

MODELO DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL QUE PERMITA OPTIMIZAR EL SUELO CONTAMINADO DEL CAMPO SACHA

MODEL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT THAT ALLOWS TO OPTIMIZE THE CONTAMINATED SOIL OF THE SACHA FIELD

Ricardo Vizuite¹, Andrea Delgado², Alexandra Lascano³

⁽¹⁾Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato, ra.vizuite@uta.edu.ec

⁽²⁾Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato

⁽³⁾Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Universidad Técnica de Ambato

Resumen: La industria petrolera es una de los mayores contaminantes del medioambiente, debido a esto, surge la necesidad de realizar un estudio sobre un Modelo de Gestión Medioambiental que permita optimizar el suelo contaminado del Campo Sacha. A partir de aquello, la metodología utilizada se centra bajo un enfoque cualitativo; es decir, se enfoca en comprender el fenómeno explorándolo desde la perspectiva de los participantes, además el diseño de investigación está dado bajo el diseño investigación-acción. Bajo este antecedente y como respuesta a la problemática evidenciada se diseñó un modelo con actividades como la participación activa de los habitantes, gestión de los suelos contaminados con hidrocarburos de manera que sean reutilizados y promover el seguimiento y control del manejo de los suelos contaminados.

Palabras Clave: *Explotación petrolera; Modelo de Gestión Medioambiental; optimización del suelo; suelos contaminados con hidrocarburos.*

Abstract: The oil industry is one of the greatest environmental pollutants, due to this, there is a need to carry out a study on an Environmental Management Model that will optimize the contaminated soil of the Sacha Field. From that, the methodology used is focused on a qualitative approach; that is, it focuses on understanding the phenomenon by exploring it from the perspective of the participants, and the research design is given under the action-research design. Under this background and in response to the problems highlighted, a model was designed with activities such as the active participation of the inhabitants, management of soils contaminated with hydrocarbons so that they can be reused and promote the monitoring and control of contaminated soil management.

Keywords: *Environmental Management System, soil optimization, oil exploitation, soils contaminated with hydrocarbons*

Recibido: 6 de marzo de 2019

Aceptado: 13 de mayo de 2019

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos VI(1), 12-21

I. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente ha sido un problema importante para las empresas mineras durante muchos años. Muchas empresas se han dado cuenta de que para lograr los mejores resultados es necesario incluir programas ambientales en la estrategia de la empresa; y para integrar la gestión ambiental en el sitio y la operación del proyecto una de las herramientas que se utilizan es el modelo de gestión ambiental (MGA) (Setiani, 2014). Así rápidamente se puede establecer que un MGA es un enfoque estructurado para gestionar un programa ambiental, el mismo que adopta la estrategia de tres partes utilizada en otros sistemas de calidad: 1) revisión del desempeño, 2) establecimiento de metas y objetivos y 3) el plan de implementación (Rojas, 2014).

La industria petrolera en particular, ejecuta numerosos procesos que generan consecuencias directas sobre el ambiente, en especial emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos sólidos y peligrosos (Bardales, 2014). Es por esto que en el ámbito internacional y en los últimos años, las empresas petroleras han comenzado a preocuparse por los problemas ambientales, buscando la forma de minimizar los impactos que generan los procesos sobre el ambiente, las comunidades y las personas (Scavino, 2014).

Entre las acciones principales formuladas a nivel mundial para afrontar los problemas ambientales se hallan los Modelos de Gestión Ambiental conocidas por sus siglas como MGA, concebidos como vías para identificar y manejar de manera sistemática los impactos ambientales ocasionados por la operación de las diferentes empresas (Acuña, Figueroa y Wilches, 2017). Así pues, los MGA se encuentran estrechamente relacionados con los sistemas de gestión de la calidad, que constituyen mecanismos que proporcionan un proceso sistemático y cíclico de mejora continua. En tal virtud, un MGA es una herramienta que ayuda a la empresa a tener control sobre los procesos susceptibles de ocasionar daños al medioambiente, disminuyendo los impactos ambientales generados por su funcionamiento, además de mejorar el rendimiento en cuanto a sus procesos se refiere. Igualmente, ayuda a la identificación de políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener una efectiva gestión ambiental en una organización (Guédez, Armas, Reyes y Galván, 2003).

