

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE GAS

IMPLEMENTATION OF A SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IN A GAS PLANT

C. Chang Velázquez¹

M. de los A. López Arroyo²

C. A. Contreras Aguilar³

C. O. Carballo Juárez⁴

RESUMEN

El presente estudio muestra el procedimiento para dar cumplimiento a normativas en materia de seguridad industrial, uno de los aspectos fundamentales en la formación de ingenieros mediante un análisis realizado en una Planta de Distribución de gas L.P. ubicada en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, México. El objetivo fue realizar un diagnóstico y analizar el cumplimiento de las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG), específicamente en materia de Responsabilidad Civil (RC) y Responsabilidad por Daño Ambiental (RA) mediante el Software SCRI-FUEGO 2.2., así como la actualización y evaluación de la documentación relacionada con el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA). El estudio fue de alcance descriptivo-explicativo, de diseño no experimental. El trabajo realizado permitió a la empresa contar con las herramientas necesarias para asegurar el cumplimiento normativo, minimizar riesgos operativos y proteger tanto a la población como al medio ambiente. Así mismo, se identificó la importancia para las empresas contar con ingenieros competentes en materia de seguridad industrial, lo cual, marca la pauta para el diseño de contenido curricular en las instituciones.

ABSTRACT

This study demonstrates the procedure for complying with industrial safety regulations, one of the fundamental aspects of engineering training, through an analysis conducted at an LP gas distribution plant located in Tapachula, Chiapas, Mexico. The objective was to diagnose and analyze compliance with General Administrative Provisions (GAP), specifically regarding Civil Liability (CLI) and Environmental Damage Liability (ED), using SCRI-FUEGO 2.2 software. The study also included updating and evaluating documentation related to the Industrial Safety, Operational Safety, and Environmental Protection Management System (SASISOPA). The study was descriptive and explanatory in scope and had a non-experimental design. The work provided the company with the necessary tools to ensure regulatory compliance, minimize operational risks, and protect both the public and the environment. Likewise, the importance for companies to have competent engineers in industrial safety was identified, which sets the tone for the design of curricular content in institutions.

ANTECEDENTES

Uno de los factores más importantes en la competitividad de las empresas es la seguridad industrial, ya que esta garantiza un producto o servicio que contemple el mínimo riesgo tanto del trabajador como del producto o servicio mismos (Valdez, 2010). En ese sentido, es evidente la necesidad de que los estudiantes de ingeniería cuenten con las herramientas necesarias para realizar la implementación de sistemas de gestión de calidad, ambiental,

¹ Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. cchangv9@gmail.com

² Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. mariadelosangeles.lopezarroyo21@gmail.com

³ Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. coac22@gmail.com

⁴ Ingeniero Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. industrial@tapachula.tecnm.mx

seguridad, entre otros. En el área de ingeniería industrial del Tecnológico Nacional de México, Campus Tapachula durante la formación profesional de ingenieros se dota a los estudiantes de las herramientas que comprende la ingeniería de calidad, ya que esta les permitirá diseñar, mejorar y optimizar procesos productivos (Cruz, López y Ruiz, 2017).

En México, la legislación establece de carácter obligatorio que todas las empresas dedicadas a la distribución de gas licuado de petróleo deben contar con un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) (Moguel y Pérez, 2023). El sistema es regulado por la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) cuyo objetivo es proteger a las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos mediante la regulación y supervisión de la Seguridad Industrial y Seguridad Operativa; las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y el control integral de los residuos y emisiones contaminantes (Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA], 2022).

Estos sistemas se conceptualizan según el Diario Oficial de la Federación (DOF) (2017, p.1) como:

“un conjunto integral de elementos interrelacionados y documentados cuyos propósitos son la prevención, el control de los procesos y la mejora del Desempeño de una Instalación o conjunto de ellas en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de Protección al Medio Ambiente en el Sector y, en la práctica, los Sistemas son evolutivos y dinámicos, pues requieren responder con rapidez y eficacia a las variables e imponderables que puedan presentarse durante todo el ciclo de vida de las instalaciones y las actividades del Regulado”.

