambiente
6. Laboratorio de ensayos Físico- Químicos
7. Edificio socio administrativo. Oficinas y locales
8. Locales. Brigadas: personal de Operaciones y de Mantenimiento
9. Área de parqueo equipos automotores
10. Garita perimetral y Garita productos claros (TK-7)
11. Almacén de cilindros de 20 y 45 kilogramos de Gas Licuado
12. Cargadero de combustibles
13. Casa de bombas tecnológicas
14. Área filtro de combustibles
15. Área de tanques de combustibles. TK-1, TK-2, TK-3 y TK-7
16. Área Sub-Base Transcupet. (Taller automotor y áreas auxiliares)

Identificación y valoración de impactos en la empresa, así como posibles vulnerabilidades frente fenómenos naturales

Etapas 1. Identificación de impactos

Para el análisis de impactos, se efectuó el desglose de estos en sus diferentes etapas, actividades, hasta la identificación de acciones, entendiendo estas últimas como la unidad capaz de establecer una relación causa-efecto con el entorno o ambiente que lo rodea. La identificación de las acciones susceptibles de generar impactos, se analizó a partir de la caracterización general de la empresa, y poder determinar cuáles son las posibles actividades negativas del trabajo por parte de los individuos que en estas laboran y que puedan trasladar los posibles impactos generados (Salazar, 2012). Esto derivó en identificar los factores del medio impactados existente en el área de estudio, se seleccionaron los de mayor incidencia mediante la observación directa del grupo de trabajadores expertos y su anotación según Conesa (2000).

Etapas 2. Identificación y apreciación de los riesgos y vulnerabilidades

Para el análisis de los mismos se realizó un estudio histórico de los fenómenos naturales que han incidido de forma directa en la empresa y se registraron de forma independiente cada uno y los impactos en el medio que ellos generan. Esto derivó en el análisis de las vulnerabilidades y la situación ante cada tipo de desastre que pueda afectar los objetivos en la empresa.

Elaborar un sistema de canalización y recolección de residuales oleosos en la Base terminal de Moa

Para elaborar el sistema se recopiló información utilizando diferentes técnicas de análisis de datos, con el fin de modelar la situación ambiental real de la empresa y los posibles instrumentos que pudieran darle solución a la misma pero que también fuera factible económicamente. Para esto se realizaron diferentes etapas de estudio:

Etapa 1. Revisión y Análisis de documentos: permitirá conocer los aspectos relacionados con los residuales y su efecto en el medio. Que instrumentos y técnicas se utilizan en el mundo y en Cuba para tratar residuales (NC 521-2007).

Etapa 2. Métodos estadísticos: se utilizó para seleccionar la muestra que se aplicaría en la encuesta a directivos, especialistas y trabajadores para conocer su criterio sobre los residuales de la empresa.

Etapa 3. Entrevista: necesaria en la recopilación de la información para el conocimiento del problema de la empresa en general y la incorporación de las funcionalidades del sistema que se desea desarrollar.

Elaboración del mecanismo de canalización de residuales teniendo en cuenta los datos recopilados, enfocando este ítem en los procedimientos de la NC 27-2012.

Resultados y discusión

La Base Terminal de Combustibles de Moa, perteneciente a la División de Comercialización de Combustibles Holguín, subordinada a la Empresa Comercializadora de Combustibles Habana, se encuentra ubicada al noroeste de Moa-Níquel SA, al este con la Planta y almacén de azufre de esta Industria, al sur con la carretera Moa-Baracoa y al oeste con el acceso a la Planta de Amoníaco, perteneciente a la Empresa Ernesto Che Guevara, además de contar con un tanque (TK-7) de combustibles en la Empresa Puerto Moa.

Análisis real de la vulnerabilidad y la situación ante cada tipo de desastre que pueda afectar los objetivos en la empresa

Huracanes: puede afectar techos y ventanas en las edificaciones. Instalaciones eléctricas en líneas de acceso al edificio Administrativo y otras instalaciones, incluye las tecnológicas.

Intensas lluvias y penetración del mar: puede afectar cables soterrados de instalaciones de entrada al edificio administrativo y de las instalaciones tecnológicas.

Incendios: en tanques de combustibles, cargaderos, descargaderos, buques, interior de las oficinas, closet con papeles y medios materiales que pueden causar daños de gran intensidad. Puede afectar a las instalaciones en caso de sequía intensa.

Sismos y maremotos: puede afectar todo el territorio por encontrarse la instalación en la falla tectónica Santiago-Moa-Calixto García.