Bajo esta perspectiva, la aplicación de los MGA se convierte en una de las acciones más utilizadas por las empresas petroleras a nivel mundial con la finalidad de mejorar su actuación ambiental a la vez que

mejoran sus metas económicas; dado que, se orientan en la búsqueda de un desarrollo sostenible a través de un esquema ecoeficiente aplicado a todos sus procesos en los cuales se destaca la producción, refinación, distribución y consumo de petróleo y todos sus derivados (Rodríguez, 2017). Asimismo, los MGA constituyen la base del conjunto de normas ambientales presentadas por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) en el año de 1996, y son certificables a través de una de dichas normas, la ISO 14001 (Galván y Reyes, 2016).

Finalmente, cabe mencionar que a nivel local, es decir en Ecuador, la exploración de hidrocarburos constituye un proceso complejo y de vital importancia para la economía de la nación, que incluye el manejo de la responsabilidad y compromiso social y ambiental del hombre en la búsqueda de recursos naturales energéticos no renovables como es el caso del gas y el petróleo con el fin de preservar el capital natural y el mantenimiento de la diversidad que se halla localizada en estas áreas (Córdoba, 2016). Sin embargo, a lo largo de la historia la destrucción en el medio ambiente generada por la explotación del petróleo ha sido evidente tanto en las áreas en las que se encuentra éste recurso como en las personas que se sitúan a su alrededor; es por ello que el presente manuscrito se centra en presentar un mecanismo que permita disminuir la contaminación de los suelos por hidrocarburos a través del modelo de gestión ambiental en el Campo Sacha, área seriamente afectada por las operaciones que diferentes empresas petroleras han realizado en esta zona.

Modelo de gestión medioambiental

Según Heras, Arana, Díaz, Espí y Molina (2008) el modelo de gestión medioambiental es considerado como la parte del sistema general de gestión de una institución que incluye la planificación de actividades, la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implementar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política y estrategia medioambiental de la organización. No obstante, Martínez (2008) asegura que el modelo de gestión se convierte en un método empleado a fin de orientar a una institución a que logre y mantenga su funcionamiento de conformidad con las metas establecidas y respondiendo de forma oportuna a los cambios de presiones reglamentarias, sociales, financieras y competitivas, así como a los riesgos medioambientales.

Dicho de otra forma, un modelo de gestión medioambiental constituye una herramienta que posee la em-

presa como sustento en las actividades de su gestión en el ámbito medioambiental, aportando la base para encauzar, orientar, medir y evaluar su desenvolvimiento con el objetivo de asegurar que sus operaciones se desarrollen de una forma consecuente con la reglamentación aplicable y con la política corporativa establecida (Pousa, 2006). Bajo este contexto, un modelo de gestión ambiental opera como una herramienta que puede ser implementada dentro de una empresa sea ésta pública o privada de forma voluntaria, y cuya finalidad se centra en el mejoramiento del comportamiento ambiental de la empresa, cumpliendo con su política, objetivos y metas ambientales establecidas (López, Calle y Molina, 2017).

Resulta importante establecer que un buen modelo de gestión ambiental indispensablemente debe agrupar los siguientes aspectos: 1) definición de una política ambiental, 2) establecimiento y planificación de los objetivos de mejora, 3) acciones preventivas y correctivas, 4) revisión del sistema de gestión de calidad, 5) validación o certificación del MGA por una institución acreditada y 6) desarrollo de tecnologías limpias sobre el medioambiente (Montiel, 2015).

De esta manera, a continuación, dentro del gráfico 1, se presentan de forma ordenada aquellos elementos que forman parte el modelo de gestión medioambiental haciendo énfasis en los seis aspectos mencionados en el epígrafe anterior.



Figura 1. Elementos del Modelo de Gestión Medioambiental

Para implantar con éxito un modelo de gestión medioambiental es recomendable que los procedimientos ambientales sigan ciertas pautas como las que a continuación se mencionan:

- Deben desarrollarse para todas las actividades, productos y procesos que tengan, o que pudieran

tener si no se controlan, un impacto directo o indirecto sobre el medio ambiente, según indiquen las conclusiones de su revisión medioambiental inicial.