Por lo anterior, el presente estudio, realizado en una planta de distribución de Gas L.P. ubicada en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, México; muestra el procedimiento seguido para la aplicación y cumplimiento de la normativa referente al SASISOPA, el objetivo fue realizar una revisión y actualización de sus formatos que incluyó los relacionados a la prevención de incidentes, la gestión de emergencias y en la protección del medio ambiente.

Así mismo, se evaluaron que las condiciones de la empresa en referencia a la contratación de seguros cuya obligatoriedad se establece en la DACG (Disposiciones Administrativas de Carácter General) cumplan con los montos asegurados en materia de RC y RA, para ello se utilizó el Software SCRI-FUEGO 2.2.

El SASISOPA se conforma por 18 elementos interrelacionados que funcionan a través del ciclo de mejora continua, para ser ejecutados durante la vida del proyecto, los cuales se presentan en la Figural y Figura 2 (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente [ASEA], 2018).

Figura 1. Elementos 1 a 10 que conforman SASISOPA.

1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> La política de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> La evaluación de la integridad física y operativa de las instalaciones mediante procedimientos, instrumentos y metodologías reconocidos en el sector hidrocarburos 	<ul style="list-style-type: none"> La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios de riesgos.
4	5	6
<ul style="list-style-type: none"> La identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> El establecimiento de objetivos, metas e indicadores para evaluar el desempeño en seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente, así como de la implementación del sistema de administración 	<ul style="list-style-type: none"> La asignación de funciones y responsabilidades para implementar, administrar y mejorar el propio sistema de administración
7	8	9
<ul style="list-style-type: none"> El plan general de capacitación y entrenamiento en seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> El control de actividades y procesos 	<ul style="list-style-type: none"> Los mecanismos de comunicación, difusión y consulta, tanto interna como externa

Figura 2. Elementos 10 a 18 que conforman SASISOPA.

10	11	12
<ul style="list-style-type: none"> Los mecanismos de control de documentos 	<ul style="list-style-type: none"> Las disposiciones para los contratistas en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> Los lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencia.
13	14	15
<ul style="list-style-type: none"> Los procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Los mecanismos para el monitoreo, verificación y evaluación de la implementación y desempeño del propio sistema de administración 	<ul style="list-style-type: none"> Los procedimientos para la ejecución de auditorías internas y externas, así como para el seguimiento de atención a incumplimientos detectados
16	17	18
<ul style="list-style-type: none"> Los aspectos legales y normativos internos y externos de las actividades de los Regulados en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y de protección al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> La revisión de los resultados de la verificación 	<ul style="list-style-type: none"> El informe periódico del desempeño en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente

En las empresas contar con un SASISOPA contribuye en la reducción de los riesgos para trabajadores, quejas, pago de primas de seguros y mala imagen; protección de trabajadores mediante el aseguramiento de las condiciones físicas; aumento en su competitividad y su permanencia en el mercado (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente [ASEA], 2018).

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación: El estudio fue de tipo inductivo, se utilizó un cuestionario como método de recolección de información, se analizó el caso particular de la empresa y sobre este se formuló el diagnóstico y se elaboraron las propuestas de mejora (Hernández, et al., 2014) (Dávila, 2006).

Alcance de la investigación: El estudio fue de alcance descriptivo-explicativo por qué el interés se centró en analizar en qué condiciones se encuentra la empresa respecto a la implementación del SASISOPA; así como a identificar si la empresa cumple con los requisitos que estipulan las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) en materia de RC y RA y con ello realizar propuestas de mejora (Hernández, et al., 2014) (Rodríguez, 2020).

