UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANÁLISIS DE RIESGOS EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE LA AVENIDA ALBERTO ZAMBRANO DE LA CIUDAD DE PUYO.

AUTOR(ES):

Erick Samuel Chicaiza Abad

DOCENTE - TUTOR:

Msc. María Augusta Guadalupe Alcoser

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Cumple

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	20/25	A pesar de haber mejorado respecto a la versión anterior, los resultados presentados no reflejan de manera óptima el procedimiento indicado en la metodología para determinar los procesos iniciadores, lo cual puede haber incidido en excluir posibles eventos en el análisis de riesgos.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	cumple
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple
VALORACIÓN TOTAL	95/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95/100

Atentamente,



Leo Maximiliano Rodríguez
Badillo
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 25 días del mes de Febrero de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título va acorde a la investigación realizada.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	La información es clara y precisa.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Describe la relevancia del tema para el problema que desarrolla.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Desarrolla el marco teórico de acuerdo a la introducción realizada y de acuerdo a los términos de estudio realizados.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Los resultados son el reflejo de una investigación realizada y van acorde a los objetivos planteados.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Conclusiones también acordes a los objetivos planteados.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con las normas APA.
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	x
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JENIFER GABRIELA ERAZO ALBAN

JENIFER GABRIELA ERAZO ALBÁN.

Dado en la ciudad de Puyo, a los 25 días del mes de Febrero de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Puyo, 03 de febrero de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Erick Samuel Chicaiza Abad, con C.I. 1600788184, con el Tema: "**Análisis de riesgos ambientales en las estaciones de servicio de la avenida Alberto Zambrano de la ciudad de Puyo**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, María Augusta Guadalupe Alcoser, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 9%, Informe generado con fecha 03 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA AUGUSTA GUADALUPE ALCOSER

Ing. María Augusta Guadalupe Alcoser M.Sc

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Chicaiza Abad Erick Samuel.docx (D127001378)
Submitted	2022-02-04T03:11:00.0000000
Submitted by	María Augusta Guadalupe Alcoser
Submitter email	ma.guadalupea@uea.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	ma.guadalupea.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**Corregido - APAE.docx** Document Corregido - APAE.docx (D80225948)	3
W	URL: https://1library.co/article/evaluaci%C3%B3n-del-riesgo-ambiental-riesgo-ambiental.yeewe61y Fetched: 2021 09-16T23:53:37.5230000	3
W	URL: https://www.slideshare.net/PROBIENJL3/evaluacion-de-riesgos-ambientales Fetched: 2019 11-19T02:55:56.9300000	6
SA	**WILMER CORDERO MSST.docx** Document WILMER CORDERO MSST.docx (D53127279)	2
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / CHICAIZA-ERICK-TRABAJO-PPP1-2021-2021.docx** Document CHICAIZA-ERICK-TRABAJO-PPP1-2021-2021.docx (D110456302) Submitted by: amb2017020@uea.edu.ec Receiver: atasambay.uea@analysis.urkund.com	5
SA	**para URKUND.pdf** Document para URKUND.pdf (D43331373)	1

Análisis de riesgos ambientales en las estaciones de servicio de la avenida Alberto Zambrano de la ciudad de Puyo

Erick Chicaiza Abad 1[1]
amb2017020@uea.edu.ec

María Guadalupe Alcoser, M.Sc [2]
ma.guadalupea@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida,

Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

En la presente investigación se analiza y evalúa los riesgos ambientales en las estaciones de servicio de la Av. Alberto Zambrano de la ciudad de Puyo. La metodología de investigación está basada en la Norma Española UNE 150008:2008 para evaluar el nivel de riesgo ambiental en los diferentes entornos (natural, humano y socioeconómico). Por otra parte, los riesgos más relevantes en las estaciones de servicio son: incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos. Además, mediante el software ALOHA se realiza la simulación de los escenarios de riesgo con mayor impacto en la población y el medio ambiente, de esta manera conocer las áreas de mayor afección como las áreas seguras. Por consiguiente, las estaciones de servicio, Sindicato de Choferes Pastaza No 1 y La Unión presentan áreas con mayor afectación, mientras que la estación de servicio Puyo posee las áreas con menor afectación. De este modo, la investigación permitirá a las autoridades competentes fortalecer la capacidad de respuesta ante este tipo de amenazas.

Palabras Clave*:* riesgos ambientales, estaciones de servicio, UNE 15000:20008, ALOHA.

Abstract

This research analyzes and evaluates the environmental risks in the service stations of Alberto Zambrano Avenue in the city of Puyo. The research methodology is based on the Spanish Standard UNE 150008:2008 to evaluate the level of environmental risk in different environments (natural, human and socioeconomic). On the other hand, the most relevant risks in service stations are: puddle fire, bleve and emission of toxic gases. In addition, by means of the ALOHA software, the simulation of the risk scenarios with the greatest impact on the population and the environment is carried out, in order to know the areas of greatest affection as well as the safe areas. Consequently, the service stations Sindicato de Choferes Pastaza No 1 and La Unión have the most affected areas, while the Puyo service station has the least affected areas. Thus, the investigation will allow the competent authorities to strengthen their response capacity to this type of threat.

Keywords*:* environmental risks, service stations, UNE 15000:20008, ALOHA.

1. INTRODUCCIÓN

Toda empresa u organización independientemente su actividad y tamaño está expuesta al riesgo ambiental. Por otra parte, el riesgo ambiental se define como la probabilidad que se materialice un evento adverso, el cual genera impacto negativo en el entorno natural, humano y socioeconómico (Catillo, 2018). Además, pueden generarse por fenómenos naturales o por la acción humana. Por otra parte, la mayoría de los riesgos se producen en áreas pobladas, pues, el deficiente ordenamiento territorial influye en la generación de asentamientos humanos en las inmediaciones de las empresas u organizaciones.

La principal actividad de una estación de servicio (ES) es la comercialización de combustibles (diésel, extra y super) al público en general. Por otra parte, en la fase de operación de una estación de servicio los riesgos más frecuentes son: fugas, derrames, explosiones e incendios. En general, "este tipo de eventos está conectado con fallos en sistemas tecnológicos o industriales, descuido, falta de mantenimiento, errores de operación, fatiga de materiales o mal funcionamiento mecánico" (Del Sole, 2019, p. 9).