- Deben ser adecuados a la naturaleza, complejidad y magnitud de la actividad, el producto o el proceso que pretende controlar.
- Deben documentarse y deberían incluirse en el manual de gestión ambiental.
- Deben especificar el responsable de llevar a cabo las tareas con instrucciones paso a paso de cómo ejecutarlas.
- Deben incluir las directrices para tratar las desviaciones de tales procedimientos (Vizuete, 2016).

Beneficios de un Modelo de Gestión Medio Ambiental

Un Modelo de Gestión Ambiental ayuda a una empresa a ser más efectiva en el logro de sus metas ambientales a través de políticas y objetivos determinados por la dirección, todo ello buscando mejorar su desempeño ambiental (Guédez et al., 2003). De esta manera, la implementación de un MGA de forma correcta puede ofrecer un sinnúmero de ventajas, siendo las más comunes las que a continuación se presentan.

- Flexibilidad de adaptación al contexto de la empresa y su gestión; es decir, a la realidad que viven en el día a día cada una de ellas.
- Consistencia en la política de desarrollo sostenible, con las exigencias y regulaciones correspondientes.
- Eficiente uso de recursos que ayuden a disminuir los costos operativos que generan su funcionamiento.
- Disminución de riesgos y accidentes laborales durante los procesos de operación.
- Mejoramiento de la imagen ante la comunidad y los consumidores en general.
- Facilidad para conseguir permisos, seguros y otras autorizaciones que exija la ejecución de las operaciones (Rodríguez, 2017).

Biorremediación

La biorremediación representa un método que consiste en la utilización de procesos o actividad biológica de organismos vivos, pudiendo ser estos plantas y microorganismos que tienen la capacidad de descomponer o modificar ciertos contaminantes, convirtiéndolos en

sustancias inertes que no generan daño alguno al ecosistema (Sifuentes, 2014). Así también, las técnicas clásicas de biorremediación, pueden ser entendidas como procesos mediante los cuales los microorganismos que se hallan presentes en un determinado lugar producen la eliminación de ciertos contaminantes, pudiendo ser estas técnicas de dos tipos: bioaumento y bioestimulación, sin embargo, ambas cumplen las mismas funciones y pueden ser aplicadas in situ o ex situ (Acuña, Tonín, Díaz, Pucci y Pucci, 2012).

Asimismo, los procesos de biorremediación se han usado con éxito para tratar suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos del petróleo, solventes, explosivos, clorofenoles, pesticidas, conservadores de madera e hidrocarburos aromáticos

policíclicos, en procesos aeróbicos y anaeróbicos (Martínez, Pérez, Pinto, Gurrola y Osorio, 2011).

Clasificación de las técnicas de descontaminación

En la actualidad, existen diferentes técnicas que son utilizadas para llevar a cabo un proceso de recuperación de suelos contaminados, entre los cuales se puede destacar las técnicas físico-químico, biológico o térmico; las mismas que pueden ser ejecutadas en el lugar donde se registra tal contaminación a su vez a través de laboratorios estos procesos son conocidas técnicamente como “in situ” o “ex situ” (Moliterni, 2016). Bajo este contexto; a continuación, dentro de la tabla 1, se presenta de forma detallada las principales técnicas de descontaminación que son utilizadas con mayor frecuencia.

Tabla I.

PRINCIPALES TÉCNICAS DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS

Técnicas	Descripción	Lugar de descontaminación
Biológico	Se utiliza la diversidad metabólica de microorganismos o plantas para transformar los compuestos tóxicos en sustancias inocuas o menos agresiva.	In situ
		Biorremediación
		Fitorremediación
		Rizorremediación
		Microrremediación
		Bioventing
		Ex situ
		Biorreactores
		Biopila
		Compostaje
Landfarming		
Físico-químico	Se realiza la degradación o transporte de los contaminantes hacia otro medio físico o forma química menos agresiva.	In situ
		Oxidación Química
		Electrorremediación
		Extracción de vapores
		Enjuague de suelos
		Ex situ
		Extracción química
		Oxi-reducción Qca
Deshalogenación		
Lavado de suelos		
Térmico	Se realiza el calentamiento del suelo con el fin de aumentar la velocidad de volatilización de los compuestos semi volátiles y mejorar su extracción	In situ
		Vitrificación
		Pirolisis
		Ex situ
		Gases calientes
		Incineración
Pirolisis		
Desorción térmica		

