



**Atmósferas explosivas en el mantenimiento de tanques de almacenamiento
de combustible y su incidencia en la salud de los trabajadores**

Guanotasig Llano, Alisson Karelis

Departamento de Seguridad y Defensa SEGD.

Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnóloga en
Seguridad y Prevención de Riesgo Laborales.

Msc. Saavedra Acosta, Galo Roberto

9 de agosto de 2023

Latacunga




Plagiarism and AI Content Detector Report

TESIS GUANOTASIG ALISSON _dos mill...

Scan details

Scan time: August 14th, 2023 at 19:54 UTC Total Pages: 33 Total Words: 8151

Plagiarism Detection



Types of plagiarism	Words
Identical	1.1% 92
Minor Changes	0.3% 28
Paraphrased	7.4% 600
Omitted Words	0% 0

AI Content Detection

Text coverage	Words
AI text	0% 0
Human text	100% 8151

[Learn more](#)

🔍 Plagiarism Results: (27)

🌐 Índice Dow para valorar el riesgo de incendio y expl... 1.1%
<https://www.interempresas.net/quimica/articulos/8603-indic...>
 Toggle navigation ...

🌐 Ley-de-Defensa-contraincendio.pdf 1%
<https://www.bomberosportviejo.gob.ec/wp-content/upload...>
 SERVIDOR
 LEGISLACIÓN CODIFICADA LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS,
 REGLAMENTO, LEGISLACIÓN CONEXA Titular: Corporación de Estudios y...

🌐 Diseño del sistema de seguridad y salud ocupacion... 0.9%
<https://1library.co/document/zx9paxdz-diseno-sistema-segur...>
 ...



Ino Saavedra Acosta, Galo Roberto
 C.C:1802731115



Escaneado con CamScanner

About this report
help.copyleaks.com



copyleaks.com



Departamento de Seguridad y Defensa SEGD.

Carrera de Tecnología en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Atmósferas explosivas en el mantenimiento de tanques de almacenamiento de combustible y su incidencia en la salud de los trabajadores." fue realizado por la señorita Guanotasig Llano , Alisson Karelis, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 14 de agosto de 2023

Firma

Ing. Saavedra Acosta, Galo Roberto Mtr.

C. C. 1802731115



Departamento de Seguridad y defensa SEGD
Carrera de Tecnología en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Guanotasig Llano, Alisson Karelis**, con cédula de ciudadanía n° 1723667232, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Atmósferas explosivas en el mantenimiento de tanques de almacenamiento de combustible y su incidencia en la salud de los trabajadores.** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 14 de agosto 2023

Firma

Karelis Guanotasig

Guanotasig Llano, Alisson Karelis

C.C.: 1723667232



Departamento de Seguridad y Defensa SEGD.

**Carrera de Tecnología Superior en Seguridad y Prevención de Riesgos
Laborales**

Autorización de Publicación

Yo **Guanotasig Llano, Alisson Karelis**, con cédula de ciudadanía n° 1723667232, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Atmósferas explosivas en el mantenimiento de tanques de almacenamiento de combustible y su incidencia en la salud de los trabajadores”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 14 de agosto de 2023

Firma

Karelis Guanotasig

Guanotasig Llano, Alisson Karelis

C.C.:1723667232

Dedicatoria

Le dedico a mi madre y padre por todo lo que me dieron a lo largo de mis estudios, sobre todo la responsabilidad y todos los valores adoptados, Le dedico este trabajo a mi tutor por sus grandes enseñanzas y sus consejos que me serán muy útiles para mi vida.

Agradecimiento

Agradezco a toda mi familia por el apoyo moral que he tenido de parte de ellos, a mis hermanos que son una motivación para seguir adelante, a mi tutor que siempre estuvo pendiente de mi y a todas las personas que hicieron parte de esta etapa de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de la verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
índice de tablas.....	11
índice de figuras.....	12
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Capítulo I:Tema.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento Del Problema.....	18
Justificación.....	19
Objetivos.....	20
<i>Objetivo General</i>	20
<i>Objetivo Específico</i>	20
Alcance.....	21

Capítulo II:Marco Teórico	22
Fundamento Legal.....	22
<i>Constitución del Ecuador,2008</i>	<i>22</i>
<i>Código de trabajo</i>	<i>22</i>
<i>Decisión 584</i>	<i>22</i>
<i>Decreto 2393.....</i>	<i>23</i>
<i>Acuerdo Ministerial N° 1257</i>	<i>23</i>
Fundamento Teórico	24
<i>Atmósferas Explosivas en Gasolineras</i>	<i>24</i>
<i>Métodos de Extinción.....</i>	<i>25</i>
<i>Clases de fuego</i>	<i>26</i>
<i>Tipo de Extintores.....</i>	<i>26</i>
<i>NFPA (National Fire Protection Association).....</i>	<i>27</i>
<i>Zonas 0,1,2 (Gases y Polvos).....</i>	<i>28</i>
Descripción Metodológica.....	28
Capítulo III:Desarrollo	32
Descripción de la empresa	32
<i>Actividad Empresarial</i>	<i>36</i>
Desarrollo del tema	38
<i>Objetivo Especifico 1.....</i>	<i>38</i>
<i>Objetivo Específico 2.....</i>	<i>47</i>
<i>Objetivo Especifico 3.....</i>	<i>51</i>

Análisis costo beneficio	63
Capítulo IV:Conclusiones y Recomendaciones.	65
Conclusiones.	65
Recomendaciones	66
Bibliografía.....	67
Anexos.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Atmósferas Explosivas.....</i>	24
Tabla 2	<i>Métodos de extinción.</i>	25
Tabla 3	<i>Clase de fuego.</i>	26
Tabla 4	<i>Zonas de afectación.....</i>	28
Tabla 5	<i>Descripción de las Áreas.</i>	33
Tabla 6	<i>Especificación Tanque Gasolina Extra.</i>	34
Tabla 7	<i>Especificación Tanque de Gasolina Super.</i>	34
Tabla 8	<i>Especificaciones Tanque de Diesel Premium.</i>	34
Tabla 9	<i>Identificación del peligro en la Gasolinera P&S Merizalde.....</i>	39
Tabla 10	<i>Capacidades del Ventix MX4.....</i>	49
Tabla 11	<i>Partes Ventix MX4.....</i>	50
Tabla 12	<i>Mediciones de Atmósferas Explosivas.</i>	51
Tabla 13	<i>Software Aloha.</i>	52
Tabla 14	<i>Software Aloha.</i>	52
Tabla 15	<i>Índice Dow Chemical.</i>	62
Tabla 16	<i>Pérdidas Económicas.</i>	62
Tabla 17	<i>Costo Beneficio.</i>	63

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1	<i>Tipos de extintores.....</i>	26
Figura 2	<i>Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí</i>	32
Figura 3	<i>Vista 2D Gasolinera Merizalde.</i>	33
Figura 4	<i>Propiedades de la Gasolina.....</i>	35
Figura 5	<i>Propiedades del diésel.....</i>	36
Figura 6	<i>Área de Despacho.</i>	37
Figura 7	<i>Sustancias Inflamables.</i>	40
Figura 8	<i>Formación de Atex.</i>	41
Figura 9	<i>Distribución de Combustible.</i>	41
Figura 10	<i>Surtidores Gasolinera P&S.....</i>	42
Figura 11	<i>Gasolinera P&S Merizalde.....</i>	42
Figura 12	<i>Fuentes de ignición: UNE-EN 1127-1.....</i>	44
Figura 13	<i>Clasificación del Área de riesgo.</i>	46
Figura 14	<i>Estimación del riesgo Atex.....</i>	47
Figura 15	<i>Características Ventix MX4.....</i>	48
Figura 16	<i>Partes del Medidor.</i>	49
Figura 17	<i>Simulador Software Aloha.....</i>	53
Figura 18	<i>Unidad de proceso.</i>	54
Figura 19	<i>Factor Material(MF).....</i>	54
Figura 20	<i>Formula Factor General de Riesgo (F1).....</i>	55
Figura 21	<i>Resolución Factor (F1).....</i>	55

Figura 22	<i>Liquids or gases in process.</i>	56
Figura 23	<i>Líquidos o Gases en Almacenamiento</i>	57
Figura 24	<i>Factor de peligros especiales (F2)</i>	57
Figura 25	<i>Aplicación de la Formula (F3)</i>	58
Figura 26	<i>Factor de incendio y explosión</i>	58
Figura 27	<i>Radio se explosión</i>	59
Figura 28	<i>Área de exposición</i>	59
Figura 29	<i>Factor de Daño</i>	60
Figura 30	<i>Índice de fuego y explosión</i>	60
Figura 31	<i>Procedimiento Índice Dow.</i>	61

Resumen

La investigación tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgo de incendio y explosión en la Gasolinera P&S Merizalde del Cantón Pujilí. Se utilizará el método del Índice Dow para esta evaluación, y se empleará el software ALOHA para estimar las zonas de amenaza. Además, se aplicará una norma europea de cumplimiento técnico y legal para verificar el cumplimiento de los estatutos de seguridad y prevención de incendios y explosiones. Esta investigación proporcionará valores numéricos que indicarán el riesgo potencial en estas áreas y facilitará la identificación de posibles riesgos en las instalaciones de la estación de servicio. Las atmósferas explosivas en gasolineras son situaciones potencialmente peligrosas en las cuales se acumulan mezclas inflamables de gases, vapores o polvos en el aire, pudiendo generar explosiones o incendios. Estas atmósferas se originan debido a la presencia de sustancias volátiles como la gasolina y sus vapores, que pueden alcanzar concentraciones explosivas cuando se mezclan con el aire en determinadas proporciones. Mediante este tema de estudio se podrá identificar las atmósferas explosivas dando así una mayor seguridad en la gasolinera para así tener una zona segura. Las regulaciones y estándares de seguridad son fundamentales para garantizar la protección tanto de los trabajadores como de los usuarios de las gasolineras. Las instalaciones deben contar con equipos a prueba de explosiones y cumplir con protocolos de inspección y mantenimiento regulares para evitar acumulaciones peligrosas de sustancias inflamables.

Palabras clave: incendio, explosión, riesgo, combustible, normativa, seguridad y prevención.

Abstract

The research aims to assess the level of fire and explosion risk at the P&S Merizalde Gas Station in Pujilí Canton. The Dow Index method will be used for this assessment, and the ALOHA software will be employed to estimate threat zones. Additionally, a European standard of technical and legal compliance will be applied to verify adherence to safety and fire prevention statutes. This investigation will provide numerical values indicating potential risk in these areas, facilitating the identification of potential hazards at the station facilities. Explosive atmospheres at gas stations represent potentially hazardous situations where inflammable mixtures of gases, vapors, or dust accumulate in the air, potentially leading to explosions or fires. These atmospheres originate due to the presence of volatile substances such as gasoline and its vapors, which can reach explosive concentrations when mixed with air in specific proportions. Through this study topic, explosive atmospheres can be identified, thereby enhancing safety at the gas station to establish a secure zone. Regulations and safety standards are essential to ensure the protection of both gas station workers and users. Facilities must be equipped with explosion-proof equipment and comply with regular inspection and maintenance protocols to prevent hazardous accumulation of inflammable substances.

Keywords: fire, explosion, risk, fuel, regulations, safety.