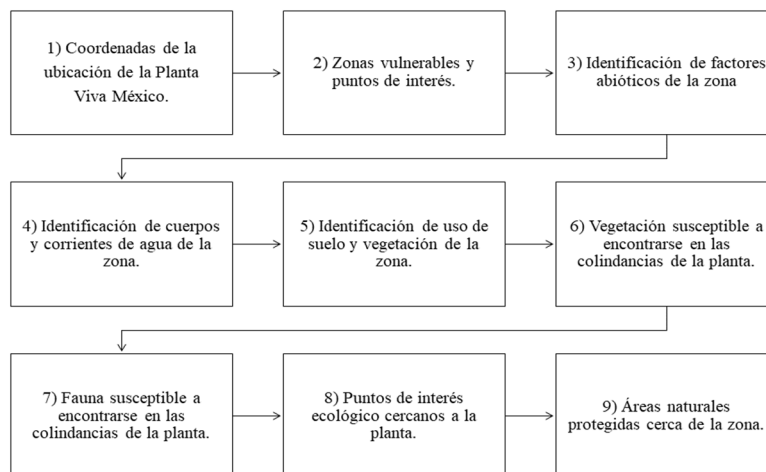
Diseño de la investigación: El estudio fue de diseño no experimental ya que no se manipularon variables, por el contrario se analizaron en su contexto natural y se analizaron; en este caso se evaluó el grado de implementación del SASISOPA y de la situación actual de la empresa para cumplir con las pólizas de seguro estipulados como requisito obligatorio en las DACG (Hernández, et al., 2014).

Unidad de análisis: La unidad de análisis fue una empresa Chiapaneca dedicada a la venta y distribución de Gas L.P. en las modalidades de portátil, estacionario y carburación en toda la región del soconusco con 58 años de experiencia en la industria del Gas LP y presencia en gran parte del Estado de Chiapas, actualmente es la empresa líder en la región gracias a su permanente compromiso con el mercado chiapaneco y su atención eficiente a la indispensable agro-industria chiapaneca.

Para identificar el cumplimiento de las pólizas de seguros se llevó a cabo un diagnóstico detallado que incluyó la evaluación de escenarios catastróficos, la estimación del valor económico en materia de Responsabilidad Civil (RC) y Responsabilidad por Daño Ambiental (RA), se identificaron áreas vulnerables, factores ambientales y datos sociodemográficos relevantes alrededor de la planta; los cuales se introdujeron al Software SCRI-FUEGO 2.2.

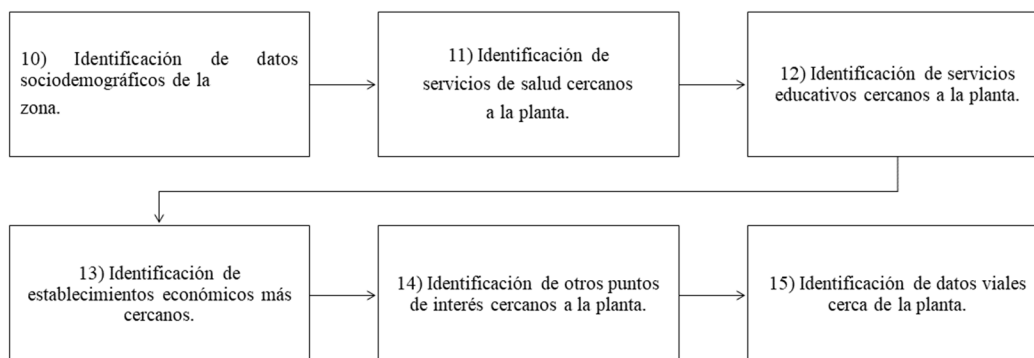
A continuación, se presentan los diagramas donde se observan los pasos de las actividades realizadas para la elaboración del diagnóstico de la DACG referente a la contratación de seguros que se efectuó a través de veinte pasos, los cuales se muestran en las figuras 2, 3 y 4. En la Figura 3, se muestra el procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad por daño ambiental, el cual inicia con la determinación de las coordenadas de la ubicación de la planta y concluye con la identificación de las áreas naturales protegidas cercanas a la zona.

