

## **METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN ESTATAL DE LA ACTIVIDAD REGULADORA AMBIENTAL CON ENFOQUE A PROCESOS EN EL CICLO DE VIDA**

### **STATE INSPECTION METHODOLOGY OF ENVIRONMENTAL REGULATORY ACTIVITY FOCUSED ON THE LIFE CYCLE PROCESSES**

*Yuniey Quialá Armenteros<sup>1\*</sup>, Elena R. Rosa Domínguez<sup>2</sup>, Susana Díaz Aguirre<sup>3</sup>,  
Jorge Álvarez Álvarez<sup>4</sup> y Gonzalo Hernán Amusquibar<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> Delegación Territorial CITMA Villa Clara. Candelaria #6 / Cuba y Colón. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>2</sup> Centro de Estudio de Química Aplicada (CEQA). Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Departamento de Química. Universidad de Pinar de Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Calle Martí final. Pinar del Río, Cuba.

<sup>4</sup> Oficina Regulatoria Ambiental y de Seguridad Nuclear. Calle 28 e/ 5ta y 7ma. Miramar, La Habana, Cuba

<sup>5</sup> Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Jefatura de Gabinete de Ministros. Subsecretaría de Control y Fiscalización Ambiental. Buenos Aires, República de Argentina.

Recibido: Julio 5, 2016; Revisado: Agosto 2, 2016; Aceptado: Agosto 19, 2016

## **RESUMEN**

En Cuba la Actividad Regulatoria Ambiental tiene en la Inspección Estatal Ambiental un instrumento para el control y fiscalización del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. En la investigación se propone el diseño de una metodología para ejecución efectiva de la actividad reguladora ambiental en Cuba orientada a procesos; fundamentado en el análisis del ciclo de vida y las normas de gestión ambiental aplicables, incluyendo nuevos indicadores de desempeño, que complementan los establecidos, lo cual constituye una herramienta novedosa basada en criterios científicos para el Centro de Inspección y Control Ambiental.

**Palabras clave:** inspección estatal, análisis de ciclo de vida, normas ambientales

Copyright © 2016. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

\* Autor para la correspondencia: Yuniey Quiala, Email: [calidadinspeccion@dcitma.vcl.cu](mailto:calidadinspeccion@dcitma.vcl.cu)

## **ABSTRACT**

The Cuban Environmental Regulatory Activity has on the Environmental State Inspection an instrument for control and monitoring of compliance of current legal standards regarding environmental protection and rational use of natural resources. In this research, a design methodology for effective implementation of environmental regulatory activity in Cuba directed to processes is proposed; based on the life cycle assessment and the applicable environmental management standards, including new performance indicators, which form a new tool based on scientific criteria for the Center of Environmental Inspection and Control.

**Key words:** state inspection, life-cycle assessment, environmental standards.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El medio ambiente constituye en su conceptualización el contexto que modifica y condiciona la circunstancia de la vida, e incluye el conjunto de interacciones de un sistema estructurado por recursos naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y momento específico, con impacto sobre las generaciones presentes y futuras. La legislación vigente en Cuba lo define como: "sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades" Asamblea Nacional Del Poder Popular, (1997).

En el artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba se consagra el derecho elemental de los ciudadanos a un medio ambiente sano y entre sus principios lo declara como patrimonio e interés fundamental de la nación, siendo un deber del estado protegerlo mediante acciones ambientales en armonía con el desarrollo económico y social del país. En este sentido la Ley 81 del Medio Ambiente de 1997 plantea como uno de sus objetivos: la regulación del desarrollo de actividades de evaluación, control y vigilancia sobre el medio ambiente Asamblea Nacional del Poder Popular (1997).

La Inspección Estatal de la Actividad Reguladora ambiental (I.E.A.R.A) que realiza el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA), se define como la actividad de control en la esfera ambiental propiamente dicha que es competencia del CITMA, su encargo estatal está dirigida por el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA), perteneciente a la Oficina de Regulación Ambiental y de Seguridad Nuclear (ORASEN) como órgano superior de dirección y control de toda la actividad reguladora ambiental en Cuba .

En esta línea conceptual se impone señalar que el sistema regulador ambiental a nivel nacional desde sus inicios y hasta la actualidad, busca el fortalecimiento en su accionar de regulación, control y prevención, estando vinculado la eficiencia de sus actuaciones y fortalecimiento de capacidades donde desempeña un importante papel la formación de conocimiento.