Capítulo I

Tema

Antecedentes

Las atmósferas explosivas representan un potencial de riesgo dentro de las gasolineras, debido a la presencia de combustibles: líquidos, gases, vapores y otros productos químicos inflamables. La presencia de estas sustancias aumenta el riesgo de incendios y explosiones, en el área donde se almacena como en donde se suministra.(Souza, 2016)

Revisando la información de accidentes mayores inherente de atmósferas explosivas en el mantenimiento de tanques de almacenamiento; se pudo evidenciar que la acumulación de gases combustibles puede llevar a grandes pérdidas humanas y económicas.(Zambrano Zambrano & Toala Mendoza, 2022)

Tal como ocurrió en la gasolinera Repsol el 14 de julio,2020 ubicada en la plaza de Cartagena en España, explotó por la acumulación de gases en la cual no se realizó un mantenimiento adecuado de los tanques de almacenamiento, en donde 1 despachador tuvo quemaduras severas mientras que el otro trabajador perdió la vida .(Riesgo García, 2020)

El trabajador de 40 años estaba quemado un 20% de su superficie corporal mientras que el trabajador ya fallecido el 90 %, los bomberos que acudieron al llamado de emergencia mediante equipos de medición estaban monitoreando que ya no exista la acumulación de gases.(Meroño, 2020)

Una planificación de riesgos realizado por la Universidad Minuto de Dios en Bogotá, determinó que se detecta los riesgos potenciales a los que se arriesgan los

trabajadores, mediante la GTC 45 (Guía Técnica Nacional) y una matriz de riesgo utilizada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (Castiblanco & Gómez, 2018)

En Ecuador, existen varios causantes de explosiones, entre las cuales se tienen: por acumulación de gases, a causa de dispositivos móviles y por una la falta de medidas de seguridad al realizar el mantenimientos preventivo y correctivo; como lo ocurrido en una provincia del Oro causante es un dispositivo móvil por la acumulación de gases.

Las atmósferas explosivas se producen en las zonas de despacho y transferencia en el almacenamiento de combustible, existe un riesgo latente si se utilizan equipos que no sean adecuados para estas condiciones, donde se incluyen los teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos, ya que estos pueden generar una chispa en presencia de gases o sustancias inflamables o explosivas. (Pazmiño, 2018)

Como el hecho que ocurrió en la gasolinera vía primavera en Machala se pudo oír un estruendo en la zona de tanques de almacenamiento de combustible. Se produjo la explosión ya que el equipo móvil se inflamo por la acumulación de gases esta explosión dejo lesiones y laceraciones en el brazo. (*Machala, 2022.*)

Estos trabajos son denominados trabajos en espacios confinados donde se debe adquirir un permiso de trabajo ya que para el mantenimiento de los tanques debe el trabajador adentrarse a el área donde puede tener un posible daño, en la cual el trabajador debe medir en ambiente y verificar que el lugar sea seguro. (Daval & M, 2000)

En caso de una emergencia se debe brindar los primeros auxilios y salvaguardar la integridad física y los bienes que se pueden ver afectados, las estaciones de servicio cuentan con tanques de combustible de gasolina súper, extra y diésel premium para la cual utilizaremos la siguiente herramienta.

Es importante que las gasolineras que operan en entornos en los que existen atmósferas explosivas adopten medidas de prevención adecuadas, como la evaluación de riesgos, el diseño de instalaciones seguras, la utilización de equipos adecuados y el entrenamiento del personal. Además, se deben llevar a cabo inspecciones regulares y mantenimiento de los equipos y las instalaciones para asegurarse de que estén en buen estado de funcionamiento y reducir el riesgo de accidentes.

Planteamiento Del Problema

La gasolinera Petróleos y Servicios P&S del cantón Pujilí es una estación donde se suministra gasolina y diésel la seguridad en la gasolinera es un tema de gran importancia debido al riesgo asociado con las explosiones, estos accidentes pueden ocasionar consecuencias devastadoras.(León, 2020.)

Las explosiones implican analizar y examinar los diversos factores que pueden desencadenar este tipo de incendios, entre ellos se incluye: Manipulación inadecuada de combustible: La incorrecta manipulación de combustible en las gasolineras puede provocar fugas y acumulaciones de vapores inflamables, aumentando riesgo de explosiones.

Fallas en los sistemas de seguridad: Si los sistemas de seguridad, como los sistemas de detección de fugas o los sistemas de extinción de incendios, no están correctamente mantenidos o funcionando de manera adecuada, se incrementa la posibilidad de una explosión.

Mantenimiento deficiente de equipos y estructuras: El mantenimiento inadecuado de los equipos, tanques de almacenamiento y otras estructuras en las gasolineras puede generar condiciones propicias para la aparición de fugas y fallos que desencadenen explosiones.

Descargas electrostáticas: se puede generar mediante las operaciones de carga y descarga de combustible pueden ser una fuente de ignición, causando explosiones en caso de que se produzcan en un entorno inflamable.

Factores externos: Eventos externos, como accidentes automovilísticos, incendios cercanos o actividades de vandalismo, también pueden desencadenar explosiones en una gasolinera.(Pozos, 2021).

Este riesgo implica identificar y comprender todos los factores y su relación con los incendios ocurridos. Además, se debe considerar el análisis de antecedentes ya existentes de explosiones en gasolineras, investigaciones científicas y las normas existentes para la seguridad en estos lugares.(*Normativas Explosivas*, 2019.)

Es posible desarrollar estrategias efectivas de prevención y mitigación para reducir el riesgo de explosiones en las gasolineras y garantizar la seguridad tanto para el personal de la gasolinera como para el público en general planteando maneras adecuadas para obtener maneras seguras en el espacio donde exista una posible explosión.

Justificación

Es importante abordar los riesgos asociados con explosiones y saber cómo garantizar seguridad a las personas, proteger el medio ambiente y salvaguardar los recursos de las instalaciones, las explosiones en gasolineras representan un gran peligro significativo para las personas que se encuentran en alguna estación de gasolina.

Este riesgo de explosión puede causar lesiones graves e incluso pérdida de vidas humanas, al llevar a cabo un proyecto enfocado en la prevención y mitigación de estas explosiones, se busca proteger la integridad física de las personas involucradas y promover entornos de trabajo y servicios más seguros.(Pincay, 2017.)

Como también pueden tener consecuencias muy graves para el medio ambiente, que produce la liberación de productos químicos tóxicos, contaminando suelo y agua, la emisión de gases contaminantes puede causar daños ambientales a largo plazo, se debe desarrollar medidas preventivas adecuadas para que así se pueda proteger el entorno natural.(Camacho Esquivel, 2019)

Es importante salvaguardar los recursos de la gasolinera cuando se produce una explosión puede ocasionar daños materiales significativos, incluyendo la destrucción de las instalaciones y pérdidas de equipos, estos eventos pueden tener un impacto económico muy significativo, mediante la implementación de estrategias y medidas de prevención, con esto se busca minimizar las pérdidas económicas e implementar espacios seguros en las gasolineras.

Por esa razón, este análisis nos ayuda a prevenir daños, pérdidas tanto humanas como económicas salvaguardando la integridad de los trabajadores y cumpliendo las normas por las autoridades establecidas, como también implementar medidas preventivas adecuadas, reduciendo el nivel de explosión y promover entornos más seguros.

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar las Atmósferas explosivas en el mantenimiento de tanques de almacenamiento de combustible.

Objetivo Específico

- Evaluación de los riesgos en atmósferas explosivas (Atex), basado en la ATEX 137- Directiva 1999/92/CE y RD.681/2003.
- Medir la atmósfera el nivel de atmosfera explosiva al interior y exterior atex, establecido en la NTP 223.

- Elaborar un plan de prevención para reducir el nivel el riesgo de incendio y explosión, por la presencia de atmósferas explosivas.

Alcance

Este proyecto se va a efectuar en la gasolinera P&S del cantón pujili, se aplicara en todas las áreas de la gasolinera en el año 2023, en donde se va a poder verificar el nivel y riesgo de explosión que existe, por esa razón de debe tomar medidas preventivas ,planes de emergencia ,brigadas y sobre todo verificar que cada surtidor ,tanques o manguera no tenga ningún tipo de daño ,por medio de este análisis se puede realizar un mantenimiento correcto de cada equipo que existe en la gasolinera y sobre todo proteger la vida del personal ,público en general y los bienes materiales.

Capítulo II

Marco Teórico

Fundamento Legal

Constitución del Ecuador, 2008

Art.326, ítem 5 donde detalla que todo el personal debe tener el derecho de trabajar en un entorno adecuado y propicio que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.(Ecuador, 2008).

Código de trabajo

Art.38.-Los riesgos originarios del trabajo a consecuencia sufren daños personales los operarios, están obligados a indemnizar de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que el beneficio no sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.(Ecuador, 2005).

Art.410.-Los empleadores tienen la obligados de garantizar que sus trabajadores tengan condiciones de trabajo seguras, que no presenten peligros para su salud ni su vida.(Ecuador, 2005).

Decisión 584

Art.1, ítem i donde se estipula el uso de equipos de protección personal ,donde están destinado a el uso adecuado, para que los trabajadores se protejan de uno o varios riesgos que pueden ser una amenaza para la seguridad del trabajador.(IESS, 2004).

Art.4, ítem E elaborar un mapa de riesgo.(IESS, 2004).

Art.4, ítem J cumplir con el programa de formación y capacitación de seguridad en el trabajo, para que los operarios que están expuestos a riesgos latentes en su puesto de trabajo, obtengan así la protección y prevención de la seguridad en el trabajo.(IESS, 2004).

Art.11, ítem I establecer acuerdos necesarios para garantizar que los trabajadores recibieron la capacitación adecuada, conforme a trabajo que vayan a realizar para que pueda acceder a las áreas de alto riesgo, sin que pueda tener alguna afectación el operario.(IESS, 2004)

Decreto 2393.

Art.164, las señaléticas establecidas en el orden para indicar la existencia de un riesgo y así se pueda adoptar medidas, equipos de emplazamientos y equipos de seguridad como también medios de protección, la señalética debe ser de fácil entendimiento.(Cordero, León., 1983)

Art.188, ítem c está prohibido fumar o encender fuego en lugares identificados como peligrosos para evitar incendios, explosiones o daños en las instalaciones de una empresa.(Cordero, León., 1983).

Acuerdo Ministerial N° 1257

Art.282.- La normativa establece que en las gasolineras es necesario contar con extintores apropiados, como los de polvo químico seco BC de 20 lb, en cada surtidor de combustible. Además, es importante que los trabajadores tengan conocimiento del uso y manejo correcto de los extintores de incendio. Esto debe ser certificado por el Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción.(Vázquez, 2009).

Art.283.-Es obligatorio que exista letreros de 20 por 80 centímetros que indique algunas prohibiciones o instrucciones, como: “Prohibido fumar” o “apague el vehículo para abastecerse de combustible”, de acuerdo a la normativa NTE INEN 439.(Vázquez, 2009).

Art.290.- No se permite almacenar combustible en tanques o tambores que no estén adecuadamente normados para cumplir con dicha función.(Vázquez, 2009).

Art.292.-Todo establecimiento debe contar con un plan de auto protección, un mapa de riesgo, recursos y un plan de evacuación en caso de incendios. Esto es

responsabilidad del representante legal del establecimiento y debe contar con la constancia del Cuerpo de Bomberos.(Vázquez, 2009).