Figura 3. *Procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad por daño ambiental.*

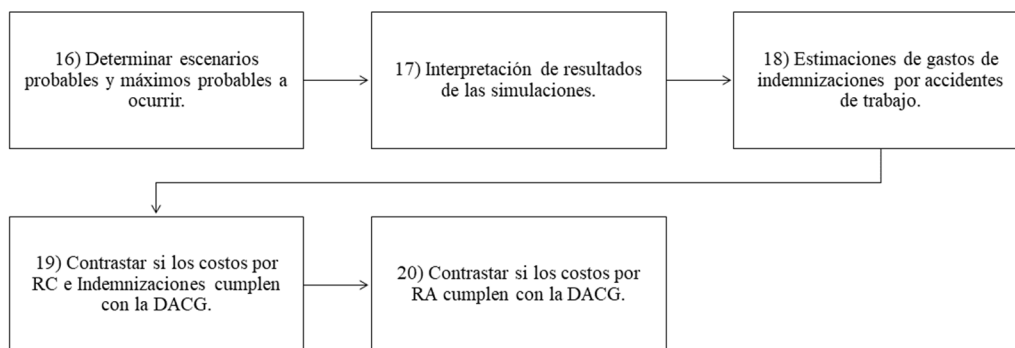


En la Figura 4 podemos observar el procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad civil, el cual inicia con la identificación de datos sociodemográficos de la zona y termina con la identificación de datos viales cerca de la planta.

Figura 4. *Procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad civil.*



En la figura 5 vemos el procedimiento para el cálculo de costos totales, el cual tiene como inicio determinar escenarios y máximos probables a ocurrir, y finaliza con Contrastar si los costos por RA cumplen con la DACG.

Figura 5. *Procedimiento para el cálculo de costos totales.*

Finalmente, se revisaron los 18 elementos del SASISOPA para garantizar su alineación con las normativas aplicables, incluyendo aspectos de seguridad, gestión de riesgos y control operativo.

RESULTADOS

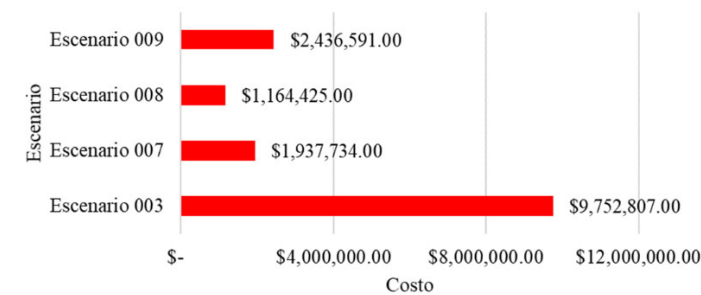
A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico realizado para verificar el cumplimiento de la normativa en materia de seguros, los resultados de las simulaciones realizadas en Software SCRI-FUEGO 2.2. para obtener el cálculo de costos totales para determinar si se cumple con las DACG, se presentan a continuación.

El software realiza la simulación acorde a los escenarios máximos probables siguientes:

1. **Escenario 003.** BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de su integridad mecánica.
2. **Escenario 007.** Fuga de GLP del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg.
3. **Escenario 008.** Fuga de GLP a través del sello mecánico de la bomba de trasiego en el auto - tanque
4. **Escenario 009.** Fuga de GLP debido al desfogue de la válvula de relevo de presión de un auto – tanque.

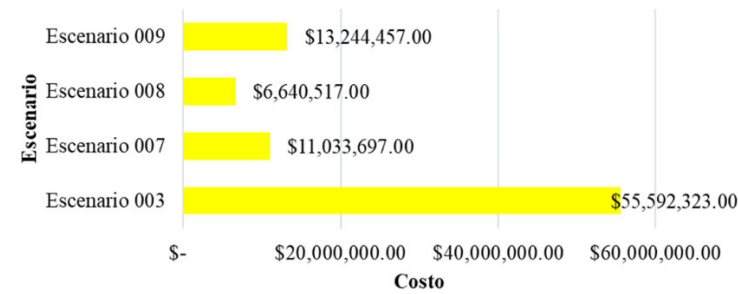
Con relación a los costos de responsabilidad ambiental el software arrojó los resultados que se muestran resumidos en la Figura 6, en ella se observa que el costo mínimo que se cubriría es de \$1,164,425.00 que corresponde al escenario 008 y el máximo que se cubriría es de \$9,752,807.00 que corresponde al escenario 003.