Epidemias: puede provocar contaminación por virus y bacterias que la producen. Es importante tener presente la cercanía de la Base Terminal de Combustibles de Moa con el puerto de Moa.

Derrames de hidrocarburos: pueden producirse en tierra o mar, en los depósitos y almacenes durante la manipulación en la descarga o carga de estos.

La ubicación geográfica de Moa condiciona los riesgos ante peligros de origen naturales (hidrometeorológicos, geológicos), tecnológicos y sanitarios, por constituir un área comprendida en una región activa en la formación de ciclones tropicales, paso obligado de embarcaciones de gran porte que intervienen en el comercio internacional, tránsito de aves migratorias, así como su cercanía a la zona sismo-generadora originada por el contacto entre la placa del Caribe y Norteamérica y las características del clima tropical húmedo, con dos estaciones fundamentales en el año, una de seca (noviembre-abril) y otra de lluvias (mayo-octubre).

Identificación y caracterización de los residuales

Los residuales generados en la Base Terminal de Combustibles de Moa son los siguientes:

- Agua oleosa de los tanques de combustibles. (diésel, keroseno).
- Residual del laboratorio de ensayo físico químico (tolueno, nafta).
- Residual del área de fregado del taller en la SubBase TransCupet.
- Mezcla de combustibles (diésel, keroseno, agua, sólidos, partículas de tierra por arrastre de agua de limpieza o de lluvia).

Caracterización de los residuales

Área de Operaciones:

Se encuentran los tanques 1, 2, 7 que almacenan combustible diésel y el tanque 3 que almacena kerosene. Estos tanques, están ubicados en cubetos individuales, contruidos con piezas prefabricadas que forman un muro que separa cada tanque, tienen una altura de 1,20 metros y un ancho de 0,80 metros, con sistema de registro, tubería y válvulas para realizar drenaje del agua oleosa y tomar muestras por personal del área de operaciones para realizar los análisis químicos a cada combustible para comprobar su calidad en el laboratorio químico de la Base Terminal de Combustibles de Moa y por especialistas del Centro de investigaciones del petróleo (CEINPET), durante el monitoreo que realizan, según fecha establecida y posteriormente emitir los resultados que permiten evaluar y aplicar las acciones que corresponden.

El tanque 7 con capacidad de 10 000 m³, se encuentra ubicado en el área de productos claros, próxima a la UEB Recepción y Suministro de la Empresa Puerto Moa, este tanque actualmente está fuera de operaciones.

Los residuales de la mezcla de hidrocarburo y agua oleosa de cada tanque pasan a un registro de hormigón cerca del tanque y se traslada por tubería hacia el exterior y continúan destino hacia la superficie exterior, manto freático y el mar, algo distante de la instalación lo que afecta al medio ambiente.

Cargadero de camiones cisternas

Instalación ubicada en el área de operaciones donde se carga el combustible procedente del tanque, según Despacho por tipo de combustible y destino hacia el sector minorista o mayorista. Esta operación la realiza un Operador B MAP quien es el encargado de accionar los equipos, bombas y medios que se utilizan en la carga de los camiones cisternas, entre otras funciones inherentes a su ocupación. Se realiza verificación de la carga y de los documentos antes de la salir de la Base Terminal de Combustibles de Moa.

Se pueden originar derrames de residuales por resumideros, incorrectas operaciones, roturas, desperfectos, averías tecnológicas o por fenómenos naturales (Geneve, 2016). El residual sigue el destino hacia la superficie, manto freático y el mar causando afectaciones al medio ambiente.

Laboratorio de Ensayo Físico–Químico

En esta instalación se realizan los análisis químicos a los combustibles oscuros (petróleo crudo) almacenados en la UEB Recepción y Suministros de la Empresa Puerto Moa y combustibles claros (diésel y keroseno) para comprobar los parámetros y requisitos de calidad que deben cumplir, antes de realizar el proceso de comercialización a los diferentes clientes con los cuales existe contratación.

Para realizar los análisis químicos, se utilizan reactivos y sustancias químicas, entre ellos el tolueno, reactivo químico y otras como la nafta que se utiliza en la limpieza de los recipientes, una vez concluidos los ensayos de laboratorio. Estas son sustancias tóxicas, muy volátiles, las cuales se trabajan con las medidas de seguridad que se requieren y el debido control durante su utilización. El residual peligroso se traslada por una tubería de dos pulgadas hacia un tanque plástico con tapa que tiene capacidad de 208 litros, ubicado en el exterior y protegido con tapa de metal para impedir la penetración de la lluvia y evitar derrames. Posteriormente se traslada en camión cisterna a la División en Holguín, encargada de proceder a su destino final.