Fundamento Teórico

Atmósferas Explosivas en Gasolineras

Las atmósferas explosivas hacen referencia a la presencia potencial de mezclas peligrosas de: gases, vapores, líquidos o polvos inflamables en las instalaciones de gasolineras. Esto puede ocurrir debido a las emisiones de gasolina y otros líquidos inflamables en el proceso de carga, descarga, almacenamiento y distribución de combustible.(«Atex», 2021.)

Esta mezcla puede encenderse fácilmente y causar una explosión, lo que representa un riesgo para la seguridad del personal y bienes materiales aledaños a la zona, por esa razón es importante que se tomen medidas para minimizar el riesgo de explosión y prevención de accidentes en gasolineras para tener en cuenta los panoramas que se puedan presentar.(*Atmósferas Explosivas*, 2003.)

Tipos de Atmósferas Explosivas

Tabla 1
Atmósferas Explosivas

Atmósferas explosivas	
Gas explosivas	Gas inflamable en el aire con cantidades suficientes para producir una explosión.
Polvo combustible	Están formadas por dispersión de partículas finas de polvo, donde pueden generar fuentes de ignición
Líquidas inflamables	Formadas por la evaporación de líquidos que se disipan en el aire y pueden generar una atmosfera inflamable.

Nota. La tabla muestra los diferentes tipos de atmosfera explosivas

Factores de un Incendio

Iniciar: Elementos del triángulo de fuego.

Tabla 2

Métodos de extinción.

Métodos de Extinción	
Eliminación	Combustible
Sofocación	Comburente
Enfriamiento	Energía
Inhibición	Reacción en cadena

Nota. La tabla indica los Mecanismos de incendio. Tomado de NTP 99(SAS, 2020.)

Propagar: Formar de transmisión de fuego.

Conducción: Se transmite a través de un sólido con menor radiación térmica.

Convención: Se propaga través de chispa y movimiento del humo.

Radiación: Se transmite a través de ondas invisibles.

Limitar: Sistemas pasivos y activos

Sistema de incendio activos: Adiestramiento del personal en lucha contra incendios es crucial para una respuesta eficiente y segura ante una emergencia:

1. Métodos de prevención de incendios.
2. Notificación de emergencias.
3. Herramientas para combatir incendios (extintores, sistema de suministro de agua, etc.).
4. Plan de emergencia
5. Servicios de extinción de incendio

Sistema de incendio pasivos: Son las medidas que se ponen en juego al momento de la construcción de la casa o edificio.(Gonzales,2017.)

Clases de fuego

Existen cinco clases de fuego las cuales son:

Tabla 3
Clase de fuego.

CLASE	DESCRIPCIÓN
Clase A-Sólidos	El fuego con sólidos suele producido por: madera, tela, caucho, papel y algunos plásticos
Clase B- Líquido	Pueden ser producido por pinturas, gasolinas y petróleos.
Clase C-Gases	Equipos o instalaciones eléctricas.
Clase D-Metales	Sólidos, potasio, magnesio y aluminio.
Clase F-Aceites Y Grasas De Cocina	Grasas vegetales.

*Nota.*Clases de fuego. Tomado de Clases de fuego y sus características,2020.

Tipo de Extintores

Su ubicación debe ser entre 1.0 y 1.5 de altura en una columna o pares, tienen que poseer de alguna señalización visible ,sobre todo deben ser distribuidos adecuadamente tomando en cuenta el nivel de peligro en cada área del lugar de trabajo.(Moreira,2017.)

Figura 1

Tipos de extintores.



Nota. Tipo de extintores. Tomado de Nandisa Extintores,2019.

NFPA (National Fire Protection Association)

Es una organización con sede en Estados Unidos que se dedica a promover la seguridad contra incendios y otros riesgos relacionados, como las explosiones, a través del desarrollo de estándares técnicos y códigos de seguridad, tiene como objetivo principal reducir los riesgos de incendio y mejorar la seguridad.(Reliabilityweb NFPA y Sus Implicaciones En Inspecciones Infrarrojas, s. f.).La organización también ofrece capacitación, investigación y defensa para mejorar la seguridad pública del mundo, evitando muertes, lesiones y pérdidas económicas causadas por incendios y otros riesgos relacionados (*About NFPA*, s. f.)

Zonas de Explosión

Estas zonas se definen y clasifican con el fin de gestionar adecuadamente los riesgos y tomar las medidas de seguridad necesarias para prevenir explosiones.(*Explosions* , 2021)

Las principales clasificaciones utilizados en todo el mundo son el sistema europeo (ATEX) y el sistema de la National Electrical Code (NEC) en Estados Unidos, ambos poseen de una nomenclatura similar para identificar las zonas de explosión, que se dividen en zonas 0,1,2 para gases y vapores, como se tal forma las zonas 20,21,22 para polvos combustibles.

Tabla 4*Zonas de afectación.*

Zonas 0,1,2 (Gases y Polvos)	
Zona 0	Los gases o vapores se presentan de manera continua o durante largos periodos de tiempo, como tanques o recipientes.
Zona 1	Pueden estar presentes ocasionalmente en condiciones normales de funcionamiento, como cerca de aberturas o escapes de tuberías.
Zona 2	No se espera que estén presentes en condiciones normales de funcionamiento o solo por un corto periodo de tiempo.

Nota. Atmósferas y Gasolineras (Atmósferas potencialmente explosivas,2020.)

Cabe recalcar que es importante tener en cuenta que las clasificaciones de las zonas de explosión pueden variar según las regulaciones y normativas locales, por lo que es esencial consultar las regulaciones aplicables en cada país para obtener información precisa y actualizada.

Índice Dow Chemical

Es un método que cuantifica daños que pueden estar presente en un proceso ,en el cual dio origen la empresa "DOW CHEMICAL" en 1964,por esa razón el índice Dow Fire & Explosión Index, es denominado como el índice de peligro más reconocido ya que puede evaluar riesgos de fuego y explosión.(*METODO DOW - Índice de Fuego y Explosion | CATEHE, 2020.*).

Descripción Metodológica

La gasolinera P&S Merizalde del Cantón Pujilí, dispone de información en base a experiencias dentro del establecimiento, con la información se sustenta lo ya mencionado en el marco teórico, es importante tener datos precisos y reales para así identificar el riesgo mayor, ya existente en la gasolinera como es un entorno de atmósferas explosivas.

Métodos de investigación

El método de investigación científica, se basa en la búsqueda de hechos pasados a través de la recopilación de información y análisis acontecimientos sistemáticos. Se recopila datos sobre incendios o explosiones. A partir de esta información se aplica un proceso de razonamiento basado en el conocimiento existente para describir y explicar los hechos o fenómenos estudiados.

Los esquemas bibliográficos utilizados fueron los siguientes:

Referencia Bibliográfica: Se adquiere información mediante fuentes de información como: libros, revistas científicas, investigaciones de acontecimientos pasados, fuentes bibliográficas para así obtener datos reales y profundizar el caso de estudio.

Información de campo: El estudio de campo es muy importante ya que aquí se puede apreciar las zonas donde es latente el riesgo de explosiones e incendios debido a su alto índice de partículas explosivas y material inflamables, se realiza una medición de atmósferas explosivas con el gasímetro así obteniendo datos reales para una mayor efectividad.

Estudio Factible: El presente proyecto es factible, ya que plantea una propuesta de solución al problema latente, para el beneficio tanto de los trabajadores de la gasolinera como para los cliente y personas que habitan alrededor de la estación de combustible.

Entrevista: Socialización con los trabajadores del área operativa y administrativa para que de esta forma ellos puedan exponer sus puntos de vista o dar a conocer sucesos pasados de incendios o explosiones, cómo también las condiciones de seguridad que tiene la gasolinera.

Lista de chequeo: Hoja de lista de chequeo también conocida como check list es un documento donde se describe acciones de control de cualquier actividad, este documento son de fácil entendimiento y manejo para indeterminadas personas.

RD.681/2003-Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos derivados de atmosfera explosivas en el lugar de trabajo: Este Decreto Real Español ayuda a la prevención y protección contra el riesgo de explosión, estableciendo una serie de responsabilidades para el empleador, como la evaluación del riesgo de atmósferas explosivas, medidas de prevención y protección, coordinación de actividades, formación e información de los trabajadores. Sin embargo, también existe obligaciones más específicas, como la clasificación de áreas de riesgo en zonas, los requisitos específicos que deben cumplir los equipos instalados en las zonas clasificadas. En lineamientos generales, la guía se divide en tres partes. La primera parte tiene un enfoque legal e incluye el contenido del decreto, así como las disposiciones adicionales, transitorias y finales. La segunda parte aborda aspectos técnicos y desarrolla los temas incluidos en los anexos del real decreto. La tercera parte comprende cinco apéndices que trata aspectos correspondientes o que requieren una mayor profundidad técnica como la clasificación de zonas de riesgo de atmósferas explosivas.

Índice Dow Chemical : Este método es una guía para la protección de incendio también conocido como (Fire & Explosion Índice) creado por la compañía Dow Chemical, donde determina las pérdidas máximas, el cálculo se basa en datos cuantificables, está diseñado para cualquier operación en que se almacena, maneje o se procese material inflamable.(Moreira, 2020).

Software Aloha: Es un software computarizado parte de suite de software Cameo, permite ingresar datos y visualizar los resultados como el área de exposición a vapores, la presencia de atmósferas inflamables, sobrepresión de una explosión o radiación térmica.

Este programa está diseñando para ayudar a profesionales de la prevención de accidentes químicos, así como facilita la planificación y entrenamiento en situaciones de emergencia. El objetivo principal es responder a derrames químicos, identificando áreas de riesgo debido a la dispersión accidental de sustancias volátiles o inflamables. Aloha se centra en la protección de la salud y seguridad, considerando los riesgos asociados con la inhalación de vapores tóxicos, radiación térmica, incendios y explosiones, incluyendo los efectos de ondas de presión.

Ventis MX4: Es un dispositivo portátil que puede medir hasta cuatro gases al mismo tiempo, incluyendo los gases explosivos que se mencionan son: O₂(oxígeno).CO (monóxido de carbono) o SO₂(dióxido de azufre) y H₂S(sulfuro de hidrogeno) o NO₂(Dióxido de nitrógeno).Por lo tanto, es un detector es duradero y resistente, diseñado específicamente para su uso en entornos adversos. (Perez-Lopez et al., 2016)

Plan de emergencia: Se refiere a una planificación y organización para utilizar las posibles consecuencias en términos de personas, pérdidas materiales y medio ambiente que puedan surgir en una situación de emergencia, se requiere un documento que detalle la organización, recursos materiales disponibles y acciones a seguir en cada caso.

Capítulo III

Desarrollo

Descripción de la empresa

En la gasolinera P&S de cantón Pujilí se comercializa combustible como: gasolina extra, súper y diésel; cuenta con las siguientes instalaciones donde se puede observar el área de surtidores, oficinas, servicio higiénico y venta de distintos productos, en el área restringida se puede apreciar los tanques de almacenamiento de combustibles que serán expendidos al público en general.

Figura 2

Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí



Nota. Mapa de Google Maps de la Gasolinera P&S "Merizalde"

Su ubicación es: 300m Sur a la gasolinera Sind. De choferes Km 4 vía Latacunga-Cotopaxi, la instalación se encuentra a una altitud de 2.961 m.s.n.m, con las coordenadas georreferenciales del sistema de posicionamiento global (GPS) son: 0°56'34" Sur y 78°40'55" Oeste.