Fuente: Adaptado de Moliterni, E. (2016) “Biorremediación acelerada de suelos contaminados con hidrocarburos tipo diésel”

En los actuales momentos es evidente la presencia de un amplio abanico de tecnologías que son utilizadas dentro del proceso de recuperación de suelos contaminados, algunos de estos tratamientos con una frecuencia habitual de aplicación y otras aún en fase experimental, diseñadas para eliminar las sustancias contaminantes alterando su estructura química mediante procesos generalmente químicos, térmicos o biológicos. Así pues, la aplicación de cada una de ellas, depende en gran medida de las características propias del suelo y del contaminante, de la eficacia esperada con cada tratamiento, de su viabilidad económica y del tiempo considerado para su posterior desarrollo (Reddy, Adams y Richardson, 1999).

Por otro lado, Ortíz, Sanz, Dorado y Villar (2007) establecen que la forma en que se apliquen las técnicas de recuperación de suelos puede ser a través de procedimientos *in situ*; es decir, aquellos tratamientos que operan sobre los contaminantes en el sitio en el que se encuentra el problema, mientras que los procedimientos *ex situ*, son aquellos que demandan de la excavación previa del suelo para iniciar su posterior tratamiento, esta actividad puede ser ejecutada en el lugar mismo, conocido como tratamiento *on-site* o a su vez puede ser ejecutado en instalaciones externas, sin embargo, para ello es necesario transportar del suelo contaminado, actividad que es conocido como tratamiento *off-site* (Ortiz et al., 2007).

A partir de lo expuesto en los epígrafes anteriores, los tratamientos aplicados en los suelos contaminados *in situ* demandan una complicación menor en relación a su manejo, sin embargo, por lo general estos procedimientos son más lentos y de difícil aplicación dada la dificultad de poner en contacto íntimo a los agentes de descontaminación con todo el volumen de suelo contaminado. Mientras que los tratamientos *ex situ*, generalmente demandan costos mayores, pero sus resultados son inmediatos, consiguiendo generalmente una recuperación más completa de la zona afectada (Hena, 2008).

Finalmente, en relación a los objetivos que se deseen conseguir a la hora de recuperar un suelo contaminado, Ortiz et. al. (2007) identifican tres técnicas que ayudan a conseguir tal acción: 1) técnicas de contención, que consiste en aislar el contaminante identificado en el suelo, sin embargo, no se puede actuar sobre este agente; dado que, de forma general interviene la aplicación de barreras físicas en el suelo, 2) técnicas de confinamiento, su función radica en reducir la

movilidad de los agentes contaminantes en el suelo, de modo que se restringe su migración actuando de forma directa sobre las condiciones fisicoquímicas, y 3) técnicas de descontaminación, su trabajo está encaminado a disminuir la concentración de los agentes contaminantes en el suelo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del presente estudio se dio mediante un enfoque cualitativo; es decir, se enfoca en comprender el fenómeno (contaminación del suelo por hidrocarburos), explorándolo desde la perspectiva de los participantes (habitantes del Campo Sacha) en su ambiente natural y en relación con el contexto. Asimismo, el diseño de investigación utilizado se centra en el diseño investigación – acción, que según Hernández y Mendoza (2018) es descrita como “la finalidad de la investigación – acción es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculada a un ambiente, frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas de acuerdo con el planteamiento”. A partir de aquello, esta investigación pretende, esencialmente propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia de su papel en este proceso de transformación. Por ello, implica la total colaboración de los participantes (habitantes del Campo Sacha) en la detección de necesidades, el involucramiento con la estructura a modificar, el proceso a mejorar, las prácticas que requieran cambiarse y la implementación de los resultados del estudio.

Es importante señalar también que la perspectiva que destaca la investigación – acción esta dado bajo la visión emancipadora, pues su objetivo va más allá de resolver problemas o desarrollar mejoras a un proceso, pretende que los participantes generen un profundo cambio social por medio de la investigación. El diseño no solo cumple funciones de diagnóstico y producción de conocimiento, sino que crea conciencia entre los individuos sobre sus circunstancias sociales y la necesidad de mejorar su calidad de vida.

III. RESULTADOS

De acuerdo al análisis del suelo efectuado en el Campo Sacha se presenta los siguientes resultados:

Tabla 2.