A nivel mundial las estaciones de servicio son consideradas como actividades de alto impacto. En primer lugar, los combustibles contienen compuestos orgánicos volátiles (COVs), cuyas características son: inflamables, explosivas, toxicas, nocivas, entre otras. En segundo lugar, estos establecimientos generan residuos peligrosos que afectan la salud de las personas y el ambiente (Chumpitaz, 2017). En tercer lugar, la esporádica capacitación al personal laboral aumenta la probabilidad de accidentes en las instalaciones.

En Latinoamérica los principales riesgos que afectan la seguridad de los servicios en las gasolineras se generan por la desorganización en las actividades y la falta de limpieza del establecimiento (Vasquez, 2020). Por lo que, se producen escenarios de riesgos que afectan a los entornos. Por otra parte, altos niveles de contaminación ambiental deterioran la salud de la población que habita cerca de las instalaciones (Mejía, Ortega y Martínez, 2017).

A nivel nacional según la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (2018) menciona que la distancia a otros establecimientos de distribución de hidrocarburos es de 3 kilómetros en área o zonas urbanas, mientras que en zonas rurales será de 10 kilómetros. Sin embargo, en la actualidad las estaciones de servicio de estudio no cumplen los criterios establecidos en la normativa. Por tanto, en caso de un accidente los impactos tendrán un mayor nivel de afectación en la población y el medio ambiente.

A nivel local no se realizan estudios de riesgos ambientales en las estaciones de servicio, por tanto, un estudio de riesgo ambiental facilitará a las autoridades competentes la toma de decisiones para prevenir y mitigar potenciales escenarios de riesgos. De este modo, garantizar la protección del ambiente y salud de la población.

De acuerdo con Rodríguez (2017) en su trabajo "Gestión del riesgo ambiental en almacenamiento y comercialización de productos químicos", menciona que la metodología propuesta por la Norma Española UNE 150008:2008 abarca un análisis del riesgo ambiental completo. Pues, identifica, analiza y evalúa el riesgo ambiental presente en la empresa u organización. En primer lugar, se valora la probabilidad de ocurrencia de los escenarios de

riesgo. En segundo lugar, se determina la gravedad de las consecuencias en los diferentes entornos. En tercer lugar, se estima el nivel de riesgo ambiental de la empresa u organización.

Por otra parte, Jiménez (2018) en su trabajo "Aplicación informática para el análisis cuantitativo de riesgo ante posibles incendios", señala que las consecuencias más comunes por riesgo ambiental son: pérdida de vidas humanas, pérdidas económicas y deterioro de la salud humana. Por otra parte, en la actualidad varios organismos gubernamentales realizan el análisis del riesgo mediante softwares informáticos, de esta manera, determinan la magnitud del riesgo de forma rápida y sencilla. De la misma forma, ALOHA es un software desarrollado por el gobierno de los Estados Unidos para identificar la magnitud del impacto por sustancias químicas en el ambiente.

Por otra parte, Cruz y Fonseca (2020), en su investigación "Estimación de las concentraciones causadas por una nube tóxica debida a derrames, fugas o explosiones en una industria de fabricación y comercialización de pinturas ubicada en la localidad de Kennedy", señala que la simulación mediante softwares permite conocer el impacto y perdidas que ocasionan los escenarios de riesgo y sobre todo mejorar la toma de decisiones en caso de presentarse una emergencia.

De acuerdo con Armijos (2020) en su trabajo "Simulación del contaminante por combustible de aviación av-gas en el terminal de almacenamiento del aeropuerto de Guayaquil", menciona que el riesgo ambiental por almacenar combustible en el centro de Quito afectará unos 14.84 hectáreas y 1,300 habitantes.

Como se observa las estaciones de servicio representan un riesgo para las personas y el ambiente, por tanto, en la actualidad se vulnera el art. 14 de la carta magna en el que "se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay" (Constitución de la República del Ecuador, 2021, p. 14).

Por otra parte, en la ciudad de Puyo no se evidencia estudios de riesgos ambientales en las estaciones de servicio, por tanto, este trabajo se realiza con la finalidad de identificar los riesgos ambientales mediante la norma española UNE 150008:2008, de esta manera estimar la probabilidad y grado de peligrosidad de los escenarios de riesgo. Además, mediante ALOHA se analiza las áreas con mayor afectación en la ciudad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Se realizó una investigación descriptiva la cual permite describir situaciones y eventos del problema a investigar. De la misma forma, la investigación descriptiva tiene como objetivo "describir un problema en una circunstancia de tiempo y espacio, es decir detallar como es y cómo se manifiesta el problema" (Amancha y Alvarado, 2020, p. 19).

2.2 Diseño de investigación

La investigación tiene un enfoque cualitativo el cual permite analizar con detalle los posibles escenarios de riesgo. De esta manera "la investigación cualitativa se interesa más en saber cómo se da la dinámica o cómo ocurre el proceso en qué se da el asunto o problema" (Lamberto, 2020, p. 1). A continuación, se detalla el procedimiento metodológico:

2.3 Análisis de riesgo ambiental

2.3.1 Definición del suceso iniciador

El suceso iniciador se define como un acontecimiento interno o externo que puede conducir a un accidente. Por lo tanto, se realiza una inspección en la instalación con el fin de determinar los sucesos iniciadores. Según Carretero (2008) se recomienda elaborar una lista con los iniciadores potenciales identificados. Se recomienda que la lista conste como mínimo de:

- Sucesos iniciadores internos: fallos de contención (fugas, derrames y volatización).
- Sucesos iniciadores externos: de origen natural (inundaciones, sismos, lluvias torrenciales e incendios).

De esta manera, se obtiene una lista de los sucesos iniciadores con mayor probabilidad de incidencia, además, debe constar una estimación de las causas que los provocan. Por ejemplo, error humano, fallo en los sistemas de control, errores en la gestión y almacenamiento de residuos, corrosión, erosión y errores de diseño.

Además, la evolución del suceso iniciador dependerá de su naturaleza, del escenario en el cual sucede y de las condiciones en las que se materializa. De esta manera, se listarán y se describirán los accidentes identificados en una tabla.

2.3.2 Formulación de escenarios

Por otra parte "una vez identificados todos los peligros potenciales, se formula una serie de escenarios de riesgo para cada uno, en los cuales se estimará la probabilidad de que se materialice y la gravedad de las consecuencias" Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM, 2010, p. 22).

En la tabla 1 se presenta la jerarquización de valores para estimar la probabilidad o frecuencia que se produzca un determinado escenario de riesgo en la empresa u organización.

Tabla 1. Rangos de estimación de la probabilidad.

Valor	Probabilidad	
5	Muy probable	< una vez a la semana
4	Altamente probable	> una vez a la semana y < una vez al mes

3	Probable	> una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> una vez al año y < una vez cada 5 años
1	Poco posible	> una vez cada 5 años

Fuente: (MINAM, 2010).