Figura 3

Vista 2D Gasolinera Merizalde.



Nota. "Gasolinera P&S Merizalde", Tomado del Google Earth.

En la gasolinera trabajan 3 personas con turnos rotativos, las cuales están encargados del despacho y venta de combustibles a los usuarios durante las 24 horas, en el turno rotativo existen 2 personas más para cubrir los turnos, la cual hay un total de 5 trabajadores en el área operativa, en la cual uno de ellos inspecciona los camiones y la descarga de combustible en el momento que llega a las instalaciones de la gasolinera, en el área administrativa hay 2 personas y alrededor hay 2 vendedores de productos varios como también 1 persona en el servicio higiénico

Tabla 5

Descripción de las Áreas.

PROCESOS	ÁREA m^2	PERSONAS
Oficina Administrativa	120	2
Descarga De Combustible	300	2
Despacho	700	3
Bodega	150	1 (Eventualmente)
Baño	40	2 (Eventualmente)

Nota. Información del Plan de Emergencia de la Gasolinera P&S,2023

Área de tanque almacenamiento contienen las siguientes especificaciones generales como:

Tabla 6

Especificación Tanque Gasolina Extra.

Gasolina extra	
Tanque Estacionario	DGE01
Capacidad	1153,6 gal/ (43,65 m ³)
Año De Fab Tq. Aprox	2000
Años Transcurridos	23
ESPESOR DISEÑO PLANCHA (Mm)	3,25
Espesor Prom. De Plancha (Mm)	2,73
Tipo De Material	ACERO A-36

Nota. Inspección de medición de espesores de tanques

Tabla 7

Especificación Tanque de Gasolina Super.

Gasolina super	
Tanque Estacionario	DGS01
Capacidad	6807,7 gal/ (25,77 m ³)
Año De Fab Tq. Aprox	2000
Años Transcurridos	23
Espesor Diseño Plancha (Mm)	3,25
Espesor Prom. De Plancha (Mm)	2,72
Tipo De Material	ACERO A-36

Nota. Inspección de medición de espesores de tanques.

Tabla 8

Especificaciones Tanque de Diesel Premium.


DIESEL PREMIUM	
Tanque estacionario	DDP01
Capacidad	9938,3 gal/ (37,62 m ³)
Año de fab tq. Aprox	2000
Años transcurridos	23
Espesor diseño plancha (mm)	3,25
Espesor prom. De plancha (mm)	2,74
Tipo de material	ACERO A-36

Nota. Inspección de medición de espesores de tanques.

Cada tanque tiene su respectiva inspección por la identidad competente que es la Agencia de regulación y Control de Energías y Recursos Renovables No Renovables, en la cual los tanques cumplen con los parámetros de control.

Figura 4

Propiedades de la Gasolina.


Producto Químico	Formula Química	Propiedades	Riesgo de fuego y explosión.	Clasificación del riesgo	Componentes de la gasolina
Gasolina	C_5H_{12} $C_{10}H_{22}$	<p>Estado Físico: Líquidos a temperatura ambiente.</p> <p>Aspecto: Transparente y brillante.</p> <p>Color: Amarillo</p> <p>Olor: Característico</p> <p>T° de ebullición inicial: Aprox.35°C.</p>	<p>Punto de inflamación: -42°C</p> <p>Temperatura de autoignición: >280°C</p> <p>Límite superior de inflamabilidad:</p>	 <p>Riesgo para la salud=1 Riesgo de incendio=3 Reactividad=0</p>	<p>La gasolina es mezcla de cientos de hidrocarburos individuales desde C4(butanos y butenos), hasta C11 como, por ejemplo, el metilnaftaleno.</p>

Nota. Componentes de la gasolina. Tomado de ARCH.

La gasolina se obtiene a partir del petróleo durante el proceso de refinamiento. Se presenta como un líquido sin color, tonalidades rosas, y es altamente susceptible a la inflamación. Por lo general, la composición de la gasolina engloba más de 150 compuestos químicos, entre los que se encuentran el benceno, tolueno, xileno y en ocasiones plomo.(Caballero, 2022).

Figura 5

Propiedades del diésel.

Producto Químico	Formula Química	Propiedades	Riesgo de fuego y explosión.	Clasificación del riesgo	Componentes de la gasolina
Diésel	$C_{12}H_{26}$	<p>Estado Físico: Líquidos a temperatura ambiente.</p> <p>Aspecto: Aceitoso.</p> <p>Color: Amarillo</p> <p>Olor: Característico</p> <p>T° de ebullición inicial: Aprox.35°C.</p>	<p>Punto de inflamación: 60°C</p> <p>Temperatura de autoignición: 240°C</p> <p>Límite superior de inflamabilidad:</p>	 <p>Riesgo para la salud=2 Riesgo de incendio=2 Reactividad=0</p>	<p>Está compuesto principalmente por parafinas, es una mezcla de hidrocarburos que se obtiene por destilación fraccionada del petróleo entre 250°C y 350°C a presión atmosférica.</p>

Nota. Componentes del Diesel. Tomado de ARCH.

El Diesel, también reconocido como gasóleo o gasoil, se origina mediante el proceso de destilación y purificación del petróleo crudo. Este procedimiento involucra una torre de craqueo en la cual se introduce el petróleo y se somete a calentamientos. Luego, los vapores son nuevamente calentados y de esta segunda destilación surge el fueloil, a partir del cual se obtiene el gasóleo. En cada etapa de destilación, se obtiene un hidrocarburo más liviano.(Caballero, 2022).

Actividad Empresarial

La gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí tiene como principal actividad el expendio de gasolina extra, super y Diesel, las islas de combustible están construidas por hormigón, los dispensarios están cubiertos con un techo o más

conocidas como marquesinas de 8 metros de alto aproximadamente. Cuenta con 3 islas que presentan surtidores de combustible, la primera dividida en dos islas con un surtidor de gasolina extra en la segunda isla tiene un surtidor de gasolina super, la otra de gasolina extra y súper y un tercer surtidor para el despacho de Diesel premium y la tercera isla con un surtidor de 2 mangueras para despachar Diesel premium total 5 surtidores es eléctricos que tienen un sistema automático para el control de llenado también disponen una válvula de impacto que prende el despacho cuando el equipo sufre algún golpe.

Figura 6

Área de Despacho.



Nota. Surtidores de la Gasolinera P&S Merizalde.

La gasolinera fue construida en 1969, donde los empleados y clientes deben tener la seguridad adecuada fundamentalmente en las zonas donde existe un índice de explosión o incendio debido que por naturaleza el combustible es inflamable, se debe seguir estrictos protocolos de seguridad, como control de incendios, señalización adecuada y capacitación en el manejo seguro de productos inflamables.

Desarrollo del tema

Objetivo Especifico 1

Se requiere llevar a cabo una evaluación de atmósferas explosivas (ATEX), en la gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí, donde se utilizará la siguiente normativa: ATEX 137-Directiva 1999/92/CE y RD.681/2003. La guía técnica proporciona directrices para evaluar y prevenir los riesgos asociados con atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. Cuando existen la probabilidad de la presencia de atmósferas explosivas, es responsabilidad del empleador llevar a cabo un análisis detallado de los riesgos relacionados con incendios y explosiones. Este estudio establece una obligación ya presente en el Real Decreto 681/2003, teniendo en cuenta los principios básicos, la investigación del riesgo debe contener lo siguiente:

Identificación del Peligro

La identificación de peligros, implica tener en cuenta la probabilidad de posibles generadores de ATEX, como sustancias y productos inflamables o combustibles, Es necesario analizar en todas las instalaciones, procesos y equipos, para determinar cómo las distintas sustancias y productos pueden combinarse y formar las atmósferas explosivas, en la gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí se encontró los siguientes peligros:

- Condiciones Ambientales
- Condiciones Eléctricas
- Explosión debido a sustancias toxicas

Se detallará en la tabla 9 los mencionados componentes.

Tabla 9

Identificación del peligro en la Gasolinera P&S Merizalde.

Evaluación Del Peligro		
Riesgo	Peligro	Detalle
Condiciones Ambientales	Explosiones a diferentes climatologías	Existe la posibilidad que exista una explosión cuando estemos expuestos altas temperaturas ya que en la gasolinera existe partículas de combustible.
Contacto con electricidad	Contacto eléctrico Directo o Indirecto	Los dispositivos electrónicos deben usarse adecuadamente ya que estos generan una chispa y podría ocasionar un incendio debido a los vapores combustibles.
Explosión debió a sustancias tóxicas	Inhalación de productos inflamables o tóxicos.	Es fundamental cumplir con las medidas de seguridad establecidas en las estaciones de servicio para reducir al mínimo el riesgo de inhalar productos inflamables o tóxicos.
Explosión	Atmósferas potencialmente explosivas	Este escenario se puede generar debido a la presencia de gases inflamables, como el vapor de gasolina, que pueden detonar si se produce una chispa o una fuente de calor significativa.
Contaminantes Físicos	Nivel de Iluminación	Se debe mantener el nivel de iluminación adecuada si la iluminaria esta defectuosa o fundida comunicar a la identidad pertinente para una sustitución o reparación.
Otros peligros no específicos	Otros	La ficha de datos de seguridad (FDS) del producto químico estará siempre disponible para los trabajadores, de manera que puedan consultarla en caso de derrame, fuga, incendio, ingestión, entre otros.

Nota. Información archivos de la Gasolinera P&S Merizalde.

Para determinar el estudio de una atex se debe tener en cuenta un requerimiento indispensable conocer los parámetros inflamables y explosivos de la sustancias o productos que existan en el lugar o área de trabajo que en este caso es la Gasolinera P & S "Merizalde".

La siguiente figura se puede observar los diferentes parámetros donde se da a conocer las características y categorías de las sustancias:

Figura 7

Sustancias Inflamables.

ESTADO DE PRESENTACIÓN DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES / COMBUSTIBLES		
	GASES, VAPORES Y NIEBLAS	POLVOS
Parámetros característicos ATEX	Rango de inflamabilidad explosividad (límite inferior - superior)	Granulometría
	Tª de inflamación (flash point)	Concentración mínima explosiva
	Tª de autoinflamación	Energía mínima de ignición
	Grupo y subgrupo: IIA, IIB o IIC	Tª de ignición en capa
	Intersticio experimental máximo de seguridad	Tª de ignición en nube
	Energía mínima de inflamación	Presión máxima de explosión
	Gradiente máximo de presión	Constante de explosividad (K_{st})
	Corriente mínima de inflamación	Resistividad / conductividad eléctrica
	Densidad relativa	Concentración límite de oxígeno
	Coefficiente de evaporación	Susceptibilidad / estabilidad térmica

Nota. Estado de las sustancias inflamables. Tomado de la (NTP 876)

Se debe tomar en cuenta que el índice de explosión se define en cómo se puede verificar la presión y temperatura que se obtiene para valorar los niveles de explosión, dónde se encuentra diferentes líquidos inflamables como es el caso de la gasolina y diésel, en la cual se obtiene un parámetro ideal para la conservación de este producto.

De tal manera analiza el grado de dispersión y concentración de sustancias o productos inflamables se presenta la formación y duración de la atex, por ello se define tres niveles de probabilidad de la formación de Atex para los diferentes estados de la combustión, en la cual se refleja en la siguiente figura:

Figura 8

Formación de Atex.

		ESTADO DE PRESENTACIÓN DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES / COMBUSTIBLES	
FORMACIÓN DE LA ATEX	DURACIÓN DE LA ATEX	GASES, VAPORES Y NIEBLAS Emplazamiento Clase I	POLVOS Emplazamiento Clase II
Permanente o frecuentemente	Tiempo prolongado	Zona 0	Zona 20
Ocasional	Ocasional	Zona 1	Zona 21
No probable	Breve periodo	Zona 2	Zona 22

Nota. Clasificación de las zonas Atex. Tomado de la (NTP 876)

Las zonas que existen en la Gasolinera Merizalde se detallaran a continuación:

Zona 0

Figura 9

Distribución de Combustible.



Nota. Gasolinera P&S.

Son áreas peligrosas donde hay concentraciones de gases y vapores inflamables presentes de forma continua o durante largo tiempo.

Zona 1

Figura 10

Surtidores Gasolinera P&S



Nota. Área de los surtidores, zona de peligro.

En esta área de la gasolinera es donde las concentraciones del material combustible, pueden existir parte del tiempo bajo condiciones normales de operación.

Zona 2

Figura 11

Gasolinera P&S Merizalde.



Nota. Zona de riesgo en la gasolinera.

En esta área de la gasolinera las condiciones son normales de operación, es posible que no existan concentraciones inflamables en ciertos lugares.

Los componentes básicos para las zonas peligrosas en donde se identifica las fuentes de escape y la gravedad, la existencia de los tres grados principales, se clasifican acorde a él orden o probabilidad en la que pueda ocurrir un escenario de precia de una atmosfera explosiva:

- **Grados de escape continuo:** Se genera de forma durante largos periodos.
- **Grados de escape primario:** Se forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.
- **Grado de escape secundario:** No ocurre con frecuencia y con periodos de corta duración.

Se determinará la clasificación de zonas para así comprobar el grado de ventilación, el gas contaminante se dispersa con el aire evitando que la concentración sea alta teniendo en cuenta el límite de explosión.

La ventilación se reconoce con los tres grados como son:

- Ventilación Alta: El nivel de contracción en el punto de escape obteniendo un límite de explosión bajo.
- Ventilación Media: Se puede controlar la dispersión donde se mantiene un escenario estable.
- Ventilación Baja: No se puede controlar la concentración de escape y es imposible controlar una atmosfera explosiva.

Se considera los tres niveles de ventilación:

- Buena: Ventilación permanente.
- Aceptable: Se produce por poca frecuencia y cortos periodos.
- Pobre: No cumple una ventilación buena o aceptable.

En las atmósferas explosivas, se debe considerar implementar un sistema continuo de detección y de medidas de control para reducir al máximo la duración y el volumen de escape.

Identificación y análisis de las posibles fuentes de ignición efectiva.

La evaluación de riesgo ATEX implica identificar y analizar las fuentes de ignición para asociarlas a las zonas de riesgo. Esto se hace para determinar donde se puede ubicar los dispositivos o equipos dentro de la zona ATEX, de manera que se pueda acceder a una zona de riesgo para llevar a cabo actividades específicas.

NORMA UNE-EN 1127-7(2012)

Se establece las posibles fuentes de ignición:

Figura 12

Fuentes de ignición: UNE-EN 1127-1

1.	Superficies calientes.
2.	Llamas y gases calientes.
3.	Chispas de origen mecánico.
4.	Material eléctrico.
5.	Corrientes eléctricas parásitas.
6.	Electricidad estática.
7.	Rayo.
8.	Radiofrecuencias y microondas.
9.	Radiación óptica (IR, visible y UV), incluyendo láser.
10.	Radiación ionizante.
11.	Ultrasonidos.
12.	Compresión adiabática, ondas de choque y gases circulantes
13.	Reacciones químicas exotérmicas.

Nota. Fuentes de ignición. Tomado de la norma UNE-EN 1127.

En la gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí según la norma UNE-EN 1127-7 (2012) se determina que las posibles igniciones se pueden encontrar (Ver Anexo A)

Determinación de la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición

Se debe minimizar el riesgo en zonas ATEX, por esa razón se intentará disminuir la posible presencia de una fuente de ignición, así clasificando tres niveles de frecuencia:

- Constante o frecuente.
- Circunstancias raras.
- Circunstancias muy raras.
- Estimación de los posibles efectos de la explosión

Para evaluar los posibles daños de una explosión se debe tener en cuenta el valor de riesgo, dado que las consecuencias pueden ser mortales o catastróficos, las explosiones más frecuentes pueden ser por:

- Radiación térmica
- Onda de presión
- Llamas
- Proyección de objetos pequeños
- Emisión de sustancias peligrosas
- Abatimiento de estructuras

Pero estos ejemplos no son los únicos que existen ya que las explosiones pueden llegar a ser impredecibles.

Estimación/valores de riesgo ATEX

Se puede identificar los principales puntos críticos para determinar las medidas a adoptar para así mitigar o minimizar el riesgo de explosión, por otra parte, la estimación del riesgo se deriva con la combinación de varios parámetros con la probabilidad y duración de la ATEX, probabilidad y presencia o activación de fuentes de ignición.

Figura 13

Clasificación del Área de riesgo.

PROBABILIDAD DE IGNICIÓN	CLASIFICACIÓN DEL ÁREA DE RIESGO			
	No clasificada	Zonas 2/22	Zonas 1/21	Zonas 0/20
Fuente de ignición inexistente	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Posible ignición en caso de disfuncionamiento raro o fallo no previsible	Despreciable	Muy baja	Baja	Media
Posible ignición en caso de disfunción o fallo previsible	Despreciable	Baja	Media	Alta
Posible ignición en funcionamiento normal	Despreciable	Media	Alta	Muy alta

Nota. Parámetros relacionados con el tipo de zonas. Tomado de "NTP 876".

Se puede verificar en la figura 13, se valora cinco niveles de probabilidad

Se puede estimar el riesgo de explosión y las posibles consecuencias se puede seguir a siguiente paso que es la valoración del riesgo, con el fin de valorar y determinar si se debe reducir el riesgo o si el lugar es seguro.

Figura 14

Estimación del riesgo Atex.

PROBABILIDAD DE MATERIALIZACIÓN	SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	Riesgo leve	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
Baja	Riesgo leve	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Media	Riesgo leve	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Alta	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
Muy alta	Riesgo medio	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto

Nota. Valoración del riesgo derivados de una Atex. Tomado de la "NTP 876"

Objetivo Específico 2

Atmósferas Explosivas

Según la NTP 223 nos indica que los espacios confinados tienen aperturas limitadas con entrada y salida con una ventilación no tan favorable donde el oxígeno es muy poco y no es apta para ejercer una actividad laboral, en la siguiente figura indica las consecuencias en caso de concentraciones de oxígeno, el tiempo de exposición y las consecuencias.

La medición de atmósferas explosivas en la gasolinera P&S Cantón Pujilí, se realizó con el equipo de medición de gases, Ventis MX4 de la marca Industrial Scientific este equipo posee un sistema portátil. El equipo es un detector de múltiples gases, este ayuda a encontrar gases en espacios confinados cerrados o abiertos, tiene la capacidad de medir hasta cuatro gases al mismo tiempo, incluyendo gases explosivos como: oxígeno (O₂), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de azufre (SO₂), y sulfuro de hidrógeno (H₂S) o Dióxido de nitrógeno (NO₂). (Industrial Scientific, 2023.)

Características del Equipo

Según el en instructivo (CASELLA,2011), indica lo siguiente:

- El Ventix-MX 4es capaz de detectar 4 gases al mismo tiempo.
- Clasificado de acuerdo a la directiva ATEX 94/9/CE.
- Pantalla digital LCD de gran tamaño que muestra la concentración de gas detectado en tiempo real, así como valores máximos y mínimos, concentraciones STEL y TWA.
- Las baterías son recargables de iones de litio con una autonomía de 12 horas o, con pilas alcalinas con una duración de 8 horas.
- Posee una memoria interna que permite registrar hasta 50 datos con intervalos de 10 segundos.

Figura 15

Características Ventix MX4



Nota. Implementos del Ventix MX4. Tomado de Industrial Scientific

Especificaciones del Equipo.

Tabla 10

Capacidades del Ventix MX4.

Configuración	Explosivos: rango de 0 hasta 100% (LIE) Oxígeno (O2): rango de 0 hasta 30% vol. Monóxido de Carbono (CO): rango 0 hasta 1.000 (ppm) Sulfuro De Hidrógeno (H2S): rango 0 hasta 500 (ppm)
Gases Detectados	Explosivos: O2,CO,H2S. Esto permite evaluar la presencia de gases explosivos, tóxicos o niveles deficientes de oxígeno.
Pantalla	Pantallas LCD. <ul style="list-style-type: none"> • Los datos de detección de gases como Ex, O2, CO y H2S/NO2 se muestran en pantalla a través de mensajes específicos para cada canal de medición.
Alarmas de gases	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una señal luminosa intermitente que se activa simultáneamente en todos los canales. • Además, se emite una señal acústica para alertar sobre la presencia de gases peligrosos. • También se cuenta con una opción vibratoria para notificar al usuario.
Indicadores luminosos	Visible en todas las direcciones. <ul style="list-style-type: none"> • 12 horas -Baterías recargables Li/ion • 8 horas-Pilas alcalinas
Autonomía	
Temperatura Funcionamiento	-20°C a +50°C
Peso	<ul style="list-style-type: none"> • 182 g (sin bomba) • 380 g (con bomba) • 103 x 58 x30 mm (sin bomba) • 172 x 67 x66 mm
Dimensiones	

Nota. Especificaciones del equipo. Tomado de Casella España ,2011

Figura 16

Partes del Medidor.



Nota. Partes del medidor Ventix-MX4, tomado de la Castellá ,2011.

Tabla 11*Partes Ventix MX4*

Número	Características	Función
1	Indicador de alarma visual	La advertencia que emite la alarma varía según el nivel y de seguridad.
2	Entradas de bombas (aspiración) Puertos de sensores (difusión)	El ingreso del aire; estas entradas se utilizan para calibrar y realizar pruebas funcionales en los sensores de gas.
3	Pantallas LCD	En la interfaz de usuario, la luz de fondo parpadea cuando el monitor se encuentra en estados de alarma del sistema, ya sea alta o baja.
4	Puertos de alarmas audibles	La luz de fondo también se utiliza para advertencias y como indicador de seguridad
5	Botón de encendido/apagado/modalidad.	El dispositivo tiene la capacidad de encender y apagar la unidad. Además, puede omitir un proceso o paso, así como avanzar a la pantalla siguiente tanto en la modalidad de monitoreo de gas como en la modalidad de configuración. También permite hacer ajustes en los valores durante la configuración.
6	Botón Intro	La función se utiliza para iniciar una etapa o paso dentro de un procedimiento. Altera los valores en el modo de configuración.
7	Interfaz IrDA	Muestra en tiempo real la comunicación de datos a través de luz infrarroja.
8	Contacto de Carga	Carga de batería

Nota: Detalles del Equipo Ventix MX4. Tomado Industrial Scientific

Con la ayuda del medidor de Gases Ventix MX4, se obtuvo las siguientes mediciones de la Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí. (Ver Anexo E)

Tabla 12*Mediciones de Atmósferas Explosivas.*

Temperatura	Oxigeno	CO	LEL
13 C°	20,9 %	129 ppm	012 %
18 C°	20.9%	41 ppm	005%

Nota. Mediciones de la Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí.

Objetivo Especifico 3

Plan de prevención

Se elabora un plan de prevención para reducir el nivel de riesgo de incendio y explosión, detalla los funcionamientos adecuados de las instalaciones de la Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí., es esencial ya que se manipula, abastece y distribuye, permitiendo de esta manera que exista un riesgo de incendio y explosiones.

El plan de prevención debe cumplir con inspecciones periódicas en cada área incluyendo en los tanques de almacenamiento, sistema eléctrico, sistema de alarmas, detección entre otros. Se debe cumplir con las normativas vigente para así mejorar las actividades que se realizan en la gasolinera.

Debe incluir mejores prácticas para la gestión de riesgos y prevención de accidentes, lo que ayuda a minimizar las pérdidas materiales de igual manera garantizando la integridad física de los trabajadores para prevenir los riesgos, laborales, salud y ambiental. (Ver Anexo B)

Plan de Emergencia

Se elabora un plan de emergencia para incendios con el objetivo de establecer las obligaciones y acciones específicas que se deben seguirse en caso de riesgo de incendio o explosión, así como la forma adecuada de actuar frente a esta situación. De tal forma se

detalla la metodología y los cálculos realizados. Las cuales se basan en el Índice Down, y Sofwert Aloha, con el fin de cumplir con los requisitos del cuerpo de bomberos y utilizarlo para una mejora continua, fomentando un entorno de trabajo adecuado. (Ver Anexo C)

Simulador Software Aloha.

La información obtenida en la Gasolinera P&S Cantón Pujilí, mediante el simulador ALOHA es el siguiente

Tabla 13

Software Aloha.

Zona de afectación	
Código de la estación:	MERIZALDE ES-02
Fecha:	7/08/2023
Combustible:	GASOLINA
Accidente:	BLEVE
PROCESO A ANALIZAR:	Atmósferas explosivas en los tanques de almacenamiento de combustibles en la Gasolinera P&S Merizalde, Cantón Pujilí.
Capacidad del tanque:	11531,6 gal/(43,6 m ²)

Nota. Resultados del simulador software aloha.

Tabla 14

Software Aloha.

PARÁMETROS	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	110 m
Tiempo de duración de la bola de fuego.	6 sg
Longitud de la llama.	20 m
ZONA ROJA:(10.0 Kw/(m ²) = potencialmente letal dentro de 60 seg)	46,63 m/(51yd)
ZONA NARANJA:(5,0 kW/m ²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)	76.80m/ (84 yd)
ZONA AMARILLA: (2,0 kW/m ²). Dolor con 60 segundos de exposición.	128m/ (140 yd)

Nota. Resultados del simulador software aloha.

Figura 17*Simulador Software Aloha*

Nota. Resultado Software Aloha.

Índice Down Chemical

Se llevo a cabo el levantamiento de datos en la Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí en la cual se aplicó la Guía para la clasificación de Riesgos del Incendio y Explosión, 1994.

Los datos fueron insertados en una hoja de cálculo en Excel con la ayuda de la guía ya mencionada, se debe:

Seleccionar la unidad de proceso que es:

- Gasolinera
- Área de descarga
- Almacenamiento de combustible
- Área de distribución

Teniendo en cuenta le evaluación anterior de las zonas 0,1,2 de estas áreas.

Figura 18

Unidad de proceso.



Nota. Proceso de la Gasolinera P&S Merizalde.

Cálculo el Factor de material (MF).

El factor del material mide la intensidad que se libera la energía de un compuesto químico, mezcla o sustancia, este dato se puede encontrar en el (Manual Índice Dow- pág,105)

Figura 19

Factor Material (MF).

COMPOUND	MF	Hc BTU/LB X 10 ³	NFPA Classification			Flash Point (deg F)	Boiling Point (deg F)
			N(H)	N(F)	N(R)		
Fuel Oil #6	10	18.7	0	2	0	150 - 270	-
Furan	21	12.6	1	4	1	-32	88
Gasoline	16	18.8	1	3	0	-65	100 - 400
Glycerine	4	6.7	1	1	0	390	340
Glycolonitrile	14	7.6	1	1	1	-	-

Nota. Factor Material de la gasolina. Tomado del manual índice dow.

Factor General de Riesgo (F1)

En relación a este apartado, se examinarán los siguientes aspectos en la Unidad de Proceso que se está evaluando:

- Reacciones Exotérmicas
- Reacciones Endotérmicas
- Manejo y Transferencia de Materiales: Para gasolina o gases inflamables la penalización es 0,85.
- Unidades de Proceso Cerrados
- Acceso
- Drenaje

De estrás opciones se obtiene que:

Figura 20

Formula Factor General de Riesgo (F1)

$$F_1 = 1 + \Sigma \text{ penalización}$$

Nota. Fórmula del Factor General de riesgo. Tomado del manual índice dow.

Aplicando la formula:

Figura 21

Resolución Factor (F1)

$$F_1 = 0 + 0 + 0,85 + 0 + 0 + 1,00$$

$$F_1 = 1,85$$

Nota. Resultado del Factor de riesgo (F1)

Se aplica la formula donde el resultado de (F1) es 1,85 con sus respectivas penalizaciones que están descritas en el Manual del Índice Dow.

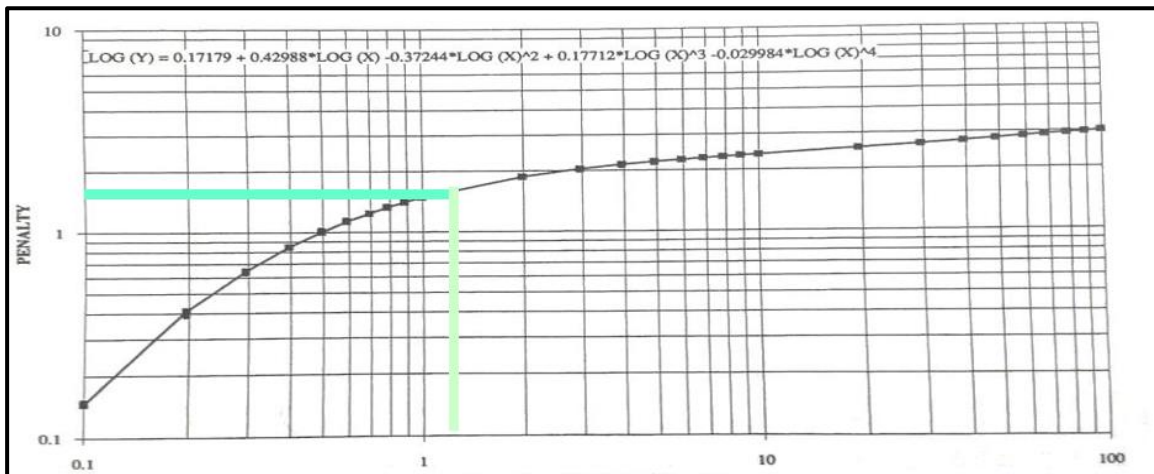
Cálculo de riesgos especiales del proceso (F2):

- Consideramos los siguientes puntos para este factor:
- Temperatura
- Presión Baja
- Operaciones en condiciones de inflamabilidad
- Explosión de polvo
- Presión de Alivio
- Baja Temperatura
- Cantidad de Material inflamable

Líquidos o gases en proceso:

Figura 22

Liquids or gases in process.

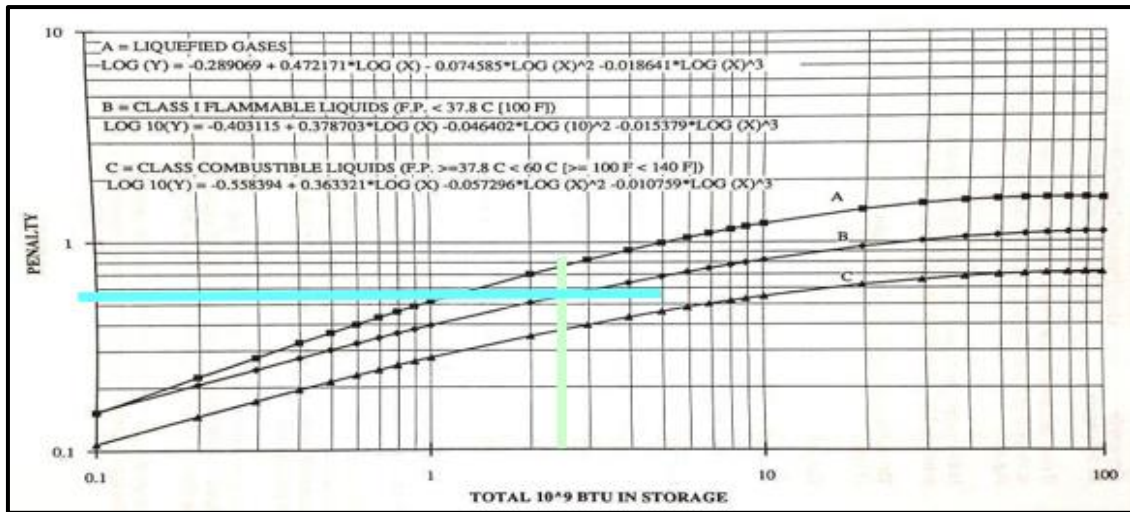


Nota. Penalización de combustibles en proceso. Tomado del manual Índice dow.

Empleamos Hc 18,8 BTU/Lb perteneciente a la gasolina según el Manual del Índice Dow, se multiplica por 37620,56 kg de la gasolina, el cual es el peso promedio del contenido.

$$\text{Penalización} = \frac{18800 \text{ BTU}}{\text{Lb}} * 37620,56 * 2,2 \text{ lb} * \frac{1}{10^9}$$

$$\text{Penalización} = 1,55$$

Figura 23*Líquidos o Gases en Almacenamiento*

Nota. Líquidos de Almacenamiento. Tomado del manual del índice dow.

La isólinea se valora con una penalización de 0,55

- Corrosión
- Fugas
- Uso de calentadores directos.
- Intercambio térmico con aceite caliente
- Equipos de rotación, bombas compresoras.

A continuación, se visualiza la formula (F2):

Figura 24

Factor de peligros especiales (F2)

$$f2 = A + B + C + D + E + F + G1 + G2 + G3 + H + I + J + K + L + M + \text{factor base (1,0)}.$$

Nota. Fórmula de riesgos especiales (F2)

Se aplica la formula con las penalizaciones correspondiente la cual me da un resultado de

F2:4,80

Factor de Riesgo de la Unidad (F3)

Se calcula el índice de riesgo mediante el factor de riesgo (F1) y riesgos especiales del proceso (F2).

Figura 25

Aplicación de la Formula (F3)

$$F3 = 1.85 * 4.80$$

$$F3 = 8,8 \text{ aproximando a } 9$$

$$F3 = 9$$

Nota. Resultado factor de la unidad (F3)

Cálculo del factor de incendio y explosión (Índice Dow).

El índice F&E se estima de la siguiente forma:

Figura 26

Factor de incendio y explosión

$$F\&E = MF * F3$$

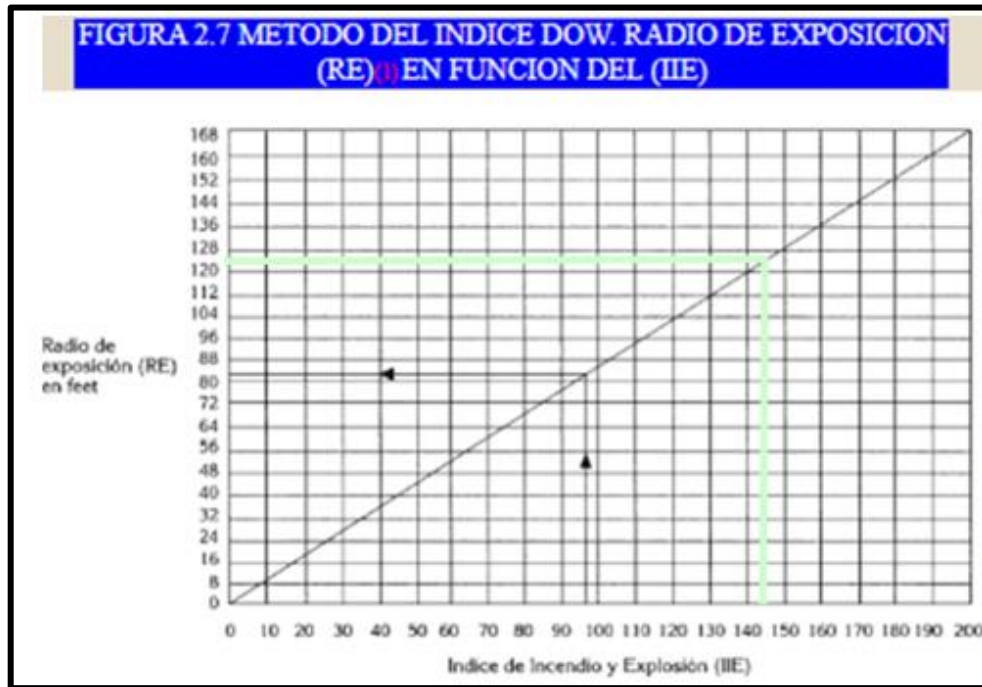
$$F\&E = 9 * 16$$

$$F\&E = 144$$

Nota. Resultado del factor de incendio y explosión.

Determinación del radio de exposición.

Se calcula el índice F&E que es igual a 144 y se analiza en la figura.

Figura 27*Radio de explosión*

Nota. Radio de exposición, tomado del índice dow chemical.

Por lo tanto, el radio de la exposición es 121 ft=36 m, considerando:

Figura 28*Área de exposición*

$$\text{Área de exposición} = \pi * r^2$$

$$\text{Área de exposición} = 3,1416 * 36^2$$

$$\text{Área de exposición} = 4,071,51m^2$$

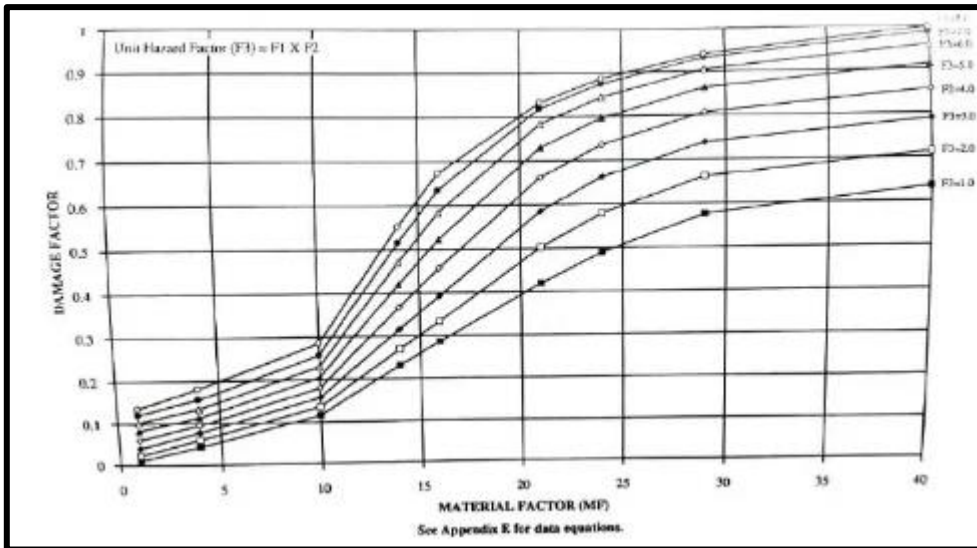
Nota. Resultado del área de exposición, tomado del índice dow.

Cálculo del Factor de Daño Probable.

Mediante el cálculo de $MF=16$ y el Factor $(F3) =9$, mediante la gráfica, se determinará el Factor de Daño Probable (FD) de la instalación que es igual a $FD=1$.

Figura 29

Factor de Daño



Nota. Factor de daño probable de la instalación, tomado del índice dow chemical.

Mediante la tabla del índice de incendio y explosión se determina el grado de peligro.

Figura 30

Índice de fuego y explosión

RANGO INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN	GRADO DE PELIGRO
1 – 60	Ligero
61 – 96	Moderado
97 – 127	Intermedio
128 – 158	Intenso
Más de 159	Grave

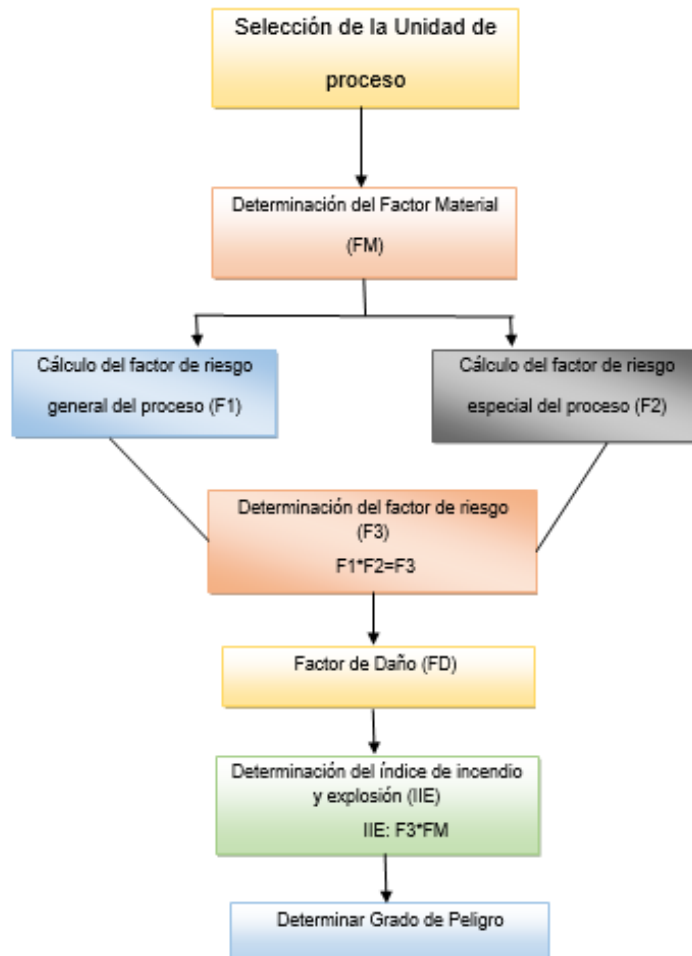
Nota. Rango de incendio y explosión tomado del Manual índice dow.

A través del método del índice dow se exhiben los resultados adquiridos, para valorar el peligro de incendio que fue utilizado (Ver Anexo A)

Diagrama Para El Cálculo Del Índice Dow

Figura 31

Procedimiento Índice Dow.



Nota. Diagrama Índice Dow, tomado: Guía de riesgo de Incendio y Explosión, 1994.

Por medio de este diagrama se puede verificar el proceso ya empleado del índice dow en la gasolinera P&S Merizalde del cantón Pujilí, teniendo en cuenta todos sus pasos para así determinar el nivel de riesgo a incendios y explosiones. (Ver Anexo D)

Dando a conocer los siguientes resultados:

Tabla 15

Índice Dow Chemical.

Especificaciones	Cantidades
Factor de riesgo de la unidad (F3)	9
Factor material (MF)	16,0
IIE	144
Radio de exposición (RE)	36m2

Nota. Datos obtuvimos mediante el índice dow chemical.

Mediante la evaluación se dio a conocer las pérdidas económicas que puede causar una explosión de este nivel, a continuación, se detallara los valores:

Tabla 16

Pérdidas Económicas.

<i>DETALLES</i>	<i>VALORES (Miles de dólares)</i>
<i>Valor De Área De Exposición-Vae-Valor De La Instalación.</i>	<i>\$977,16</i>
<i>Valor De Sustitución</i>	<i>\$415,38</i>
<i>Daños A La Propiedad.</i>	<i>\$684,01</i>
<i>Interrupción De La Actividad Industrial, Bi- Coste Asociado A La Paralización De La Actividad</i>	<i>\$665</i>
<i>Perdida De Producción</i>	<i>\$19,950</i>
<i>Costo Totall (Mppd Real + Perdida De Producción)</i>	<i>\$703.96</i>

Nota. Datos obtenidos mediante la evaluación del índice dow.

Una vez que se realizó el cálculo de los diferentes factores de riesgo se obtiene el Fire & Explosion Índex = 144, el mismo que indica el nivel de riesgo al que está expuesta la Gasolinera P&S Merizalde del Cantón Pujilí, dado que el nivel de riesgo es INTESO se debe tomar medidas preventivas para evitar que ocurra incendios o explosiones.

Análisis costo beneficio

Mediante el análisis se da conocer los siguientes parámetros en donde se da a conocer el análisis de costa -beneficio.

Tabla 17

Costo Beneficio.

Actividad	Descripción	Valor unitario	Cantidad	Costo
Plan de mantenimiento	• sistema de alarmas.	75 \$	1	75\$
	• Sistema eléctrico.	75\$	1	75 \$
	• Tanques de almacenamiento.	50\$	3	150 \$
Mantenimiento y recarga de extintores	• Pintar y recargar extintores.	20\$	5	100\$
Revisión del área de trabajo.	• Mangueras para gasolina.	6,00 \$	5	30,00 \$
	• Casco de seguridad.	20\$	5	100 \$
Asignación de EPP	• Gafas.	2,00 \$	5	12,00 \$
	• Guantes de nitrilo.	2,18\$	5	10,90 \$
	• Mascarilla con filtros.	3,00\$	5	15,00\$
	• Uniforme.	35 \$	5	175 \$
	• Calzado	25 \$	5	125 \$
Evaluación de riesgos de incendios y explosión.	• Índice Dow	50\$	1	50\$
	• Software Aloha	50\$	1	50\$
Total				967,9\$

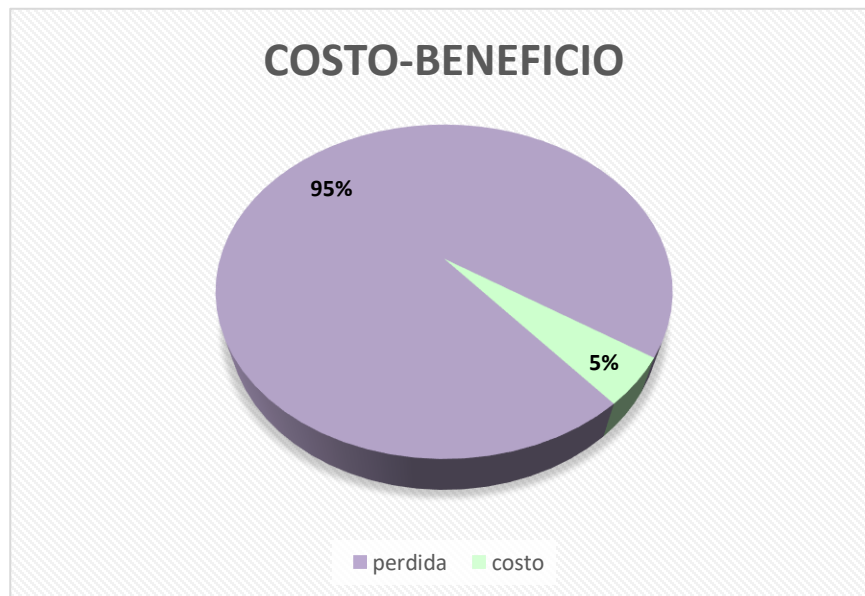
Nota. Determinación del costo.

La gasolinera P&S Cantón Pujilí aplicara una serie de actividades basándose en la seguridad, por lo tanto, el costro será de 967,9\$, esta inversión ayudara a la formación del personal, a la elaboración del plan de emergencia, plan de mantenimiento, adquirir EPP, capacitaciones y métodos de evaluación de incendio.

Por otro lado, mediante el Índice Dow se realizó un cálculo de la pérdida de producción que dio como resultado \$19,950 en la cual mediante un diagrama se dará a conocer el análisis donde detalla que, si no se aplica las medidas de seguridad, la pérdida ser de 95% mientras que el costo benéfico 5%:

Figura 32

Costo Beneficio



Nota. Análisis de costo y beneficio de la Gasolinera P&S Merizalde Cantón Pujilí.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

- Se evaluó de los riesgos en atmósferas explosivas (Atex), basado en la ATEX 137- Directiva 1999/92/CE y RD.681/2003 se identificó el peligro ya latente en la gasolinera que son los incendios y explosiones, se analizó las zonas donde la fuente de ignición está presente mediante la UNE-EN 1127-1, se verificó con qué frecuencia se puede activar las fuentes de ignición y su nivel de riesgo de explosión es muy alto, en la cual se implementaron medidas preventivas para que el 90% de los trabajadores se sientan seguros en el área de trabajo.
- Se midió la atmósfera el nivel de atmósfera explosiva al interior y exterior atex, establecido en la NTP 223, mediante el Medidor de Gases Ventix MX4 se realizó la medición de atmósferas explosivas la cual el límite inferior de explosión (LEL) arrojó un resultado de 0,12%, el monóxido de carbono un 129 ppm, mientras que el oxígeno 20,9%.
- Se elaboró un plan de prevención para reducir el nivel de riesgo de incendio y explosión, por la presencia de atmósferas explosivas, basándose en el plan de emergencia que se debe asociar con los trabajadores para que así el personal pueda actuar eficazmente a un incendio o explosión de tal forma que se debe verificar las áreas de afectación mediante el software aloha en donde nos indica que la zona roja tiene 46,63 m, la zona naranja 76,80 m y la zona amarilla 120 m, con los datos ya obtenidos mediante el Índice Dow se obtuvo una pérdida de 578,412 mil \$, en la cual se realizó un análisis de costo y beneficio donde se detalla una serie de actividades y material preventivo para mitigar este riesgo el cual nos arrojó un resultado de 967,9 \$ de inversión por beneficio.

Recomendaciones

- Se debe aplicar la normativa en todas las gasolineras del país, para identificar los riesgos de incendio y explosión, para ayudar a los trabajadores a obtener un espacio seguro para desempeñarse laboralmente.
- Se debe implementar un requisito de funcionamiento en donde detalle que se debe hacer una medición periódica, para determinar si la gasolinera tiene un riesgo elevado de atmósferas explosivas, con equipos en buen estado, calibrados y con su certificado, dando así un lugar seguro para los trabajadores y usuarios.
- El plan preventivo debe ser indispensable en todas las gasolineras para que identificar los peligros tanto laborales o los riesgos naturales que pueda existir dentro y fuera de la gasolinera se debe hacer un análisis detallado de las zonas de peligro y las zonas de explosión para así prevenir con todas las medidas de seguridad.

Bibliografía

- About NFPA. (s. f.). Recuperado 17 de mayo de 2023, de <https://www.nfpa.org/About-NFPA>
- administradorweb. (2019, diciembre 5). *Atmósferas explosivas en las estaciones de gasolina*. Cepa Panama. <https://cepa-panama.com/atmosferas-explosivas-en-las-estaciones-de-gasolina/>
- Atex. (s. f.). *Ingefy | Empresa Ingeniería Madrid*. Recuperado 17 de mayo de 2023, de <https://www.ingefy.com/es/seguridad/atex-atmosferas-explosivas/>
- Atmósferas potencialmente explosivas | ABB*. (s. f.). Recuperado 15 de mayo de 2023, de <https://new.abb.com/drives/es/industrias-aplicaciones/atmosferas-potencialmente-explosivas>
- Caballero, M. P. (2022). *Analysis of Physicochemical Properties of Mexican Gasoline and Diesel Reformulated with Ethanol* [Entrevista]. <https://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n3/v13n3a4.pdf>
- Camacho Esquivel, A. R. (2014). Environmental community educative proposal for the management of dangerous chemical products. *Dilemas Contemporáneos : Educación, Política y Valore*, 1(4). <https://www.proquest.com/docview/2247222764/abstract/F01F749797DF44F3PQ/1>
- Castiblanco, P. A. C., & Gómez, A. M. P. (2018). *PROPUESTA DEL PROGRAMA DE RIESGO QUÍMICO PARA LA EMPRESA COMBUSTIBLES H&R*.
- Clases de fuego y sus características*. (s. f.). AprendEmergencias. Recuperado 25 de mayo de 2023, de <http://www.aprendemergencias.es/incendios/clases-de-fuego/>
- Cordero, León. (1983). *Reglamento de Seguridad y salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto 2393*. [Entrevista]. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO->

2393.-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-
TRABAJADORES.pdf?x42051

Daval, M., & M, J. (2000). Trabajos en espacios confinados. *Es*, 3-13.

Detector Multiple Gases Ventis-MX4. (s. f.). *Gavasa - Equipos de medida y control*.

Recuperado 4 de agosto de 2023, de <https://www.gavasa.com/producto/detector-multiple-gases-ventis-mx4/>

Ecuador. (2005). *Código de Trabajo* [Entrevista]. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/C%C3%B3digo-de-Tabajo-PDF.pdf>

Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. [Entrevista].

https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Explosions of coal powder in pressured process; Explosiones de Polvo de Carbon en

Procesos a Presion. (2000). <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20041244>

Gonzales, A. (s. f.). *Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega*.

IESS. (2004). *Decisión 584, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo*.

[Entrevista]. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/INSTRUMENTO-ANDINO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-EN-EL-TRABAJO.pdf?x42051>

Julio, M. A., Juan, L. C., Ángel, G. L., Alcides, G. F., & Miño, G. (2020). Metodologías MESERI, índice 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, 329-346. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6251>

León, J. de C. y. (s. f.). *Almacenamiento y distribución* (Castilla y León) [Text]. Junta de Castilla y León. Recuperado 3 de mayo de 2023, de

<https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/almacenamiento-distribucion.html>

- Machala: Celular atribuye explosión gases gasolinera Machala ElOro Ecuador.* (s. f.). Scoopnest. Recuperado 14 de abril de 2023, de <https://www.scoopnest.com/es/user/eluniversocom/1237104024417120261-a-uso-de-celular-se-atribuye-explosin-de-gases-en-una-gasolinera-de-machala-eloro-ecuador>
- Meroño, M. (2020, julio 17). *Muere el herido más grave en la explosión de la gasolinera de Cartagena.* cadena SER. https://cadenaser.com/emisora/2020/07/17/radio_cartagena/1594970120_204587.html
- METODO DOW - Índice de Fuego y Explosión | CATEHE.* (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2023, de <https://www.catehe.com.mx/?q=node/63>
- Moreira, C. R. B. (s. f.). *DISEÑO DE UN MANUAL DE PREVENCIÓN ANTE LA PRESENCIA DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS (ATEX) Y POLVOS COMBUSTIBLES BAJO NORMATIVA SEVESO.*
- Normativas ATEX. Atmósferas Explosivas.* (s. f.). TÜV SÜD. Recuperado 17 de mayo de 2023, de <https://www.tuvsud.com/es-es/industrias/quimica-procesos/seguridad-procesos/atex>
- Perez-Lopez, R., Sanchez-Moral, S., Martinez-Diaz, J., Cuezva, S., Sánchez-Malo, Á., Bañón, E., Quiles, L., Marcos, A., Carballo, J., & Águila, M. (2016). *Extreme environmental conditions in the Sima del Vapor (Murcia): Temperature, radon concentration and isotopic signal of CO₂ and CH₄.*
- Pincay, L. D. A. (s. f.). *JIPIJAPA – MANABÍ - ECUADOR 2017.*
- Pozos, C. L. (2021). Trauma psicosocial y estrés postraumático en las “viudas blancas” por la explosión de un ducto de gasolina en el Municipio de Tlahuelilpan, Hidalgo. [Psychosocial stress and post-traumatic stress in the “white widows” due to the exploitation of a gasoline pipeline in the municipality of Tlahuelilpan, Hidalgo].

Forhum International Journal of Social Sciences and Humanities, 3(4), Article 4.

<https://doi.org/10.35766/j.forhum2021.04.03.11>

Reliabilityweb NFPA y sus Implicaciones en Inspecciones Infrarrojas. (s. f.). Recuperado 17 de mayo de 2023, de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/nfpa-y-sus-implicaciones-en-inspecciones-infrarrojas>

Riesgo García, M. V. (2017). *Documento de protección contra explosiones (DPCE) de una gasolinera*. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/40614>

SAS, E. (s. f.). *Mecanismos de extinción de incendios*. ESSD SAS. Recuperado 25 de mayo de 2023, de <https://essd.com.co/blog/f/mecanismos-de-extinci%C3%B3n-de-incendios>

Souza, A. O. de. (2016). *Estudo e inovação de classificação de áreas em atmosfera explosiva via fluidodinâmica computacional*.

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/424>

Teknautas. (2018, enero 27). *La prohibición de usar móvil en gasolineras se basa en un mentira: No va a explotar*. elconfidencial.com.

https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2018-01-27/gasolinera-explosion-moviles-advertencia_1511658/

Vázquez, P. (2009). *Acuerdo Ministerial N° 1257, Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios*. [Entrevista].

<https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-11/REGLAMENTO%20DE%20PREVENCION%2C%20MITIGACION%20Y%20PROTECCION%20CONTRA%20INCENDIOS.pdf>

Ventis® MX4 | Detector multigás | Industrial Scientific. (s. f.). Recuperado 4 de agosto de 2023, de <https://www.indsci.com/es/detectores-de-gases/multi/ventis-mx4>

Zambrano Zambrano, Y., & Toala Mendoza, S. T. (2022). Reducción del subsidio a los combustibles y su incidencia en las ventas de las gasolineras del Ecuador.

Anexos