ANÁLISIS DEL SUELO DEL CAMPO SACHA

Ítems	Análisis solicitados	Unidad	Simic	S001	S002	S003	S004	S005	S006	Uso industria 13	Ecosistemas sostenibles 4
1	Cadmio	mg/kg	<0,1	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<10	<1
2	Niquel	mg/kg	15	0	12	12	15	18	18	<100	<40
3	Plomo	mg/kg	5.3	2.8	4.4	3.4	3.4	2.3	4.2	<500	<80
4	Hidrocarburos totales	mg/kg	10990	<50	185	184	<50	<50	<50	<4000	<1000
5	Hidrocarburos aromáticos	mgc/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<5	<1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.

MODELO OPERATIVO (MODELO DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL)

Etapas	Objetivo	Fases	Línea base	Indicador
Gestión del Talento Humano	Diseñar un modelo de gestión medio ambiental para optimizar el suelo contaminado del Campo Sacha con la participación de los habitantes de la comunidad	Difusión de capacitación	300 hombres y mujeres	# de personas que escucharon la información
		Capacitación	100 hombres capacitados	# de capacitados
Contingencia	Gestionar los suelos contaminados con hidrocarburos de manera que sean reutilizados	Diagnóstico	3 áreas afectadas	# de atención a contingencias
			66 derrames promedio mensual	
		Gestión	1 dique de contención (100m)	# de limpieza de derrame de hidrocarburos y/o químicos
			60% de contaminación 60% de dosificación	
Documentación	12 derramamientos graves de petróleo	# de informes mensuales		
	60% de material vegetal contaminado lavado			
Instrumentos de control	Promover el seguimiento y control del manejo de los suelos contaminados con hidrocarburos del Campo Sacha	Histórico	12 informes mensuales	# de instrumentos de registros históricos
		Distribución	3 informes técnicos	# de matrices de distribución
			2 actualizaciones de contingencia	
Control	0 instrumentos de antecedentes	# de matrices de control		

Fuente: Elaboración propia

Los hidrocarburos totales de la muestra en el uso agrícola son inferiores al límite de remediación de suelos, al igual que los hidrocarburos aromáticos, el cadmio, níquel y plomo tienen límites inferiores a los permitidos. En el caso del uso industrial los hidrocarburos totales de petróleo, los hidrocarburos aromáticos, el cadmio, el plomo y el níquel tienen el mismo nivel de aceptación en relación a los límites permitidos.

A continuación, dentro de la tabla 3, se presenta una posible solución al problema de los suelos contaminados que afecta a esta zona que sistematiza todos los aspectos de la gestión ambiental que permita optimizar el suelo contaminado del Campo Sacha, el mismo se enfoca directamente, en las etapas, objetivos, fases, línea base e indicadores.

Una vez establecido lo descrito en el epígrafe anterior, resulta necesario desarrollar cada una de las fases que se describen dentro del modelo operativo; donde, el primer punto a tratar se enfoca en la difusión del mensaje cuya finalidad recae en que los habitantes del Campo Sacha conozcan la importancia de la remediación de los suelos a través de un Modelo de Gestión, para ello, resulta necesario identificar el medio idóneo que ayude a comunicar esta actividad. Es por ello que a continuación, se establece el tema, medio, costo y responsable (tabla 4).

Tabla 4.

DIFUSIÓN DEL MENSAJE EN EL CAMPO SACHA

Tema	Medio	Descripción	Costo	Responsable
Comunicación de la capacitación a realizar sobre el tema de remediación de suelos	Radio	6 emisiones diarias, durante 1 mes	\$ 800,00	Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: elaboración propia

Para ejecutar la capacitación a los habitantes del Campo Sacha es necesario validar la información brindada a partir de una matriz de asistencia; para tener constancia de los temas discutidos y el conferencista a cargo.

Tabla 5.

CAPACITACIÓN A LOS HABITANTES DEL CAMPO SACHA

AGENDA DE ASISTENCIA

Título de la Conferencia:

Nombre del Conferencista:

Área:

Fecha:

Hora:

Nombre	Hora de llegada	Firma

Fuente: elaboración propia

Dentro de la etapa de contingencia se describe el procedimiento para contingencia y limpieza de derrames dentro del Campo Sacha, para lo cual se identifica en primera instancia los grupos interventores dentro del procedimiento (personal técnico, cuadrilla de contingencia y supervisor de seguridad, salud y ambiente). A continuación, dentro de la figura 2, se esquematiza el procedimiento diseñado.