Es en este escenario en que una de las primordiales funciones y atribuciones del sistema regulador ambiental en Cuba, definidas en la Estrategia Nacional Ambiental alcanza su mayor importancia: la elaboración y propuestas de instrumentos

metodológicos que permitan perfeccionar los procesos de Inspección Estatal Ambiental (IEA) y Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), (Álvarez y col., 2011). En los últimos 10 años la actividad reguladora ha generado significativos instrumentos para elevar la eficacia del control ambiental, ordenados coherentemente desde la ORASEN.

En Cuba los grupos reguladores han venido trabajando por la NC-ISO/IEC 17020:2012 Oficina Nacional De Normalización (2012). Como resultado se han generado un grupo de manuales, procedimientos e instrucciones para la actividad de inspección; los más efectivos se orientan en las esferas nuclear, biológica y desarrollo petroquímico, los cuales se materializan desde la ORASEN, constituyendo los antecedentes más fehacientes con enfoque a procesos desde el contexto regulador ambiental. En el resto de las actividades ambientales los documentos y herramientas existentes no enfocan la actividad reguladora a un accionar puntual dentro de un proceso tecnológico-industrial, sino que se encaminan al control de la generación final de residuos, por lo cual se corre el riesgo de obviar indisciplinas e infracciones que ocurren en las etapas de un proceso. La situación anteriormente planteada constituye una debilidad identificada por el CICA así como por directivos de la ORASEN.

Nuevas proyecciones hacia una mejor preparación del CITMA respecto a este tema se hacen necesarias, de manera que la atención a procesos tecnológicos, se convierta en un objetivo a revisar. Estos retos presuponen primero todo un cambio en la visión de los especialistas que participarán en las inspecciones y controles logrando la ejecución de la A.R.A con un enfoque integral, analizando no solo los efectos nocivos de cualquier proceso tecnológico como su resultado final, sino evaluando en cada etapa del ciclo de vida los impactos provocados al medio ambiente de procesos industriales. Fiscalizar lo puntual, constituye un enfoque relevante a investigar que beneficiaría a las autoridades ambientales así como a las diferentes entidades objetos de control.

Por lo anteriormente planteado, se puede afirmar que la (I.E.A.R.A) en Cuba carece de una metodología con enfoque a procesos para el control del cumplimiento de la legislación ambiental, Quijala (2008).

El objetivo general de la investigación es el diseño de una metodología con enfoque a procesos, para la ejecución efectiva de la inspección estatal de la actividad reguladora ambiental, utilizando el análisis de ciclo de vida y otras herramientas de gestión ambiental. Por primera vez se propone ejecutar la actividad reguladora ambiental en Cuba bajo estas condiciones, incluyendo indicadores de desempeño cuantitativos que tienen estrecha relación con los que tradicionalmente se evalúan en esta actividad, lo anterior constituirá una herramienta para el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA). En el presente trabajo se mostrará su aplicación en la industria azucarera.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***2.1. Diseño de la Metodología.***

Para diseñar una metodología con enfoque de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), se procedió a realizar previamente un diagnóstico de los procedimientos para ejercer la

inspección estatal de la actividad reguladora ambiental en Villa Clara, provincia líder en este proceder en el país. Se aplicaron diferentes técnicas de compendio de información; entrevistas, encuestas, revisión de documentos, tormentas de ideas y trabajo con expertos. Las herramientas aplicadas están orientadas para obtener las principales debilidades en los procedimientos de trabajo y deficiencias en el ejercicio de inspección estatal de la actividad reguladora ambiental en Villa Clara.

Los expertos utilizados en el marco del diagnóstico fueron seleccionados entre auditores líderes, especialistas y directivos de disímiles instituciones vinculadas a la actividad de regulación ambiental: Oficina Territorial de Normalización de la provincia de Villa Clara (OTN VC), Órgano Nacional de Acreditación de La Republica de Cuba (ONARC), Unidad de Supervisión de la Ciencia y el Medio Ambiente de la Delegación Territorial del CITMA en Villa Clara, del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y Centro de Inspección y Control Ambiental, (CICA).

La cantidad de personas entrevistadas fue 12 lo que reveló un total de 34 deficiencias. El número de expertos se calculó para un nivel de confianza de 99%, de precisión deseado del 10% y el 1% de proporción de errores y un valor K-constante, cuyo valor está asociado al nivel de confianza seleccionado ( $1-\alpha$ ) de 6,6564, resultando finalmente 7 expertos. Mediante la técnica de los grupos nominales, la cual combina los aspectos del voto silencioso con la discusión limitada para ayudar a conseguir el consenso y así llegar a una decisión de grupo, fueron reducidas las deficiencias detectadas lo cual permitió determinar las 10 debilidades o deficiencias de mayor impacto del sistema de calidad en materia de procedimientos y una vez identificada se procedió a determinar el orden de prioridad o importancia calculando la media del valor otorgado por cada experto, en este sentido el coeficiente de concordancia de Kendall ( $w$ ) fue de 0,747 por lo que el juicio emitido es consistente.

Las deficiencias identificadas en el diagnóstico según orden de prioridad calculado fueron:

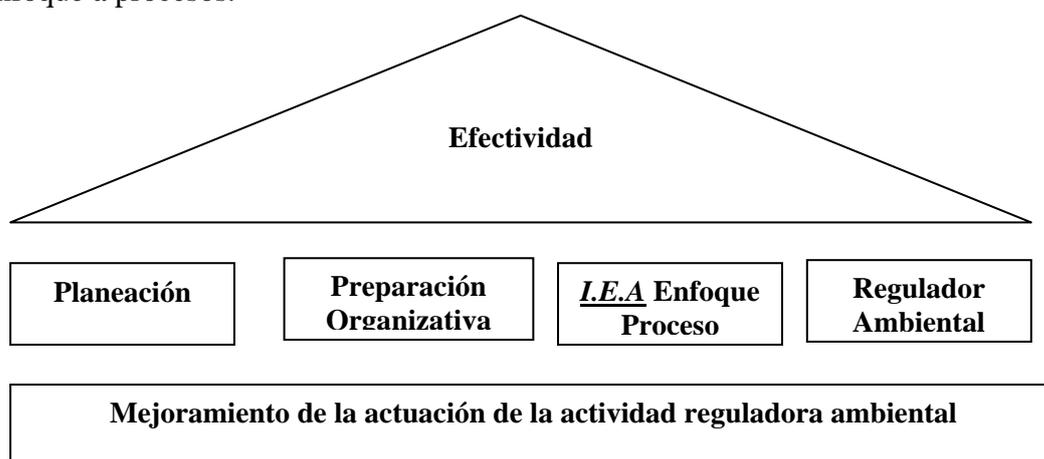
1. El 75% de las medidas impuestas en las inspecciones están en función del control de las caracterizaciones de los residuales finales.
2. En las medidas de inspección no se propone la aplicación de propuestas de producción más limpia y que consideren los aspectos económicos a través de las externalidades.
3. No se ha incorporado completamente el concepto de prevención de la contaminación en el proceso de inspección y esa debilidad viola lo establecido en el Decreto de Contravenciones que es en definitiva el documento legal por el cual se rigen los inspectores para aplicar las medidas.
4. Los procedimientos no favorecen la evaluación integral de las instalaciones y/o procesos industriales y de servicios constatando generalmente las descargas, desagües y/o emisiones como así también la existencia y/o funcionamiento de equipos de tratamiento de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos.
5. No se fiscalizan en si procesos industriales de manera que se puedan demostrar presuntas infracciones, indagando documentación técnica, legal y contable,

como así también la evaluación y control de la generación, manipulación, transporte, tratamiento en toda la cadena de aprovisionamiento.

Se puede valorar entonces que las limitantes o debilidades de mayor impacto se refieren a la incidencia de la (I.E.A.R.A) en el control de los residuales finales evidenciando de esta manera limitaciones expresas en no abarcar todo el proceso cuando se inspecciona, así como la no incorporación de herramientas y técnicas necesarias para la gestión eficiente, como los sistemas de información geográficos que permiten evaluar previamente el medio físico donde se insertan las entidades a inspeccionar. No se aprecia un enfoque de análisis de ciclo de vida de productos y procesos lo que facilitaría una exacta identificación de los impactos ambientales para su correspondiente fiscalización y un análisis detallado de la cadena de valor.

Teniendo como base las debilidades identificadas en los diagnósticos de los procedimientos de la actividad reguladora ambiental en Villa Clara, se procedió a diseñar una metodología que garantice su ejecución efectiva. —Análisis del ciclo de vida —principios y marco de referencia, NC 14031:2005 gestión ambiental— evaluación del desempeño ambiental—directrices y NC 14001:2004 sistemas de gestión ambiental—requisitos con orientación para su uso. En el análisis de las normas anteriormente mencionadas se tuvo en cuenta las modificaciones realizadas a la NC 14001:2004 en el 2015 que se relacionan con la evaluación del impacto ambiental en todo el ciclo de vida, este aspecto es vital para cambiar el paradigma de la realización de la inspección con el enfoque tradicional que se enfoca a los puntos finales de vertimiento.

En la figura 1 se muestra el modelo propuesto por el autor en el año 2008 (Quijala, 2008) para ejecución efectiva la actividad reguladora ambiental, específicamente se potencia la etapa de ejecución de la inspección estatal ambiental a partir de un enfoque a procesos.



**Figura 1.** Modelo para la ejecución efectiva de la actividad reguladora ambiental.

En la metodología que se propone se combinan las herramientas de gestión ambiental y se propone que este enfoque a procesos sea considerado en todo el ciclo de vida del sistema del producto.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A partir del diagnóstico anterior se procedió a plantear las bases para una nueva metodología. En la nueva propuesta se modifica el objetivo y el alcance, especificando que en este enfoque a procesos se debe realizar la inspección utilizando como herramienta de ciclo de vida.

#### **3.1. Objetivo**

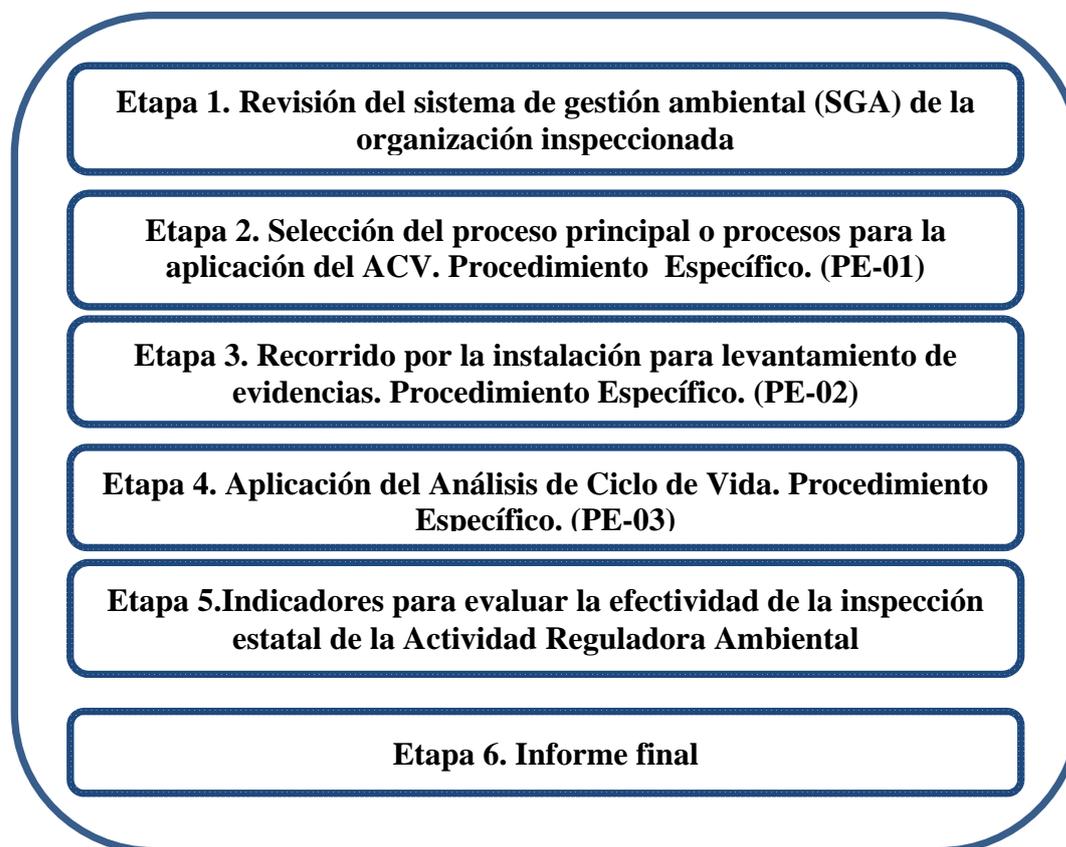
Realizar la ejecución de la actividad reguladora ambiental con enfoque de ciclo de vida a procesos tecnológicos de organizaciones cubanas. Todos los preceptos estipulados en la resolución 103/2008 del Reglamento de la inspección estatal de la actividad reguladora ambiental, son respetados con la metodología la cual constituye una herramienta para la materialización efectiva de la mencionada resolución a la que se incorporan criterios científicos.

#### **3.2. Alcance**

1. Lo establecido en la metodología es aplicable a todas las inspecciones estatales en la esfera ambiental: Inspecciones de carácter Nacional del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
2. Inspecciones a entidades con violaciones reiterativas de la legislación ambiental vigente.
3. Inspecciones a entidades con procesos tecnológicos complejos y altamente contaminantes.

La metodología propuesta constará de seis etapas y tres procedimientos específicos, en la figura 2, se puede observar la estructura de la misma.

Después de realizar un análisis de cada una de las etapas y su interrelación se describe cada una para llevar a cabo el procedimiento de inspección propuesto.



**Figura 2.** Estructura de la metodología de inspección ambiental estatal con enfoque de ciclo de vida

### ***3.3. Etapa 1. Revisión del sistema de gestión ambiental (SGA) de la organización inspeccionada (requisitos legales aplicables).***

Solicitud del Sistema de Gestión Ambiental para su revisión: En el contexto de la inspección se verificará como prioridad dentro del SGA, los aspectos ambientales significativos en relación con los requisitos legales asociados a sus procesos. Además se comprobarán; objetivos, alcance, política ambiental, procedimientos operacionales, planificación, operación y verificación. Este paso se aplicará siempre y cuando la entidad tenga implantado un sistema de gestión ambiental. En caso de no existir SGA en la entidad se procederá a la siguiente etapa.

### ***3.4. Etapa 2. Selección del proceso principal o procesos para la aplicación del ACV.***

Una vez que el colectivo de inspectores, haya identificado los procesos definidos los aspectos ambientales significativos y el comportamiento del cumplimiento de los requisitos legales asociados a los procesos, se procederá a seleccionar el proceso principal o procesos para la aplicación del análisis de ciclo de vida. En caso de no existir SGA en la entidad se procederá directamente a seleccionar el proceso principal o procesos para la aplicación del ACV según criterios de los inspectores actuantes. Los elementos a considerar se encuentran establecidos en el procedimiento general PE-01 (CITMA, 2015).

### **3.5. Etapa 3. Recorrido por la instalación para levantamiento de evidencias.**

Se materializará el recorrido por el proceso o procesos seleccionados donde se levantarán evidencias detectadas y se corroborarán los aspectos ambientales significativos identificados en el etapa 1. En este paso se realizará el recorrido respetando la secuencia tecnológica, registrando evidencia documental en cada momento del recorrido según lo especificado en el 01 (CITMA, 2015).

### **3.6. Etapa 4. Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida.**

El ACV en la inspección estatal ambiental se hará en el marco de los 30 días hábiles establecidos para la elaboración del informe de inspección, para la aplicación del ACV se utilizará el programa software SimaPro 7.1, usando una de las metodologías que el mismo tiene implementadas (Goedkoop y Oele, 2004), estas ofrecen la posibilidad de evaluar los impactos asociados a diferentes categorías de impacto y es la base del cálculo de los indicadores cuantitativos además este software puede agrupar los impactos en tres modelos de daños: salud humana, calidad del ecosistema y recursos. Los pasos a seguir para la realización del ACV se expresan a continuación:

- Definición de objetivo y alcance.
- Unidad funcional.
- Límites del sistema.
- Análisis del inventario.
- Evaluación del impacto del ciclo de vida.
- Interpretación del ciclo de vida.

Los detalles de la aplicación de esta herramienta se ofrecen en el procedimiento PE-03 (CITMA, 2015).

### **3.7. Etapa 5. Indicadores para evaluar la efectividad de la inspección estatal de la Actividad Reguladora Ambiental.**

Los indicadores propuestos son diseñados para evaluar la efectividad de la ejecución de la inspección estatal de la actividad reguladora en Cuba y que sean de utilidad a las entidades inspeccionadas, identificando los problemas ambientales y cuantificando los mismos. Se ofrecen dos grupos de indicadores, esta relación tiene como novedad la combinación de indicadores tradicionalmente usados para evaluar desempeño ambiental en correspondencia con las categorías de impacto del ACV (cuantitativos). En este último caso se ofrece la posibilidad de evaluar los indicadores en los puntos intermedios del mecanismo ambiental, expresando los mismos en kg de sustancia equivalente para cada categoría de impacto o en indicadores de punto final (puntos). Posteriormente la metodología permite cuantificar la contribución de la producción realizada en las categorías de daño a la Salud Humana, Ecosistema y Recursos, siendo este último aspecto opcional en correspondencia con lo planteado en la norma NC ISO 14040 (NC-ISO 14040, 2009). Los indicadores tradicionales se seleccionaron considerando los indicadores del desempeño ambiental (IDA) específicamente los indicadores de desempeño operacional (IDOs); que aportan información sobre el desempeño ambiental de las operaciones de una organización.

En la tabla 1 se pueden apreciar los indicadores propuestos. Los indicadores de ACV

se seleccionaron tomando como referencia la metodología Recipe (Recipe, 2008). Si la entidad lo considera necesario puede usar otra metodología de evaluación de impactos para la propuesta de los indicadores.

**Tabla 1.** Indicadores tradicionales y su relación con indicadores de ACV

<i>Indicadores tradicionales evaluados</i>	<i>Expresión</i>	<i>Indicadores Cuantitativos de Ciclo de Vida Relacionados</i>	<i>Expresión Puntos Intermedios</i>	<i>Expresión en puntos finales</i>
<b>Entradas</b>				
Consumo de agua.	$I_{CA} = \text{Consumo total de agua} / \text{Consumo planificado de agua}$	Disminución del agua	m3/producción realizada	Pt /producción realizada
Consumo de energía eléctrica en la producción	$I_{CE} = \text{Energía consumida} / \text{Producción realizadas}$	Disminución de los fósiles	Kg oil equivalente /producción realizada	Pt /producción realizada
		Toxicidad humana	Kg de 1,4 DB equivalente / producción realizada	Pt /producción realizada
Consumo de Combustibles Fósiles	$(I_{CC}) = \text{Consumo de combustible/lubricantes} / \text{Producción realizada}$	Disminución de los fósiles	Kg oil equivalente /producción realizada	Pt /producción realizada
Uso eficiente de recursos minerales de acuerdo al plan	$I_{UERM} = \text{Consumo recursos minerales} / \text{Consumo planificado}$	Disminución de los metales	Kg Sb equivalentes/pr oducción realizada	Pt /producción realizada
		Disminución de los fósiles	Kg oil equivalente /producción realizada	Pt /producción realizada
Consumo de sustancias químicas peligrosas	$I_{SQP} = \text{Consumo de químicos peligrosos} / \text{Producción realizada}$	Toxicidad humana	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
<b>Salidas</b>				
Vertimiento de residuales líquidos al medio.	$I_{RLM} = \text{Cantidad de residuos líquidos dispuestos al medio} / \text{Cantidad.}$	Acidificación de los suelos	kg SO <sub>4</sub> equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada

	de residuos líquidos dispuestos			
Vertimiento de residuales líquidos a las aguas terrestres	$I_{RLA}$ = Cantidad. de residuos Líquidos dispuestos a las aguas terrestres / Cantidad de residuos líquidos generados	Ecotoxicidad de agua fresca	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
		Eutrofización del agua fresca	Kg $PO_4$ equivalentes/pr oducción realizada	Pt /producción realizada
Emisiones de gases de efecto invernadero	$I_{EGC}$ = Concentraciones de gases de sustancia agotadoras de la capa de ozono emitidas a la atmosfera	Cambio climático	Kg $CO_2$ equivalentes/pr oducción realizada	Pt /producción realizada
		Disminución de la Capa de Ozono	Kg (CFC-11 equivalentes)/p roducción realizada	Pt /producción realizada
Disposición de residuos sólidos	$I_{RS}$ = Cant. de residuos sólidos dispuestos / Cant. de residuos sólidos generados	Acidificación de los suelos	Kg ( $SO_2$ equivalentes) /producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad terrestre	kg (1,4-DCB equivalentes) /producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad de agua fresca	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
Efectividad del sistema de tratamiento	$I_{ST}$ =Por ciento de Remoción de materia orgánica según sistema de tratamiento	Acidificación de los suelos	Kg $SO_2$ equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
		Eutrofización del agua fresca	Kg $PO_4$ equivalentes/ producción realizada	Pt /producción realizada
		Eutrofización del agua de mar	Kg $PO_4$ equivalentes/ producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad de agua fresca	kg 1,4-DCB equivalentes	Pt /producción realizada

			/producción realizada	
		Ecotoxicidad del agua de mar	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
Disposición de desechos peligrosos.	I <sub>RP</sub> = Cantidad. de desechos peligrosos dispuestos / Cantidad de desechos peligrosos generados	Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad de agua fresca	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
		Ecotoxicidad del agua de mar	kg 1,4-DCB equivalentes /producción realizada	Pt /producción realizada
Aprovechamiento de residuales líquidos	I <sub>ARL</sub> = Cantidad. de residuales líquidos aprovechados / Cantidad de residuales líquidos generados	Disminución del agua	m <sup>3</sup> /producción realizada	Pt /producción realizada

### 3.8. Etapa 6 Confección del informe final que contempla la discusión de los resultados de la inspección y la propuesta de medidas.

Los procedimientos que se mencionan en la descripción de la metodología se encuentran disponibles en la Unidad de Supervisión y Control de la Delegación Territorial del CITMA en Villa Clara (CITMA, 2015).

La aplicación de la metodología propuesta contribuye a realizar re inspecciones a los procesos con mayor objetividad garantizando la evaluación cuantitativa de los beneficios ambientales de las propuestas de medidas.

## 4. CONCLUSIONES

1. La metodología propuesta constituye una herramienta útil para la cuantificación, evaluación y fiscalización de los impactos ambientales en el ciclo de vida de los procesos, sustentado en la aplicación de un software profesional y normas de gestión ambiental, propiciando la elevación del rigor científico de la inspección estatal ambiental en Cuba.
2. Los indicadores con enfoque de ciclo de vida permiten la cuantificación de los impactos ambientales en diferentes categorías de impacto que se relacionan con problemas ambientales locales y globales, por lo que se favorece una mayor interpretación del desempeño ambiental de la entidad y por lo tanto una mayor efectividad de la inspección estatal.
3. La metodología propuesta puede aplicarse en cualquier proceso de la industria

química, fermentativa o petroquímica.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la ORASEN por brindar las facilidades e información en la ejecución de la Inspección Estatal Ambiental en Cuba.
- A María del Carmen Velazco Gómez por el apoyo brindado.

## **REFERENCIAS**

- Asamblea Nacional Del Poder Popular., Cuba “Ley No. 81 Del Medio Ambiente”. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Extraordinaria, La Habana, 11 de Julio, Año CXV, No. 7, 1997, pp. 1-44.
- Álvarez Álvarez, J., Álvarez Pérez C., y Rivera Amarán, T., Elementos Básicos Generales para el Trabajo del Inspector Estatal Ambiental., 1º Edición, La Habana: ©CIGEA, 2011, pp. 240-267.
- Goedkoop, M., and Oele, M. D., Introduction to LCA (Life Cycle Assessment) with SimaPro, PRé Consultants, Sept. 2004, Disponible en: [www.pre.nl](http://www.pre.nl). Consultado: 15 de septiembre 2006.
- NC-ISO 14001:2004., Sistemas de Gestión Ambiental. Especificación y directrices para su uso., Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización, Cuba, 2004.
- NC 14031:2005., Gestión ambiental Evaluación del desempeño ambiental., Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización, Cuba, 2005.
- NC-ISO 14040, 2009., Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida-Principios y Marco de Referencia (ISO 14040:2006, IDT)., Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización, Cuba, 2009.
- NC-ISO/IEC17020-2012, Evaluación de la conformidad- Requisitos para el funcionamiento de diferentes o tipos de organismos que realizan la inspección, La Habana: ONN, Oficina Nacional De Normalización, Cuba, 2012.
- Quijala Armenteros, Y., Mejoramiento del Proceso de Inspección Estatal Ambiental en Villa Clara., Tesis de grado en opción al título de Master de Gerencia de la Ciencia y la Innovación., Facultad de Química Farmacia Universidad Central Marta Abreu de las Villas, 2008.
- CITMA VC., Documentación Sistema de Inspección Estatal Unidad de Supervisión y Control de la Delegación Territorial del CITMA en Villa Clara., 2015.