Figura 6. Costos por daños de responsabilidad ambiental.



Con relación a los costos de responsabilidad civil el software arrojó los resultados que se muestran resumidos en la Figura 7, en ella se observa que el costo mínimo que se cubriría es de \$6,640,517.00 que corresponde al escenario 008 y el máximo que se cubriría es de \$55,592,323.00 que corresponde al escenario 003.

Figura 7. Costos por daños de responsabilidad civil.



Asimismo, el software realiza el cálculo de los costos totales por concepto de gastos funerarios, atención sanitaria por quemaduras, indemnizaciones por accidentes de riesgo de trabajo e indemnizaciones por escenarios, los cuales se presentan en la Tabla 1 y cuyo costo total es de \$ 56,856,148.00.

Tabla 1. Costos totales de indemnizaciones.

Escenario	Costo total de gastos funerarios	Costo total para atención sanitaria por quemaduras	Costo total de indemnizaciones por accidentes de riesgo de trabajo	Costo total de indemnizaciones por escenarios
003	\$900,000.00	\$1,988,089.00	\$21,446,800.00	\$ 24,334,889.00
007	\$375,000.00	\$700,491.00	\$9,029,515.00	\$10,105,006.00
008	\$300,000.00	\$653,020.00	\$7,228,779.00	\$8,181,799.00
009	\$525,000.00	\$1,110,271.00	\$12,599,183.00	\$14,234,454.00
Costo total de indemnizaciones				\$ 56,856,148.00

Con los datos obtenidos en el software se realizó la contrastación con los seguros que cuenta la empresa en conjunto de RC y RA y se determinó que el valor de aseguramiento es mucho más grande que el límite mínimo de aseguramiento que se calculó, por esto los indicadores de RC y RA si cumpliría con la DACG.

En relación a la formatería del SASISOPA, la verificación que se determinó que la política cumple con los lineamientos de la DACG; la empresa ya cuenta con un documento de identificación de peligros y aspectos ambientales, análisis de riesgo y evaluación de impactos ambientales, pero debido a que la agencia solicita la información en el primer trimestre de cada año, se actualizaron los listados de peligros y aspectos ambientales, así como el listado de los riesgos y los aspectos ambientales significativos a controlar. De igual forma se revisaron y actualizaron las listas de los requisitos legales vigentes y otros requisitos aplicables a los procesos y a las actividades de la empresa, como lo son las NOM, Leyes, Reglamentos, Disposiciones Administrativas de Carácter General, entre otras, ya que se deben revisar si aún están vigentes.

En relación con los objetivos, metas e indicadores la empresa cuenta con estos documentos, pero se hizo la revisión de cada uno para corroborar que cumplieran con los parámetros, se verificó la designación documental del representante técnico del regulado ante la agencia, con relación a la competencia del personal, capacitación y entrenamiento se evaluaron los puntos relacionados con los temas de capacitación y se verifico contar con el formato correcto y los temas se actualizaron. Con relación al punto comunicación, participación y consulta se realizó la actualización del formato de registro de atención, respuesta y seguimiento de solicitudes, necesidades de información, quejas y sugerencias relacionadas al Sistema de Administración.

En referencia al control de documentos y registros se realizó una evaluación del formato actual. En el punto Mejores prácticas y estándares se realizó una revisión y actualización de los puntos dentro del listado de mejores prácticas y estándares actual de la empresa. En el punto de Control de actividades y procesos se realizó la evaluación del formato de descripción de los criterios y controles de operación. En el aspecto de Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad se revisó y se reestructuro el programa de mantenimiento, calibración, certificación, verificación, inspecciones y pruebas de equipos críticos. En el rubro de seguridad de contratistas se evaluó como primera parte la carta responsiva de las actividades de los contratistas, la cual si contiene lo necesario para cumplir con lo establecido.

En el requisito de preparación y respuesta a emergencias se realizaron los planes de atención y respuesta a emergencias, y programa de simulacros. En el requisito de monitoreo, verificación y evaluación se realizó un programa para poder medir el desempeño. En el punto de auditorías se evaluaron los formatos, con base a los puntos que se evalúan, los cuales contempla cada apartado del SASISOPA. En el aspecto de investigación de incidentes y accidentes el formato actual que se tiene es el que estableció la agencia por lo que no se realizó ningún cambio. En el apartado de revisión de resultados se evaluó el formato de revisión de resultados y se observó que cuenta con todo lo solicitado. Y finalmente en el

punto Informes de desempeño se rediseño el formato de evaluación de desempeño actual de la empresa para poder distinguir los resultados de una mejor manera.

Los resultados obtenidos demuestran las competencias adquiridas por los ingenieros y su capacidad para el diseño e implementación de sistemas de seguridad, aspecto fundamental para la competitividad empresarial, con lo cual se refuerza la necesidad de incluir temas de normativa laboral en la formación de ingenieros.

CONCLUSIONES

Con base a los cálculos realizados los valores mínimos a contratar serían por Responsabilidad Civil y Responsabilidad por daño Ambiental se concluye que la empresa cumple con los lineamientos marcados por las DACG en relación a la contratación de seguros, haciendo énfasis en que la contratación de una póliza de seguro que incluya estos conceptos no limita la responsabilidad de la empresa en estudio, quien deberá pagar todos aquellos daños o perjuicios causados por la actividad de distribución de Gas L.P. por medio de planta de distribución y a través de los vehículos de reparto y auto-tanques.

La DACG SASISOPA constituye una herramienta esencial para garantizar la seguridad industrial, la seguridad operativa y la protección del medio ambiente en las actividades relacionadas con la distribución y manejo de sustancias peligrosas, como es el caso del Gas L.P, en el presente estudio se concluye que la empresa cuenta con los requisitos del sistema, sin embargo, se requirió de una actualización de diversos formatos.

Este trabajo permitió a la empresa contar con las herramientas necesarias para asegurar el cumplimiento normativo, minimizar riesgos operativos y proteger tanto a la población como al medio ambiente. Asimismo, se identificaron áreas de oportunidad para implementar durante la formación profesional como lo son inducir a los estudiantes para la obtención de certificaciones CONOCER para reforzar sus capacidades y sustentar aún más su experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente. (s. f.). *SASISOPA para actividades de expendio y distribución al público*. <https://www.gob.mx/asea/acciones-y-programas/sasisopa-para-actividades-de-expendio-y-distribucion-al-publico>

Cruz Medina, F. L., López Álvarez, A. del P., & Ruiz Colorado, C. (2017). Sistema de gestión ISO 9001:2015: Técnicas y herramientas de ingeniería de calidad para su implementación. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 17(1), 59–69. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/5306

Diario Oficial de la Federación. (2017, 16 de junio). *Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) aplicables a las actividades del sector hidrocarburos*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5487227&fecha=16/06/2017

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education. (Ficha bibliográfica y ejemplares de la 6.^a ed.)
- Cámara de Diputados. (2022). *Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos* (última reforma publicada en el DOF el 11 de mayo de 2022). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI.pdf>
- Moguel, A., & Pérez, P. (2023). Implementación de un SASISOPA en una empresa distribuidora de gas licuado de petróleo. *Reaxion. Revista de Divulgación Científica*, 10(3). http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Implementacion_de_un_SASISOPA_en_una_empresa_distribuidora_de_gas_licuado_de_petroleo.html
- Rodríguez Sánchez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik Soluciones Educativas. (ISBN 978-607-868-2225).
- Valdez Zegarra, R. A. (2010). La seguridad industrial como factor intrínseco de la competitividad. *Perspectivas*, (25), 153–168. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425942454008>