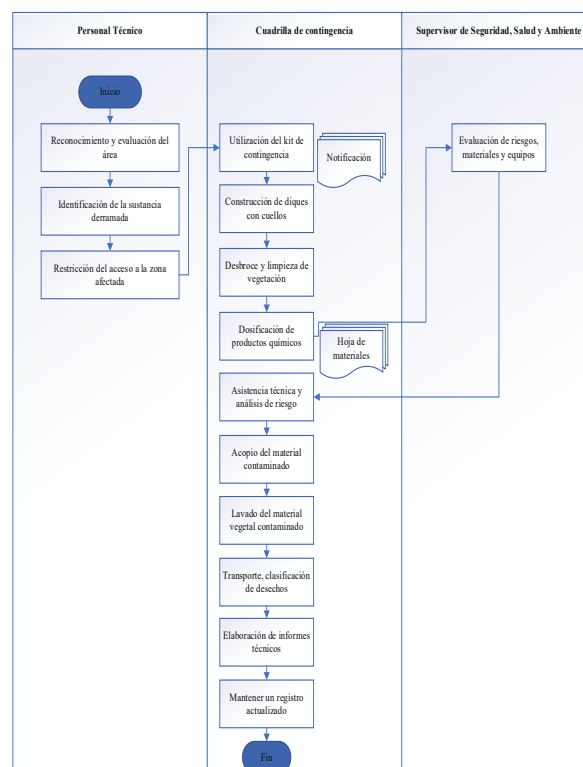


Figura 2. Procedimiento para contingencia y limpieza de derrames en el Campo Sacha

Fuente: elaboración propia

En definitiva, en relación al último punto del modelo

operativo se describen las diferentes matrices (histórico, distribución y control). La primera ayudará a determinar si se gestionó ordenadamente los derrames; es decir, si se intervino de forma adecuada en cuestión de remediación y limpieza del sitio afectado. En otras palabras, ayuda a determinar el peso, la cantidad del suelo y vegetación contaminada.

Tabla 6.

MATRIZ HISTÓRICA DE CONTAMINACIÓN

Lugar contaminado	Coordenada	Fecha	Causa

Fuente: elaboración propia

Para la distribución interna, de igual forma se presenta una matriz, la misma que sirve para determinar el sitio donde se produjo la contaminación y el destino donde se ubica el suelo contaminado, que generalmente llega a las piscinas de remediación en la operadora. En la primera columna se ubica la fecha en que se va a intervenir el suelo contaminado, en la segunda columna se escribe el lugar exacto donde se identifica el derrame, en la tercera columna se detalla a qué lugar se deposita el suelo según la operadora y finalmente en la última columna se detalle el tiempo que se demoró en gestionar todo el proceso (ver tabla 7).

Tabla 7.

DISTRIBUCIÓN INTERNA

Fecha	Sitio	Destino	Tiempo

Fuente: elaboración propia

Asimismo, para la distribución externa la matriz ayuda a determinar en cantidad los materiales, herramientas y equipos de protección personal a ser utilizados en un evento de derrame por el personal que interviene en el sitio de acción. Parte esencial requerida por el operador contratante del servicio. En la primera columna se detalla los consumibles, materiales, herramientas y EPP (equipo de protección personal) requeridos en el evento de derrame, en la segunda columna se escribe las unidades a utilizarse (sacos de absorbente, paquetes de guantes de vaqueta, tambores de biodegradable) para realizar el trabajo de limpieza, en la tercera columna se detalla la cantidad específica utilizada, dicho formato es manejado por el Ingeniero de Campo asignado al trabajo (ver tabla 8).

Tabla 8.