Incidencia en el entorno

La incidencia en el entorno es significativa, pues, los sumideros y derrames que ocurren pasan al subsuelo y penetran hasta el manto freático y continúan hasta el

mar, traslado que se facilita por ser una zona baja y cercana a la zona costera, y al no existir un sistema de canalización y recolección de residuales, mezcla de hidrocarburos y otras sustancias que son arrastradas con la lluvia, afecta todo el sistema medio ambiental, los ecosistemas y la Biodiversidad, esto también fue investigado por (Teas *et al.*, 2001).

Esta incidencia, en menor cantidad, tiene sus efectos desde los inicios de la fundación de la Entidad la que se incrementó con el desarrollo del territorio y alcanza mayores cantidades con el aumento de las cantidades para almacenar combustibles, debido al desarrollo minero metalúrgico en la región norte de la provincia de Holguín, específicamente en la comunidad minera de Moa.

El desarrollo científico técnico y las investigaciones en diversas especialidades, han permitido conocer y demostrar las propiedades del petróleo y sus derivados, así como los efectos de los residuales y las mezclas de los hidrocarburos y otros acompañantes, sobre el entorno laboral y natural con las conocidas consecuencias para las personas, animales y el medio ambiente.

Residuales en el área de tanques y cargadero

Los tanques 1, 2 y 3 de la Base Terminal de Combustibles de Moa, se encuentran ubicados cada uno en el interior de un cubeto, construido con un muro de piezas sandino y un muro base de hormigón de 1,20 m de alto y 0,80 m de ancho que sirven de talud como protección ante derrames de combustibles, ocupan un área de 52 metros cuadrado cada uno. Estos tanques tienen el sistema de protección contra incendios y el aterramiento correspondiente, los cuales están certificados por los organismos de Protección Contra Incendio Comando 30 y la APCI, respectivamente, así como tienen las tuberías para la recepción de los combustibles y la posterior descarga hacia los camiones cisternas que lo comercializan, según el tipo de combustible y destino del sector que corresponda.

Cada tanque tiene una tubería de 6 pulgadas con su válvula que comunica con un registro exterior de hormigón que está cerca de la base que se utiliza en el drenaje del tanque cuando se almacena combustible y que se extiende hasta la parte exterior del cubeto con otra válvula de igual medida y que sirve para regular la salida del agua de lluvia y los residuales en caso necesario. Este registro se utiliza como punto de muestro por los especialistas del CEINPET para recoger las muestras y realizar los

análisis químicos, necesarios para comprobar y certificar parámetros de los combustibles que posteriormente se entregan al área técnica de la división.

En el área de Productos Claros, el TK 7, con una capacidad de 10 000 m³ está protegido por un muro, construido con bloques de hormigón a una altura de dos metros que sirve como protección, ante la ocurrencia de derrames de combustible diésel que es el producto que almacena.

Los tanques 1, 2 y 3 tienen las instalaciones y accesorios necesarios para realizar las operaciones de recepción, almacenaje y descarga de combustibles, cumpliendo las exigencias y requisitos de calidad antes de realizar la comercialización hacia los consumidores, previa contratación y autorización por los organismos correspondientes.

El área del cargadero ocupa un área de 10 metros cuadrados, está construida por estructuras de acero y techo de zinc, en ocasiones con tejas de fibrocemento que resultan ser más resistentes a la corrosión por la cercanía que existe con las instalaciones de la Compañía Moa-Níquel S.A, entre ellas, el almacén de azufre y la Planta de derretimiento de esta materia prima, utilizada en la producción de ácido sulfúrico y que sirve como agente precipitador de sulfuro en el proceso producción de níquel de la compañía.

En esta área, el operador MAP revisa y prepara las condiciones necesarias y lo relacionado con el proceso de carga de combustible, comprueba la documentación que autoriza a efectuar la carga y aplica las medidas de seguridad establecidas, según procedimiento de Cuba Petróleo, así como las que corresponden al transporte.