2.3.3 Estimación de la gravedad

La estimación "de la gravedad de las consecuencias se realiza de forma diferenciada para el entorno natural, humano y socioeconómico" (MINAM, 2010).

La tabla 2 muestra los criterios para realizar la estimación de las consecuencias que genera cada escenario de riesgo en los diferentes entornos.

Tabla 2. Criterios para la evaluación de la gravedad de las consecuencias.

Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno humano	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno socioeconómico	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Fuente: (MINAM, 2010).

En la tabla 3 se establece el valor de afectación para cada entorno. Además, para cada escenario se asignará una puntuación del 1 al 5 en función a la gravedad de cada entorno (humano, natural y socioeconómico).

Tabla 3. Valoración de los escenarios identificados.

Valor	Valoración	Valor asignado
Crítico	20 - 18	5
Grave	17 - 15	4
Moderado	14 - 11	3
Leve	10 - 8	2
No relevante	7 - 5	1

Fuente: (MINAM, 2010).

2.3.4 Estimación del riesgo ambiental

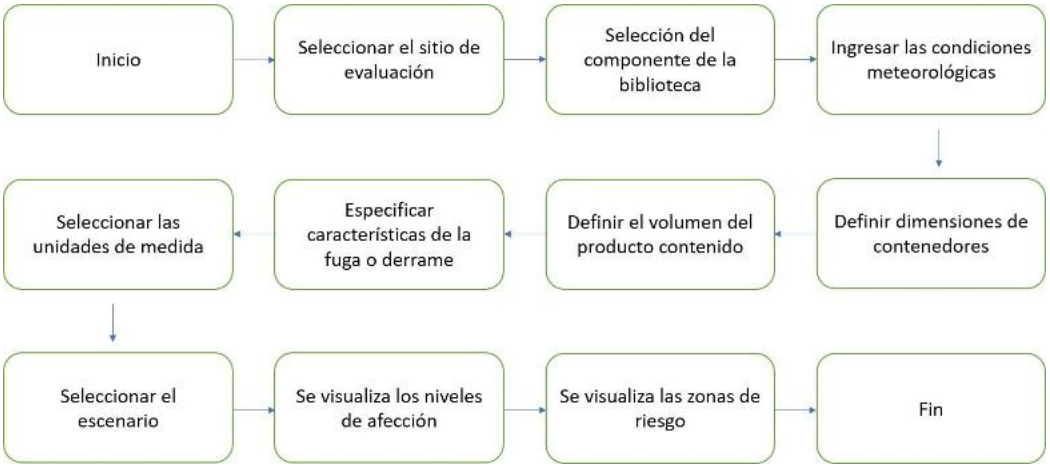
De acuerdo con MINAM (2010), “el producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias anteriormente estimadas permite la estimación del riesgo ambiental. Éste se determina para los tres entornos considerados, natural, humano y socioeconómico” (pp. 33-34).

2.4 Método de evaluación de las zonas afectadas

La evaluación de las zonas afectadas se realizará mediante el software ALOHA, pues, se especializa en la simulación del riesgo ambiental por sustancias químicas peligrosas. Además, según Cordero (2019), “ALOHA es capaz de estimar la dispersión de gases tóxicos, valores de la sobrepresión de una nube de vapor explosión, inflamables o zonas de una nube de vapor” (p. 23). De este modo, ALOHA realiza los análisis de forma rápida y ofrece resultados en un gráfico.

En la figura 1 se detalla el procedimiento de ALOHA que inicia definiendo el lugar de evaluación y la sustancia química a utilizar, además se especifica la información del clima, las condiciones atmosféricas, las condiciones de fuga y el tipo de riesgo.

Figura 1. Procedimiento de aplicación del software ALOHA.



Fuente: (Cordero, 2019).

Finalmente, como lo menciona Cordero (2019), “ALOHA sugiere tres casilleros de valores por defecto. ALOHA utiliza tres valores umbral (medido en kilovatios por metro cuadrado y denominado kW/m2)” (p.25). Y, de esta manera crear las zonas de amenaza por defecto:

- Rojo: 10 kW / m 2 (potencialmente letales dentro de los 60 segundos);
- Naranja: 5 kW / m 2 (quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos); y
- Amarillo: 2 kW / m 2 (el dolor dentro de los 60 segundos).

*Kw: kilovatios por metro cuadrado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron cuatro sitios para la evaluación de riesgo en las estaciones de servicio, los cuales son: área de tanques de almacenamiento de combustible, área de trasiego, área de almacenamiento de desechos peligrosos y bodega. Estas áreas generan un mayor nivel de riesgo en la instalación. Además, en base a fuentes secundarias se asumen los sucesos iniciadores, porque la emergencia sanitaria imposibilita la visita al campo en las instalaciones.

Tabla 4. Identificación de potenciales escenarios de riesgos.

Estación de servicio	Suceso iniciador	Escenario de riesgo	Causas
Azor	Falla en la válvula del tanque de almacenamiento	Incendio de charco	Deficiente inspección
	Crecida del río	Inundación	Deficiente sistema de seguridad
Sindicato de Choferes Pastaza No 1	Falla del sistema de puesta a tierra del camión cisterna	Bleve	Deficiente sistema de seguridad
	Disposición inadecuada de residuos	Incendio	Deficiente inspección
Puyo	Falla en la válvula del tanque de almacenamiento	Emisión de gases tóxicos	Deficiente mantenimiento
	Accidente de tránsito	Derrame de combustible	Negligencia del usuario
La Unión	Falla en los dispensadores de combustible	Emisión de gases tóxicos	Deficiente mantenimiento

	Falla de la válvula de seguridad del camión cisterna	Bleve	Deficiente sistema de seguridad

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 4, se consideran los sucesos iniciadores en base a los "Estudio de impacto ambiental y Auditorías internas" de cada estación de servicio, de esta manera, se identifican las principales debilidades en cada instalación. Por tanto, la estación de servicio Azor no registra evidencia del mantenimiento de los tubos de venteo, además, el área es propensa a inundaciones por crecidas del río. De la misma forma, la estación de servicio Sindicato de Choferes Pastaza No 1 no se entregan los desechos peligrosos generados dentro de la misma a un gestor calificado. Por tanto, se asume los residuos peligrosos son almacenados sin previa separación.

En la estación de servicio Puyo no se evidencia mantenimiento de los tanques de combustibles, por tanto, se asume una falla en una de las válvulas del tanque. De la misma forma, la estación de servicio La Unión no registra mantenimiento de los surtidores de combustibles, por tanto, se asume una falla en los surtidores. En resumen, se identificó ocho potenciales escenarios de riesgo en función a las debilidades de cada estación de servicio y las principales causas que lo originan giran en torno al deficiente mantenimiento y sistema de seguridad en las instalaciones.

Tabla 5. Probabilidad de ocurrencia de los escenarios de riesgo.

Estación de servicio	Escenario de riesgo	Probabilidad
Azor	Incendio de charco	2
	Inundación	3
Sindicato de Choferes Pastaza No 1	Bleve	2
	Incendio	2
Puyo	Emisión de gases tóxicos	2
	Derrame de combustible	2
La Unión	Emisión de gases tóxicos	3
	Bleve	2

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 5, de los ochos escenarios de riesgo, los que tienen mayor probabilidad de ocurrencia son: inundación y emisión de gases tóxicos. Estos escenarios registran una calificación de 3 (probablemente ocurran una vez al mes o una vez al año). Por otra parte, los seis escenarios restantes registran una calificación de 2 (probablemente

ocurran una vez al año o una vez cada 5 años).

Tabla 6. Estimación de la gravedad de las consecuencias en el entorno natural.

Escenario de riesgo	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Total
Incendio de charco	3	3	2	4	15	4
Inundación	1	1	1	1	5	1
Bleve	3	3	4	4	17	4
Incendio	1	2	1	2	8	2
Emisión de gases tóxicos	3	3	2	4	15	4
Derrame de combustible	1	2	1	2	8	2
Emisión de gases tóxicos	1	2	1	2	8	2
Bleve	3	3	4	4	17	4

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 6, los escenarios de riesgo con mayor gravedad de las consecuencias son: incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos. Estos escenarios registran una calificación de 4 (grave). Por otra parte, el escenario de riesgo por inundación registra una calificación de 1 (no es relevante).

Tabla 7. Estimación de la gravedad de las consecuencias en el entorno humano.

Escenario de riesgo	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Gravedad	Total
Incendio de charco	3	3	2	2	13	3
Inundación	1	1	1	1	5	1
Bleve	3	3	3	3	15	4
Incendio	1	2	1	2	8	2
Emisión de gases tóxicos	3	3	2	3	14	3
Derrame de combustible	1	2	1	1	7	1
Emisión de gases tóxicos	1	2	1	1	7	1
Bleve	3	3	3	3	15	4

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, el riesgo por bleve registra la calificación más alta, con un valor de 4 (grave). Por otra parte, los escenarios de riesgo que registran una menor calificación son: inundación, derrame de combustible y emisión de gases tóxicos. Estos escenarios registran una calificación de 1 (no es relevante).

Tabla 8. Estimación de la gravedad de las consecuencias en el entorno socioeconómico

Escenario de riesgo	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Gravedad	Total

Incendio de charco	3	3	2	4	15	4
Inundación	1	1	1	1	5	1
Bleve	3	3	4	4	17	4
Incendio	1	2	1	1	7	1
Emisión de gases tóxicos	3	3	2	4	15	4
Derrame de combustible	1	2	1	2	8	2
Emisión de gases tóxicos	1	2	1	1	7	1
Bleve	3	3	4	4	17	4

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 8, los escenarios de riesgo con mayor gravedad de las consecuencias son: incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos por falla de la válvula del tanque de almacenamiento de combustible. Estos escenarios registran una calificación de 4 (grave). Por otra parte, los escenarios de riesgo con menor calificación son inundación, incendio y emisión de gases tóxicos por falla en los dispensadores de combustible. Estos escenarios registran una calificación de 1 (no es relevante).

Tabla 9. Estimación del riesgo ambiental en el entorno natural.

Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad	Valor del riesgo	
Incendio de charco	2	4	8	Riesgo moderado
Inundación	3	1	3	Riesgo leve
Bleve	2	4	8	Riesgo moderado

Incendio	2	2	4	Riesgo leve
Emisión de gases tóxicos	2	4	8	Riesgo moderado
Derrame de combustible	2	2	4	Riesgo leve
Emisión de gases tóxicos	3	2	6	Riesgo moderado
Bleve	2	4	8	Riesgo moderado

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 9, los escenarios con mayor riesgo ambiental son: incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos. Estos escenarios registran una calificación de 8 (riesgo ambiental moderado). Por tanto, estos riesgos adquieren una connotación importante, pues, pueden generar consecuencias graves sobre el medio ambiente. Estos resultados concuerdan con el trabajo de Cordero (2019), en el cual se determinó que los escenarios de riesgo por incendio y bleve presentan un valor de riesgo ambiental moderado.

Tabla 10. Estimación del riesgo ambiental en el entorno humano.

Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad	Valor del riesgo	
Incendio de charco	2	3	6	Riesgo moderado
Inundación	3	1	3	Riesgo leve
Bleve	2	4	8	Riesgo moderado
Incendio	2	2	4	Riesgo leve
Emisión de gases tóxicos	2	3	6	Riesgo moderado
Derrame de combustible	2	1	2	Riesgo leve
Emisión de gases tóxicos	3	1	3	Riesgo leve
Bleve	2	4	8	Riesgo moderado

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 10, los escenarios con mayor riesgo ambiental son: incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos. Estos escenarios registran una calificación de 8 (riesgo ambiental moderado). Por otra parte, estos escenarios de riesgo adquieren una connotación importante, pues, las consecuencias recaen en la población, afectando su salud y seguridad. Estos resultados concuerdan con la investigación de Adyel, Begum, Islam y Rahman (2013).

Tabla 11. Estimación del riesgo ambiental en el entorno socioeconómico.

Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad	Valor del riesgo	
Incendio de charco	2	4	8	Riesgo moderado
Inundación	3	1	3	Riesgo leve
Bleve	2	4	8	Riesgo moderado
Incendio	2	1	2	Riesgo leve
Emisión de gases tóxicos	2	4	8	Riesgo moderado
Derrame de combustible	2	2	4	Riesgo leve
Emisión de gases tóxicos	3	1	3	Riesgo leve
Bleve	2	4	8	Riesgo moderado

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 11, los escenarios con mayor riesgo ambiental son: incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos. Estos escenarios registran una calificación de 8 (riesgo ambiental moderado). Por otra parte, estos riesgos adquieren una connotación importante, pues, pueden generar graves consecuencias no solo para la comunidad, sino también para los bienes. Estos resultados concuerdan con la investigación de Quispe (2017), en el cual se determinó que los escenarios de riesgo identificados generan graves impactos en la comunidad y los bienes.

Por otra parte, mediante el software ALOHA se procederá a simular los escenarios con mayor nivel de riesgo. Además, los parámetros de análisis ingresados en ALOHA se pueden observar en los Anexo N°2, 3, 4 y 5 del presente trabajo.

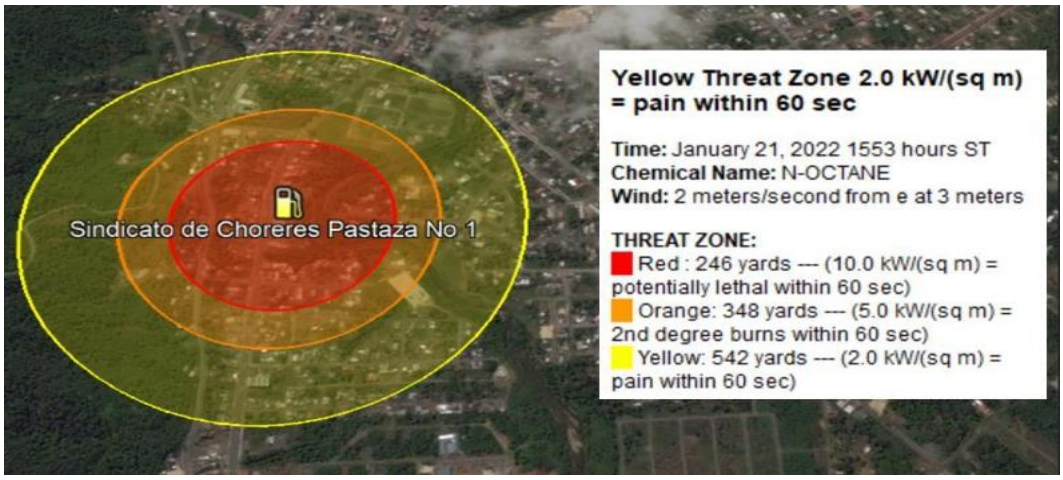
Figura 2. Zona de afectación por incendio de charco.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, el área con mayor afectación se extiende a 34 metros a la redonda y genera quemaduras mortales o muerte a las personas. De la misma forma, el área naranja con afectación moderada se extiende unos 46 metros a la redonda y provoca quemaduras de segundo grado. Finalmente, la zona amarilla con afectación leve se extiende unos 77 metros a la redonda y las personas expuestas serían afectadas por el ruido, resultado que concuerda con el trabajo de Gustavo (2017); García (2017) y Vela (2017).

Figura 3. Zona de afectación por bleve.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 3, el área con mayor impacto se extiende 225 metros a la redonda y la muerte o quemaduras mortales a las personas expuestas. Por otra parte, el área naranja se extiende unos 318 metros a la redonda y genera quemaduras de segundo grado. Finalmente, el área amarilla con afectación leve se extiende unos 496 metros a la redonda y provoca dolor a las personas expuestas, estos resultados no concuerdan con el trabajo de Cordero (2019), en los cuales el escenario por bleve presenta áreas con mayor afectación. Pues, el tipo de combustible, dimensión del tanque, condiciones meteorológicas, entre otros factores influyen en la afectación del escenario simulado.

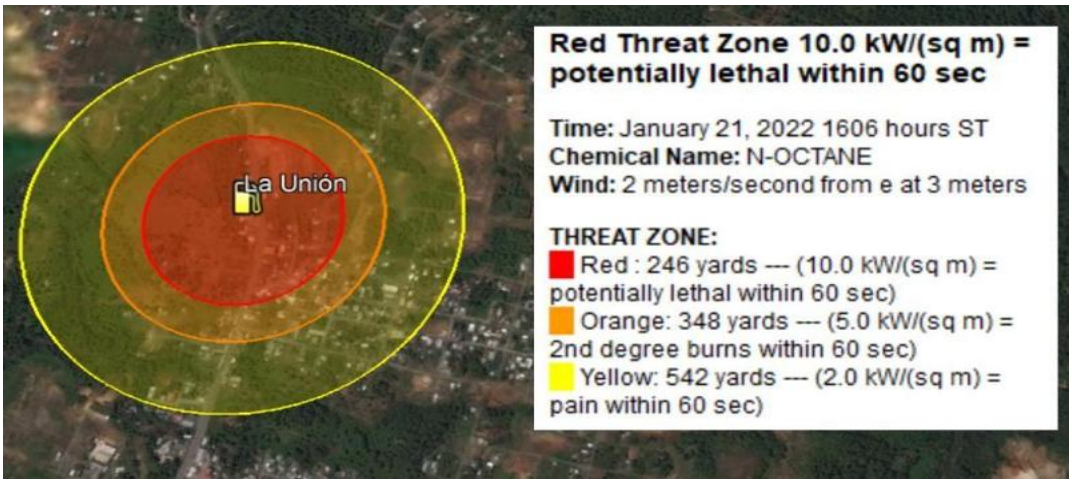
Figura 4. Zona de afectación por emisión de gases tóxicos.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 4, el área roja no excede el nivel de preocupación (LOC), es decir, no genera efectos mortales en las personas. Por otra parte, el área naranja se extiende unos 95 metros y provoca efectos irreversibles o efectos graves en la población. Finalmente, la zona amarilla se extiende 141 metros y los efectos en las personas expuestas son leves, estos resultados no concuerdan con el trabajo de Cruz y Fonseca (2020), en los cuales la concentración por emisión de gases tóxicos fue menor. Pues, se atribuye a la sustancia química utilizada en la simulación.

Figura 5. Zona de afectación por bleve.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5, el área roja se extiende a 225 metros a la redonda y puede provocar la muerte o quemaduras mortales a las personas expuestas. De la misma forma, el área naranja se extiende unos 318 metros a la redonda y genera quemaduras de segundo grado. Finalmente, el área amarilla con afectación leve se extiende unos 496 metros a la redonda, las personas expuestas serían afectadas por el ruido de la explosión, resultado que concuerda con el trabajo de (Moyano, Lema, Guamán, García y Miño, 2020).

4. CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de la Norma Española UNE 150008:2008 se identificó que las estaciones de servicio ubicadas en la avenida Alberto Zambrano presentan los siguientes riesgos ambientales: incendio de charco, inundación, bleve, incendio por residuos peligrosos, emisión de gases tóxicos, y derrame de combustible.

Los escenarios de riesgos con mayor frecuencia y peligrosidad son; incendio de charco, bleve y emisión de gases tóxicos. Además, se determinó que el nivel de riesgo ambiental por esta actividad económica es "moderado". Por lo que, es comprensible al tratarse de sustancias químicas peligrosas y que son almacenadas y comercializadas en zonas urbanas. Por consiguiente, la principal causa que influye en la materialización de los riesgos se debe al deficiente sistema de seguridad, esporádica inspección y capacitación al personal laboral. El nivel actual de seguridad no es suficiente para proteger a las personas.

La simulación con el software ALOHA permitió identificar que las estaciones de servicio Sindicato de Choferes Pastaza No 1 y La Unión poseen las áreas con mayor afectación a las personas y el medio ambiente. Por otra parte, la estación de servicio Puyo genera un radio de afectación bajo.

REFERENCIAS

Adyel, T. M., Begum, F. N., Islam, S. N., & Rahman, M. H. (2013). Assessment of Environmental Aspects and Impacts of Scientific Laboratories of a University: Focus on Gap Analysis and Environmental Management System (EMS) Implementation. *Jahangirnagar University Environmental Bulletin*, *2*, 1–9. https://doi.org/10.3329/jueb.v2i0.16325

Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (2018). *Reglamento de factibilidades de nuevos centros de distribucion*. 1–8.

Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (2020, octubre 11). *Notificación de eventos adversos graves y reacciones adversas graves inesperadas en los ensayos clínicos. | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. https://www.gob.ec/arcsa/tramites/notificacion-eventos-adversos-graves-reacciones-adversas-graves-inesperadas-ensayos-clinicos

Amancha Sarabia, N. J., & Alvarado Tapuy, S. S. (2020). *Universidad Estatal Amazónica*.

Armijos, A. (2020). *SIMULACION DEL CONTAMINANTE POR COMBUSTIBLE DE AVIACION AV-GAS EN EL TERMINAL GUAYAQUIL TUTOR*.

Constitución de la Républica del Ecuador, Iusrectusecart 1 (2021). https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2021/02/Constitucionultimodif25enero2021.pdf

Cañón Rodríguez, D. M. (2017). Gestión del riesgo ambiental en almacenamiento y comercialización de productos químicos. *Producción + Limpia*, *12*(1), 1–9. https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a2

Carranza Chumpitaz, J. M. (2017). Evaluación De Riesgos Ambientales Originados Por Las

Actividades Realizadas En Una Estación De Servicios Mixta (Glp/Gnv/Cl). En *Universidad Nacional Tecnològica de Lima Sur*. http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/166

Carretero, A. (2008). Norma UNE 150008:2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental. *AENOR*, 1–46. http://anavam.com/docs/semana-sostenibilidad-II-ponencia-norma-UNE-150008-2008-analisis-y-evaluacion-del-riesgo-ambiental.pdf

Castillo Carballo, M. A. (2018). *RIESGO AMBIENTAL POR INCIDENTE EN LA ESTACION DE SERVICIO DE PEMEX 3173 EN LA CIUDAD DE CHETUMAL, QUINTANA ROO*.

Cordero Tapia, W. A. (2019). *Departamento de posgrados*.

Cruz Serrato, D., & Fonseca Peña, J. F. (2020). Ciencia Unisalle Estimación de las concentraciones causadas por una nube tóxica debida a derrames , fugas o explosiones en una industria de fabricación y comercialización de pinturas ubicada en la localidad de Kennedy. En *Ingeniería Ambiental y Sanitaria*.

Del Sole, M. (2019). *Simulación de incidentes en el transporte de materiales peligrosos en Gran la Plata*.

García, S., & Vela, R. (2017). Universidad estatal de milagro. En *Universidad Estatal de Milagro* (Número 10). file:///C:/Users/Asus/Downloads/ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE LA MERMELADA DE MUCILAGO DE CACAO (2).pdf

Jiménez, L. (2018). *Aplicación informática para el Análisis Cuantitativo de Riesgo ante posibles I ncendios.*

Lamberto, V. (2020). La Investigacion Cualitativa. *Educar*, 1–4.

Mejía Ávila, D., Ortega Agámez, K., & Martínez Gómez, J. (2017). Evaluación Del Riesgo Ambiental En Campus Universitarios. Caso Estudio: Universidad De Córdoba-Colombia. *Ingeniería e Innovación*, *7*, 1–13.

Ministerio del Ambiente. (2010). Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. *Observatorio medioambiental*, *1*, 1–117. https://doi.org/10.5209/rev_OBMD.1998.n1.23232

Moyano, J., Lema, J., Guamán, Á., García, A., & Gloria, M. (2020). Medologías MESERI, indice de incendio y explosión, ALOHA, para determinar zonas de seguridad en estaciones de servicios de combustibles/Methodologies MESERI, fire and explosion index, ALOHA, to determine safety zones in gas service stations. *KnE Engineering*, *2020*, 1–18. https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6251

Omidvari, M., Mansouri, N., & Nouri, J. (2015). A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories. *Safety Science*, *73*, 34–42. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.11.003

Quispe, S., & Gustavo, J. (2017). Universidad Nacional Agraria De La Selva. En *Facultad De Recursos Naturales Renovables*. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS_HRP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/242/FIA-164.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad Carlemany. (2021, marzo 16). *¿Qué son los riesgos ambientales? Principales ejemplos | Universitat Carlemany*. Universidad Carlemany. https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/que-son-los-riesgos-ambientales-principales-ejemplos

Vasquez, J. (2020). LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN ESTACIONES DE SERVICIO DE GASOLINA EN BOGOTA. En *Fundación Universidad de América*.

ANEXOS

ANEXO N°1. MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Investigaciones internacionales

Desde hace varias décadas el estudio de los riesgos ambientales despertó el interés entre los investigadores. Por tanto, "La evaluación del riesgo ambiental es el resultado de una larga evolución y transformación de las metodologías de riegos en la salud humana." (Mejía, Ortega y Martínez, 2017, p. 3).

Por consiguiente, como lo menciona Omidvari, Mansouri y Nouri (2015) en su trabajo "A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories". En este estudio se llegó a la conclusión que el riesgo ambiental se valora en función a las condiciones de amenaza y vulnerabilidad de los recursos afectados. Por otra parte, según Castillo (2018) en su trabajo "Riesgo Ambiental por Incidente en la Estación de Servicio de Pemex 3173 en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo". En este estudio se llegó a la conclusión que la evaluación del riesgo ambiental es fundamental durante la fase de planeación, pues, es una herramienta destinada a prevenir riesgos en proyectos, obras o actividades de alto impacto.

1.2 Investigaciones nacionales

Las estaciones de servicio generan un conjunto de riesgos que afecta a las personas y el ambiente. Por otra parte, como lo menciona García y Vela (2017) en su trabajo "Reducción del Riesgo de Desastres Tecnológico mediante el uso del sistema de manejo de riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar en el complejo agroindustrial en el Laguacoto". En este estudio se llegó a la conclusión que cualquier evento adverso debe estar contemplado en los planes de gestión de riesgos, de esta manera se previene los daños al ambiente, las personas y los bienes públicos o privados.

De la misma forma, según Armijos (2020) en su trabajo "Simulación del contaminante por combustible de aviación av-gas en el terminal de almacenamiento del aeropuerto de Guayaquil". En este estudio se llegó a la conclusión que las estaciones de servicio ubicadas cerca a zonas residenciales son instalaciones de alto riesgo. Por otra parte, Cordero (2019) en su trabajo "Análisis y evaluación de impacto y zonas de afección en caso de accidente mayor ocurrido por un incendio y/o explosión en la estación de servicio Beltrán, Santa Isabel". En este estudio se llegó a la conclusión que es necesario determinar el nivel de riesgo, en donde esté implicada el uso de sustancias químicas peligrosas.

2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Riesgos ambientales

2.1.1 Peligros ambientales en las estaciones de servicio

Los peligros ambientales se identificarán en función de su peligrosidad y frecuencia. Además, según Chumpitaz (2017), "se deben considerar las distancias de seguridad, instalaciones eléctricas, extintores, aspectos de seguridad, actos inseguros y plan de contingencias" (p. 13).

2.1.2 Tipos de riesgos ambientales

Los riesgos pueden clasificarse principalmente en dos subgrupos:

En primer lugar, tenemos los riesgos ambientales naturales y según la Universidad Carlemany (2021), "son aquellos que produce la misma naturaleza, como pueden ser los fenómenos meteorológicos y climatológicos" (p. 1). Además, estos riesgos son catalogados como muy peligrosos para las empresas u organización.

En segundo lugar, se encuentran los riesgos ambientales antrópicos y son "aquellos que, de alguna manera, son responsabilidad del hombre y de su actividad" (Universidad Carlemany, 2021, p. 1). Además, estos riesgos son los más frecuentes en las industrias o empresas.

2.1.3 Escenarios de riesgo ambiental en las estaciones de servicio

Una vez identificado los peligros ambientales se procede a determinar los escenarios de riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia, además, es importante identificar los posibles accidentes que se pueden generar en las operaciones y procesos durante las actividades de la empresa (Chumpitaz, 2017).

2.1.4 Herramientas para el análisis de riesgos ambientales

La evaluación y caracterización del riesgo ambiental se realiza atreves de matrices. De este modo, como menciona MINAM (2010), "la estimación del riesgo ambiental se vale de un sistema de matrices, de igual forma para los tres entornos (humano, ambiental y socioeconómico)" (p. 5).

2.1.5 Riesgo ambiental por derrame de hidrocarburo en las estaciones de servicio

Durante la fase de operación de una estación de servicio los riesgos ambientales más frecuentas son: derrame de combustible líquido, incendio, emisión de gases tóxicos y bleve (Chumpitaz, 2017). Sin embargo, otro riesgo frecuente en las gasolineras se produce durante las operaciones de trasiego del combustible en los camiones cisterna.

2.2 Estaciones de servicio

2.2.1 Impacto ambiental

Las estaciones de servicios emplean sustancias químicas peligrosas que generan impactos en los recursos naturales. De la misma forma, según "Chuquihuaccha (2007) menciona que

los impactos de importancia son: la contaminación de suelos, aguas por derrame, emisiones gaseosas y desechos sólidos producidos en las instalaciones; estos impactos se expresan en la fase de construcción y operación" (Chumpitaz, 2017, p. 27).

2.2.2 Perdidas evaporativas por almacenamiento y comercialización del combustible

Las perdidas evaporativas son frecuentes durante las actividades en las estaciones de servicio. Por tanto, según "Evequoz (2011) afirma que los contaminantes emitidos durante el almacenamiento y distribución de combustible son los COVs, entre ellos benceno, tolueno, xileno, hexano, heptano, ciclohexano y octano estos ocurren durante la carga y descarga de combustibles a los tanques y vehículos" (Chumpitaz, 2017, p. 29).

2.2.3 Residuos peligrosos

Los combustibles empleados en las estaciones de servicio son altamente volátiles, tóxicos, nocivos, entre otros. Sin embargo, según "Gonzales (2010) señala que la industria petrolera en los últimos años ha manifestado una preocupación creciente por los posibles efectos negativos que sobre el ambiente pudiera causar con relación a las actividades petroleras y sus contaminantes" (Chumpitaz, 2017, p. 30).

2.3 ALOHA

2.3.1 Simulación de escenarios

De acuerdo con Del Sole (2019), "ALOHA es utilizado principalmente en emergencias para el despliegue rápido en la etapa de respuesta, así como para su uso en la planificación previa a la emergencia" (p. 17). Además, en la actualidad es utilizado por varios organismos gubernamentales, universidades y consultoras para determinar de forma rápida la magnitud del impacto sobre la población.

2.3.2 Parámetros para realizar las simulaciones

Para realizar las simulaciones con ALOHA existe una serie de parámetros que se necesitan especificar para poder representar de la forma más adecuada el evento adverso, los más importantes son: especificar el lugar, establecer la hora, seleccionar la sustancia química, establecer la información del clima, condiciones atmosféricas y las condiciones de fuga.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Bleve

De acuerdo con Cordero (2019), "es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados" (p. 27).

3.2 Calidad del medio

Como lo menciona MINAM (2010), "se considera el impacto y su posible reversibilidad" (p. 25).

3.3 Combustibles líquidos

De acuerdo con Chumpitaz (2017), "los combustibles líquidos son los materiales de generación de energía o combustibles que pueden ser aprovechados para generar energía mecánica, o energía cinética" (p. 36).

3.4 Compuestos orgánicos volátiles (COVs)

Como lo menciona Chumpitaz (2017), "son sustancias químicas que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos" (p. 35). Además, por sus características se transforman fácilmente en vapores o gases.

3.5 Emisión de gases tóxicos

Sustancias que en interacción con el cuerpo humano generan daño leve o letal en la salud. Además, por sus características químicas, requieren de un control especial.

3.6 Escenarios de riesgos

Describen las condiciones probables de pérdidas y daños que puede afectar a la población ante la generación de eventos adversos (Chumpitaz, 2017).

3.7 Estación de servicios

Una estación de servicio comercializa combustible de origen fósil (Chumpitaz, 2017). Sin embargo, también ofrecen servicios complementarios, como área de lavado de autos, venta de aceites, minimarket, entre otros.

3.8 Evento adverso

De acuerdo con la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria ARCSA (2020), "es cualquier incidencia perjudicial para la salud que se presente en un sujeto" (p. 1).

3.9 Gas

Como lo menciona Chumpitaz (2017), "un gas es una sustancia que no puede volverse líquida con tan sólo aplicarle presión" (p. 38).

3.10 Incendio de charco

De acuerdo con Zarate (2017) “se ocasiona cuando las condiciones alcanzan el punto de ignición de una sustancia que suele iniciarse en una capa de vapores sobre una capa líquida de combustible que se ha derramado.” (Cordero, 2019, p. 27).

3.11 Patrimonio y capital productivo

Como lo menciona MINAM (2010), “se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, espacios naturales protegidos, zonas residenciales y de servicios)” (p. 25).

3.12 Peligrosidad

Como lo menciona MINAM (2010), “Es la propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño.” (p. 25).

ANEXO N°2. FACTORES DE ANÁLISIS EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO AZOR

```
SITE DATA:
  Location: PUYO AZOR, ECUADOR
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.48 (unsheltered single storied)
  Time: January 21, 2022  1543 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: N-OCTANE
  CAS Number: 111-65-9                    Molecular Weight: 114.23 g/mol
  PAC-1: 230 ppm     PAC-2: 385 ppm       PAC-3: 5000 ppm
  IDLH: 1000 ppm     LEL: 9600 ppm        UEL: 65000 ppm
  Ambient Boiling Point: 251.1° F
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.021 atm
  Ambient Saturation Concentration: 23,070 ppm or 2.31%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2 meters/second from e at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest       Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 27° C                  Stability Class: C
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in horizontal cylindrical tank
  Flammable chemical is burning as it escapes from tank
  Tank Diameter: 2.309 meters             Tank Length: 6.19 meters
  Tank Volume: 25.9 cubic meters
  Tank contains liquid                    Internal Temperature: 17° C
  Chemical Mass in Tank: 14,694 kilograms
  Tank is 80% full
  Circular Opening Diameter: 0.15 meters
  Opening is 0.36 meters from tank bottom
  Max Flame Length: 30 yards              Burn Duration: 23 minutes
  Max Burn Rate: 1,710 pounds/min
  Total Amount Burned: 28,507 pounds
  Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
  The puddle spread to a diameter of 15.4 yards.
```

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°3. FACTORES DE ANÁLISIS EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO SINDICATO DE CHOFERES PASTAZA No 1

```
SITE DATA:
  Location: PUYO SCP, ECUADOR
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.48 (unsheltered single storied)
  Time: January 21, 2022  1553 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: N-OCTANE
  CAS Number: 111-65-9                    Molecular Weight: 114.23 g/mol
  PAC-1: 230 ppm     PAC-2: 385 ppm       PAC-3: 5000 ppm
  IDLH: 1000 ppm     LEL: 9600 ppm        UEL: 65000 ppm
  Ambient Boiling Point: 251.2° F
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.021 atm
  Ambient Saturation Concentration: 23,053 ppm or 2.31%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2 meters/second from e at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest       Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 27° C                  Stability Class: C
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
  Tank Diameter: 1.887 meters             Tank Length: 4.08 meters
  Tank Volume: 11.4 cubic meters
  Tank contains liquid
  Internal Storage Temperature: 19.5° C
  Chemical Mass in Tank: 6,449 kilograms
  Tank is 80% full
  Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
  Fireball Diameter: 110 yards            Burn Duration: 8 seconds
  Pool Fire Diameter: 25 yards            Burn Duration: 21 seconds
  Flame Length: 60 yards
```

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°4. FACTORES DE ANÁLISIS EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO PUYO

```
SITE DATA:
  Location: PUYO ES PUYO, ECUADOR
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.51 (unsheltered single storied)
  Time: January 20, 2022  1949 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: N-OCTANE
  CAS Number: 111-65-9                    Molecular Weight: 114.23 g/mol
  PAC-1: 230 ppm     PAC-2: 385 ppm       PAC-3: 5000 ppm
  IDLH: 1000 ppm     LEL: 9600 ppm        UEL: 65000 ppm
  Ambient Boiling Point: 251.2° F
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.021 atm
  Ambient Saturation Concentration: 23,053 ppm or 2.31%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2.22 meters/second from E at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest       Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 27° C                  Stability Class: E
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from hole in horizontal cylindrical tank
  Flammable chemical escaping from tank (not burning)
  Tank Diameter: 2.309 meters             Tank Length: 6.19 meters
  Tank Volume: 25.9 cubic meters
  Tank contains liquid                    Internal Temperature: 17° C
  Chemical Mass in Tank: 14,694 kilograms
  Tank is 80% full
  Circular Opening Diameter: 0.254 meters
  Opening is 0.25 meters from tank bottom
  Ground Type: Concrete
  Ground Temperature: equal to ambient
  Max Puddle Diameter: Unknown
  Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
  Max Average Sustained Release Rate: 167 pounds/min
     (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 9,562 pounds

  Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.
  The puddle spread to a diameter of 76 yards.
```

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°5. FACTORES DE ANÁLISIS EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO LA UNIÓN

```
SITE DATA:
  Location: PUYO ES LA UNION, ECUADOR
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.48 (unsheltered single storied)
  Time: January 21, 2022  1606 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: N-OCTANE
  CAS Number: 111-65-9                    Molecular Weight: 114.23 g/mol
  PAC-1: 230 ppm     PAC-2: 385 ppm       PAC-3: 5000 ppm
  IDLH: 1000 ppm     LEL: 9600 ppm        UEL: 65000 ppm
  Ambient Boiling Point: 251.1° F
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.021 atm
  Ambient Saturation Concentration: 23,076 ppm or 2.31%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2 meters/second from e at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest       Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 27° C                  Stability Class: C
  No Inversion Height                     Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
  Tank Diameter: 1.887 meters             Tank Length: 4.08 meters
  Tank Volume: 11.4 cubic meters
  Tank contains liquid
  Internal Storage Temperature: 19.5° C
  Chemical Mass in Tank: 6,449 kilograms
  Tank is 80% full
  Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
  Fireball Diameter: 110 yards            Burn Duration: 8 seconds
  Pool Fire Diameter: 25 yards            Burn Duration: 21 seconds
  Flame Length: 60 yards
```

Fuente: Elaboración propia.