DISTRIBUCIÓN EXTERNA

Consumibles materiales / Herramientas / Epp	Unidad	Cantidad

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la matriz de significación y descripción de los aspectos e impactos ambientales del proceso diseñado ayudará a determinar el grado de contaminación que presenta el suelo en datos estadísticos, con el fin de poder fijar un rango máximo y mínimo de contaminación, de esta manera poder identificar qué grado y con qué urgencia gestionar el proceso, esta matriz únicamente puede ser llenado por el ingeniero de campo. Bajo este contexto, en la primera columna se detalla el paso del proceso, donde se irá describiendo las acciones que se van a desarrollar, en la segunda columna se escribe el aspecto o impacto; es decir, si existió un impacto grave, normal o bajo, en la tercera columna se detallará la descripción de los impactos; los mismos que pueden asociarse al ámbito social, ambiental o económico, en la cuarta columna se escribe la valoración del impacto, es decir con una ponderación del 100% se analiza la gravedad de impacto y según eso se valora con porcentaje, en la quinta columna se valora en cambio la gravedad de igual manera que se valoró la anterior columna el técnico tiene ya definido los rangos mínimos y máximos de valoración y según eso lo expresa en porcentaje y finalmente en la última columna se detalla el factor de significación donde según la zona se mide el nivel de significancia verificando el sitio donde más probabilidad tenga de riesgo de derrame (ver tabla 9).

Tabla 9.

MATRIZ DE SIGNIFICANCIA

Matriz de significación y descripción de los aspectos e impactos ambientales del proceso					
Sitio:		Fecha:			
Proceso principal:		Página:			
Pasos del proceso	Aspecto identificado	Descripción del impacto	Valoración del impacto	Valoración de la gravedad	Factor de significación

Fuente: elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

La contaminación del suelo en esta zona a causa del petróleo es amplia, lo que ha afectado de forma directa la producción agrícola y ganadera que constituyen las principales actividades económicas de este sector; dado que, al tener suelos infértiles impiden realizar cultivos y mantener a los animales; adicional a ello se produce un riesgo alto sobre la salud al tener tanto alimentos como agua contaminada Acuña, Figueroa y Wilches (2017).

El marco lógico del sistema de gestión ambiental está dirigida a la proyección de objetivos que puedan facilitar el diseño y diagnóstico de proyectos Córdoba (2016). Por lo que en este trabajo se parte desde el análisis del problema central abarcando aspectos como causas y efectos de los suelos contaminados con hidrocarburos

Por otro lado, a partir del modelo operativo diseñado surge la necesidad de plantear metas, actividades, tiempo de ejecución, responsables y el cronograma Galván y Reyes (2016). Inicialmente se han establecido cinco metas las cuales se enfocan en la difusión del mensaje a través de los medios idóneos, capacitación adecuada a los habitantes del Campo Sacha, reducción de la contaminación de los suelos, reutilización de los suelos con hidrocarburos y control eficiente de la contaminación de suelos.

En función a lo descrito por Ortiz, Sanz, Dorado y Villar (2007) se estableció diversas formas para recuperación de suelos, el más conocido y el de mayor efectividad es el “in situ”, por medio del cual se ejecuta un tratamiento para el suelo sobre los contaminantes. Por lo contrario, también existe los procedimientos ex situ, por medio del cual es muy necesario una excavación previa del suelo para iniciar su posteriormente con el tratamiento.

V. CONCLUSIONES

Un Modelo de Gestión Medioambiental constituye un procedimiento que ayuda a una empresa a controlar los procesos susceptibles de causar daños al medio ambiente, disminuyendo en lo posible los impactos ambientales que generan sus operaciones y mejorando el rendimiento en relación a los procesos a ejecutar.

En relación al tratamiento de suelos contaminados, en la actualidad se han identificado varios métodos, los mismos que son utilizados de forma habitual y otros

que aún se encuentran en etapas de pruebas, bajo este contexto entre las principales técnicas de descontaminación de suelos se encuentran: los tratamientos biológicos, tratamientos físico-químico y tratamientos térmico, pudiendo ser utilizados según la necesidad, el tiempo y la disponibilidad económica en el lugar mismo de afectación, es decir in situ o a través de la excavación para su posterior tratamiento en instalaciones externas conocido como ex situ.

Como se detalló en el epígrafe anterior, existen diferentes técnicas para descontaminar el suelo; sin embargo, para el caso específico del Campo Sacha, la técnica más idónea para tratar el suelo contaminado es la biológica; es decir, hacer uso de la diversidad metabólica de microorganismos o plantas para transformar los compuestos tóxicos en sustancias inocuas debido a que es la que comúnmente se emplea y no representa mayores costos.