El cargadero tiene las bombas que impulsan y suministran el combustible a través de los brazos mecánicos hacia los camiones cisternas, accionados por el Operador MAP que realiza la carga de combustibles en los camiones cisternas de la Subbase Transcupet, trabajo que requiere mucha atención y control para evitar derrames de combustibles en la zona de carga y que afectaría la instalación económicamente y causaría daños al entorno, incluye manto freático y zonas costeras por la proximidad de la Base Terminal con la Empresa Puerto Moa y las instalaciones industriales de las entidades próximas al área, todo esto, por la no existencia de un Sistema de Canalización y Tratamiento de que serviría para enfrentar estas situaciones que pueden ocurrir en el proceso de manipulación de los combustibles, sea por un error humano, problema tecnológico o fenómeno natural hidrometeorológico.

Todo combustible derramado por una u otra causa en esta área, constituye un residual con el acompañamiento de otras sustancias, así como de partículas de azufre y lodo petrolizado, entre otras, acumulado como consecuencia del efecto del viento y la lluvia a través del tiempo, durante el proceso de carga de los combustible y que inevitablemente continúan su curso hacia el mar con el consiguiente arrastre de otros desechos, afectando el litoral, las especies y el equilibrio de los sistemas del medio ambiente y degradando el suelo que ha estado sometido por más de 57 años a la acción de estos agentes contaminantes, así como la zona en su conjunto, incrementándose en estos años por el incremento de los volúmenes de producción. Un efecto similar al descrito anteriormente lo informan (Lafuente, 2010).

La incidencia en el entorno de todos estos combustibles y residuales en caso de derrames por diversas causas, así como el arrastre por la lluvia de pequeños resumideros y derrames en las diferentes áreas de la Base Terminal, tienen incidencia en la superficie, el manto freático y en el entorno de las instalaciones y principalmente en el litoral costero por la diversidad de los ecosistemas, esto afecta y pone en riesgo el desarrollo de la vida y el equilibrio de las especies en los diferentes niveles de la cadena de reproducción hasta la alimentaria con niveles de consecuencias que requieren largos período de recuperación y en algunos casos, la magnitud es elevada con riesgo de desaparecer (Lafuente, 2010).

Esta mezcla de residuales al ser dispersada en la superficie y penetrar al suelo y subsuelo, permanece impregnada por mucho tiempo, desarrollándose un intercambio nada favorable entre los componentes de estas sustancias, generando gases y provocando mayor calentamiento con los peligros y riesgos que esto tiene para la zona y el entorno donde se almacenan sustancias y materias primas de alto nivel de peligrosidad. Entre ellos se encuentran azufre, ácido sulfúrico, amoníaco, entre otras, además de la cercanía con el puerto donde atracan buques portadores de estas mercancías y sustancias en diferentes estados de agregación y otros de carga general.

En caso de ocurrir un accidente de gran envergadura pone en peligro toda la zona industrial por las características de las diferentes plantas de proceso y el nivel de almacenamiento existente.

Sistema de canalización y recolección de los residuales oleosos en la Base Terminal de Moa

La Base Terminal de Combustibles de Moa, es una de las instalaciones moense que asimila los insumos energéticos necesarios para el funcionamiento de las plantas productoras de níquel y para el consumo de la población en general y otros entes del territorio. Para ello se reciben y almacenan combustibles con destino a la comercialización de los sectores minorista y mayorista.

En la actualidad la Base Terminal se compone de cuatro recipientes cilíndricos verticales; de ellos, dos con capacidad de 2000 m³ y uno para 10 000 m³ para almacenaje de combustible Diésel y uno con capacidad de 1000 m³ para almacenaje de kerosene. Cada recipiente cuenta con un sistema de protección antiderrame, formado por muros o barreras de tierra (cubetos), cubiertos con hormigón, ocupando un área de 5600 m².

Los tanques 1, 2 y 3 tienen instalado cada uno un tramo de tubería a una altura de 19 cm del piso del tanque y 50 cm hacia afuera con válvula para abrir y cerrar cuando se realiza el proceso de toma muestra por operadores de la Base Terminal, estas muestras se trasladan al laboratorio para realizar los ensayos físicos químicos correspondientes, así como por los especialistas del CEINPET cuando realizan monitoreo a los combustibles, según fecha periodicidad establecida.

El tanque más alejado es el tanque 7 (actualmente fuera de operaciones) y propuesto a proceso inversionista. Esta área no tiene sistema de tratamiento, anteriormente se realizaba vertiendo estos residuos directamente al alcantarillado existente en esa zona, violando así las normas del medio ambiente vigentes en Cuba (Figura 1).



Figura 1. a) Vista del tanque 7. b) Sistema de drenaje.

El Sistema de canalización y recolección de los residuales oleosos en la Base Terminal de Combustibles de Moa consiste en:

Propuesta de un Sistema de canalización y recolección de los residuales oleosos que actualmente se generan de los tanques de combustibles en la Base Terminal de Combustibles de Moa. Para esto se establecerá un registro fuera de cada cubeto, donde se ubicará una válvula platillada, que se mantendrá cerrada para, en caso de ocurrir un derrame, impedir que salga hacia fuera del cubeto antes de recuperarlo y solo se operará, cuando se drene el tanque y cuando llueve se abre para pasar el agua por sistema de tratamiento antes de verter al medio y se cierra nuevamente.

De este registro, saldrá una tubería, que se unirá a otra principal y a la que aportarán los drenajes de los tanques restantes. La tubería principal, descargará en un sistema que tendrá un separador de combustible que es el equipo destinado a retener los hidrocarburos presentes en las aguas sucias y estará precedido por un decantador que tiene la función de retener las materias pesadas y mezcla de hidrocarburos.

Las leyes y las respectivas legislaciones prohíben verter lubricantes y evitar hidrocarburos nuevos o usados en las aguas superficiales, subterráneas o en alcantarillado por las afectaciones y consecuencias que generan. Por ello, es imprescindible un decantador y un separador de hidrocarburos en el exterior de cada cubeto donde está ubicado cada tanque que almacena combustible.

El separador debe instalarse en el exterior de cada cubeto, lo más cerca posible del punto de vertimiento de los efluentes a tratar, se colocará preferentemente soterrado y la tapa debe llegar a nivel del suelo. Este separador permitirá separar el hidrocarburo del agua. El agua separada se descargará a un colector para evacuarla y a través de este conducirla por una tubería de 200 mm de diámetro y 25 metros de largo hasta el mar, cumpliendo así con las normas cubanas vigentes. Se instalará un colector final que será el encargado de conducir el agua ya tratada que sale del separador de hidrocarburo hasta una alcantarilla que descargará al mar.

Desde el punto de vista ambiental se analizarán los impactos que generan las actividades para las fases de montaje y operación de una trampa de hidrocarburo con un registro colector, los aspectos e impactos que se generan, los tipos de residuales generados, así como los requisitos a cumplir durante la instalación y operación.

Conclusiones

Las técnicas de valoración de impactos e identificación de vulnerabilidades mostraron un grupo indicadores negativos en los diferentes medios analizados en la empresa que posibilitaron establecer un mecanismo de gestión ambiental al menos local para canalizar residuales efectivamente sin costo adicional para la institución, de ahí su factibilidad en la posible implementación del mismo, pero además que permitió trabajar con los diferentes elementos del medio que impactan directamente en las diferentes áreas de la empresa para obtener dicho mecanismo de gestión. El estudio sugiere mejorar la base estructural y tecnológica de la empresa para gestionar de forma mas efectiva sus residuales y establecer un mecanismo más actualizado de peligro, vulnerabilidad y riesgo a tono con los indicadores arrojados en el estudio.

Referencias bibliográficas

- CONESA, V. 2000. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Tercera Edición. Mundi-Prensa, España.
- GENEVE, A. 2016. Examination of water for chemical substances. ISC Fields 13.060.50 Disponible en <http://www.iso.org/>.
- LAFUENTE, S. 2010. Método de separación física para el tratamiento de desechos de refinería. Cochabamba, Bolivia.
- MILÁN, J. A. 2004. Curso de estudio y evaluación de impacto ambiental. Editorial Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Nicaragua, p. 375.
- MONTERO, J. M. 2006. El desarrollo compensado como alternativa a la sustentabilidad en la minería (aprehensión ético-cultural). Tesis doctoral, La Habana.
- NC 27: 2012. Norma Cubana. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones, Cuba.
- NC 521: 2007. Norma Cubana. Vertimientos de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones (Obligatoria).
- ORTIZ, P. & ANDRADE, F. 2006. Biomateriales sorbentes para la limpieza de derrames de hidrocarburos en suelos y cuerpos de agua. *Ingeniería e Investigación* 26(2): 20-27.

SALAZAR, E. 2012. Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: efecto del tamaño de partícula. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

TEAS, C.; KALLIGEROS, S.; ZANIKOS, F.; STOURNAS, S.; LOIS, E.; ANASTOPOULOS, G. 2001. Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spill clean up. *Desalination* 140(3): 259–264.