Finalmente, el Modelo de Gestión Medioambiental diseñado se enfoca en un modelo operativo que contiene diferentes actividades, mismas que fueron desarrolladas para optimizar el suelo contaminado del Campo Sacha.

VI. REFERENCIAS

- Acuña, A. J., Tonín, N. L., Díaz, V., Pucci, G. N., y Pucci, O. H. (2012). Optimización de un sistema de biorremediación de hidrocarburos a escala de laboratorio. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 13(1), 105–112.
- Acuña, N., Figueroa, L., y Wilches, M. J. (2017). Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 25(1), 143–153. doi.org/10.4067/S0718-33052017000100143
- Bardales Lozano, A. del C. (2014). *Cuantificación, caracterización y transporte de residuos sólidos peligrosos y no peigrosos producidos por actividades industriales, en el departamento de Lima, Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Córdoba Dúran, V. (2016). *Implementación del proceso de gestión ambiental en la exploración de bloques evaluados para extracción de recursos minerales (gas natural y petróleo)* (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia.
- Galván Rico, L., y Reyes Gil, R. (2016). Algunas

- herramientas para la prevención, control y mitigación de la contaminación ambiental. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 13(53), 287–294.
- Guédez Mozur, C., Armas Hernández, D., Reyes Gil, R., y Galván Rico, L. (2003). Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional. *Interciencia*, 28(9), 528–533.
- Henaó Leal, J. M. (2008). *Planificación del sistema de gestión ambiental para la empresa Petroleum Equipment Internacional Ltda, Bogotá*. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.
- Heras, I., Arana, G., Díaz de Junguitu, A., Espí, M., y Molina, J. F. (2008). *Los sistemas de gestión medioambiental y la competitividad de las empresas de la CAPV*. Bilbao, España: Deusto.
- Hernández Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México: McGrawHill.
- López Jara, A. A., Calle Samaniego, D. B., y Molina Benalcázar, A. M. (2017). Análisis del uso de las herramientas de gestión ambiental en las empresas comerciales del cantón Morona. *Revista Killkana Sociales*, 1(3), 45–52.
- Martínez, J. F. (2008). *Sistemas De Gestión Medioambiental* (tesis de pregrado). Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Martínez Prado, A., Pérez López, M. E., Pinto Espinoza, J., Gurrola Nevárez, B. A., y Osorio Rodríguez, A. L. (2011). Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos empleando todos los residuos como fuente alterna de nutrientes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(3), 241–252.
- Moliterni Merlo, E. (2016). *Biorremediación acelerada de suelos contaminados con hidrocarburos tipo diésel* (tesis de pregrado). Universidad de Castilla La Mancha, Ciudad Real, España.
- Montiel Morán, M. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 para Industrial Pesquera Santa Priscila S. A* (tesis de posgrados). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.
- Ortíz Bernad, I., Sanz García, J., Dorado Valiño, M., y Villar Fernández, S. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*. Madrid, España: Citme.
- Pousa Lucio, X. M. (2006). *ISO 14001: Un Sistema de Gestión Medioambiental*. Madrid, España: Ideaspropias Editorial.
- Reddy, K., Adams, J., y Richardson, C. (1999). Potential technologies for remediation of brownfields. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, 3(2), 61–68. doi.org/10.1061/(asce)1090-025x(1999)3:2(61)
- Rodríguez Benítez, L. G. (2017). *Estructura de los sistemas de gestión ambiental, aplicables a la industria petrolera* (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.
- Rojas Ahumada, D. P. (2014). *Modelo para la implementación de un sistema de gestión integral alineado a la estrategia empresarial de la organización* (tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Scavino Vargas, S. B. (2014). *Cuantificación y caracterización de residuos sólidos producidas en la actividad petrolera - trompeteros (lote 8) de la región Loreto, Perú* (tesis de posgrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
- Setiani, O. (2014). Environmental management system of petroleum industries: A case study of oil and gas exploration in the Zamrud Field Conservation Areas. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 3(1), 5–7. doi.org/10.14710/JKLI.3.1.5 - 7
- Sifuentes Vásquez, E. M. (2014). *Producción de inóculo de *Pleurotus ostreatus* para uso en biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo* (tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Vizúete García, R. A. (2016). *Remediación socio ambiental y su incidencia en suelos contaminados con hidrocarburos en el Campo Sacha en el año 2015* (tesis de posgrado). Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador.