



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL Y
SEGURIDAD EN EL 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
2019.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Magister en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo.**

Autor: Ing. Wilmer Arturo Cordero Tapia.

Director: Ing. David Alejandro Arias Carrillo. MSc

Cuenca-Ecuador

2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi esposa Tatiana, a mi hija Luciana quienes han sido mi motivación e inspiración para cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser el motor que impulsa mi vida y el camino a seguir.
Al Ing. David Arias, amigo y compañero de ingeniería por el apoyo brindado
durante el desarrollo de este proyecto.
Al Ing. Jorge Luis Blanco por brindar y transmitir sus conocimientos y por el
soporte brindado para lograr alcanzar este objetivo, a todos, gracias

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tiene como finalidad analizar y evaluar el impacto y las zonas de afección en caso de accidente mayor ocurrido por incendio y/o explosión en la estación de servicio Beltrán, la cual se dedica a la comercialización de combustibles, se encuentra ubicada en el cantón Santa Isabel perteneciente a la provincia del Azuay.

En primera instancia se realiza la evaluación del nivel de riesgo de ocurrencia de un accidente mayor aplicando el método del índice de incendio y explosión (F&EI) creado por Dow Chemical, de esta forma estimar el grado de peligro en condición de funcionamiento adversas.

Luego se estimará las consecuencias de una posible explosión por medio de la aplicación del programa informático ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres – Ubicaciones Zonales de Atmósferas Peligrosas), en el cual por medio de una simulación se determinan las áreas de mayor afección como las áreas de seguridad.

Una vez determinado el nivel de riesgo de incendio/explosión, y las consecuencias de estas se elaborará un plan de emergencia y un plan de contingencia ante esta situación adversa con el fin de salvaguardar la integridad de los colaboradores de la empresa y usuarios, además se elaborará una plantilla de evaluación para cuantificar el cumplimiento tanto de normas de seguridad nacionales e internacionales.


Palabras clave: incendio, explosión, afección, accidente mayor, normas, seguridad.

ABSTRACT Y KEYWORDS

ABSTRACT

The purpose of this thesis project was to analyze and evaluate the impact and affected areas in case a major accident caused by fire or an explosion at the Estación de Servicio Beltrán happened. This station sells fuel in Santa Isabel, Azuay. First, the risk assessment of a major accident was evaluated by applying the Dow's Fire and Explosion Index method (F&EI) to estimate the degree of danger in adverse operating conditions. Then, the consequences of a possible explosion were estimated through the application of the ALOHA computer program (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). The most affected areas and the safety areas were determined in a simulation. After determining the level of risk and its consequences, an emergency plan and a contingency plan were prepared to protect company employees and users. In addition, an evaluation template was developed to quantify compliance with national and international safety standards.

Keywords: fire, explosion, condition, major accident, regulations, safety.



Translated by
Ing. Paúl Arpi

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTARCT Y KEYWORDS.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
INTRODUCCIÓN.	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.....	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
CAPITULO II.....	3
HISTORIA DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE	3
ACCIDENTE MAYOR.....	3
LA NATURALEZA DE LA COMBUSTION	3
TETRAEDRO DE FUEGO	3
CALOR.....	4
COMBURENTE	4
COMBUSTIBLE.....	5
FASES DEL FUEGO	5
PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS	6
MEDIOS DE EXTINCION	6
MEDIDAS DE PROTECCION.....	6
2.1.1. Protección activa	6
2.1.2. Protección pasiva	7
ACCIDENTES EN ESTACIONES DE SERVICIOS DE COMBUSTIBLE.....	8
CAPITULO III.....	10
METODO DE EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION	10
EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION	11
METODO DE EVALUACION DE ZONAS DE AFECCION.....	13
VULNERABILIDAD A RADIACIONES TÉRMICAS “MÉTODO PROBIT”	15
EVALUACION DE ZONAS DE AFECCION.....	16
3.1.1. Escenarios a analizarse.....	17
3.1.2. Accidente mayor por derrame de diésel.....	17
3.1.2.1. Incendio de charco con el camión cisterna al 80% de su capacidad.....	17
3.1.2.2. Incendio de charco con el camión cisterna al 50% de su capacidad.....	19
3.1.2.3. Incendio de charco con el camión cisterna al 25% de su capacidad.....	20
3.1.2.4. Blevé con el camión cisterna al 80% de su capacidad	21

3.1.2.5. Blevé con el camión cisterna al 50% de su capacidad	23
3.1.2.6. Blevé con el camión cisterna al 25% de su capacidad	24
3.1.3. Accidente mayor por derrame de gasolina	25
3.1.3.1. Incendio de charco con el camión cisterna al 80% de su capacidad.....	25
3.1.3.2. Incendio de charco con el camión cisterna al 50% de su capacidad.....	26
3.1.3.3. Incendio de charco con el camión cisterna al 25% de su capacidad.....	27
3.1.3.4. Blevé con el camión cisterna al 80% de su capacidad	29
3.1.3.5. Blevé con el camión cisterna al 50% de su capacidad	30
3.1.3.6. Blevé con el camión cisterna al 25% de su capacidad	31
DISEÑO DE PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.....	32
CHECK LIST DE VERIFICACIÓN.....	34
3.1.4. General	34
3.1.5. Transporte.....	39
3.1.6. Dispensadores o surtidores	44
3.1.7. Almacenamiento	46
3.1.8. Descarga	49
CAPITULO V	52
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	54
Descripción de la empresa	87
Información general de la empresa	87
Situación general frente a las emergencias	87
Identificación de factores de riesgo propios de la organización.....	88
Describir por cada área, dependencia, niveles o plantas	88
Factores externos que generan posibles amenazas	89
Evaluación de factores de riesgo detectados.....	90
Análisis de riesgo de incendio.....	90
Prevención y control de riesgos	90
Detalle y cuantifique los recursos	90
Mantenimiento.....	90
Procedimiento de mantenimiento.....	91
Protocolo de alarma y comunicaciones para emergencias	91
Detección de la emergencia.....	91
Forma para aplicar la alarma.....	91

Grados de emergencia y determinación de actuación.....	92
Otros medios de comunicación.....	93
Protocolo de intervención ante emergencias.....	93
Organigrama.....	93
Organización de brigadas y sistemas de emergencias.....	93
Coordinación interinstitucional.....	93
Formas de actuación de las brigadas.....	94
Evacuación.....	99
Decisiones de evacuación.....	99
Procedimiento para la evacuación.....	99
Vías de evacuación y salida de emergencia.....	100
Implantación del plan de emergencia.....	101
Implantación de señalización y carteles informativos.....	101
Entrenamiento.....	101
Simulacros.....	102

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Tetraedro de fuego.....	4
FIGURA 2: Incendio en tanques reservorios.....	8
FIGURA 3: Incendio por mala operación.....	8
FIGURA 4: Riesgo bajo tierra.....	8
FIGURA 5: Explosión por falla humana.....	9
FIGURA 6: Incendio por descuido del despachador.....	9
FIGURA 7: Estación destruida en Zamora Chinchipe.....	9
FIGURA 8: Incendio por uso de celular.....	9
FIGURA 9: Zona de descarga de combustible.....	11
FIGURA 10: Ubicación de la estación meteorológica.....	16
FIGURA 11: Zonas de amenaza por incendio de charco al 80%.....	18
FIGURA 12: Zonas de amenaza por incendio de charco al 50%.....	19
FIGURA 13: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 25%.....	20
FIGURA 14: Zonas de amenaza por la bleve con la cisterna al 80%.....	22
FIGURA 15: Zonas de amenaza por la bleve con la cisterna al 50%.....	23
FIGURA 16: Zonas de amenaza por la bleve con la cisterna al 25%.....	24
FIGURA 17: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 80%.....	25
FIGURA 18: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 50%.....	26
FIGURA 19: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 25%.....	28
FIGURA 20: Zona de amenaza por bleve con la cisterna al 80%.....	29

FIGURA 21: Zona de amenaza por bieve con la cisterna al 50% 30
 FIGURA 22: Zona de amenaza por bieve con la cisterna al 25% 31

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Fases del fuego 5
 TABLA 2: Clasificación de los tipos de fuego 7
 TABLA 3: Tipos de agente extintor 7
 TABLA 4: Procedimiento de cálculo de Índice Dow..... 10
 TABLA 5: Grado de peligro..... 13
 TABLA 6: Procedimiento de aplicación del software ALOHA..... 14
 TABLA 7: Equivalencia entre valores "Probit" y porcentaje de población afectada15
 TABLA 8: Datos de la estación meteorológica 16
 TABLA 9: Resultado del análisis de incendio de charco con la cisterna al 80%..... 19
 TABLA 10: Resultado del análisis de incendio de charco con la cisterna al 50%... 20
 TABLA 11: Resultado del análisis de incendio de charco con la cisterna al 25%... 21
 TABLA 12: Resultados del análisis de la bieve con la cisterna al 80% 22
 TABLA 13: Resultados del análisis de la bieve con la cisterna al 50% 23
 TABLA 14: Resultados del análisis de la bieve con la cisterna al 25% 24
 TABLA 15: Resultados del incendio de charco con la cisterna al 80% 26
 TABLA 16: Resultados del análisis del incendio de charco con la cisterna al 50% 27
 TABLA 17: Resultados del análisis del incendio de charco con la cisterna al 25% 29
 TABLA 18: Resultados del análisis de la bieve con la cisterna al 80% 30
 TABLA 19: Resultados del análisis de la bieve con la cisterna al 50% 31
 TABLA 20: Resultados del análisis de la bieve con la cisterna al 25% 32
 TABLA 21: Componentes de un plan de emergencia. 33

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del índice de incendio y explosión..... 57
 Anexo 2. Incendio de charco con la cisterna con 80% de combustible diésel. 61
 Anexo 3. Incendio de charco con la cisterna con 50% de combustible diésel. 63
 Anexo 4. Incendio de charco con la cisterna con 25% de combustible diésel. 65
 Anexo 5. Bieve con la cisterna al 80% de combustible diésel 67
 Anexo 6. Bieve con la cisterna al 50% de combustible diésel 69
 Anexo 7. Bieve con diésel a 25%..... 71
 Anexo 8. Incendio de charco con la cisterna con 80% gasolina 73
 Anexo 9. Incendio de charco con la cisterna con 50% de gasolina 75
 Anexo 10. Incendio de charco con la cisterna con 25% de gasolina. 77
 Anexo 11. Bieve con la cisterna con 80% de gasolina. 79
 Anexo 12. Bieve con la cisterna con 50% de gasolina 81

Anexo 13. Blevé con la cisterna con 25% de gasolina	83
Anexo 14. Plan de emergencia.....	85

INTRODUCCIÓN.

Las causas más comunes para que se genere un incendio y con este una explosión se debe a ambientes inflamables que están presentes en el momento en que se despacha el combustible en los vehículos, durante el proceso de descarga de combustibles del camión cisterna y por fugas o derrame de combustible, combinado con una fuente de ignición ya sea eléctrica que pueden ser producidos por falta de mantenimiento preventivo o correctivo de los circuitos eléctricos dentro de las instalaciones o por electricidad estática. Un factor importante que se debe considerar es que al trabajar con turnos rotativos y especialmente durante las noches los colaboradores pueden ser más propensos a cometer actos inseguros que incrementen el riesgo de un incendio.

El mayor riesgo que pueden tener las estaciones de servicio de combustible y lo que más preocupa a la población en general y a los propietarios de las mismas es que se generen las condiciones necesarias para que se materialice un incendio y/o explosión dentro de sus instalaciones, razón por la cual se vuelve una necesidad determinar el nivel de riesgo de un accidente mayor entendiéndose por esto un incendio o explosión de gran magnitud en donde esté implicada una o varias sustancias químicas peligrosas y las consecuencias de una catástrofe. Las medidas preventivas para evitar que se produzca un incendio o explosión está en función de las circunstancias en que se presente el riesgo, sin embargo, las medidas de seguridad al desarrollarse un incendio se pueden generalizar. En función de los resultados del análisis de riesgos de incendio/explosión y de las consecuencias se recomiendan zonas seguras y medidas de control y protección.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las personas que laboran en estaciones de servicios de combustible, usuarios y las personas que residen a sus alrededores están expuestos a incendios o explosiones ya que el riesgo que se suscite un imprevisto de esta magnitud es alto por el nivel de almacenamiento de líquidos inflamables y por consecuencia ambientes explosivos, ante esta problemática, por medio del análisis de riesgos de incendio y al determinar las zonas de afección se pueden dar a conocer las medidas preventivas o correctivas en cuanto a procesos se refiere, así como zonas de seguridad con el fin de establecer medidas de control para precautelar el bienestar de los colaboradores y de las instalaciones de la estación de servicio.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

1.1.1. Objetivo general

Analizar y evaluar el impacto y zonas de afección en caso de accidente mayor ocurrido por un incendio y/o explosión en la estación de servicios Beltrán.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar en nivel de riesgo de accidente mayor de la estación de servicio de combustible mediante la aplicación del método de índice de incendio/explosión.
- Definir las zonas de afección y zonas de seguridad en caso de incendio/ explosión por medio de la aplicación del software informático ALOHA.
- Elaborar el plan de emergencia y contingencia para la estación de servicios
- Elaborar una plantilla de evaluación de fácil aplicación mediante un check list para estaciones de servicio de combustible en construcción o existentes.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

HISTORIA DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE

El primer automóvil en recorrer una distancia superior a 100 kilómetros fue conducido por Bertha Benz esposa del ingeniero alemán Karl Friedrich Benz conocido simplemente como Karl Benz quien es considerado como uno de los inventores del automóvil. En el año de 1888 Martha Benz tras su largo viaje a bordo del Benz Patent-Motorwagen N.º 3 tuvo la necesidad de llenar el depósito de combustible, en la época la forma más común de obtener algún tipo de combustible era en farmacias. Tras la revolución en la fabricación y comercialización de automóviles se creó la necesidad de incrementar puntos de venta en donde se expendía el combustible para el funcionamiento de los vehículos. En sus inicios los conductores llevaban sus recipientes a las estaciones de servicio de combustible por lo que los accidentes por incendios eran comunes debido a la falta de medidas de seguridad. Desde entonces el negocio de las estaciones de servicio se ha ido desarrollando conjuntamente con los avances tecnológicos en beneficio tanto del ámbito productivo como el de seguridad. (Las estaciones de servicio a lo largo de la historia, diario La Noticia)

ACCIDENTE MAYOR

La Organización Internacional del Trabajo define accidente mayor como “todo acontecimiento repentino, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, en el curso de una actividad dentro de una instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores, en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas y que exponga a los trabajadores, a la población o al medio ambiente a un peligro grave, inmediato o diferido”. (Convenio sobre la prevención de accidentes industriales mayores, 1993, pág.174)

LA NATURALEZA DE LA COMBUSTION

La combustión es una reacción química en la que interviene el combustible como agente reductor, el comburente como agente oxidante, estos dos elementos en proporciones volumétricas adecuadas y con ayuda de una fuente de calor o ignición desencadenan el proceso de oxidación-reducción que da como resultado fuego, calor, humo y gases tóxicos.

TETRAEDRO DE FUEGO

En el proceso de combustión interviene varios factores, los cuales en las condiciones y proporciones adecuadas originan dicho evento, cuya característica principal es el desprendimiento de una gran cantidad de energía denominada para este caso como calor. En la figura 1 se identifican cada uno de estos componentes:

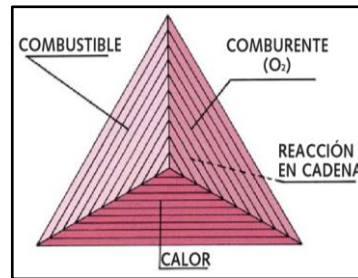


FIGURA 1: Tetraedro de fuego

Fuente: Guía básica sobre prevención de incendios.

CALOR

El calor es un tipo de energía. Existen tres mecanismos de transmisión de la energía térmica entre los cuerpos: la conducción, la convección y la radiación.

- La conducción de energía térmica tiene lugar en los materiales sólidos. La transmisión de la energía térmica se produce por el aumento de la energía cinética de los átomos y moléculas que conforman el material al adicionarle calor. Por lo general los metales son buenos conductores térmicos, en cambio otros materiales como el vidrio, la madera, el plástico son considerados como materiales aislantes.
- La convección de energía térmica tiene lugar en fluidos entendiéndose por esto en líquidos y gases. Al adicionar calor al fluido disminuye la densidad de una porción de este provocando que esta masa ascienda desplazando a la masa de fluido más densa. Esta corriente de convección tiende a igualar la temperatura en todo el fluido.
- La radiación de energía térmica se transmite mediante ondas electromagnéticas razón por la cual no es necesario ningún medio mecánico o elástico. La cantidad de radiación que emite o absorbe un cuerpo está directamente relacionado con su temperatura, tipo de superficie y naturaleza.

La convección es el tipo de transferencia de energía térmica que tiene mayor relevancia pues es de esta forma en que el fuego se propaga a mayor velocidad hacia arriba. La radiación y la conducción por lo general la propagación de la energía térmica se da de manera horizontal.

COMBURENTE

Un elemento comburente es aquel que facilita o genera el desarrollo de la combustión. El oxígeno que contiene el aire es el principal comburente que interviene en dicho proceso. Para que se desarrolle el proceso de combustión se requiere del comburente para que oxide al combustible y se libere la energía química contenida en él. El oxígeno se encuentra en la atmósfera en una proporción del 21% por lo que puede ser considerado un elemento permanente durante el proceso de combustión.

COMBUSTIBLE

Combustible es toda sustancia con la capacidad de experimentar el proceso de oxidación con la característica de desprender calor. Pueden estar presentes en los tres estados de la materia, sólidos, líquidos y gases, siendo este último estado el que represente mayor riesgo pues se combina con mayor facilidad con el oxígeno. Los principales aspectos de los materiales combustibles son:

- Punto de inflamación: es la temperatura mínima a la cual el combustible empieza a evaporarse. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el grado centígrado.
- Temperatura de ignición: es la temperatura a la cual el combustible empieza a quemarse.
- Punto de autoinflamación: es la temperatura en la que los vapores de combustible mezclados con el comburente empiezan a quemarse sin la necesidad de una fuente de ignición.
- Límite de inflamabilidad: se refiere a las concentraciones de la mezcla entre combustible y carburante de forma en que se pueda desarrollar la combustión. Se define el límite de inflamabilidad superior y el límite de inflamabilidad inferior en función del tipo de combustible.

FASES DEL FUEGO

Los incendios se producen cuando existe una relación estequiométrica entre el combustible y el carburante junto con una fuente de ignición produce las tres fases que se enuncian en la tabla 1.

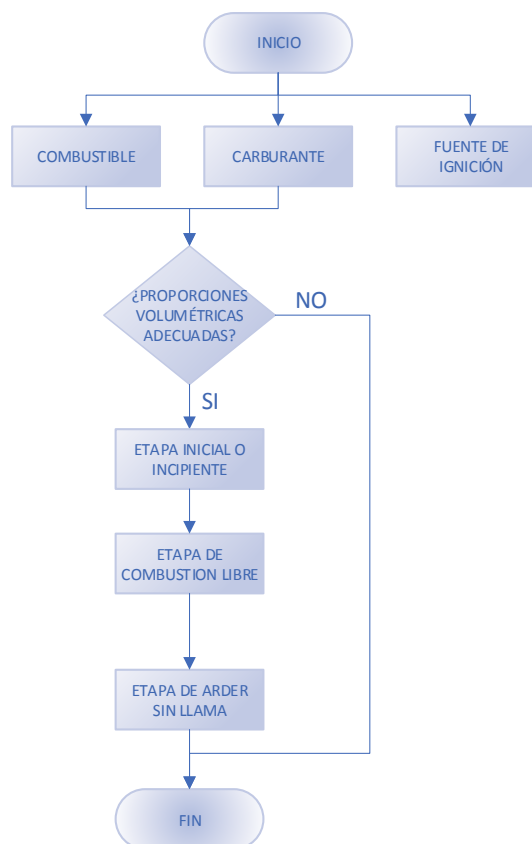


TABLA 1: Fases del fuego

Fuente: Autor

PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Prevención se puede definir como un conjunto de medidas cuyo objetivo evitar que exista un riesgo o disminuir las consecuencias cuando el riesgo se materializa. Conocidos los factores que intervienen en el proceso de combustión: comburente, combustible y fuente de ignición se consideran los siguientes aspectos de forma que este evento no se genere.

- Retirar o aislar el material combustible.
- Aislar o eliminar las fuentes de ignición.
- Disponer sistemas de detección de incendios.
- Disponer de medios de extinción.
- Disponer de personal capacitado.
- Disponer de planes de emergencia y contingencia.

MEDIOS DE EXTINCION

La extinción se basa en la eliminación de uno o más factores que intervienen en el proceso de combustión. En base al tetraedro de fuego existen varias formas para su extinción las cuales se describen a continuación:

- Enfriamiento: consiste en eliminar la fuente de ignición.
- Sofocación: consiste en evitar la aportación del comburente sobre el combustible.
- Eliminación: consiste en eliminar el combustible.
- Inhibición: consiste en eliminar la reacción en cadena y por tanto la combustión.

MEDIDAS DE PROTECCION

2.1.1. Protección activa

La protección activa se refiere a los medios de detección y lucha contra incendios, es decir, todo aquello que posibilita intervenir y controlar el incendio. Dentro de este tipo de protección se encuentran:

- Sistemas de alarma

Los sistemas manuales de alarma de incendios posibilitan el aviso de incendio mediante una red de pulsadores el cual al ser activado emite un ruido característico y enciende luces tipo baliza o electroboscópicas que guían al personal al momento de realizar la evacuación.

- Sistemas de detección automática

Los sistemas de detección automática cumplen el mismo objetivo que los sistemas de alarma convencionales, pero con la característica que al ser su activación mediante sensores es mucho más fiable además de controlar y extinguir el fuego, son utilizados especialmente en edificios de grandes dimensiones en donde se dificultan los avisos de emergencia.

- Medios portátiles de extinción

Las instalaciones suelen estar dotados de extintores portátiles contenidos con diferentes tipos de agentes extintores. Los extintores deben estar ubicados en lugares estratégicos de fácil alcance a una altura adecuada, no deben bloquear vías de entrada y salida, el personal debe estar capacitado sobre el uso de estos.

Es necesario conocer la calificación de los tipos de fuego con el fin de escoger el agente extintor adecuado. La Norma UNE 23-010-76 "Clases de Fuego" los clasifica según la tabla 2.

Clase A	Fuego de materias sólidas, generalmente de naturaleza orgánica, donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas.
Clase B	Fuego de líquidos o de sólidos licuables.
Clase C	Fuego de gases.
Clase D	Fuego de metales.

TABLA 2: Clasificación de los tipos de fuego
Fuente: Norma UNE 23-010-76 "Clases de Fuego"

Una vez descritos las clasificaciones de los tipos de fuego se enuncia las clases de agentes extintores para cada uno de ellos como se observa en la tabla 3.

Tipo de extintor	Clases de fuego			
	A	B	C	D
De Agua Pulverizada	***	*		
De Agua a chorro	**			
De Espuma física	**	**		
De Polvo Convencional		***	**	
De Polvo Polivalente	**	**	**	
De polvo Especial				*
De Anhídrido Carbónico	*	**		
De Hidrocarburos Halogenados	*	**	*	
Específico para Fuego de metales				*
*** Muy adecuado				
** Adecuado				
* Aceptable				

TABLA 3: Tipos de agente extintor
Fuente: NTP 28, Medios manuales de extinción

2.1.2. Protección pasiva

La protección pasiva es la protección que parte del diseño del edificio pues su objetivo es reducir al máximo la carga de fuego o carga de combustible de la edificación. En base a este objetivo se analizarán los elementos y materiales de construcción que se han de utilizar.

En la subfase del diseño interno del edificio y con la finalidad de desarrollar una protección adecuada contra incendios se consideran los siguientes aspectos:

- Limitación de incendios por compartimentación.
- Diseño de la estructura de la edificación.

- Las condiciones de reacción al fuego del mobiliario.

En la subfase de diseño exterior y con la finalidad de que un posible incendio se propague a las instalaciones o edificios contiguos, se consideraran los siguientes aspectos:

- La fachada del edificio.
- Las cubiertas.

ACCIDENTES EN ESTACIONES DE SERVICIOS DE COMBUSTIBLE.

La implantación de estaciones de servicio de combustible a lo largo de la historia ha sido la base fundamental para el desarrollo del comercio en los países de todo el mundo, sin embargo, al ser estaciones en las que se almacenan grandes volúmenes de combustibles altamente volátiles se genera un ambiente peligroso por evaporación de gases explosivos. Es importante enumerar algunos hechos de suma importancia que han hecho noticia en el país en cuanto al incumplimiento de normas de seguridad y accidentes:

Agosto, 2011, “Cuatro personas heridas por incendio en gasolinera” (Diario “La Hora”)



FIGURA 2: Incendio en tanques reservorios

Mayo, 2012, “Conato de incendio en una gasolinera” (Diario “La Hora”)

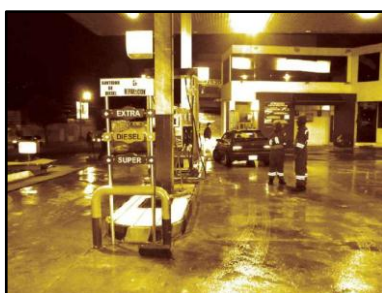


FIGURA 3: Incendio por mala operación

Octubre, 2012, “Gasolineras: Riesgo está bajo tierra, indica” (Diario “La Hora”)



FIGURA 4: Riesgo bajo tierra

Enero, 2014, "11 heridos tras explosión de gasolinera al sur de Quito" ("Ecuavisa.com")



FIGURA 5: Explosión por falla humana

Septiembre, 2016, "Taxista se quemó en una gasolinera" (Diario "El Telégrafo")



FIGURA 6: Incendio por descuido del despachador

Octubre, 2016, "Incendio destruyó gasolinera" (Diario "Crónica")



FIGURA 7: Estación destruida en Zamora Chinchipe

Septiembre, 2017, "Incendio en gasolinera se originó por utilizar el celular" (Diario "La Hora")



FIGURA 8: Incendio por uso de celular

CAPITULO III

3. ANALISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

METODO DE EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION

“El índice de Incendio y Explosión también conocido como F&EI (Fire & Explosion Index en inglés), fue desarrollado por “The Dow Chemical Company” para que sirviera de guía en la selección de métodos de protección contra incendios.

El sistema utilizado por IIE, está diseñado principalmente para cualquier operación en la que se manipulen materiales o sustancias combustibles, inflamables o reactivas en cualquier condición, ya sea en un medio de almacenamiento, transporte o sistemas de distribución, durante el proceso, instalaciones de tratamiento de aguas residuales, tuberías, rectificadores, transformadores y ciertos elementos de las centrales eléctricas, entre otros.

El IIE contempla diferentes factores de riesgo que intervienen y propician la intensidad de daño potencial a la unidad se denominan “Penalizaciones o sanciones” para así ofrecer elementos específicos para el cálculo; la ponderación asignada puede variar dependiendo de las condiciones de la unidad y del entorno, por lo tanto, algunos de ellos tendrán que ser modificados, según sea el caso.” (Acero J, Manual de procedimientos “Índice de incendio y explosión Dow”, 2009)

El esquema del procedimiento del cálculo del índice Dow se detalla a continuación.

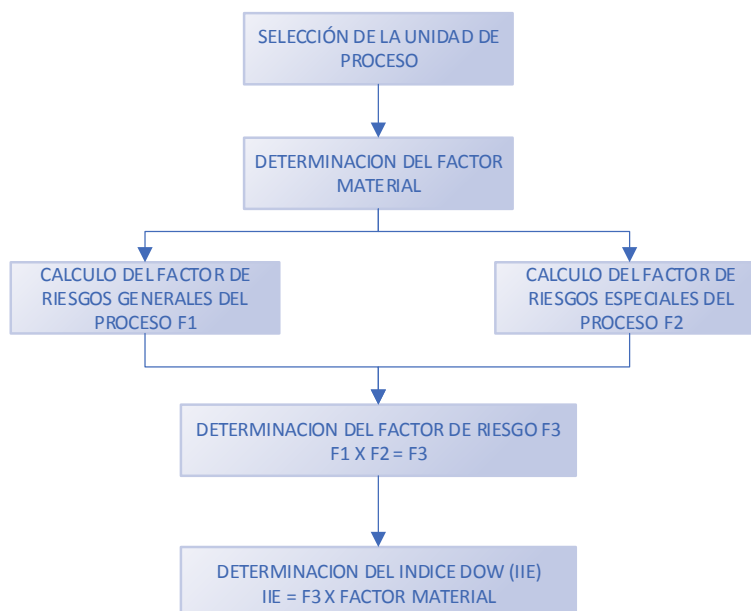


TABLA 4: Procedimiento de cálculo de Índice Dow

Fuente: American institute of chemical engineers (aiche), Dows fire & explosion index hazard classification

EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION

La evaluación de riesgo de incendio en la estación de servicio de combustible Beltrán se obtiene al aplicar el método del índice de incendio y explosión, también denominado índice Dow, a continuación, se presentan la aplicación del método.

Selección de la unidad de proceso

En la selección de la unidad de proceso se ha considerado el área de descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento, se ha dispuesto esta fase ya que el riesgo que presenta esta área es mayor que el resto debido a la probabilidad de ocurrencia de derrames de combustible. En la figura 9 se puede observar las zonas que conforman la estación de servicio y marcado con un ovalo de color rojo la zona de descarga.



FIGURA 9: Zona de descarga de combustible

Fuente: Autor

INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN			
Localización:	Empresa:	Fecha:	
Santa Isabel-Azuay	Estación de servicio Beltrán	20/03/2019	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Wilmer Cordero			
Estado de operación	Unidad de Proceso:	Material usado en el proceso:	
Diseño ()	Descarga de combustible	Combustibles	
Operación normal (x)			
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO		Penalización	
FACTOR BASE		1,00	1,00
A. Reacciones exotérmicas		0.30 - 1.25	0,00
B. Reacciones endotérmicas		0.20 - 0.40	0,00
C. Transferencia y manejo materiales		0.25 - 0.85	0,85
D. Unidades de proceso cerradas		0.30 - 0.90	0,00
E. Acceso		0,35	0,00
F. Drenaje		0.25 - 0.50	0,25
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F1)			2,10
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE		1,00	1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación		0,30	0,30
2. Superior al punto de ebullición		0,60	0,00
3. Superior al punto de autoignición		0,75	0,00
B. Presión baja		0,50	0,50
C. Operación en condiciones de inflamabilidad o cercanas a ella			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior		0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga		0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad		0,80	0,80
D. Explosión de polvo		0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado		0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja		0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos		0.15 - 3.00	0,10
2. Líquidos o gases almacenados		0.10 - 1.70	0,70
3. Sólidos combustibles almacenados		0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión		0.10 - 0.75	0,10

J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores de fuego directo	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistemas de intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Equipos en rotación, bombas, compresores	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F2)		4,27
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F1 * F2) = F3		8,97
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F3 * MF) = IIE	143,47	

Realizado el cálculo se obtiene que el valor del índice de incendio y explosión es igual a 143,47 y de acuerdo con la tabla 7, el grado de peligro para la estación de servicios de combustible Beltrán es intenso. En el anexo 1 se detallan los cálculos realizados y las tablas utilizadas para cada caso de penalización.

ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN	GRADO DE PELIGRO
1 – 60	LIGERO
61 – 96	MODERADO
97 – 127	INTERMEDIO
128 – 158	INTENSO
MAS DE 159	GRAVE

TABLA 5: Grado de peligro

Fuente: Índice de incendio y explosión

METODO DE EVALUACION DE ZONAS DE AFECCION.

La evaluación de las zonas de afección se realizará por medio del software informático ALHOA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres – Ubicaciones Zonales de Atmósferas Peligrosas) el cual “modela tres categorías de riesgo: la dispersión de gases tóxicos, incendios y explosiones. ALOHA emplea varios modelos diferentes, incluyendo un modelo de dispersión de aire que utiliza para calcular el movimiento y dispersión de nubes de gas químico. De este modo, 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. ALOHA usos adicionales de modelos para estimar los riesgos asociados con otros incendios y explosiones. ALOHA puede resolver los problemas rápidamente y ofrecer resultados en un gráfico, fácil de usar el formato. Esto puede ser útil durante una respuesta de emergencia o la planificación de esa respuesta.” (ALOHA® USER’S MANUAL, Ingeniería en tecnología ambiental, 2007)

El procedimiento de uso de esta herramienta informática se puede observar en la tabla 5.

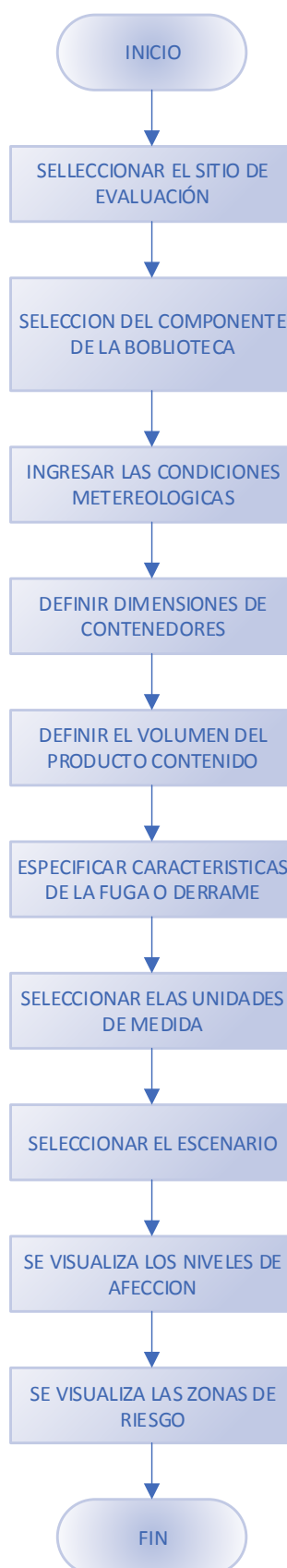


TABLA 6: Procedimiento de aplicación del software ALOHA

Fuente: ALOHA

Una vez realizada la simulación "ALOHA sugiere tres casilleros de valores por defecto. ALOHA utiliza tres valores umbral (medido en kilovatios por metro cuadrado y denominado kW/m2) para 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)." (ALOHA® USER'S MANUAL, Ingeniería en tecnología ambiental, 2007)

VULNERABILIDAD A RADIACIONES TÉRMICAS "MÉTODO PROBIT"

La aplicación del método Probit determina el porcentaje de personas que sufrirían daños por efecto de la radiación térmica producto del incendio de charco y de la bleve. Una vez calculado el valor Probit se busca su equivalencia porcentual en la tabla 7. El análisis se realiza con los resultados obtenidos de las simulaciones del programa informático ALOHA.

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%
0	0	3,72	10	4,16	20	4,48	30	4,75	40	5,00	50	5,25	60	5,52	70	5,84	80	6,28	90	7,33	99,0
2,67	1	3,77	11	4,19	21	4,50	31	4,77	41	5,03	51	5,28	61	5,55	71	5,88	81	6,34	91	7,37	99,1
2,95	2	3,82	12	4,23	22	4,53	32	4,80	42	5,05	52	5,31	62	5,58	72	5,92	82	6,41	92	7,41	99,2
3,12	3	3,87	13	4,26	23	4,56	33	4,82	43	5,08	53	5,33	63	5,61	73	5,96	83	6,48	93	7,46	99,3
3,25	4	3,92	14	4,29	24	4,59	34	4,85	44	5,10	54	5,36	64	5,64	74	5,99	84	6,55	94	7,51	99,4
3,36	5	3,96	15	4,33	25	4,61	35	4,87	45	5,13	55	5,39	65	5,67	75	6,04	85	6,64	95	7,58	99,5
3,45	6	4,01	16	4,36	26	4,64	36	4,90	46	5,15	56	5,41	66	5,71	76	6,08	86	6,75	96	7,65	99,6
3,52	7	4,05	17	4,39	27	4,67	37	4,92	47	5,18	57	5,44	67	5,74	77	6,13	87	6,88	97	7,75	99,7
3,59	8	4,08	18	4,42	28	4,69	38	4,95	48	5,20	58	5,47	68	5,77	78	6,18	88	7,05	98	7,88	99,8
3,66	9	4,12	19	4,45	29	4,72	39	4,97	49	5,23	59	5,50	69	5,81	79	6,23	89	7,33	99	8,09	99,9

TABLA 7: Equivalencia entre valores "Probit" y porcentaje de población afectada

Fuente: NTP 291

Las ecuaciones aplicadas para el cálculo "son útiles para incendios de tipo fogonazo (flash fire) de corta duración, como en el incendio de la bola de fuego ocasionada por una BLEVE y que no da tiempo a escapar, y también para incendios de derrames que forman un charco en llamas en los cuales se intenta escapar y buscar protección detrás de obstáculos. En este último caso se determina el tiempo de exposición efectivo mediante la expresión propuesta por TNO.

$$t_{ef} = t_r + \frac{3}{5} \cdot \frac{x_0}{\mu} \left[1 - \left(1 + \frac{\mu}{x_0} \cdot t_v \right)^{-5/3} \right]$$

Donde:

t_{ef} = Tiempo de exposición efectivo

t_r = Tiempo de reacción (5 segundos)

x_o = Distancia al dentro del incendio (m)

μ = Velocidad de escape de una persona (m/s)

t_v = Tiempo en llegar a la distancia en que la intensidad de radiación sea 1 kW/m^2 " (NTP 291, 1991)

EVALUACION DE ZONAS DE AFEECION

La información meteorológica que soporta la evaluación fue suministrada por CELEC EP, los datos generales de la estación meteorológica se presentan en la tabla 8, en la figura 9 se visualiza su ubicación.

Cód.	Nombre	Tipo	COORDENADAS UTM (WGS 84)		Altitud (m.s.n.m.)	Institución
			X	Y		
M032	Santa Isabel	Climatológica principal	687 475	9 637 910	1 550	INAMHI

TABLA 8: Datos de la estación meteorológica

Fuente: INHAMI, INECEL

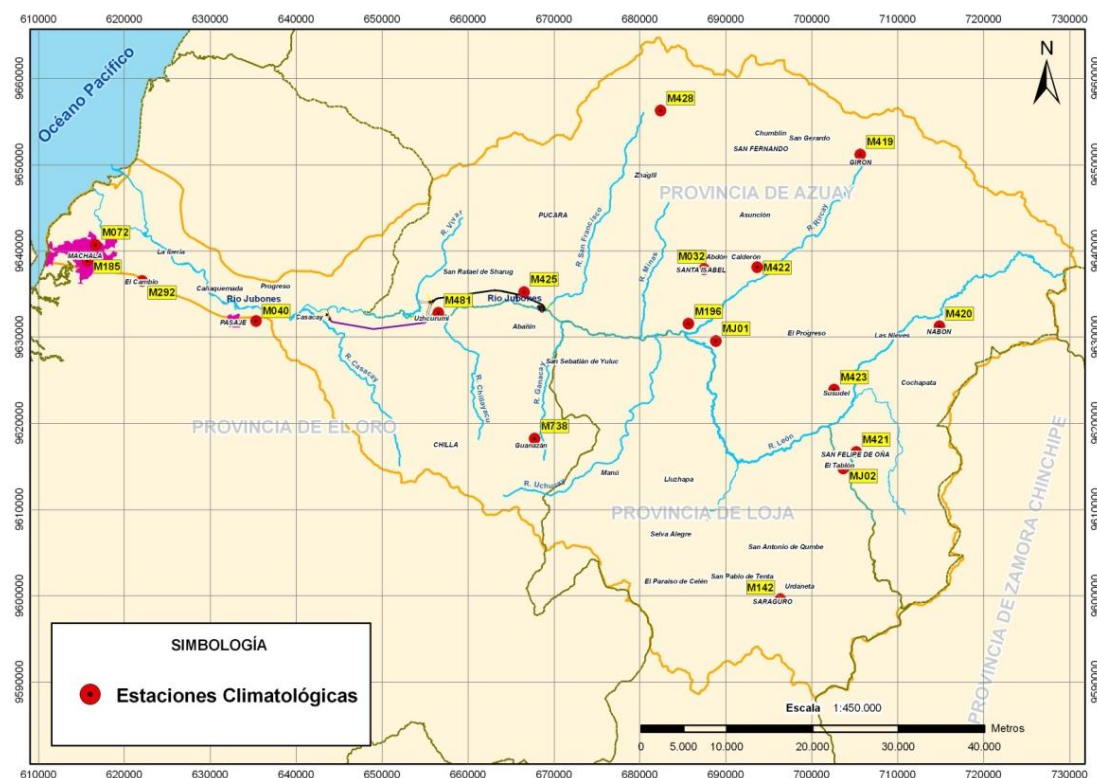


FIGURA 10: Ubicación de la estación meteorológica

Fuente: CELEC EP

3.1.1. Escenarios a analizarse

Se analiza en caso de que exista fuga o derrame de combustible por las válvulas de descarga del camión cisterna asumiendo que existe falla en alguna de ellas, la cisterna tiene una capacidad de diez mil galones dividida en cuatro compartimentos de los cuales dos son de dos mil galones y los otros dos de tres mil galones.

La estación de combustibles al transportar, almacenar y distribuir diésel y gasolinas está inmersa en el riesgo de un accidente mayor debido a estas sustancias, por lo cual, en el primer escenario el accidente mayor ocurre por el derrame de combustible diésel y en el segundo escenario por el derrame de gasolina. Los incendios y explosiones más frecuentes en el caso del manejo de productos inflamables en estado líquido y contenidos son:

- **Incendio de charco.** “Un charco de fuego (pool fire en la literatura anglosajona) 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, por lo tanto, la geometría del charco puede ser irregular adquiriendo formas debido a los obstáculos y paredes encontradas.” (Zarate, 2017)
- **Bleve.** La NTP 293: explosiones bleve (I) define que “una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion cuya traducción sería: expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición. La BLEVE 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.” (NTP 293)

En el análisis de incendio de charco se asume que existe la falla de la válvula de descarga del compartimento que tiene la capacidad de tres mil galones de almacenamiento por el cual se produce el derrame del combustible. De la misma manera para el análisis de explosión se asume que existe la falla de la válvula de descarga de uno de los compartimentos, pero la bleve es producida por todo el combustible contenido en la cisterna. A demás se analiza la zona de seguridad, es decir, el límite en donde el valor de la radiación no tiene efecto alguno sobre las personas, cuyo valor es $1,6 \text{ KW/m}^2$.

3.1.2. Accidente mayor por derrame de diésel

3.1.2.1. Incendio de charco con el camión cisterna al 80% de su capacidad

Los resultados del análisis de incendio de charco con la cisterna con 80% de combustible diésel se presentan en la figura 11 y en la tabla 9. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 2.

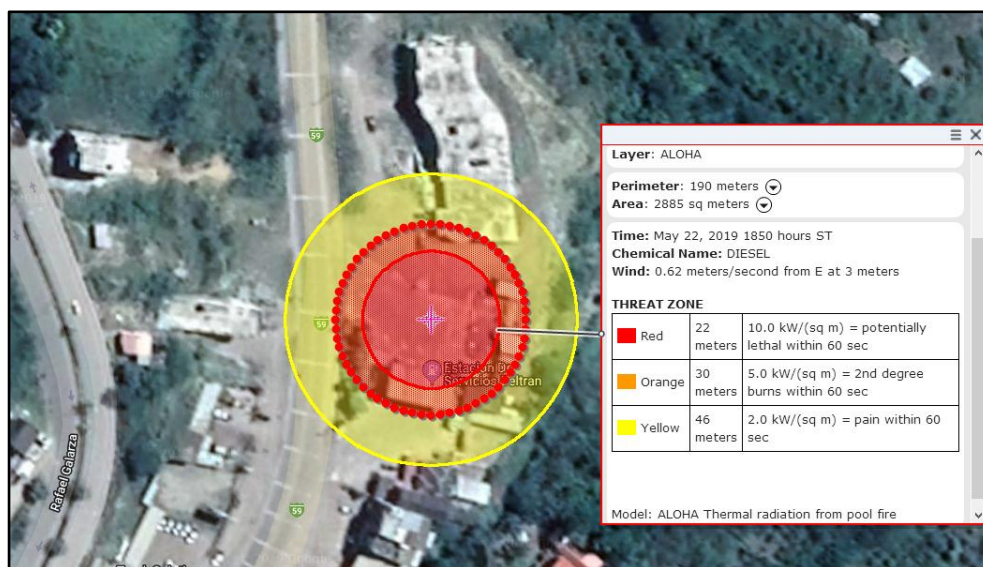


FIGURA 11: Zonas de amenaza por incendio de charco al 80%

Fuente: ALOHA - Autor

Parametros calculados	
Diámetro del charco de incendio (m)	18,5
Longitud máxima de la llama (m)	12
Tiempo de duración del incendio (min)	7
Velocidad de combustión (kg/min)	299
Masa total combustionada (kg)	1875
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	22
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	30
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	46
Zona de seguridad, zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	51
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona roja (s)	16,4
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona naranja (s)	19,6
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona amarilla (s)	24,6
Tiempo estimado en llegar a la zona de seguridad (s)	26

Personas con quemaduras mortales protegidos con ropa de seguridad (%)	1
Personas con quemaduras mortales sin portecccion (%)	1
Personas con quemaduras de II grado (%)	8
Personas con quemaduras de primer grado (%)	98

TABLA 9: Resultado del análisis de incendio de charco con la cisterna al 80%

Fuente: Autor

3.1.2.2. Incendio de charco con el camión cisterna al 50% de su capacidad

Los resultados del análisis de incendio de charco con la cisterna con 50% de combustible diésel se presentan en la figura 12 y en la tabla 10. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 3.

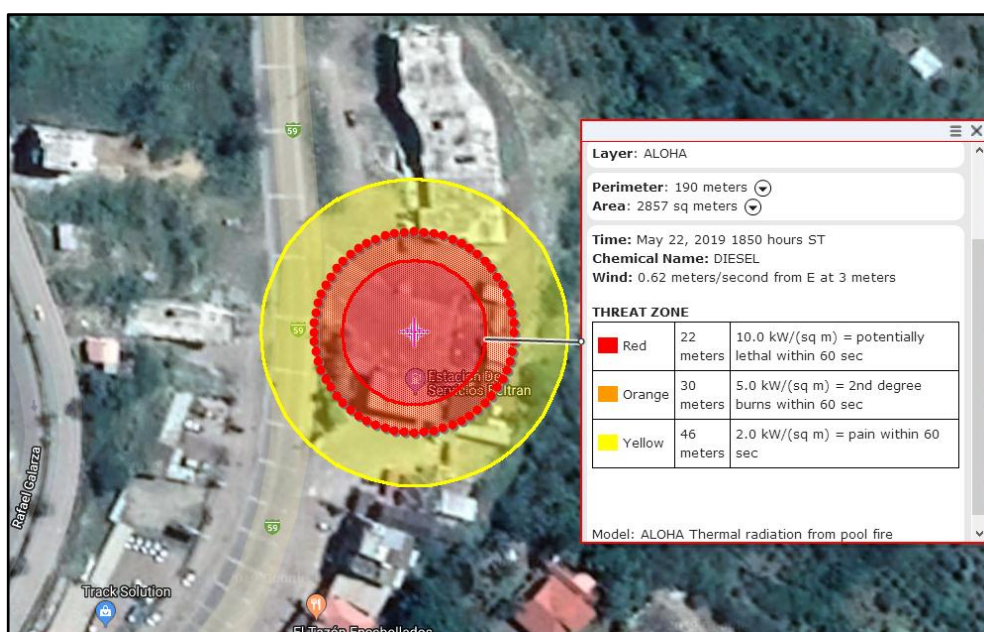


FIGURA 12: Zonas de amenaza por incendio de charco al 50%

Fuente: ALOHA – Autor

Parametros calculados	
Diámetro del charco de incendio (m)	18,4
Longitud maxima de la llama (m)	12
Tiempo de duracion del incendio (min)	5
Velocidad de combustion (kg/min)	295
Masa total combustionada (kg)	1187
Zona de amenaza roja, radiacion termica recibida: 10 KW/m ² con exposicion letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	22

Zona de amenaza naranja, radiación termica recibida: 5 KW/m ² con exposicion a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	30
Zona de amenaza roja, radiación termica recibida: 2 KW/m ² con exposicion a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	46
Zona de seguridad, zona en donde la radiación termica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	51
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona roja (s)	16,4
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona naranja (s)	19,6
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona amarilla (s)	24,6
Tiempo estimado en llegar a la zona de seguridad (s)	26
Personas con quemaduras mortales protegidos con ropa de seguridad (%)	1
Personas con quemaduras mortales sin portecccion (%)	1
Personas con quemaduras de II grado (%)	8
Personas con quemaduras de primer grado (%)	98

TABLA 10: Resultado del análisis de incendio de charco con la cisterna al 50%

Fuente: Autor

3.1.2.3. Incendio de charco con el camión cisterna al 25% de su capacidad

Los resultados del análisis de incendio de charco con la cisterna con 25% de combustible diésel se presentan en la figura 12 y en la tabla 11. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 4.

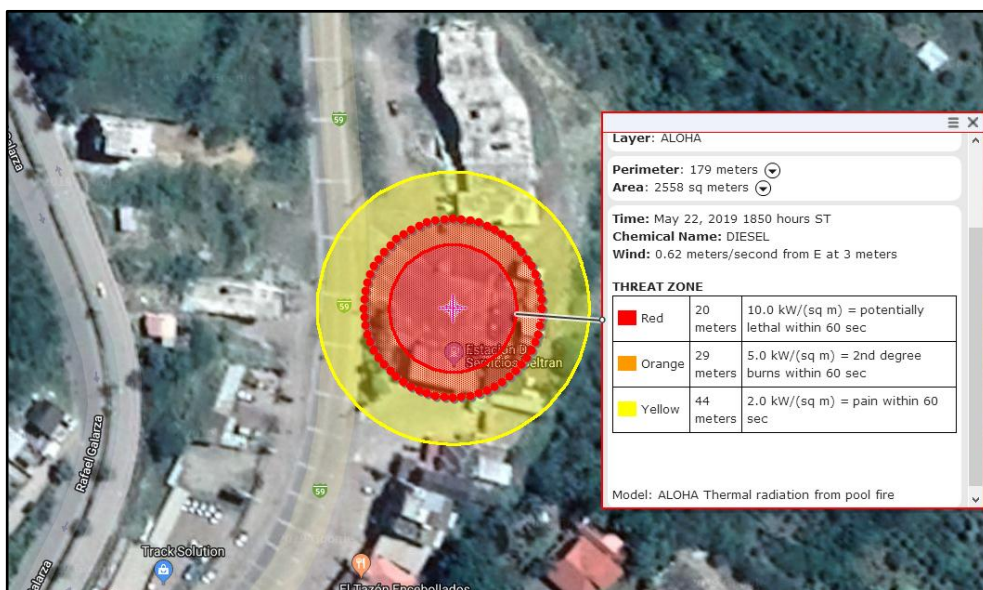


FIGURA 13: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 25%

Fuente: ALOHA – Autor

Parametros calculados	
Diámetro del charco de incendio (m)	17,4
Longitud máxima de la llama (m)	12
Tiempo de duración del incendio (min)	3
Velocidad de combustión (kg/min)	295
Masa total combustionada (kg)	1187
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	20
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	29
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	44
Zona de seguridad, zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	48
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona roja (s)	15,4
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona naranja (s)	19
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona amarilla (s)	23,7
Tiempo estimado en llegar a la zona de seguridad (s)	24,7
Personas con quemaduras mortales protegidos con ropa de seguridad (%)	1
Personas con quemaduras mortales sin protección (%)	1
Personas con quemaduras de II grado (%)	2
Personas con quemaduras de primer grado (%)	96

TABLA 11: Resultado del análisis de incendio de charco con la cisterna al 25%

Fuente: Autor

3.1.2.4. Blevé con el camión cisterna al 80% de su capacidad

Los resultados del análisis de la bleve con la cisterna con 80% de combustible diésel se presentan en la figura 14 y en la tabla 12. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 5.

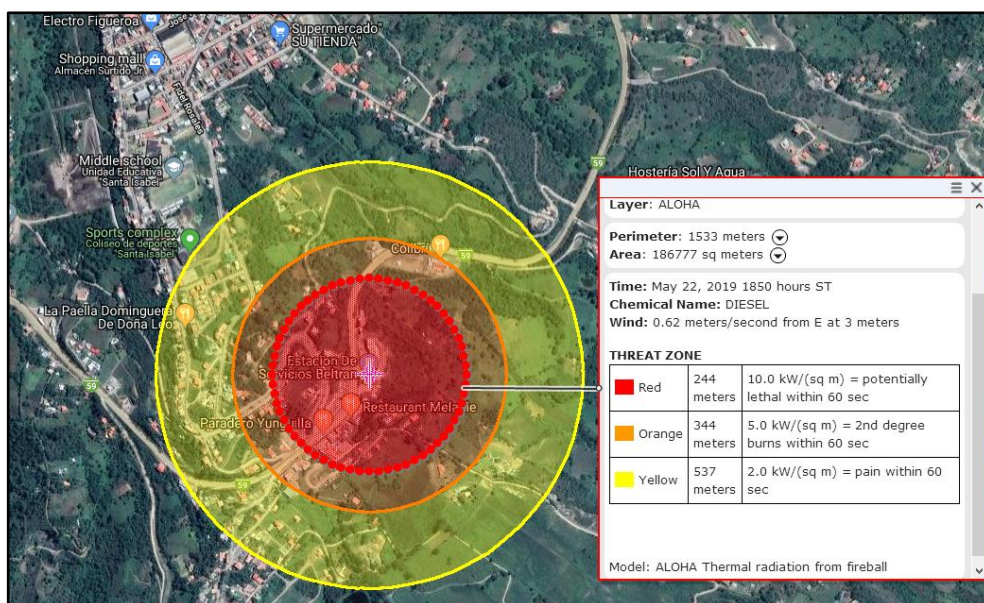


FIGURA 14: Zonas de amenaza por la bleve con la cisterna al 80%

Fuente: ALOHA – Autor

Parametros calculados	
Diámetro de la bola de fuego (m)	107
Tiempo de duración de la bola de fuego (s)	8
Masa total combustionada en la bola de fuego (%)	100
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	244
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	344
Zona de amenaza roja radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	537
Zona de seguridad zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	598
Personas con quemaduras mortales, protegidos con ropa de seguridad (%)	37
Personas con quemaduras mortales, sin porteccion (%)	71
Personas con quemaduras de II grado (%)	90
Personas con quemaduras de primer grado (%)	100

TABLA 12: Resultados del análisis de la bleve con la cisterna al 80%

Fuente: Autor

3.1.2.5. Bleve con el camión cisterna al 50% de su capacidad

Los resultados del análisis de la bleve con la cisterna con 50% de combustible diésel se presentan en la figura 15 y en la tabla 13. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 6.

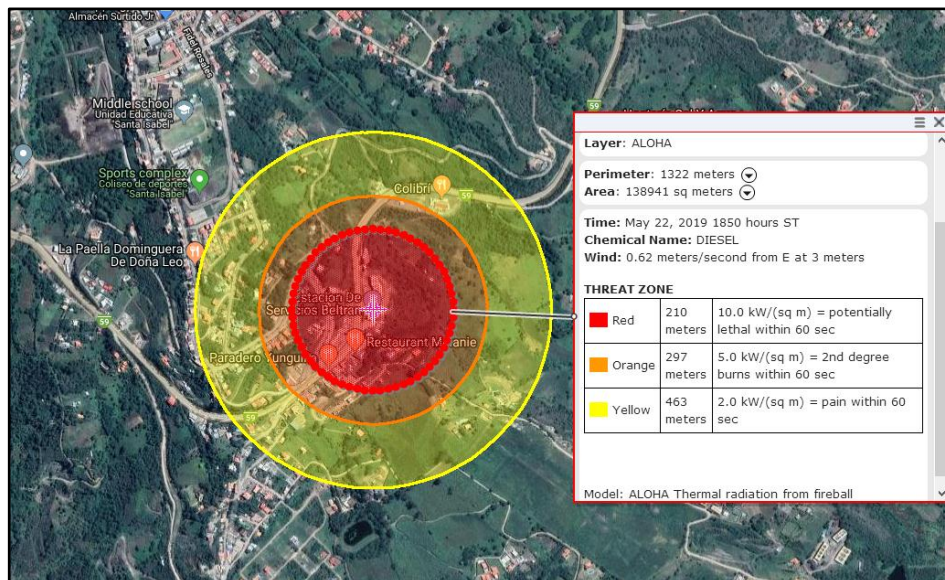


FIGURA 15: Zonas de amenaza por la bleve con la cisterna al 50%

Fuente: ALOHA – Autor

Parametros calculados	
Diámetro de la bola de fuego (m)	91
Tiempo de duración de la bola de fuego (s)	7
Masa total combustionada en la bola de fuego (%)	100
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	210
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	297
Zona de amenaza roja radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	463
Zona de seguridad zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	516
Personas con quemaduras mortales, protegidos con ropa de seguridad (%)	37
Personas con quemaduras mortales, sin porteccion (%)	71
Personas con quemaduras de II grado (%)	90
Personas con quemaduras de primer grado (%)	100

TABLA 13: Resultados del análisis de la bleve con la cisterna al 50%

Fuente: Autor

3.1.2.6. Bleve con el camión cisterna al 25% de su capacidad

Los resultados del análisis de la bleve con la cisterna con 25% de combustible diésel se presentan en la figura 16 y en la tabla 14. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 7.

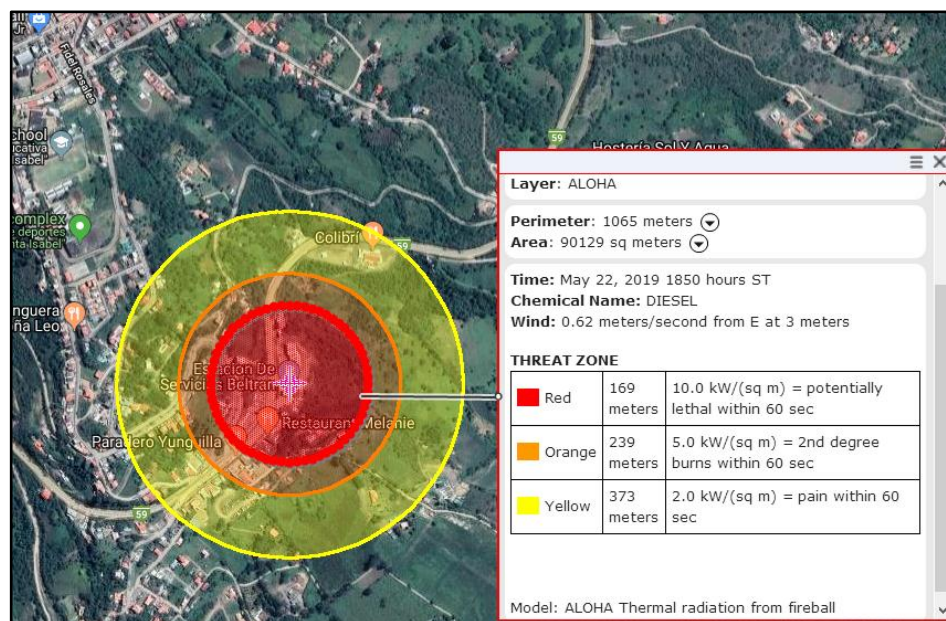


FIGURA 16: Zonas de amenaza por la bleve con la cisterna al 25%

Fuente: ALOHA – Autor

Parametros calculados	
Diámetro de la bola de fuego (m)	73
Tiempo de duración de la bola de fuego (s)	6
Masa total combustionada en la bola de fuego (%)	100
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	169
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	239
Zona de amenaza roja radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	373
Zona de seguridad zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	415
Personas con quemaduras mortales, protegidos con ropa de seguridad (%)	37
Personas con quemaduras mortales, sin porteccion (%)	71
Personas con quemaduras de II grado (%)	90
Personas con quemaduras de primer grado (%)	100

TABLA 14: Resultados del análisis de la bleve con la cisterna al 25%

Fuente: Autor

3.1.3. Accidente mayor por derrame de gasolina

3.1.3.1. Incendio de charco con el camión cisterna al 80% de su capacidad

Los resultados del análisis del incendio de charco de gasolina con la cisterna con 80% se presentan en la figura 17 y en la tabla 15. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 8.

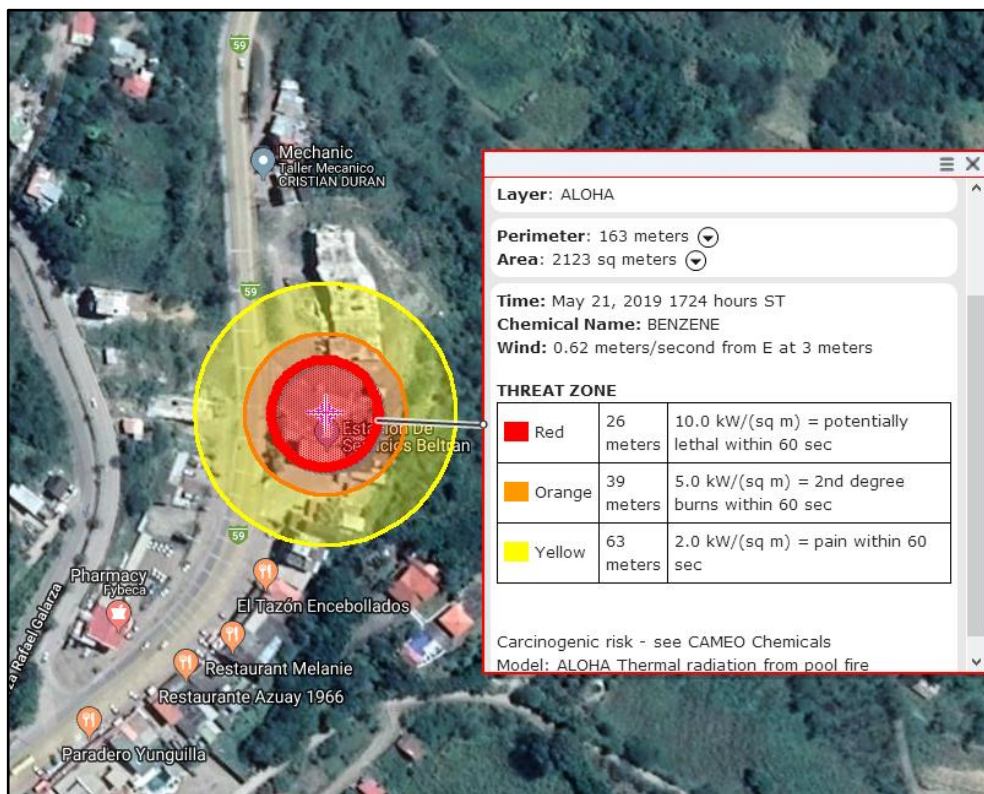


FIGURA 17: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 80%

Fuente: ALOHA - Autor

Parametros calculados	
Diámetro del charco de incendio (m)	12,7
Longitud maxima de la llama (m)	26
Tiempo de duracion del incendio (min)	14
Velocidad de combustion (kg/min)	619
Masa total combustionada (kg)	8020
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	26
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	39
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	63

Zona de seguridad, zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	71
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona roja (s)	18,9
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona naranja (s)	24,2
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona amarilla (s)	32,1
Tiempo estimado en llegar a la zona de seguridad (s)	34,2
Personas con quemaduras mortales protegidos con ropa de seguridad (%)	1
Personas con quemaduras mortales sin porteccion (%)	1
Personas con quemaduras de II grado (%)	8
Personas con quemaduras de primer grado (%)	99,7

TABLA 15: Resultados del incendio de charco con la cisterna al 80%

Fuente: Autor

3.1.3.2. Incendio de charco con el camión cisterna al 50% de su capacidad

Los resultados del análisis del incendio de charco de gasolina con la cisterna con 50% se presentan en la figura 18 y en la tabla 16. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 19.

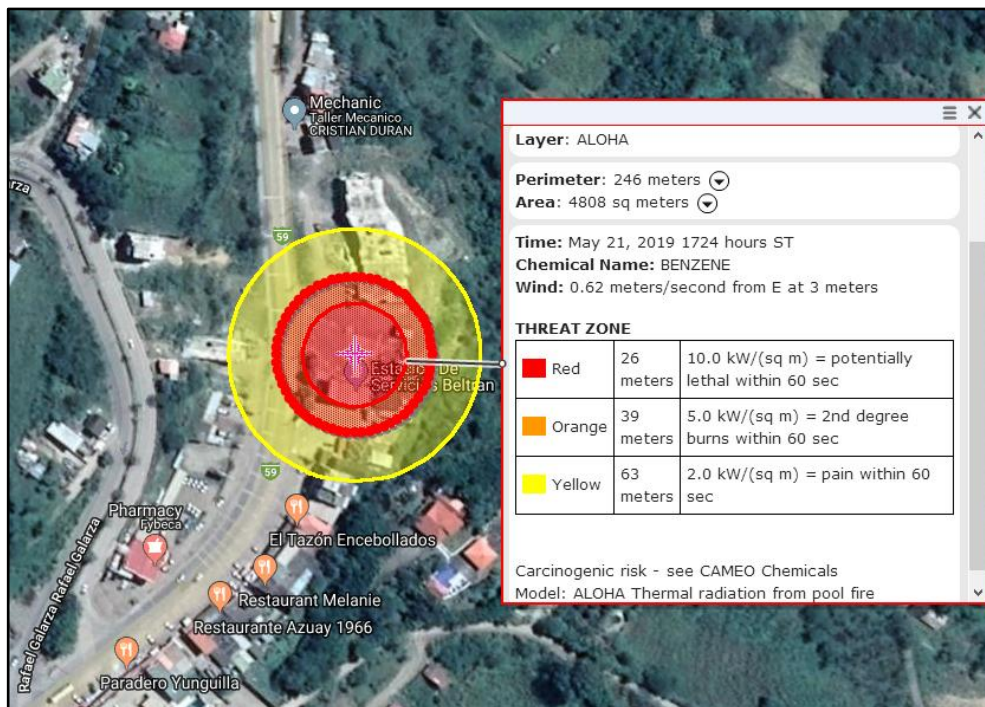


FIGURA 18: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 50%

Fuente: ALOHA - Autor

Parametros calculados	
Diámetro del charco de incendio (m)	12,7
Longitud máxima de la llama (m)	26
Tiempo de duración del incendio (min)	9
Velocidad de combustión (kg/min)	618
Masa total combustionada (kg)	5014
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	26
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	39
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	63
Zona de seguridad, zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	71
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona roja (s)	18,9
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona naranja (s)	24,2
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona amarilla (s)	32,1
Tiempo estimado en llegar a la zona de seguridad (s)	34,2
Personas con quemaduras mortales protegidos con ropa de seguridad (%)	1
Personas con quemaduras mortales sin protección (%)	1
Personas con quemaduras de II grado (%)	8
Personas con quemaduras de primer grado (%)	99,7

TABLA 16: Resultados del análisis del incendio de charco con la cisterna al 50%

Fuente: Autor

3.1.3.3. Incendio de charco con el camión cisterna al 25% de su capacidad

Los resultados del análisis del incendio con la cisterna con 25% de gasolina se presentan en la figura 19 y en la tabla 17. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 10.

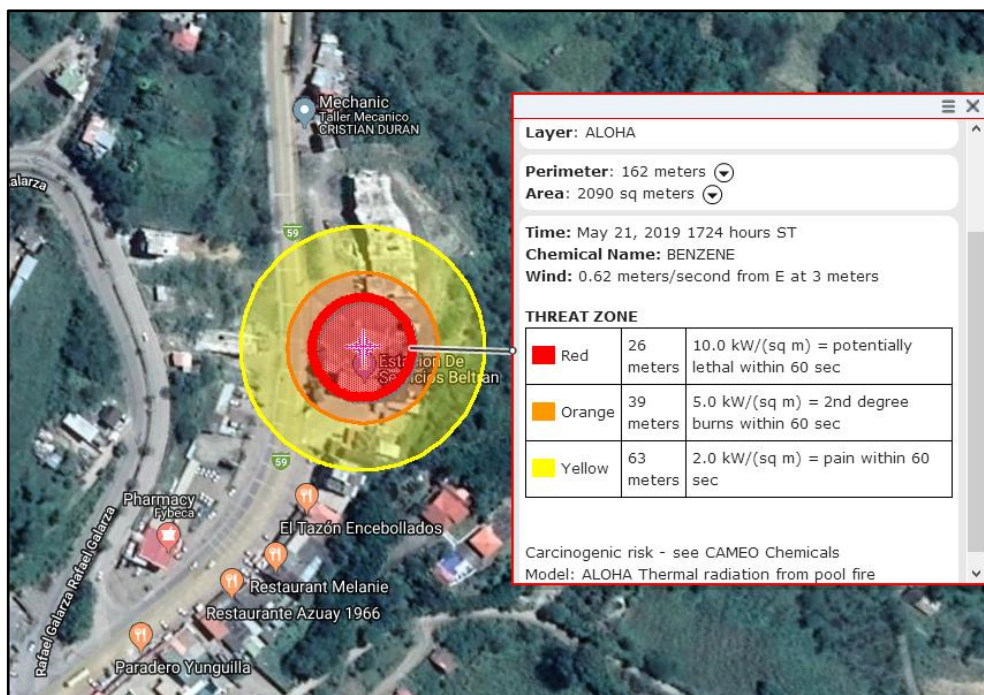


FIGURA 19: Zonas de amenaza por incendio de charco con la cisterna al 25%

Fuente: ALOHA

Parametros calculados	
Diámetro del charco de incendio (m)	12,6
Longitud máxima de la llama (m)	26
Tiempo de duración del incendio (min)	5
Velocidad de combustión (kg/min)	610
Masa total combustionada (kg)	2509
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	26
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	39
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	63
Zona de seguridad, zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	70
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona roja (s)	18,8
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona naranja (s)	24,2
Tiempo de exposición efectivo en caso de evacuación dentro de la zona amarilla (s)	31,9
Tiempo estimado en llegar a la zona de seguridad (s)	33,8
Personas con quemaduras mortales protegidos con ropa de seguridad (%)	1

Personas con quemaduras mortales sin portecccion (%)	1
Personas con quemaduras de II grado (%)	7
Personas con quemaduras de primer grado (%)	99,7

TABLA 17: Resultados del análisis del incendio de charco con la cisterna al 25%

Fuente: Autor

3.1.3.4. Bleve con el camión cisterna al 80% de su capacidad

Los resultados del análisis de la bleve con la cisterna con 80% de gasolina se presentan en la figura 20 y en la tabla 18. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 11.

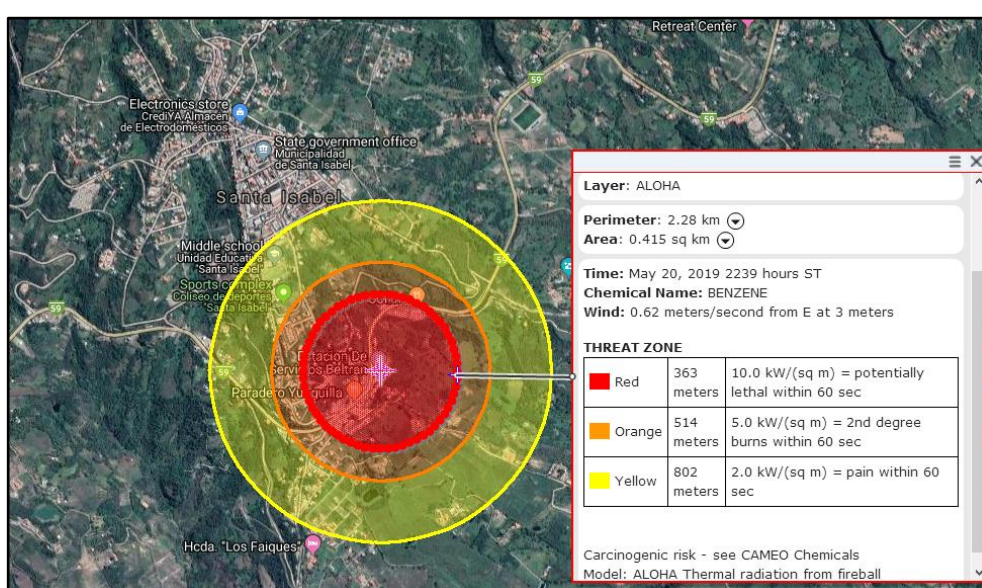


FIGURA 20: Zona de amenaza por bleve con la cisterna al 80%

Fuente: ALOHA

Parametros calculados	
Diámetro de la bola de fuego (m)	173
Tiempo de duración de la bola de fuego (s)	11
Masa total combustionada en la bola de fuego (%)	100
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	363
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	514
Zona de amenaza roja radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	802

Zona de seguridad zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	893
Personas con quemaduras mortales, protegidos con ropa de seguridad (%)	37
Personas con quemaduras mortales, sin porteccion (%)	71
Personas con quemaduras de II grado (%)	90
Personas con quemaduras de primer grado (%)	100

TABLA 18: Resultados del análisis de la bleve con la cisterna al 80%

Fuente: Autor

3.1.3.5. Bleve con el camión cisterna al 50% de su capacidad

Los resultados del análisis de la bleve con la cisterna con 50% de gasolina se presentan en la figura 21 y en la tabla 19. EL ingreso de parámetros en el programa informático ALOHA, la zona de seguridad y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 12.

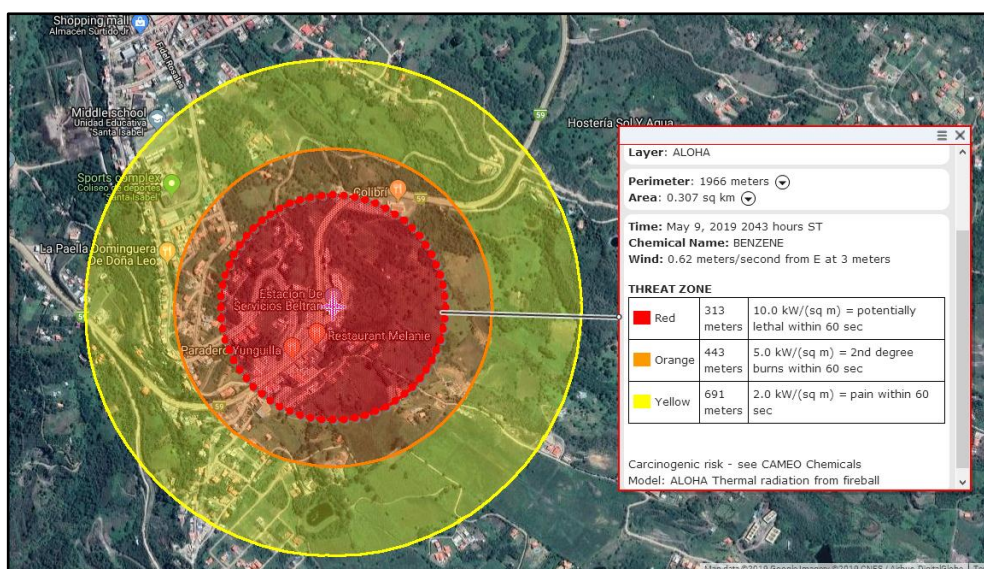


FIGURA 21: Zona de amenaza por bleve con la cisterna al 50%

Fuente: ALOHA

Parametros calculados	
Diámetro de la bola de fuego (m)	148
Tiempo de duración de la bola de fuego (s)	10
Masa total combustionada en la bola de fuego (%)	100
Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	313
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	443

Zona de amenaza roja radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	691
Zona de seguridad zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	769
Personas con quemaduras mortales, protegidos con ropa de seguridad (%)	37
Personas con quemaduras mortales, sin porteccion (%)	71
Personas con quemaduras de II grado (%)	90
Personas con quemaduras de primer grado (%)	100

TABLA 19: Resultados del análisis de la bleve con la cisterna al 50%

Fuente: Autor

3.1.3.6. Bleve con el camión cisterna al 25% de su capacidad

Los resultados del análisis de la bleve con la cisterna con 25% de gasolina se presentan en la figura 22 y en la tabla 20. La aplicación del programa informático ALOHA y la aplicación del método Probit se muestra en el anexo 13.

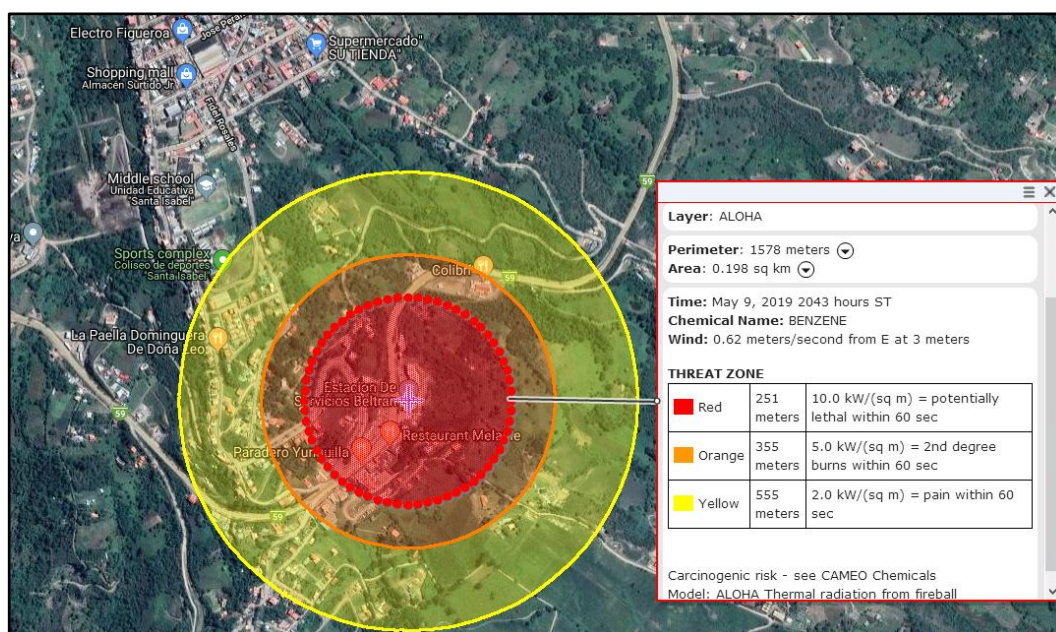


FIGURA 22: Zona de amenaza por bleve con la cisterna al 25%

Fuente: ALOHA

Parametros calculados	
Diámetro de la bola de fuego (m)	117
Tiempo de duración de la bola de fuego (s)	9
Masa total combustionada en la bola de fuego (%)	100

Zona de amenaza roja, radiación térmica recibida: 10 KW/m ² con exposición letal dentro de los primeros 60 segundos (m)	251
Zona de amenaza naranja, radiación térmica recibida: 5 KW/m ² con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	355
Zona de amenaza roja radiación térmica recibida: 2 KW/m ² con exposición a quemaduras de primer grado dentro de los primeros 60 segundos (m)	555
Zona de seguridad zona en donde la radiación térmica recibida es igual o inferior a 1,6 KW/m ² (m)	617
Personas con quemaduras mortales, protegidos con ropa de seguridad (%)	37
Personas con quemaduras mortales, sin porteccion (%)	71
Personas con quemaduras de II grado (%)	90
Personas con quemaduras de primer grado (%)	100

TABLA 20: Resultados del análisis de la bleve con la cisterna al 25%

Fuente: Autor

DISEÑO DE PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA

La guía técnica de seguridad contra incendios de la junta de Andalucía define que “El objetivo fundamental de un plan de emergencia es evitar la improvisación en situaciones de esta índole y requiere un documento en el que se plasme la organización, los medios materiales disponibles y las actuaciones a desarrollar según los casos. La necesidad y la responsabilidad de velar por la seguridad de los trabajadores y usuarios de los edificios requieren una organización que evite la improvisación en las actuaciones cuando se presenta una situación de emergencia. Este es el objetivo y el interés de un plan de emergencia.”

En la tabla 21 se presenta la guía con los componentes del plan de emergencia en base a la resolución administrativa número 036 -GC- CBDMQ- 2009, emitido por el Cuerpo de bomberos del distrito metropolitano de Quito. El desarrollo de la guía se presenta en el anexo 14.

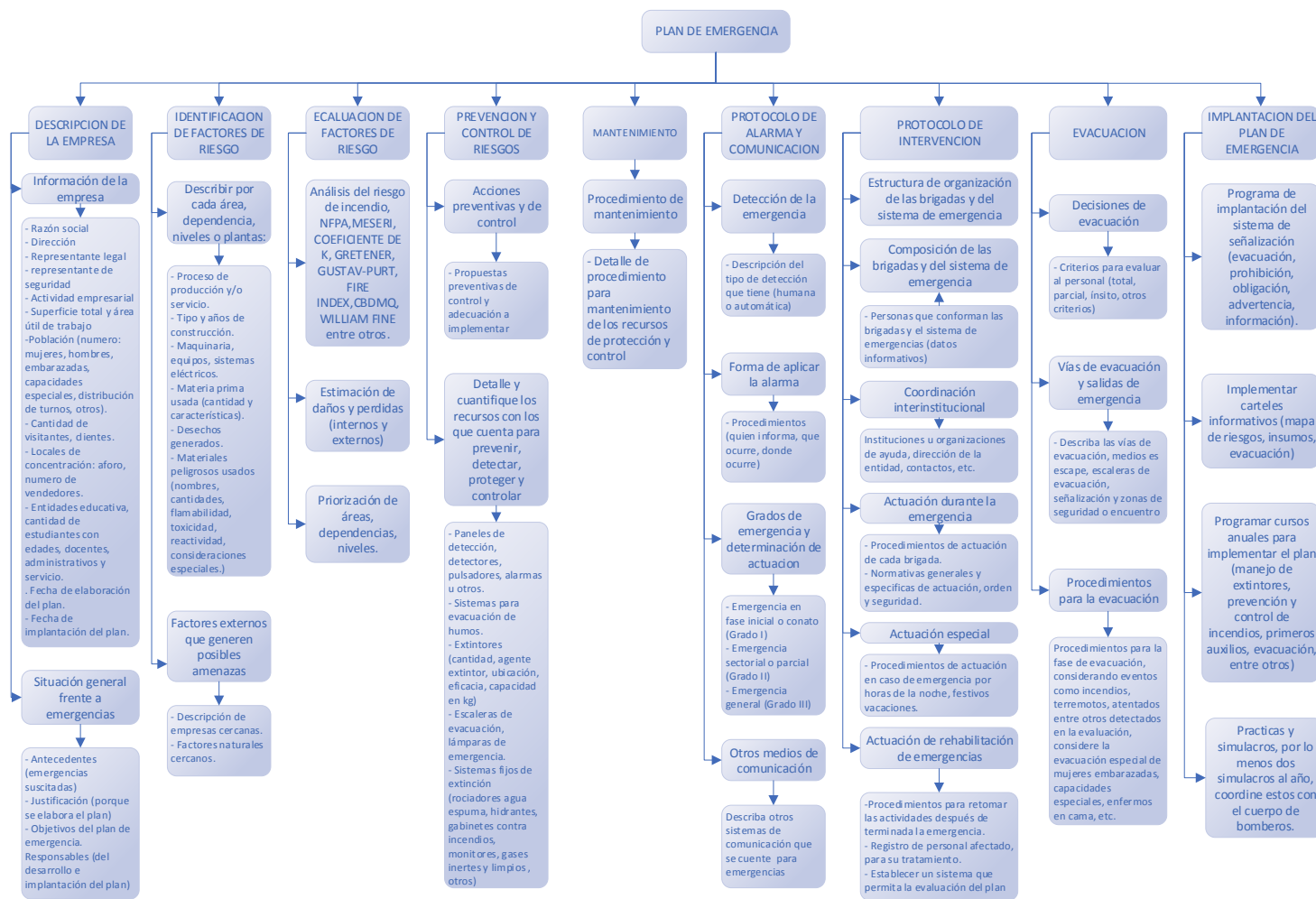


TABLA 21: Componentes de un plan de emergencia.
Fuente: Cuerpo de bomberos del distrito metropolitano de Quito

CHECK LIST DE VERIFICACIÓN.

El siguiente check list de verificación se enfoca en los requisitos legales que tienen que cumplir las estaciones de servicio con el objeto de minimizar la ocurrencia de accidentes mayores, para una mayor facilidad de aplicación de la misma ha sido dividida de la siguiente manera:

- General.
- Transporte.
- Dispensadores o surtidores.
- Área de almacenamiento.
- Área de descarga.

3.1.4. General

	Aspecto a tratar		Cumple	
			Si	No
Ley de defensa contra incendios	Art. 188	[Materiales para construcción de gasolineras]. - El tipo de materiales utilizados para la construcción de las gasolineras será de la clase “resistente y retardante” al fuego y calor.		
	Art. 189	[Prohibición de utilizar materiales de fácil combustión. - Bajo ningún concepto se podrán utilizar materiales fácilmente combustibles, inflamables o que por la acción del calor sean explosivos.		
	Art. 191	[Sistema eléctrico]. - Las instalaciones del sistema eléctrico en su totalidad, serán internas y en tubería metálica adecuada, o bandejas empotradas en mampostería quedando totalmente prohibido el realizar cualquier tipo de instalación temporal improvisada.		
	Art. 194	[Pararrayos en gasolineras]. - Toda gasolinera dispondrá de un dispositivo “pararrayos” ubicado en el sitio más alto de la edificación y con la respectiva descarga a tierra, para aquellos lugares en los cuales el Cuerpo de Bomberos crea necesario, cumpliendo las recomendaciones y normativas previstas para el efecto.		

	Art. 196	[Capacitación del personal de gasolinera. - Los empleados y trabajadores las gasolineras deben tener conocimientos sobre el uso y manejo correcto de extintores de incendio y demás equipos y materiales, para lo cual se acreditarán con un certificado expedido por el Cuerpo de Bomberos, o centro de capacitación profesional o un consultor individual, en el que testifique haber recibido instrucción específica.		
	Art. 199	[Prohibición del reabastecimiento de combustible]. - No se permitirá el reabastecimiento de combustible de vehículos con los motores en funcionamiento, vehículos de servicio al público con pasajeros o vehículos con carga de productos inflamables o explosivos, sea dentro o fuera del perímetro urbano		
	Art. 201	[Tarros metálicos]. - Se colocarán en lugares estratégicos, tarros metálicos provistos de tapa hermética para depositar en ellos trapos o textiles impregnados de combustibles, lubricantes, o grasas.		
	Art. 202	[Prohibición del GLP en cilindros]. - En las gasolineras o estaciones de servicio, no se permitirá la venta de G.L.P. en cilindros.		
NTE INEN 2251:2013	7.2.2.5	En los predios destinados a gasolineras y estaciones de servicios no se instalarán antenas matrices ni repetidoras de sistemas de comunicación de cualquier tipo.		
CPE INEN 19:2001	514-5	Desconexión de los circuitos.		
	a)	Generalidades. Todos los equipos que terminen o atraviesen los surtidores, incluidos los de sistema de bombeo remoto, deben estar dotados con un interruptor u otro medio aceptable claramente identificado y fácilmente accesible, ubicado lejos de los surtidores para desconectar simultáneamente de su fuente de alimentación todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra si lo hubiera. Todo el alambrado de control de una bomba remota desde dispositivo dispensador se debe separar de cada otro por un medio que elimine la		

		retroalimentación a este alambrado en cualquier momento.		
	b)	Estaciones de autoservicio atendidas. Los controles de emergencia especificados en el anterior apartado a) se deben instalar en un lugar aceptable para la autoridad con jurisdicción, pero nunca a más de 30 m de los surtidores.		
	514-16	Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con revestimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión		
NTE INEN 2266	6.1.7.12	Prevención y planes de emergencias		
	a)	Planes de prevención		
	a.1)	La empresa debe diseñar e implementar planes y programas de prevención que elimine o reduzca el riesgo asociado a una actividad donde exista la posibilidad de producirse una emergencia. Los planes y programas serán diseñados en función del análisis de riesgos y pueden incluir actividades de: capacitación, entrenamiento, inspecciones planeadas y no planeadas, auditorías, simulacros y eventos de concienciación.		
	b)	Planes de emergencia		
	b.1)	El manejo de emergencias es responsabilidad del fabricante, almacenador, comercializador y transportista. Para optimizar estas acciones, se coordinará con los organismos públicos y privados que tengan relación con el tema. Toda empresa debe contar con un plan de emergencia que contemple, al menos, los siguientes elementos:		
	b.1.1)	Nombres, dirección y teléfono de al menos dos personas responsables con los que se pueda hacer contacto en caso de una emergencia.		
	b.1.2)	Evaluación de los riesgos, que incluye el análisis de los recursos humanos y materiales disponibles, vías de evacuación, mapas de riesgos.		
	b.1.3)	Listado de recursos a utilizar para la atención a la emergencia tales como: extintores, mangueras,		

		brigadistas o personal entrenado, kits para derrames, medios de comunicación, entre otros.		
b.1.4)		Hojas de seguridad de materiales (MSDS por sus siglas en inglés) y tarjetas de emergencia		
b.1.5)		Características constructivas de las instalaciones y de los medios de transporte.		
b.1.6)		Identificación de centros nacionales o regionales de información toxicológica y atención en casos de accidentes con materiales peligrosos, a fin de que puedan dar orientaciones inmediatas sobre primeros auxilios y tratamiento médico, y resulten accesibles en todo momento por teléfono o radio.		
b.1.7)		Para el manejo de una emergencia el transportista y los conductores deben realizar las siguientes acciones:		
b.1.7.1)		Adoptar medidas de detección inmediata de derrame, incendio, fuga o explosión.		
b.1.7.2)		Identificar las operaciones de control a ser desarrolladas durante la emergencia.		
b.1.7.3)		Establecer comunicación, a la brevedad posible, con entidades públicas y privadas que puedan prestar ayuda emergente.		
b.1.7.4)		Mantener por todos los medios al alcance, la temperatura recomendada para la conservación de los materiales peligrosos, a fin de controlar su reactividad, inflamabilidad y explosividad, según recomendación establecida en la hoja de seguridad de materiales (MSDS) o tarjetas de emergencia.		
b.1.7.5)		Adoptar medidas para limitar la dispersión del material peligroso causante de la emergencia.		
b.1.8)		El responsable de la gestión de materiales peligrosos coordinará con las autoridades competentes, los procedimientos para la atención de accidentes, como:		
b.1.8.1)		Emplear los recursos (humanos, materiales y económicos) con que se cuenta para ejecutar las operaciones de control identificadas.		
b.1.8.2)		Estimar posibles daños materiales al ambiente y a la comunidad para aislar la zona del accidente,		

		impedir una mayor expansión del evento y evitar el acceso de personas extrañas.		
	b.1.8.3)	Llevar a cabo un levantamiento de información primaria que permita diagnosticar la situación imperante.		
	b.1.8.4)	Efectuar un reconocimiento inmediato para determinar el tipo de agentes químicos presentes en la emergencia.		
	b.1.8.5)	Evaluar sistemáticamente el progreso de las acciones para el manejo de la emergencia.		
	b.1.9)	Las acciones de mitigación y recuperación de las zonas afectadas son responsabilidad de las personas naturales o jurídicas, representantes legales de las empresas e instituciones, ya sean de carácter público o privado, quienes deben cumplir las acciones establecidas por la autoridad competente. Para esto, se deben llevar a cabo las siguientes acciones:		
	b.1.9.1)	Elaborar un informe del accidente que incluya los impactos en la salud humana y ambiente, los costos y plazos de mitigación y recuperación.		
	b.1.9.2)	Evaluar las necesidades para lograr una rehabilitación de la zona.		
	b.1.9.3)	Establecer un plan de mitigación a corto y mediano plazo con acciones ambientalmente sustentables.		
	b.1.9.4)	Vigilar el cumplimiento y el desarrollo de todas las actividades propuestas con programas de control y seguimiento.		
Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios	Art. 291	Las gasolineras deben contar con Boca de Incendio Equipada (BIE) las mismas que deben estar provistas con un sistema de extinción automático a base de espuma, a razón de un BIE incluido reductor por cada quinientos metros cuadrados de superficie (500 m ²).		

3.1.5. Transporte

	Requisitos del vehículo		Cumple	
			Si	No
NTE-INEN 2251:2013	7.1.1.1	Los vehículos para transporte de combustibles líquidos deberán mantenerse en perfecto estado de funcionamiento tanto en su sistema motriz como de transmisión, eléctrico y de rodamiento.		
	7.1.1.2	El tanque de combustible, el marco o chasis del vehículo, sus ejes y muelles deberán estar interconectados metálicamente. En la parte posterior del chasis se dispondrá de una cadena de arrastre de suficiente longitud para que llegue al suelo estando el autotanque en circulación, con el objeto de descargar a tierra la electricidad estática que pueda generarse. El tope de la cadena constará de un aditamento o eslabón de bronce.		
	7.1.1.3	Cada vehículo deberá disponer de por lo menos dos extintores de polvo químico tipo ABC de 15 kg, de capacidad, en óptimas condiciones de funcionamiento. Los extintores deberán llevar inscrito el número de placa del vehículo y la etiqueta de actualización o carga.		
	7.1.1.4	Todo el sistema de escape de gases deberá estar aislado de la alimentación de combustibles al motor, a fin de que el gas sea descargado a la mayor distancia posible de los accesorios de conexiones del tanque. El tubo de escape contará con un arresta llamas técnicamente construido, el cual podrá ser fijo o desmontable.		
	7.1.1.5	El vehículo deberá poseer luces de estacionamiento delanteras y posteriores. Los autotanques cuya ruta los requiera (provinciales e interprovinciales), dispondrán de faros neblineros, y además deberán contar con triángulos de seguridad.		
	7.1.1.6	Las instalaciones eléctricas y cableado, estarán debidamente protegidas mediante tubería rígida y completamente aislada; y, la batería del vehículo, estará colocada en un gabinete protector provisto de una tapa o cubierta aislante.		

Requisitos para el tanque transportador.			
7.1.2.1	En los costados del tanque, aparecerá la leyenda "PELIGRO INFLAMABLE"; con el número de la placa correspondiente al vehículo de arrastre. En la parte posterior del tanque deberá indicarse la capacidad de almacenamiento total en galones. A los lados y en la parte superior del tanque deberá identificarse la capacidad de almacenamiento de cada compartimiento en galones, de manera coincidente con la ubicación de la boca de llenado.		
7.1.2.2	El tanque llevará inscrita en su parte posterior, las leyendas de seguridad: "PELIGRO INFLAMABLE", "CONSERVE SU DISTANCIA". Las dimensiones de las leyendas deberán inscribirse de conformidad con las normas correspondientes.		
7.1.2.4	Cada compartimiento de un tanque deberá tener su válvula de descarga debidamente empacada que no permita escape de combustible cuando el vehículo esté en circulación, y válvulas de venteo en la parte superior. Las tuberías y mangueras al acoplarse deben ajustarse herméticamente. Cada compartimiento dispondrá de salida individual del producto, si esto no sucede el tanquero deberá transportar un solo producto.		
7.1.2.5	El tanque deberá estar en perfecto estado mecánico y físico (accesorios y conexiones). Las válvulas, mangueras, espejos de los compartimientos y demás implementos de carga y descarga de combustibles, deberán estar en perfectas condiciones de operación y seguridad.		
7.1.2.6	Todo tanque estará provisto de defensas metálicas adecuadas para protección ante golpes y de un parachoques posterior como parte integrante del chasis para proteger al mismo en caso de colisión. El parachoques deberá localizarse a una distancia no menor de 0.15 m fuera de la vertical del tanque. Todas las aberturas para llenado, inspección y drenaje deberán estar protegidas mediante guardas colocadas alrededor de la parte superior del tanque de dimensiones entre 200 mm y 300 mm de altura,		

	para fines de protección en caso de volcamiento del vehículo.		
Requisitos transportistas			
7.1.3.2	Conocer las características de los productos a transportar y riesgos que implican su manipulación.		
7.1.3.4	Conocimiento y aplicación de las normas de operación, seguridad contra incendios y emergencia; y, la aplicación de los instructivos y disposiciones de operación y seguridad de cada terminal o depósito.		
7.1.3.5	Antes de iniciar y durante el viaje el transportista efectuará la revisión del perfecto estado de funcionamiento de sus sistemas tanto motriz como de transmisión, eléctrico y de rodamiento, observando especial cuidado de que el tanque, conexiones y accesorios estén libres de fugas. Revisará además el buen estado de los neumáticos y su presión, sistema de frenos en perfecto funcionamiento, así como también el correcto funcionamiento del sistema eléctrico, luces y limpia parabrisas.		
7.1.3.8	Evitar el acercamiento del autotank a fuentes de ignición, y si por cualquier motivo durante el trayecto es necesario estacionar el vehículo, éste debe realizarse en un lugar seguro, de ser posible en un sitio que no sea poblado, debiendo permanecer el vehículo bajo vigilancia del transportista o su ayudante y con las señales de seguridad correspondientes.		
7.1.3.13	Durante la carga y descarga de combustibles, el transportista ubicará el autotank únicamente en el espacio de estacionamiento destinado para la descarga, desconectando el mando eléctrico y lo asegurará con el freno auxiliar.		
7.1.3.14	El transportista estará presente mientras se realiza la descarga a fin de actuar inmediatamente frente a cualquier anomalía y se prohíbe la permanencia de personas dentro del vehículo. Antes de bajar las mangueras, colocará un extintor del tipo polvo químico seco en el piso cerca de la parte posterior del vehículo, y utilizará el sistema de conexión a tierra.		

	7.1.3.15	A fin de reducir al mínimo la posibilidad de la generación de electricidad estática en los tanques de almacenamiento se debe proceder a mantener una velocidad de llenado baja, y el trasiego de los líquidos inflamables desde los tanques se efectuará por medio de mangueras con conexiones de ajuste hermético que no sean afectadas por tales líquidos y que no produzcan chispa por roce o golpe.		
NTE-INEN 2266:2013	6.1.6	Vehículos.		
	6.1.6.1	Los vehículos dedicados al transporte de materiales peligrosos deben cumplir con un mínimo de características especiales.		
	a)	El tipo, capacidad y dimensiones de sus carrocerías deben contar con una estructura que permita contener o estibar el material peligroso de tal manera que no se derrame o se escape.		
	b)	También deben contar con elementos de carga y descarga, compuertas y válvulas de seguridad, de emergencia y mantenimiento, así como también de indicadores gráficos, luces reglamentarias y sistemas de alarma, aviso en caso de accidentes y sistema de comunicación para emergencias.		
	c)	Deben disponer de un equipo básico de emergencia para control de derrames.		
	e)	Para efectos de limpieza de derrames, el transportista es responsable de que el vehículo cuente con materiales e implementos de recolección. Algunos elementos que pueden ser de ayuda en caso de derrame son:		
	e.1)	Paños absorbentes seleccionados de acuerdo a las características de la sustancia. Son idóneos para responder ante situaciones provocadas por derrames de líquidos. Tienen una buena capacidad de absorción y un manejo fácil y cómodo.		
	e.2)	Cordones o barreras absorbentes seleccionadas de acuerdo a las características de la sustancia a confinar. Son un medio eficaz y económico para recoger vertidos. Los tramos están disponibles en varias longitudes interconectables entre sí para formar cercos de cualquier longitud.		

e.3)	Una pala de plástico antichispas.		
e.4)	Bolsas de polietileno de alta densidad, para depositar temporalmente los materiales de los derrames.		
e.5)	Masillas epoxi para reparar fisuras.		
f)	El vehículo debe ir provisto de al menos 2 cuñas o tacos de dimensiones apropiadas al peso del mismo, de un material resistente y que no genere chispas.		
g)	El vehículo debe contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en que se encuentre en movimiento de reversa.		
i)	Ninguna llanta o neumático del vehículo debe tener defectos en las lonas o bandas de rodamiento.		
j)	El labrado o surco de las llantas o neumáticos no debe tener una profundidad restante inferior a 1,6 mm, siendo este el límite máximo del desgaste permitido y al llegar a esta profundidad el reemplazo de las llantas es obligatorio.		
n)	Todo el sistema de válvulas de carga y descarga de vehículos tipo cisterna deben estar equipados con un cubeto (bandeja) de contención libre de fugas con su respectiva válvula de drenaje en el punto más bajo.		
o)	Los mecanismos de operación y las tapas de acople rápido de las válvulas de carga y descarga deben ser asegurados en su posición de cierre durante el transporte, con cadenas o su equivalente.		
p)	Toda válvula o accesorio debe ser soldado al cuerpo de la cisterna, evitando utilizar elementos roscados, aplicando este criterio para cisternas presurizadas y no presurizadas.		
r)	Los sellos, empaques de las válvulas, bocas de carga y descarga y acoples deben ser de un material resistente acorde al producto transportado, asegurándolos de forma adecuada para evitar fugas.		
s)	Todo vehículo tipo cisterna debe tener sus respectivas válvulas de alivio de presión para cada compartimiento, las mismas que deben ser calibradas y revisadas según recomendación del fabricante.		

	6.1.7.6	Equilibrio de peso y aseguramiento de carga. Es responsabilidad del transportista que el peso esté bien equilibrado y la carga asegurada correctamente, para lo cual debe:		
	e)	Para tanques divididos en compartimentos por medio de tabiques o separadores, al cargarlos, el operador debe prestar atención especial a la distribución del peso, no poner demasiado peso en la parte delantera o trasera del vehículo. El empleo de estos tanques exige tener cuidado cuando están parcialmente llenos, debido a la agitación y movimiento del líquido que tiende a empujar al vehículo en la dirección en la que la oleada se mueve.		

3.1.6. Dispensadores o surtidores

	Aspectos a tratar		Cumple	
			Si	No
NTE-INEN 2251:2013	7.4.5.1	En los surtidores que funcionan con bomba sumergible, deberá instalarse una válvula de emergencia, la cual deberá cerrarse automáticamente en el caso de que el surtidor sufra un golpe o volcamiento.		
Ley de defensa contra incendios.	Art. 195	[Extintores en gasolineras. Toda gasolinera o estación de servicio contará con un número de extintores de incendio equivalentes a la relación de un extintor de polvo químico seco de 20 libras o su equivalente, por cada surtidor de cualquier combustible.		
	Art. 198	[Letreros de advertencia]. Deben instalarse los letreros suficientes no menos de cuatro de 20 x 80 cm con la leyenda de PROHIBIDO FUMAR y frente cada isla de surtidores un letrero de iguales dimensiones con la leyenda APAGUE ZOS MOTORES PARA REABASTECERSE DE COMBUSTIBLE, los letreros serán de color rojo chino sobre fondo blanco.		
	5.4	Manguera.		
NTE INEN 1781:1991	5.4.1	Dimensiones. La longitud de la manguera no deberá ser mayor que 8 metros.		
	5.4.2	Material. Deberá ser del tipo reforzado, resistente a la deformación permanente y capaz de soportar la presión de trabajo.		
	5.5	Válvula de descarga.		

	5.5.2	Debe tener un dispositivo automático que corte el flujo, cuando el nivel del líquido entregado alcance la boca de descarga de la válvula.		
	5.6	Fugas o goteo. No deberán existir fugas o goteo en todo el sistema del surtidor hasta la válvula de descarga (pistola).		
	5.7	Eliminador de gases. Debe estar situado tan cerca, como sea posible, a los mecanismos de medición, provisto de una tubería de desfogue que conecte con el exterior, la que deberá estar protegida, para evitar obstrucciones accidentales.		
	5.9	Sellado.		
	5.9.1	Los surtidores deben estar diseñados de manera que permitan la colocación de sellos de seguridad en:		
	a)	La registradora.		
	b)	Los mecanismos de ajuste de la cámara de medición.		
	5.10	Instalaciones eléctricas.		
	5.10.1	Los conductores eléctricos deben estar protegidos dentro de una tubería de material aislante, los empalmes deben realizarse en cajas de conexiones, con sistemas mecánicos de sujeción para evitar chispas eléctricas.		
	5.10.2	Todas las instalaciones eléctricas deben tener conexión a tierra.		
Ley de defensa contra incendios	Art. 190	[Blindaje en bóvedas e interruptores. - Las bóvedas de transformadores e interruptores generalmente dispondrán del correspondiente blindaje y estarán aislados de los surtidores y tuberías de ventilación.		
	Art. 192	[Fusibles en sistema eléctrico]. - La instalación del sistema eléctrica para los surtidores será en circuito independiente y dispondrá del fusible aprobado.		
	Art. 193	[Descarga a tierra]. - Todos cada uno de los surtidores dispondrán de instalación para la descarga a tierra de sobrecargas o electricidad estática.		
NTE INEN 2251:2013	7.4.5.5	Toda estación de servicio debe tener en cada isla una barra de cobre con masa puesta a tierra, para que empleados y usuarios descarguen energía estática antes de proceder al repostamiento del vehículo.		
	5.11	Tarjetas de control.		

NTE INEN 1781:1991	5.11.1	Cada surtidor debe tener una tarjeta de mantenimiento con la siguiente información:		
	a)	Fecha de instalación.		
	b)	Fechas de mantenimiento.		
	c)	Firma de responsabilidad.		
	d)	Descripción del trabajo realizado.		
	5.11.2	Los surtidores deben tener una tarjeta de control y/o acta de inspección con la siguiente información básica:		
	a)	Entidad.		
	b)	Resultados de la última inspección y prueba.		
	c)	Evaluación.		
	d)	Firma de responsabilidad.		
NTE INEN 2251:2013	7.4.5.6	Los surtidores de combustibles deberán estar ubicados de tal modo que permitan el fácil acceso y la rápida evacuación en casos de emergencia.		
	7.4.5.8	Se prohíbe el expendio de gasolina en recipientes no adecuados para ser transportados manualmente.		

3.1.7.

3.1.8. Almacenamiento

ALMACENAMIENTO														
	7.2.1	Tanques de almacenamiento de combustibles.	Cumple											
			Si	No										
NTE-INEN 2251:2013	7.2.1.2	<p>Los tanques para almacenamiento del combustible para gasolineras serán subterráneos, deberán ser cilíndricos para instalación horizontal, fabricados con planchas de acero al carbón de conformidad con el código utilizado y recubierto exteriormente con fibra de vidrio o similar, los cuales deberán tener un certificado de calidad otorgado por el fabricante. El espesor mínimo del acero estará en función de su diámetro.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>DIÁMETRO DEL TANQUE</th> <th>ESPESOR MÍNIMO DE LA PLANCHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 1,60 m</td> <td>4,76 mm</td> </tr> <tr> <td>Entre 1,60 y 2,25 m</td> <td>6,00 mm</td> </tr> <tr> <td>Entre 2,25 y 2,75 m</td> <td>7,81 mm</td> </tr> <tr> <td>Más de 2,75 m</td> <td>9,00 mm</td> </tr> </tbody> </table>	DIÁMETRO DEL TANQUE	ESPESOR MÍNIMO DE LA PLANCHA	Hasta 1,60 m	4,76 mm	Entre 1,60 y 2,25 m	6,00 mm	Entre 2,25 y 2,75 m	7,81 mm	Más de 2,75 m	9,00 mm		
	DIÁMETRO DEL TANQUE	ESPESOR MÍNIMO DE LA PLANCHA												
Hasta 1,60 m	4,76 mm													
Entre 1,60 y 2,25 m	6,00 mm													
Entre 2,25 y 2,75 m	7,81 mm													
Más de 2,75 m	9,00 mm													
	7.2.1.3	Cada tanque llevará una placa visible y fácilmente identificable donde consten el nombre del fabricante,												

		la fecha de fabricación, espesor de la plancha metálica del tanque, capacidad total del tanque y la presión máxima permisible.		
	7.2.1.4	Los tanques de almacenamiento deben ser probados in situ hidrostáticamente con agua limpia para verificar su hermeticidad previamente a su utilización. Las pruebas de estanqueidad se realizarán a una presión de 2 kg/cm ² durante 2 horas, sin que se produzcan pérdidas.		
	7.2.1.5	Los tanques contarán con líneas de venteo de 2 pulgadas de diámetro, su boca de descarga deberá estar a una altura no menor a 4,00 m sobre el nivel de piso, y estarán provistas de campanas de venteo para evitar el ingreso de aguas lluvias al tanque de almacenamiento. Las líneas de venteo deberán estar situadas en zonas libres de materiales que puedan originar chispas como instalaciones eléctricas y equipos de soldadura. No se localizarán dentro de edificaciones ni a una distancia menor de 5 m a cualquier edificio.		
	7.2.1.6	La capacidad operativa del tanque no debe ser menor que la capacidad nominal, ni mayor que 110% de la capacidad nominal. La longitud del tanque no será mayor que 6 veces su diámetro.		
	7.2.1.7	La distancia de los tanques a linderos y propiedades vecinas debe ser de 6,00 m como mínimo y podrá ocupar los retiros reglamentarios municipales. Además, los tanques deberán estar retirados al menos 5,00 m de toda clase de edificación o construcción propia del establecimiento.		
	7.2.1.8	Los tanques de almacenamiento y la tubería, especialmente la enterrada deberán ser protegidos contra la corrosión a fin de evitar contaminación al ambiente por filtraciones de combustibles. Para esto se utilizarán sistemas de revestimiento internos y/o externos de las paredes de los tanques, sistemas de protección catódica (ánodo de sacrificio, corriente impresa) y/u otras alternativas tecnológicas equivalentes.		
	7.2.1.1	Tanques subterráneos		

	a)	Los tanques subterráneos para almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables deben ser tanques horizontales, cilíndricos, atmosféricos, con doble pared, provistos de un sistema de monitoreo intersticial de fugas		
	b)	Los tanques subterráneos serán fabricados de fibra de vidrio y/o planchas metálicas, y debidamente protegidos contra la corrosión.		
	c)	Los tanques serán enterrados a una profundidad mínima de 1 m. Las excavaciones serán rellenas con material inerte como arena.		
	d)	La masa del tanque tendrá una conexión de puesta a tierra.		
	e)	El diámetro mínimo para entrada de revisión interior será de 600 mm.		
	f)	No se deberá realizar la instalación de tanques bajo calzadas, ni en los subsuelos de edificios.		
	g)	Si el caso lo requiere de acuerdo a lo que determine el estudio de suelos, los tanques serán ubicados dentro de una caja formada por muros de contención de mampostería impermeabilizada que evite la penetración de aguas y evite el volcamiento de tierras.		
	h)	En el interior de la cámara que contiene el tanque de almacenamiento y alrededor del tanque, existirá un espacio de circulación de 400 mm de ancho como mínimo en todo su perímetro.		
	i)	Las cavidades que separan los tanques de las paredes de la bóveda serán llenadas con arena lavada o tierra seca compactada hasta una altura de 500 mm del suelo.		
	j)	La cañería de desfogue no podrá tener más de 6 codos en su longitud, las vías horizontales estarán unidas en una pendiente al 1 % y las salidas con dirección al tanque.		
	k)	Bajo ningún concepto los perímetros donde se encuentran ubicados los tanques de almacenamiento de combustible serán utilizados como bodegas.		
	6.1.7.10	Almacenamiento.		

NTE-INEN 2266:2013	a)	Identificación del material. Es responsabilidad del fabricante y del comercializador de materiales peligrosos su identificación y etiquetado de conformidad con la presente norma.		
	c)	Localización. Los lugares destinados para servir de bodegas en el almacenamiento deben reunir las condiciones siguientes:		
	c.1)	Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que fabriquen o procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos.		
	c.2)	Las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor e ignición.		
	c.3)	El almacenamiento debe contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles.		
	c.4)	El sitio de almacenamiento debe ser de acceso restringido y no permitir la entrada de personas no autorizadas.		
	c.5)	Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones.		
	c.6)	Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos.		

3.1.9. Descarga

AREA DE DESCARGA				
NTE-INEN 2251:2013	7.3.1	Carga y descarga de combustibles.	Cumple	
			Si	No
	h)	En las estaciones de servicio, se suspenderá la distribución durante el llenado de los tanques de almacenamiento a fin de evitar derrames o posibles fuentes de ignición		
	7.3.1.6	Trasiego.		
	a)	Disponibilidad de mangueras provistas de ajuste hermético, fabricadas de material que no se deteriore por los productos que circulen por ellas, ni que produzcan chispa por roce o golpe.		

	b)	<p>Identificación de bocas de los tubos de llenado de los tanques de almacenamiento en función del tipo de combustible.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>PRODUCTO</th> <th>COLOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gasolina de 92 octanos</td> <td>Blanco</td> </tr> <tr> <td>Gasolina de 87 octanos</td> <td>Azul</td> </tr> <tr> <td>Combustible Diesel No. 1</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>Combustible Diesel No. 2</td> <td>Amarillo</td> </tr> </tbody> </table>	PRODUCTO	COLOR	Gasolina de 92 octanos	Blanco	Gasolina de 87 octanos	Azul	Combustible Diesel No. 1	Amarillo	Combustible Diesel No. 2	Amarillo		
PRODUCTO	COLOR													
Gasolina de 92 octanos	Blanco													
Gasolina de 87 octanos	Azul													
Combustible Diesel No. 1	Amarillo													
Combustible Diesel No. 2	Amarillo													
Ley de defensa contra incendios	Art. 200	[Traslado de combustible]. - La operación de trasiego del combustible debe realizarse con la adecuada protección contra incendios y conservando permanente un extintor cerca del operador. Se cuidará de evitar derramamientos de combustibles, y cuando esto ocurriese, se realizará inmediatamente la limpieza.												
NTE-INEN 2266:2013	6.1.7.9	Condiciones de descarga. En la operación de descarga de los materiales peligrosos, tanto el comercializador, como el transportista y el usuario deben proceder con suma atención respetando en todo momento los siguientes requisitos mínimos:												
	a)	Antes de descargar un vehículo con este tipo de materiales, revisar minuciosamente los etiquetados y las hojas de seguridad a fin de que el personal conozca sobre la forma de descarga que garantice una operación con un mínimo de riesgo.												
	b)	Antes de proceder a la descarga, realizar una inspección física de toda la parte externa del vehículo para verificar la existencia de fugas, escurrimientos, señales de impacto, desgaste, sobrecalentamiento de una o varias partes del vehículo y que pudiesen afectar a la carga.												
	e)	Durante el proceso de descarga, evitar que el material se derrame o se escape. Evitar también rozamientos o cualquier otra situación que ocasione derrames o incendios.												
	f)	Los lugares de descarga deben estar alejados de líneas eléctricas o de fuentes de ignición.												
	g)	Todo el personal que efectúe maniobras de descarga de materiales peligrosos, debe contar con												

		adiestramiento adecuado y conocimientos sobre materiales que maneja.		
	i)	Para la descarga colocar la señalización pertinente que dé aviso del peligro.		
	k)	En caso de descargas de materiales inflamables, utilizar equipo y herramientas antichispa.		
	m)	El personal involucrado en las actividades de descarga, así como aquel que se encuentre en las cercanías del área, no debe comer, beber, ni fumar.		
	o)	En caso de derrame de material en el interior del transporte, se debe limpiar y recolectar inmediatamente, para evitar que llegue al suelo y producir contaminación.		
Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios	Art. 284	La operación de trasvase y descarga del combustible debe realizarse con la adecuada protección contra incendios y manteniendo, un extintor de incendios cerca del operador (PQS 150 lb.). Habrá la obligación de evitar derramamientos de combustibles y, en caso de que eso ocurriese, sin perjuicio de las responsabilidades que correspondan, se realizará inmediatamente la limpieza con materiales no combustibles.		

CAPITULO V

4. CONCLUSIIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La aplicación del cálculo del índice de incendio y explosión, también llamado índice Dow revela un valor numérico de 143,7 lo que refleja que el grado de peligro para la estación de servicios Beltrán como INTENSO, lo que es comprensible ya que se almacena y se distribuyen una gran masa de combustibles.

El análisis en el programa informático ALOHA (Ubicaciones Zonales de Atmósferas Peligrosas) refleja que el caso de un accidente mayor con el camión cisterna al 100% de su capacidad, en los primeros 60 segundos la zona de amenaza con riesgo de muerte es de 390 metros a la redonda, así mismo con un radio de 551 metros a la redonda la irradiación de calor generaría quemaduras de segundo grado y dentro de los 881 metros a la redonda provocaría dolor en las personas, además se observa que el diámetro de la bola de fuego generada por la explosión sería de 186 metros con una duración de 12 segundos.

El resultado en caso de una explosión del camión cisterna con el 50% de su capacidad dentro de los primeros 60 segundos implica una zona mortal de 313 metros a la redonda, así mismo la zona en que se producen quemaduras de segundo grado tiene un radio de 443 metros y 691 metros a la redonda la explosión produce dolor en las personas, se observa que el diámetro de la bola de fuego es de 148 metros y su duración es de 10 segundos.

El resultado tras el análisis en caso de una explosión del camión cisterna con el 25% de su capacidad implica que dentro de los primeros 60 segundos la zona mortal comprende los 251 metros a la redonda, así mismo la zona en que se producen quemaduras de segundo grado abarca los 355 metros y 555 metros a la redonda se genera dolor en las personas, de la misma forma el diámetro de la bola de fuego es de 117 metros con una duración de 9 segundos.

Al realizar el análisis de explosión en el caso más crítico, con el camión cisterna al 100% de su capacidad se determina una zona de seguridad después de los 958 metros a la redonda, considerando que la cantidad de irradiación de calor que un ser humano puede soportar sin sufrir daño alguno es de 1,6 KW/m².

El check list de seguridad está considerado a partir de las normas nacionales en cuanto a seguridad en estaciones de servicio de combustibles se refiere, cabe indicar que dicha normativa nacional se ajusta a la normativa internacional.

La aplicación del check list de normativa legal en cuanto a seguridad contra incendios se refiere refleja que la estación de servicios Beltrán cumple con el 97,5% aspectos generales

en lo que se refiere a infraestructura, capacitaciones y sistemas de conexión a tierra, obtiene un 83,8% de cumplimiento legal en lo referente a transporte de productos peligrosos, en cuanto a especificaciones en los surtidores cumple con el 75% de las disposiciones, se observa un 92,3% de cumplimiento legal en el área de almacenamiento y con un 78,57% de cumplimiento en el área de descarga de combustibles.

RECOMENDACIONES

Al tratarse de una empresa de alto riesgo es necesario crear una cultura de prevención por lo que se recomienda realizar una adecuada gestión de riesgos, diseñar y socializar procedimientos seguros de trabajo.

En base a la aplicación del check list del capítulo VI se pueden emitir las siguientes recomendaciones:

Colocar un eslabón de bronce en el tope de la cadena de arrastre con el objetivo de descargar a tierra la electricidad estática que pueda generarse.

Proveer al camión cisterna de materiales e implementos de limpieza en caso de derrames tales como paños, cordones o barreras absorbentes y bolsas de polietileno en donde se depositarán de manera temporal el producto de los derrames.

Instalar en los surtidores un sistema de cierre o de corte de energía automático que proteja las instalaciones de derrames e incendios en caso de golpes o volcamientos.

Instalar por cada isla una barra de cobre puesta a tierra para que los empleados descarguen la energía estática antes y durante su jornada de trabajo.

En cada surtidor debe tener una tarjeta de control que incluya datos como: Fecha de instalación, mantenimiento, tipo de mantenimiento, descripción del mantenimiento y firma de responsabilidad.

Es necesario realizar el diseño e implementar un sistema automático de monitoreo de pérdidas de fluidos en los tanques de almacenamiento de combustibles que indique mediante alarmas la existencia de fugas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aragao Carlos. (2018). Las estaciones de servicio a lo largo de la historia. Recuperado el 20 de enero de 2019, de <http://www.lanoticia.com/las-estaciones-de-servicio-historia/>

OIT. (1991). Prevención de accidentes mayores industriales. Recuperado el 22 de enero de 2019, de

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_112650.pdf

Dow Chemical Company. (1980). Índice de incendio y explosión. Recuperado el 15 de febrero de 2019, de

https://www.academia.edu/9664680/INDICE_INCENDIO_Y_EXPLOSION_DOW_CHEMICAL_COMPANY_NO_SE_HACE_RESPONSABLE_DE_LA_APLICACION_DE_ESTESTE_MANUAL_

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1982). NTP 28: Medios manuales de extinción. Recuperado el 15 de febrero de 2019, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_028.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1983). NTP 41: Alarma de incendio. Recuperado el 15 de febrero de 2019, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_041.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1977). NTP 293: Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica. Recuperado el 18 de febrero de 2019, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_293.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1977). NTP 294: Explosiones BLEVE (II): medidas preventivas. Recuperado el 18 de febrero de 2019, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_294.pdf

Enciclopedia de la OIT. (2001). Incendios. Recuperado el 22 de febrero de 2019, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/41.pdf>

National Fire Protection Association. (2006). Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios. Recuperado el 22 de febrero de 2019, de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA-10.pdf>

United States Environmental Protection Agency. ALOHA Software. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

International Association of Fire Chiefs. ALOHA Software. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de <https://www.iafc.org/topics-and-tools/resources/resource/aloha-software>

Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. (2009). Formato para la elaboración de plan de emergencia. Recuperado el 26 de febrero de 2019, de <http://www.enquitoecuador.com/userfiles/formato-plan-de-emergencia.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1991). NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases. Recuperado el 3 de marzo de 2019, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_326.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1991). NTE INEN 1 781: Surtidores para derivados líquidos de petróleo. Requisitos. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de <http://181.112.149.204/buzon/normas/1781.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). NTE INEN 739: Extintores portátiles. Inspección, mantenimiento y recarga. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_739-1.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 2251: Manejo, almacenamiento, transporte y expendio en los centros de distribución de combustibles líquidos. Requisitos. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2251-1.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 2266-2: Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2266-2.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2000). NTE INEN 2288: Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos. Recuperado el 7 de marzo de 2019, de <http://181.112.149.204/buzon/normas/2288.pdf>

National Fire Protection Association. (2003). Código para instalaciones dispensadoras de combustible para motor y talleres de reparación. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://es.scribd.com/doc/162048432/NFPA-30A>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2001). CPE INEN 19: Código eléctrico nacional. Recuperado el 16 de marzo de 2019, de http://181.112.149.204/buzon/normas/cpe_inen_19.pdf

National Fire Protection Association. (2008). Código eléctrico nacional. Recuperado el 18 de marzo de 2019, de <https://es.scribd.com/document/347300195/NEC-NFPA-70-2008-Spanish-pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 2651: Tanques enterrados fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio para almacenamiento de productos a base de petróleo, alcohol y mezclas alcohol-gasolina. Requisitos. Recuperado el 19 de marzo de 2019, de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2651.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). NTP 1035: Bocas de incendio equipadas (BIE): utilización. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1031a1042/NTP%201035.pdf>

Acuerdo Ministerial 1257. (2009). Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. Recuperado del 23 de marzo de 2019, de <http://hitcloud.senplades.gob.ec/documents/20182/30660/REGLAMENTODEPREVENCIONMITIGACIONYPROTECCIONCONTRAINCENDIOSDELMINISTERIODE.pdf/0b2c1623-b945-484d-8ec9-681cc4ebbd1f>

Cameo Chemical Datasheet. (1999). OILS: DIESEL. Recuperado del 15 de mayo de 2019, de <https://cameochemicals.noaa.gov/chris/ODS.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1991). NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit. Recuperado en 16 de mayo de 2019, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_291.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del índice de incendio y explosión

Índice de material (FM)

La guía para la clasificación de riesgos del índice de incendio y explosión indica un factor material igual a 16 para los combustibles.

1. Riesgos generales del proceso

- A. **Reacciones exotérmicas:** no aplica.
- B. **Reacciones endotérmicas:** no aplica.
- C. **Manejo y transferencia de materiales:** la estación de servicios de combustible almacena líquidos inflamables clase I lo cual se penaliza con 0,85.
- D. **Unidades de proceso cerradas:** no aplica.
- E. **Desagües:** los derrames en el proceso de despacho se llevan por medio de canales hacia unas pequeñas piscinas de recolección, por lo que se penaliza con 0,25

2. Riesgos especiales del proceso.

- A. **Temperatura del proceso.**
 - 1. **Superior al punto de inflamación:** las condiciones de operación son superiores al punto de inflamación del combustible por lo que se penaliza con 0,3. El punto de inflamación de la gasolina es de - 42 °C (Petroecuador 2007).
 - 2. **Superior al punto de ebullición:** no hay penalización, la temperatura de ebullición de la gasolina está comprendida entre 40 y 150 °C
 - 3. **Superior al punto de autoignición:** no aplica.
- B. **Presión baja:** El equipo opera a presión inferior a la atmosfera, existe la aspiración del combustible con ayuda de un compresor, se penaliza con 0,50.
- C. **Operación en condiciones de inflamabilidad o cercanas a ella**
 - 1. **Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior:** no aplica.
 - 2. **Alteración del proceso o fallo de purga:** Se penaliza con 0,30 existen condiciones de inflamabilidad por fallo de instrumentos o equipos.
 - 3. **Siempre en condiciones e inflamabilidad:** no aplica.
- D. **Explosion de polvo:** no aplica.
- E. **Presión de alivio (tarado):** la válvula de alivio opera a partir de los 3 PSI, por lo que se penaliza con 1,7, figura 12.

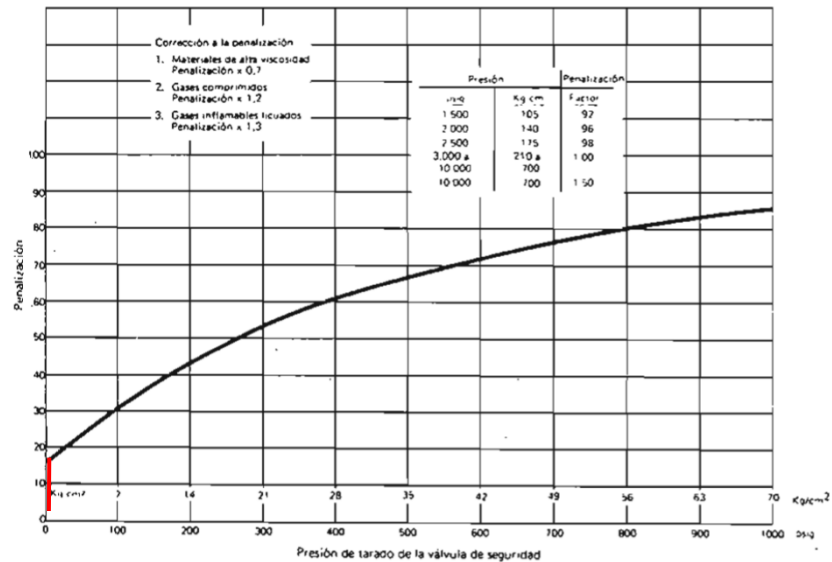


Figura 12: Presión de tarado de la válvula de seguridad para líquidos inflamables o combustibles.

Fuente: Índice de incendio y explosión.

F. Temperatura baja: no aplica.

G. Cantidad de material inflamable

1. Líquidos o gases en procesos: para encontrar el valor de la penalización se multiplica los kilos del material para este proceso se considera un valor de 27,84 kg por el poder calorífico del combustible que equivale a 11 Mcal/Kg

$$Energia = combustible (kg) \times poder\ calorifico$$

$$Energia = 27.84 \times 11\ Mcal/kg$$

$$Energia = 306,24\ Mcal$$

$$Energia = 0,0030624 \times 10^5\ Mcal$$

$$Energia = 0,00121 \times 10^9\ BTU$$

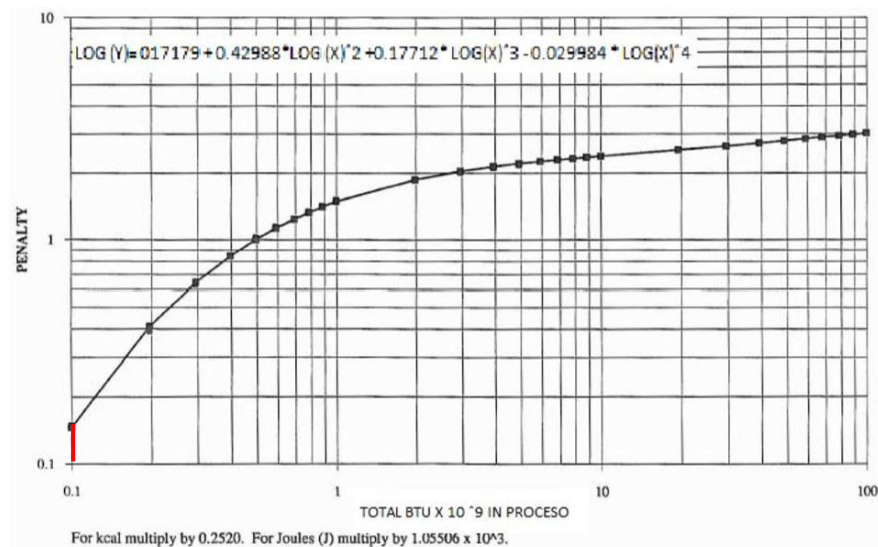


Figura 13: Ajuste para líquidos o gases en proceso.

Fuente: Índice de incendio y explosión.

Al cruzar una línea vertical de la energía con la curva se obtiene una penalización de 0,1.

2. Líquidos o gases almacenados: En la estación de servicios se almacenan 85,37m³ de gasolina, la densidad de este combustible es de 730kg/m³, de lo que se obtiene como resultado 62319,05 kg de gasolina. Además, existen 73,11 m³ de combustible diésel, su densidad es de 850kg/m³ lo que representa un valor de 62151,7 kg de diésel.

$$\text{Energía gasolina} = \text{combustible (kg)} \times \text{poder calorífico}$$

$$\text{Energía gasolina} = 62319,05 \text{ kg} \times 11 \text{Mcal/Kg}$$

$$\text{Energía gasolina} = 685509,55 \text{Mcal}$$

$$\text{Energía diésel} = \text{combustible (kg)} \times \text{poder calorífico}$$

$$\text{Energía diésel} = 62151,17 \text{ kg} \times 10,2 \text{ Mcal/kg}$$

$$\text{Energía diésel} = 633941,93 \text{ Mcal}$$

$$\text{Energía total} = \text{Energía gasolina} + \text{Energía diésel}$$

$$\text{Energía total} = 685509,55 \text{ Mcal} + 633941,93 \text{ Mcal}$$

$$\text{Energía total} = 1319541,48 \text{ Mcal}$$

$$\text{Energía total} = 5,29 \times 10^9 \text{ BTU}$$

Al cruzar la línea vertical de la energía total con la curva B (líquidos inflamables clase I) se obtiene una penalización de 0,7

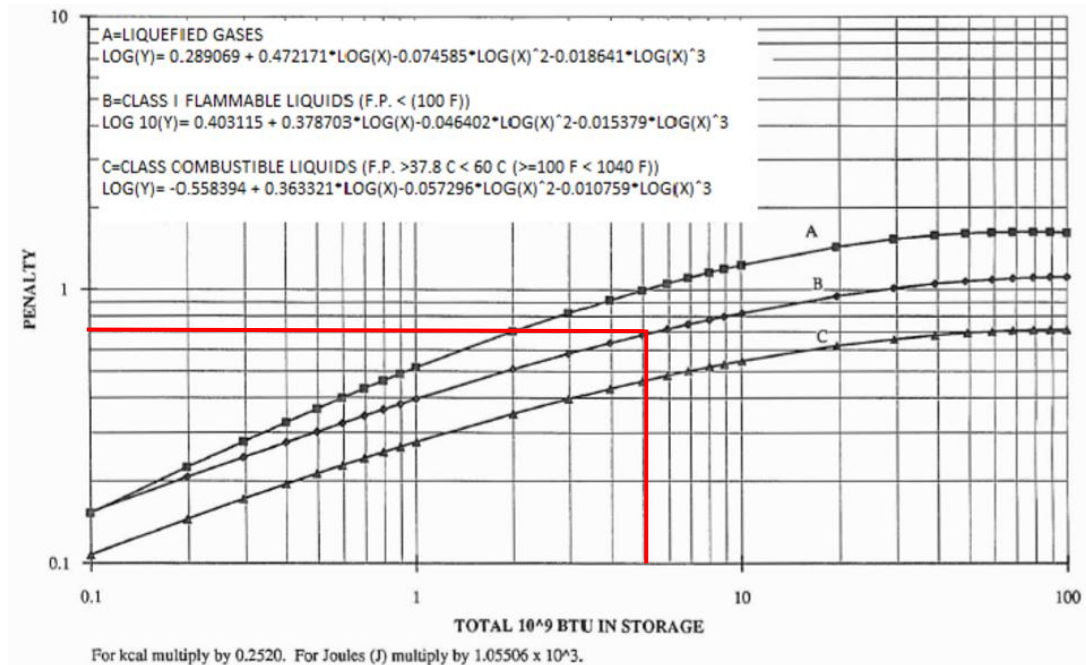


Figura 14: Ajuste para líquidos o gases en almacenamiento

Fuente: Índice de incendio y explosión

3. **Sólidos combustibles almacenados:** no aplica.
- H. **Corrosión y erosión:** velocidad de corrosión inferior a 0,5 mm/año con riesgo de picadura o erosión local se penaliza con 0,10.
- J. **Fugas por uniones y empaquetaduras:** involucra procesos que normalmente producen problemas de fugas en bombas, compresores y uniones con bridas, se penaliza con 0,30.
- K. **Uso de calentadores de fuego directo:** no aplica
- L. **Sistemas de intercambio térmico con aceite caliente:** no aplica.
- M. **Equipos en rotación, bombas, compresores:** N/A, el compresor no posee una potencia superior a lo 600cv

Anexo 2. Incendio de charco con la cisterna con 80% de combustible diésel.

SITE DATA:
 Location: S1, SANTA ISABEL
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 22, 2019 1850 hours ST (using computer's clock)

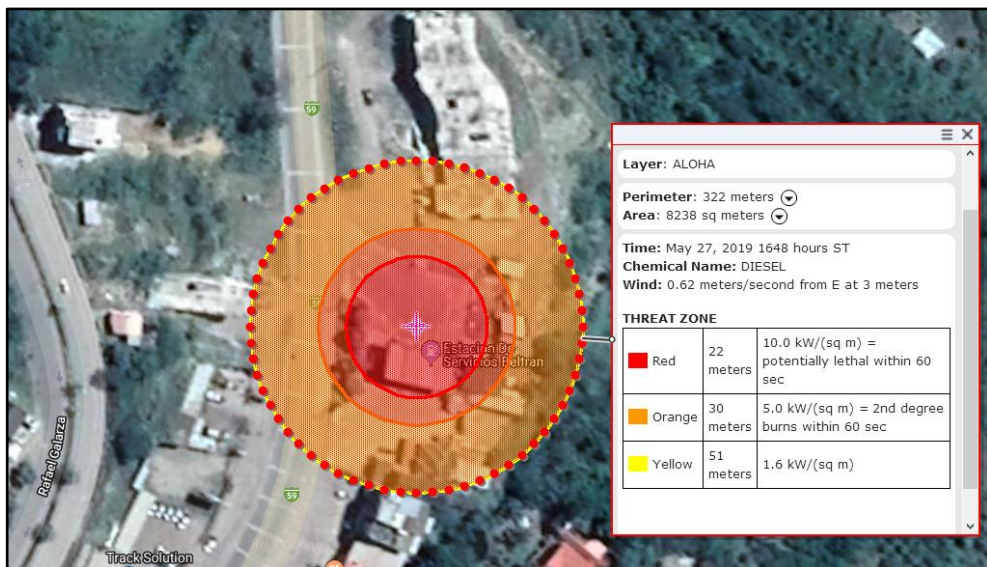
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: DIESEL Molecular Weight: 78.00 g/mol
 ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Ambient Boiling Point: 70.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.38 atm
 Ambient Saturation Concentration: 454,115 ppm or 45.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 4.08 meters
 Tank Volume: 11.4 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 1,875 kilograms
 Tank is 80% full
 Circular Opening Diameter: 12.7 centimeters
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 12 meters Burn Duration: 7 minutes
 Max Burn Rate: 299 kilograms/min
 Total Amount Burned: 1,875 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
 The puddle spread to a diameter of 18.5 meters.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : 22 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 30 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 46 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis de tiempos de evacuación:

Datos de entrada zona roja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	22
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	16,4

Datos de entrada zona naranja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	30
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	19,6

Datos de entrada zona amarilla	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	46
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	24,6

Datos de entrada zona verde	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	51
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	26

Análisis Probit de radiación

Datos de entrada				
Zonas de amenaza	Zona roja	Zona naranja	Zona amarilla	Zona verde
Radio de zona de amenaza(m)	20	30	46	51

Resultados Probit	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	1,34	1,00
Quemaduras mortales (sin protección)	2,22	1,00
Quemaduras de 2º grado	2,91	2,00
Quemaduras de 1er. Grado	6,91	97,00

Anexo 3. Incendio de charco con la cisterna con 50% de combustible diésel.

SITE DATA:
 Location: S1, SANTA ISABEL
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 22, 2019 1850 hours ST (using computer's clock)

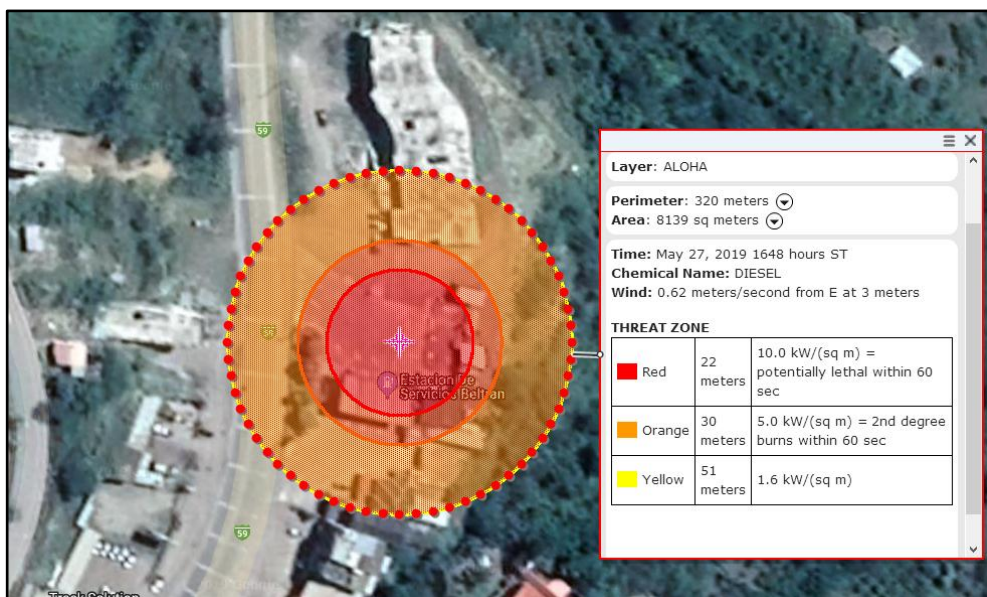
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: DIESEL Molecular Weight: 78.00 g/mol
 ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Ambient Boiling Point: 70.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.38 atm
 Ambient Saturation Concentration: 454,115 ppm or 45.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 4.08 meters
 Tank Volume: 11.4 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 1,178 kilograms
 Tank is 50% full
 Circular Opening Diameter: 12.7 centimeters
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 12 meters Burn Duration: 5 minutes
 Max Burn Rate: 295 kilograms/min
 Total Amount Burned: 1,178 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
 The puddle spread to a diameter of 18.4 meters.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : 22 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 30 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 46 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis del tiempo de evacuación

Datos de entrada zona roja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	22
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	16,4

Datos de entrada zona naranja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	30
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	19,6

Datos de entrada zona amarilla	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	46
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	24,6

Datos de entrada zona verde	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	51
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	51
Tiempo de exposición efectivo (s)	26

Análisis Probit de radiación por incendio de charco de diésel

Datos de entrada				
Zonas de amenaza	Zona roja	Zona naranja	Zona amarilla	Zona verde
Radio de zona de amenaza(m)	20	30	46	51

Resultados Probit	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	1,34	1,00
Quemaduras mortales (sin protección)	2,22	1,00
Quemaduras de 2º grado	2,91	2,00
Quemaduras de 1er. Grado	6,91	97,00

Anexo 4. Incendio de charco con la cisterna con 25% de combustible diésel.

SITE DATA:
 Location: S1, SANTA ISABEL
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 22, 2019 1850 hours ST (using computer's clock)

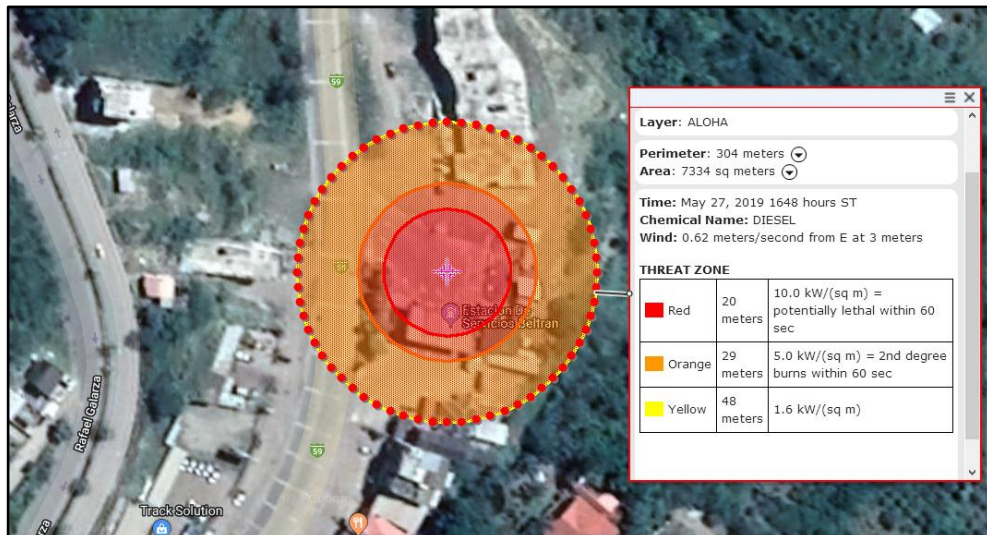
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: DIESEL Molecular Weight: 78.00 g/mol
 ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Ambient Boiling Point: 70.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.38 atm
 Ambient Saturation Concentration: 454,115 ppm or 45.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 4.08 meters
 Tank Volume: 11.4 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 596 kilograms
 Tank is 25% full
 Circular Opening Diameter: 12.7 centimeters
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 12 meters Burn Duration: 3 minutes
 Max Burn Rate: 264 kilograms/min
 Total Amount Burned: 596 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
 The puddle spread to a diameter of 17.4 meters.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : 20 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 29 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 44 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis del tiempo de evacuación

Datos de entrada zona roja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	20
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	48
Tiempo de exposición efectivo (s)	15,4

Datos de entrada zona naranja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	29
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	48
Tiempo de exposición efectivo (s)	19

Datos de entrada zona amarilla	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	44
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	48
Tiempo de exposición efectivo (s)	23,7

Datos de entrada verde	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	48
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	48
Tiempo de exposición efectivo (s)	24,7

Análisis Probit de radiación

Datos de entrada				
Zonas de amenaza	Zona roja	Zona naranja	Zona amarilla	Zona verde
Radio de zona de amenaza(m)	20	29	44	48

Resultados Probit	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	1,18	1,00
Quemaduras mortales (sin protección)	2,06	1,00
Quemaduras de 2º grado	2,82	2,00
Quemaduras de 1er. Grado	6,79	96,00

Anexo 5. Bleve con la cisterna al 80% de combustible diésel

SITE DATA:
 Location: S1, SANTA ISABEL
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 22, 2019 1850 hours ST (using computer's clock)

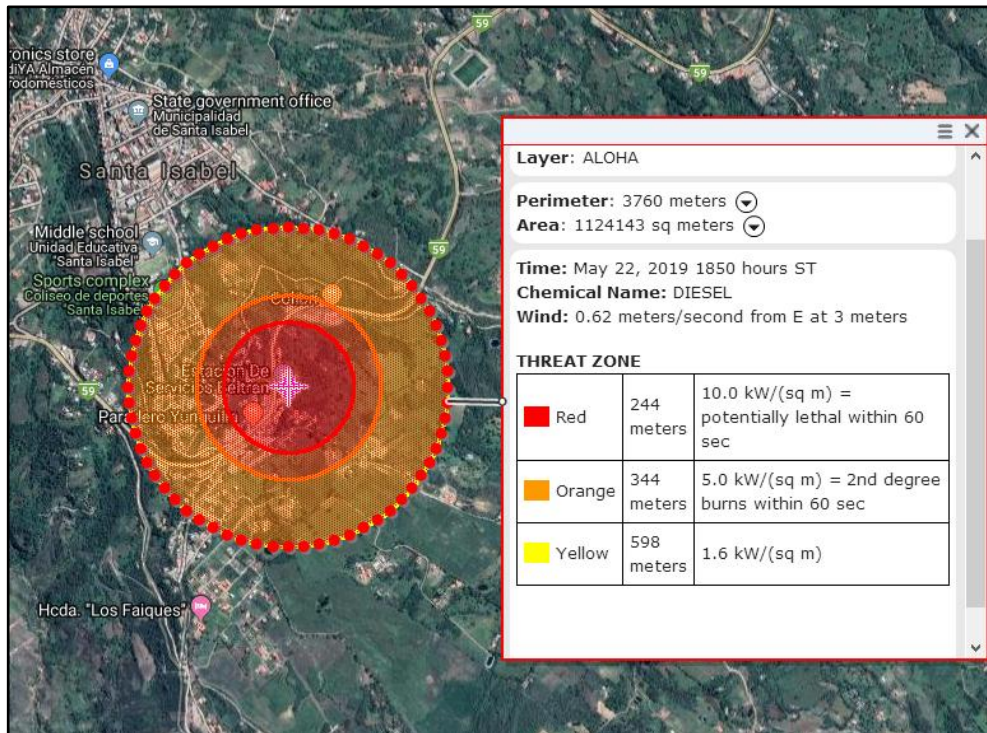
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: DIESEL Molecular Weight: 78.00 g/mol
 ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Ambient Boiling Point: 70.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.38 atm
 Ambient Saturation Concentration: 454,115 ppm or 45.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 13.5 meters
 Tank Volume: 37.8 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 6,204 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
 Fireball Diameter: 107 meters Burn Duration: 8 seconds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 244 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 344 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 537 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis Probit de radiación

DATOS DE ENTRADA				
Zonas de amenaza	ZONA ROJA	ZONA NARANJA	ZONA AMARILLA	ZONA VERDE
Radio de zona de amenaza(m)	244	344	537	598

RESULTADOS PROBIT	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	4,66	37,00
Quemaduras mortales (sin protección)	5,54	71,00
Quemaduras de 2º grado	6,29	90,00
Quemaduras de 1er. Grado	9,60	100

Anexo 6. Blevé con la cisterna al 50% de combustible diésel

```

SITE DATA:
Location: S1, SANTA ISABEL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
Time: May 22, 2019 1850 hours ST (using computer's clock)

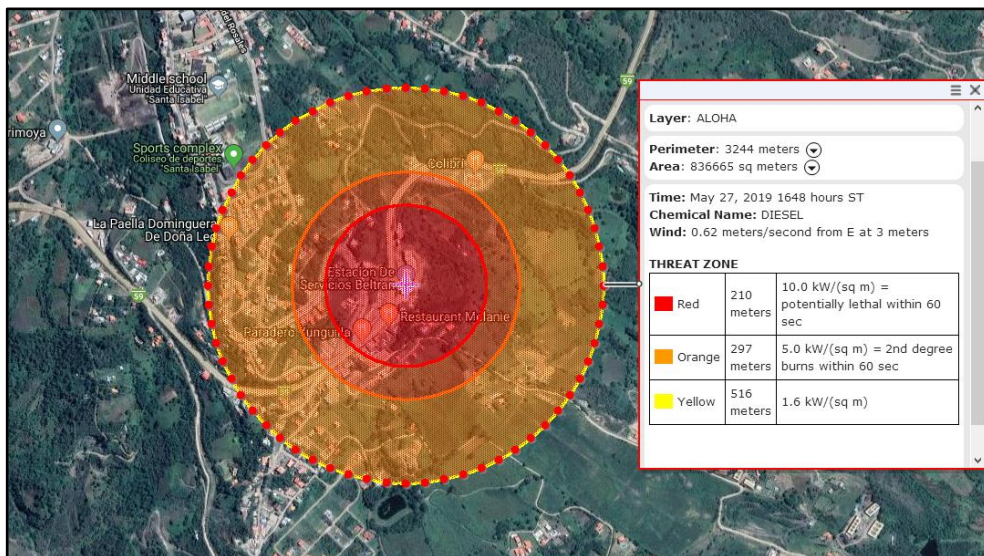
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: DIESEL                      Molecular Weight: 78.00 g/mol
ERPG-1: 50 ppm      ERPG-2: 150 ppm      ERPG-3: 1000 ppm
IDLH: 500 ppm      LEL: 12000 ppm      UEL: 80000 ppm
Ambient Boiling Point: 70.9° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.38 atm
Ambient Saturation Concentration: 454,115 ppm or 45.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 19.5° C      Stability Class: F
No Inversion Height      Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 1.887 meters      Tank Length: 13.5 meters
Tank Volume: 37.8 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 19.5° C
Chemical Mass in Tank: 3,897 kilograms
Tank is 50% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
Fireball Diameter: 91 meters      Burn Duration: 7 seconds

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 210 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 297 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 463 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
    
```

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis Probit de radiación

DATOS DE ENTRADA				
Zonas de amenaza	ZONA ROJA	ZONA NARANJA	ZONA AMARILLA	ZONA VERDE
Radio de zona de amenaza(m)	210	297	463	516

RESULTADOS PROBIT		Personas afectadas (%)
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	4,66	37,00
Quemaduras mortales (sin protección)	5,54	71,00
Quemaduras de 2º grado	6,29	90,00
Quemaduras de 1er. Grado	9,60	100

Anexo 7. Bleve con diésel a 25%

```

SITE DATA:
Location: S1, SANTA ISABEL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
Time: May 22, 2019 1850 hours ST (using computer's clock)

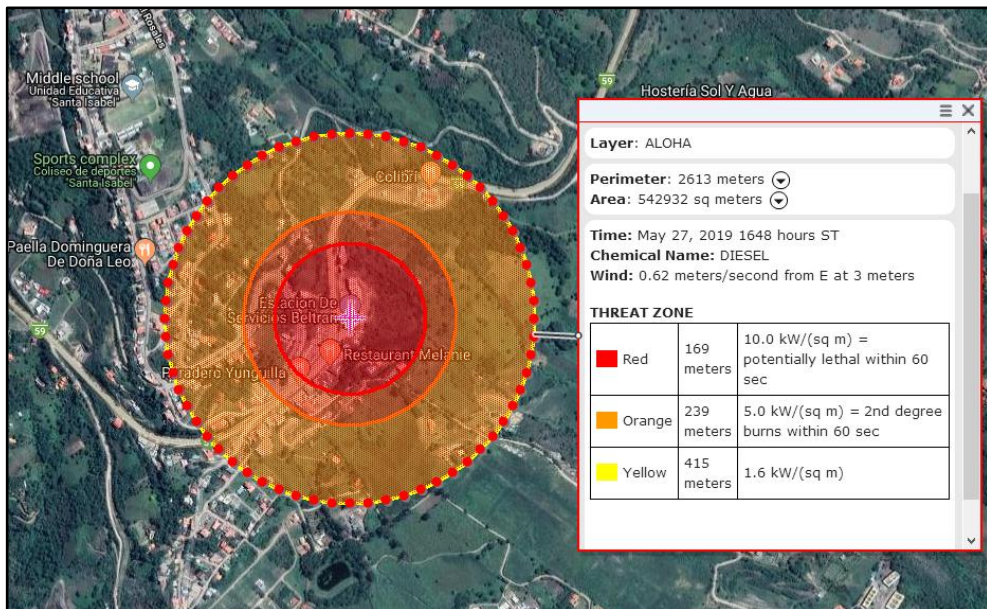
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: DIESEL                      Molecular Weight: 78.00 g/mol
ERPG-1: 50 ppm      ERPG-2: 150 ppm      ERPG-3: 1000 ppm
IDLH: 500 ppm      LEL: 12000 ppm      UEL: 80000 ppm
Ambient Boiling Point: 70.9° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.38 atm
Ambient Saturation Concentration: 454,115 ppm or 45.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 19.5° C      Stability Class: F
No Inversion Height      Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 1.887 meters      Tank Length: 13.5 meters
Tank Volume: 37.8 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 19.5° C
Chemical Mass in Tank: 1,974 kilograms
Tank is 25% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
Fireball Diameter: 73 meters      Burn Duration: 6 seconds

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 169 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 239 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 373 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
    
```

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis Probit de radiación

DATOS DE ENTRADA				
Zonas de amenaza	ZONA ROJA	ZONA NARANJA	ZONA AMARILLA	ZONA VERDE
Radio de zona de amenaza(m)	169	239	373	415

RESULTADOS PROBIT		Personas afectadas (%)
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	4,66	37,00
Quemaduras mortales (sin protección)	5,54	71,00
Quemaduras de 2º grado	6,29	90,00
Quemaduras de 1er. Grado	9,60	100

Anexo 8. Incendio de charco con la cisterna con 80% gasolina

```

Location: S1, SANTA ISABEL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
Time: May 21, 2019 1724 hours ST (using computer's clock)

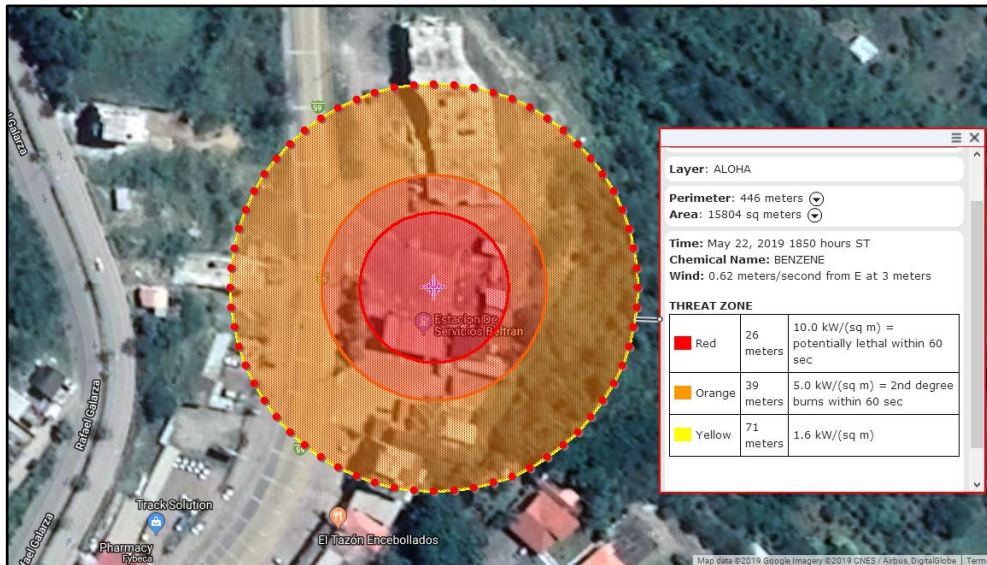
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 74.4° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.096 atm
Ambient Saturation Concentration: 114,994 ppm or 11.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters Cloud Cover: 0 tenths
Ground Roughness: open country Stability Class: F
Air Temperature: 19.5° C Relative Humidity: 65%
No Inversion Height

SOURCE STRENGTH:
Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 4.08 meters
Tank Volume: 11.4 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 19.5° C
Chemical Mass in Tank: 8,020 kilograms
Tank is 80% full
Circular Opening Diameter: 12.7 centimeters
Opening is 0 meters from tank bottom
Max Flame Length: 26 meters Burn Duration: 14 minutes
Max Burn Rate: 619 kilograms/min
Total Amount Burned: 8,020 kilograms
Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
The puddle spread to a diameter of 12.7 meters.

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red : 26 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 39 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 63 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
    
```

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis de tiempos de evacuación

Datos de entrada zona roja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	26
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	18,9

Datos de entrada zona naranja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	39
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	24,2

Datos de entrada zona amarilla	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	63
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	32,1

Datos de entrada verde	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	71
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	34,2

Análisis Probit de radiación

Datos de entrada				
Zonas de amenaza	Zona roja	Zona naranja	Zona amarilla	Zona verde
Radio de zona de amenaza(m)	26	39	63	71

Resultados Probit	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	1,70	1,00
Quemaduras mortales (sin protección)	2,58	1,00
Quemaduras de 2º grado	3,56	8,00
Quemaduras de 1er. Grado	7,71	99,70

Anexo 9. Incendio de charco con la cisterna con 50% de gasolina

Location: S1, SANTA ISABEL
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 21, 2019 1724 hours ST (using computer's clock)

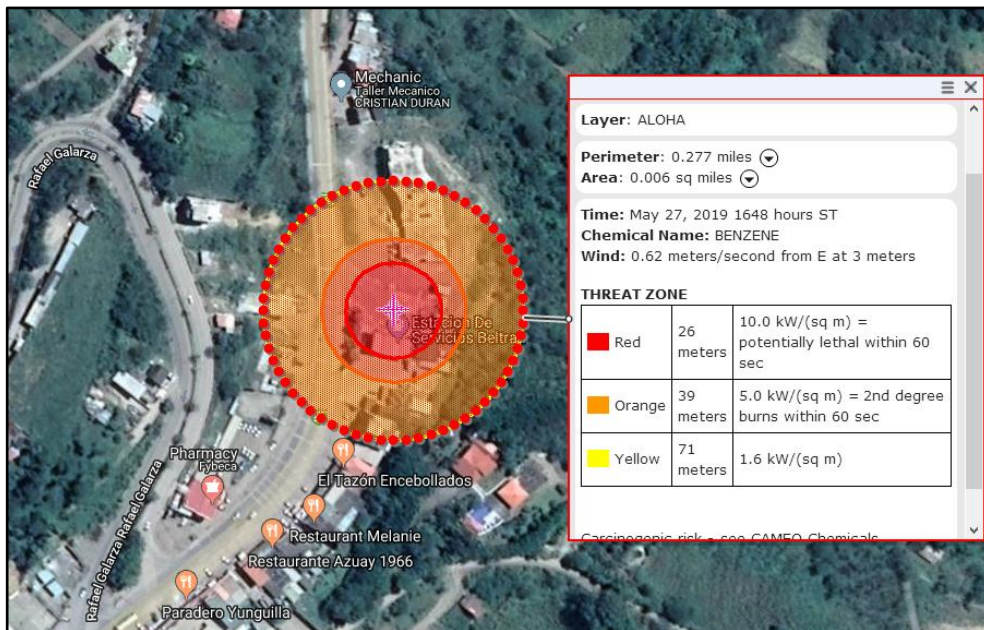
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 74.4° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.096 atm
 Ambient Saturation Concentration: 114,994 ppm or 11.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 4.08 meters
 Tank Volume: 11.4 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 5,014 kilograms
 Tank is 50% full
 Circular Opening Diameter: 12.7 centimeters
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 26 meters Burn Duration: 9 minutes
 Max Burn Rate: 618 kilograms/min
 Total Amount Burned: 5,014 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
 The puddle spread to a diameter of 12.7 meters.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : 26 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 39 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 63 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis de tiempos de evacuación

Datos de entrada zona roja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	26
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	18,9

Datos de entrada zona naranja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	39
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	24,2

Datos de entrada zona amarilla	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	63
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	32,1

Datos de entrada verde	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	71
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	71
Tiempo de exposición efectivo (s)	34,2

Análisis Probit de radiación

Datos de entrada				
Zonas de amenaza	Zona roja	Zona naranja	Zona amarilla	Zona verde
Radio de zona de amenaza(m)	26	39	63	71

Resultados Probit	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	1,70	1,00
Quemaduras mortales (sin protección)	2,58	1,00
Quemaduras de 2º grado	3,56	8,00
Quemaduras de 1er. Grado	7,71	99,70

Anexo 10. Incendio de charco con la cisterna con 25% de gasolina.

Location: S1, SANTA ISABEL
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 21, 2019 1724 hours ST (using computer's clock)

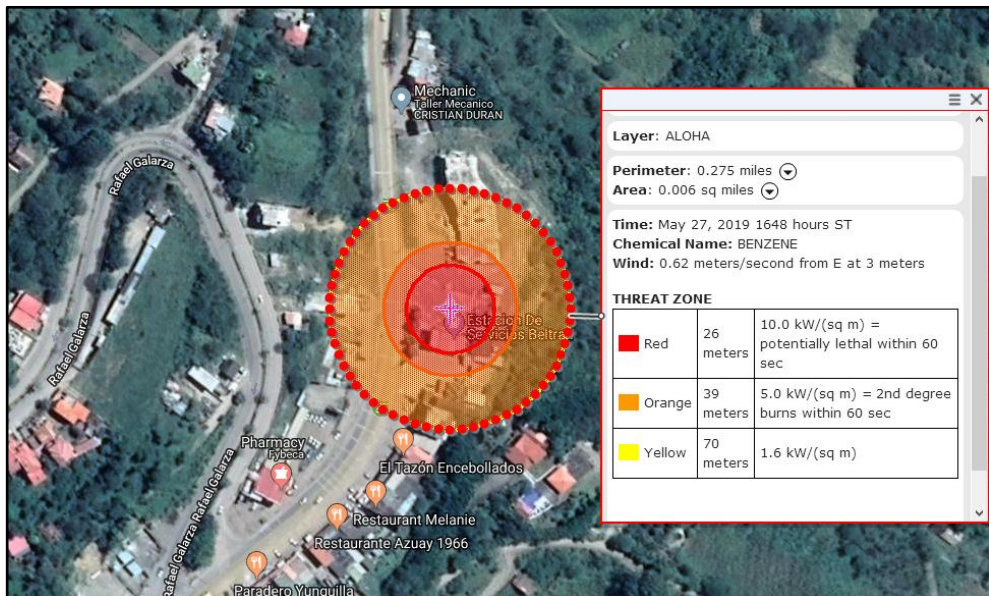
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 74.4° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.096 atm
 Ambient Saturation Concentration: 114,994 ppm or 11.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 4.08 meters
 Tank Volume: 11.4 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 2,509 kilograms
 Tank is 25% full
 Circular Opening Diameter: 12.7 centimeters
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 26 meters Burn Duration: 5 minutes
 Max Burn Rate: 610 kilograms/min
 Total Amount Burned: 2,509 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
 The puddle spread to a diameter of 12.6 meters.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : 26 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 39 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 63 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis de tiempos de evacuación

Datos de entrada zona roja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	26
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	70
Tiempo de exposición efectivo (s)	18,8

Datos de entrada zona naranja	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	39
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	70
Tiempo de exposición efectivo (s)	24,2

Datos de entrada zona amarilla	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	63
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	70
Tiempo de exposición efectivo (s)	31,9

Datos de entrada verde	
Tiempo de reacción(5s)	5
Distancia al centro del incendio (m)	70
Velocidad de escape de una persona (m/s)	1
Tiempo en llegar a la zona de seguridad	70
Tiempo de exposición efectivo (s)	33,8

Análisis Probit de radiación

Datos de entrada				
Zonas de amenaza	Zona roja	Zona naranja	Zona amarilla	Zona verde
Radio de zona de amenaza(m)	26	39	63	71

Resultados Probit	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	1,69	1,00
Quemaduras mortales (sin protección)	2,57	1,00
Quemaduras de 2º grado	3,55	7,00
Quemaduras de 1er. Grado	7,69	99,70

Anexo 11. Bleve con la cisterna con 80% de gasolina.

```

SITE DATA:
Location: S1, SANTA ISABEL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
Time: May 27, 2019 1648 hours ST (using computer's clock)

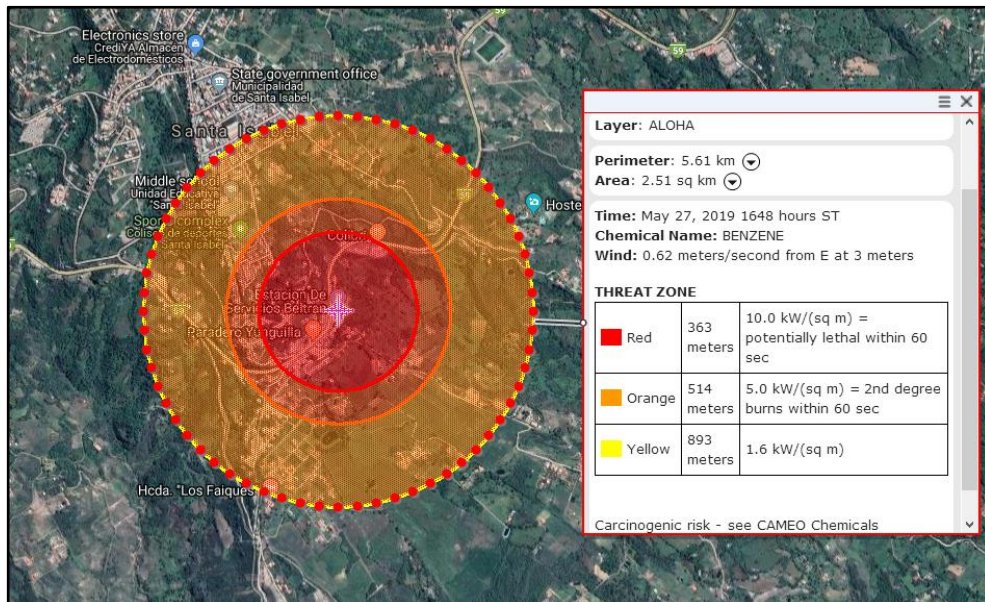
CHEMICAL DATA:|
Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2                               Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm   AEGL-2 (60 min): 800 ppm   AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
IDLH: 500 ppm           LEL: 12000 ppm           UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 74.4° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.096 atm
Ambient Saturation Concentration: 114,994 ppm or 11.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
Ground Roughness: open country           Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 19.5° C                 Stability Class: F
No Inversion Height                       Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 1.887 meters              Tank Length: 13.5 meters
Tank Volume: 37.8 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 19.5° C
Chemical Mass in Tank: 26,535 kilograms
Tank is 80% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
Fireball Diameter: 173 meters            Burn Duration: 11 seconds

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 363 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 514 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 802 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
    
```

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis Probit de radiación por la bleve con gasolina 80%

DATOS DE ENTRADA				
Zonas de amenaza	ZONA ROJA	ZONA NARANJA	ZONA AMARILLA	ZONA VERDE
Radio de zona de amenaza(m)	363	514	802	893

RESULTADOS PROBIT	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	4,66	37,00
Quemaduras mortales (sin protección)	5,54	71,00
Quemaduras de 2º grado	6,29	90,00
Quemaduras de 1er. Grado	9,60	100

Anexo 12. Bleve con la cisterna con 50% de gasolina

SITE DATA:
 Location: SANTA ISABEL, ECUADOR
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 9, 2019 2043 hours ST (using computer's clock)

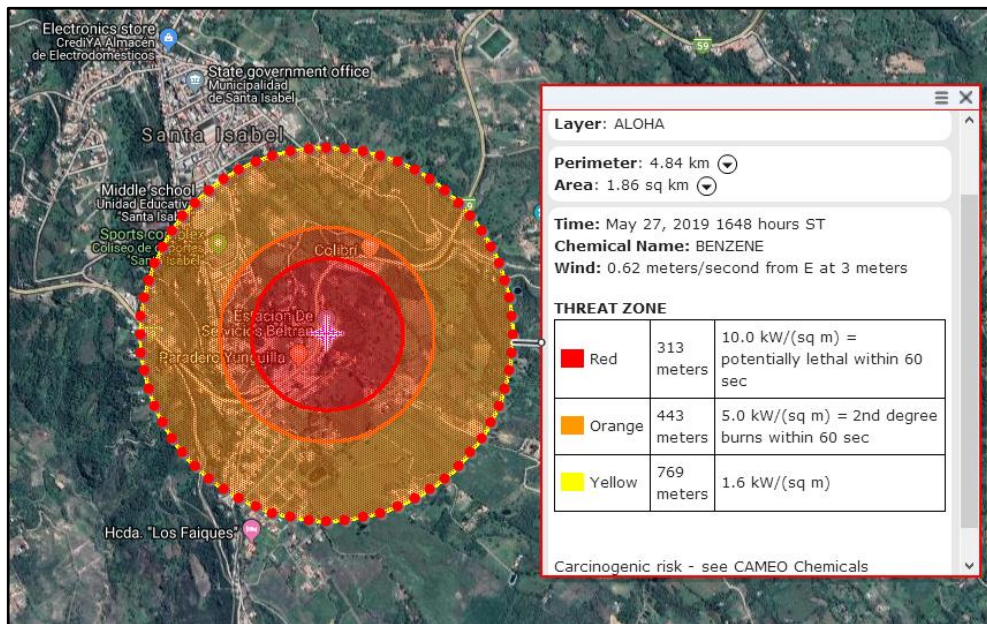
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 74.2° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.096 atm
 Ambient Saturation Concentration: 115,983 ppm or 11.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 13.5 meters
 Tank Volume: 37.8 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 16,589 kilograms
 Tank is 50% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
 Fireball Diameter: 148 meters Burn Duration: 10 seconds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 313 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 443 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 691 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis Probit de radiación por la bleve con gasolina 50%

DATOS DE ENTRADA				
Zonas de amenaza	ZONA ROJA	ZONA NARANJA	ZONA AMARILLA	ZONA VERDE
Radio de zona de amenaza(m)	313	443	691	769

RESULTADOS PROBIT		Personas afectadas (%)
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	4,66	37,00
Quemaduras mortales (sin protección)	5,54	71,00
Quemaduras de 2º grado	6,29	90,00
Quemaduras de 1er. Grado	9,60	100

Anexo 13. Bleve con la cisterna con 25% de gasolina

SITE DATA:
 Location: SANTA ISABEL, ECUADOR
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.09 (unsheltered double storied)
 Time: May 9, 2019 2043 hours ST (using computer's clock)

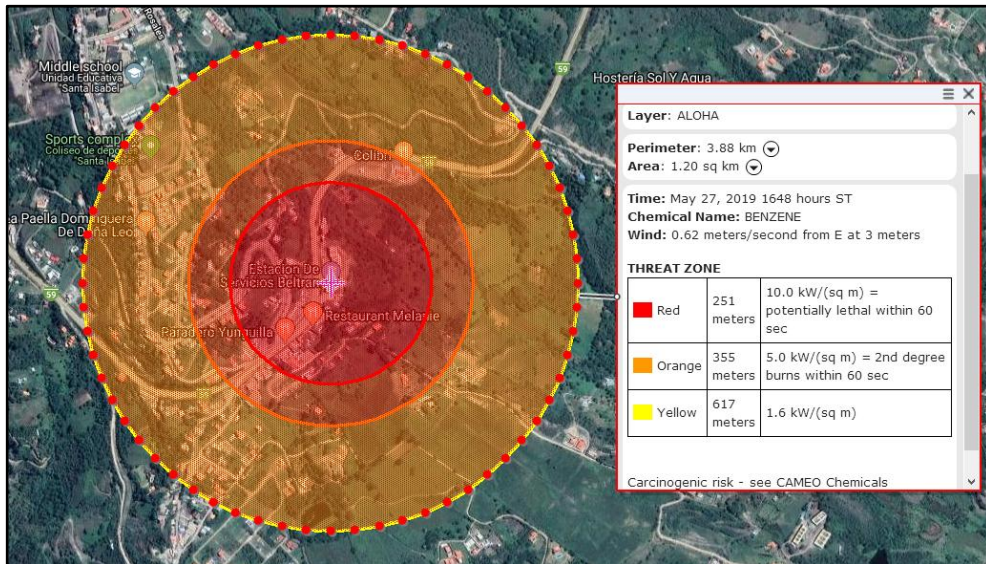
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 74.2° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.096 atm
 Ambient Saturation Concentration: 115,983 ppm or 11.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 0.62 meters/second from E at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 19.5° C Stability Class: F
 No Inversion Height Relative Humidity: 65%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.887 meters Tank Length: 13.5 meters
 Tank Volume: 37.8 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 19.5° C
 Chemical Mass in Tank: 8,300 kilograms
 Tank is 25% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100.0%
 Fireball Diameter: 117 meters Burn Duration: 9 seconds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 251 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 355 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 555 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Parámetros ingresados a ALOHA



Límite de la zona de amenaza

Análisis Probit de radiación por la bleve con gasolina 50%

Zonas de amenaza	ZONA ROJA	ZONA NARANJA	ZONA AMARILLA	ZONA VERDE
Radio de zona de amenaza(m)	251	355	555	617

RESULTADOS PROBIT	Personas afectadas (%)	
Quemaduras mortales (protegidos con ropas)	4,66	37,00
Quemaduras mortales (sin protección)	5,54	71,00
Quemaduras de 2º grado	6,29	90,00
Quemaduras de 1er. Grado	9,60	100

Anexo 14. Plan de emergencia

Estación de servicios Beltrán



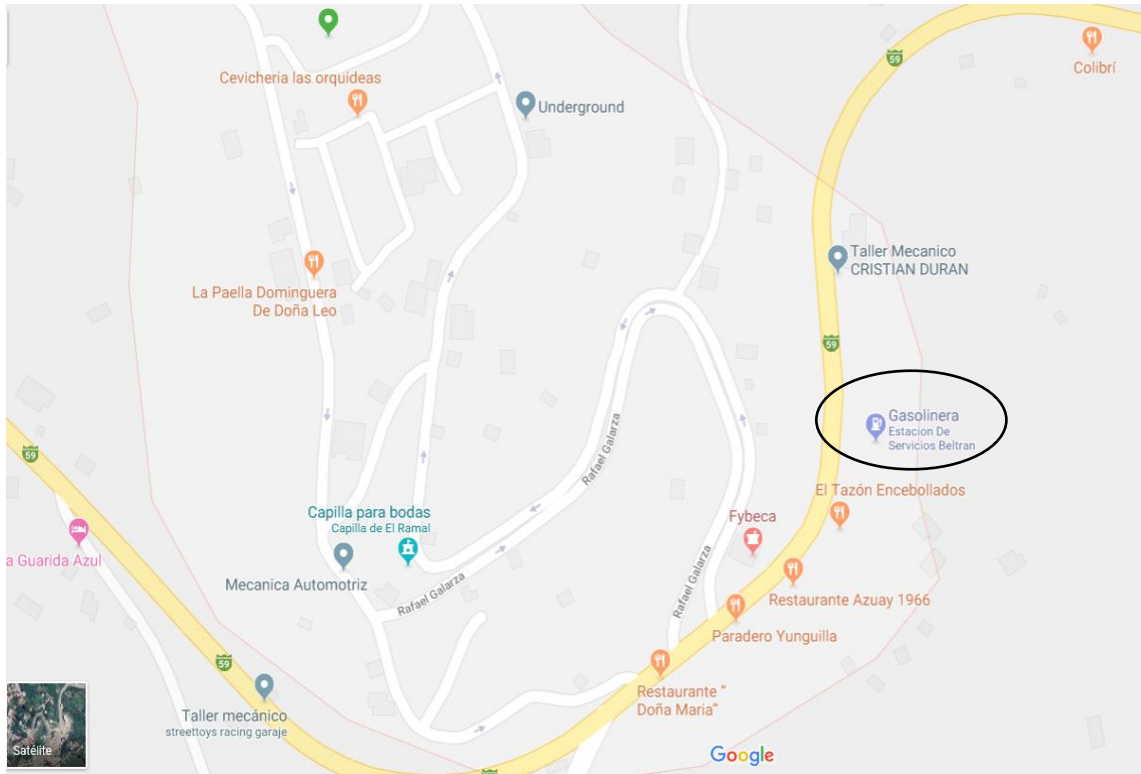
Dirección: Avenida Girón-Pasaje en la entrada al cantón Santa Isabel.

Representante legal: Eco. Cesar Espinoza.

Responsable de seguridad: No Cuentan con responsable de seguridad.

Fecha de elaboración: 12-03-2019

Mapa de ubicación de la estación de servicio Beltrán



Descripción de la empresa

Información general de la empresa

Razón Social: "Beltrán".

Dirección exacta: Vía Girón-Pasaje, entrada a Santa Isabel.

Provincia: Azuay.

Cantón: Santa Isabel.

Representante legal: Eco. Cesar Espinoza Teléfono: 072270440

Responsable de seguridad: Teléfono:

Actividad empresarial: comercialización de combustibles.

Superficie total: 7899,78m²

Superficie útil: 4973,77 m²

Colaboradores de la empresa

Hombres: 9

Mujeres: 1

Embarazadas: 0

Capacidades especiales: 0

Horario de atención: 24 horas

Turnos: 2

Especificar: primer turno de 6:00 am a 18:00 pm

Segundo turno de 18:00 pm a 6:00 am

Situación general frente a las emergencias

Antecedentes:

La estación de combustible Beltrán está ubicada en la Avenida Girón-Pasaje en la entrada al cantón Santa Isabel, la actividad comercial que se desarrolla es la comercialización de combustibles, aceites, grasas, etc. La estación inicio sus actividades como compañía en el año 2009 desde entonces no se han registrado incidentes, accidentes o siniestros dentro de la estación de combustibles.

Justificación:

Al ser una estación de servicios de combustible una empresa en donde se almacenan grandes cantidades de combustibles es necesario desarrollar una cultura de prevención en materia de seguridad, además de actuar en caso de que se presente una emergencia pues las consecuencias de un accidente que conlleve un incendio o derrame serian catastróficas ya que pueden generar pérdidas tanto económicas por afección a la infraestructura como pérdidas humanas.

Objetivo general:

Elaborar un plan de emergencias para las instalaciones de la estación de servicios “Beltrán” con el fin de cuantificar el nivel de riesgo de incendio y explosión que pueden afectar a la infraestructura, personal que labora, clientes y emitir los procedimientos de actuación en caso de desastre o amenaza colectiva.

Objetivos específicos:

- Conformar, integrar y capacitar brigadas las brigadas de emergencia de cada uno de los turnos.
- Desarrollar procedimientos de actuación en caso de incendios, evacuación, derrames, primeros auxilios considerando los recursos disponibles
- Determinar rutas de evacuación y puntos de encuentro.
- Diseñar y desarrollar el plan de capacitaciones y simulacros en base a los riesgos existentes en la empresa.
- Determinar mediante la aplicación del método índice de incendio y explosión el nivel de riesgo que tiene la empresa para que se suscite un accidente de este tipo.

Identificación de factores de riesgo propios de la organización

Describir por cada área, dependencia, niveles o plantas

Proceso de producción y/o servicios con número de personas. (tabla 8)

Área/proceso/servicio	Cargo	Nombre	Número de personas
Despacho	Despachador	Juan Albarracín	7
	Despachador	Homero Albarracín	
	Despachador	David Duran	
	Despachador	Byron Guamán	
	Despachador	Fernando Jarama	
	Despachador	Paulo Tandazo	
	Despachador	Stalin Sacasari	
Transporte	Chofer	Raúl Quito	1
Administración	Asistente contable	Fanny Toledo	2
	Gerente	Cesar Espinoza	

Tipo y años de construcción

- Material predominante: hormigón
- Número de plantas: 1

Número de Puertas

- Restaurante: 3

- Oficina administración: 1
- Bodega: 1
- Número de Ventanas
- Restaurante: 5
- Oficina administración: 3
- Bodega: 1
- Piso: cemento
- Años de construcción: 25 años

Generadores de posibles incendios, explosiones, fugas y derrames

En el siguiente listado se detalla los equipos que utiliza la estación de servicio Beltrán.

Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos, de combustión y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas.			
Equipo	Cantidad	Sistema de alimentación	Área
Dispensadores	6	Eléctrica	Despacho
Motor de combustión	1	Combustible y energía eléctrica	Cuarto de máquinas
Computadores	4	Eléctrica	Administrativa
Cocina	4	Gas	Restaurante
Camión cisterna	1	Combustible	Transporte

Materiales peligrosos usados

Nombre	Cantidad	Flamabilidad	Toxicidad	Reactividad
Combustible diésel	19316 gal	SI	SI	NINGUNA
Combustible ecopaís	17307 gal	SI	SI	NINGUNA
Combustible súper	5245 gal	SI	SI	NINGUNA
Aceites	200 gal	SI	SI	NINGUNA

Factores externos que generan posibles amenazas

Empresas que presentan peligro

Empresa	Descripción
Hostal	La estación de servicios de combustible colinda con un hostal.
Taller de motocicletas	Aproximadamente a 50 metros de la estación de servicios existe un taller de mecánica de motocicletas.
Taller de mecánica automotriz	Aproximadamente a 200 metros de la estación de servicios existe un taller de mecánica automotriz.

Taller de mecánica automotriz	Frente a la estación de servicios existe un taller mecánico de vehículos pesados y livianos
Latonería	Aproximadamente a 210 metros está en funcionamiento una latonería.

Factores naturales

Terreno laderoso: la estación de servicios está construida sobre un terraplén.

Montaña: No

Terrenos Baldíos: en la parte posterior de la estación de servicios se puede observar que no existen construcciones.

Estancamiento de aguas lluvia: NO

Ríos: No

Lagunas: No

Reservorios: No

Sector Sísmico: Si

Evaluación de factores de riesgo detectados

Análisis de riesgo de incendio

Aplicar el método de índice de incendio y explosión

Prevención y control de riesgos

Detalle y cuantifique los recursos

Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Características
Panel de detección	NO		
Detectores	NO		
Pulsadores	NO		
Alarmas	NO		

Equipo	Ubicación	Cantidad	Capacidad (lb)	Características
Extintor	Islas, surtidores	6	20	PQS
	Zona de descarga	1	100	PQS
		1	150	CO2
	Administración	1	10	PQS
	Camión cisterna	2	15	PQS

Mantenimiento

La estación de servicios Beltrán realiza la recarga de extintores con la empresa Oro azul, se llevará hojas de registro de extintores para que se garantice la operatividad de los medios de protección, además realiza la limpieza anual de los tanques de almacenamiento de combustible con la misma empresa.

Procedimiento de mantenimiento

Recurso		Responsable	Periodicidad
Extintor de 20 lb, PQS	Islas, surtidores	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Islas, surtidores	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Islas, surtidores	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Islas, surtidores	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Islas, surtidores	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Islas, surtidores	Representante legal	Cada año
Extintor de 100 lb, PQS	Zona de descarga	Representante legal	Cada año
Extintor de 150 lb, CO2	Zona de descarga	Representante legal	Cada 5 años
Extintor de 10 lb, PQS	Administración	Representante legal	Cada año
Extintor de 10 lb, PQS	Camión cisterna	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Reemplazo	Representante legal	Cada año
Extintor de 20 lb, PQS	Reemplazo	Representante legal	Cada año
Limpeza de los tanques de almacenamiento de combustible		Representante legal	Cada año

Protocolo de alarma y comunicaciones para emergencias

El protocolo de alarma y comunicación garantiza la adecuada actuación de los medios de extinción y las personas con la finalidad dar una acertada solución a una emergencia.

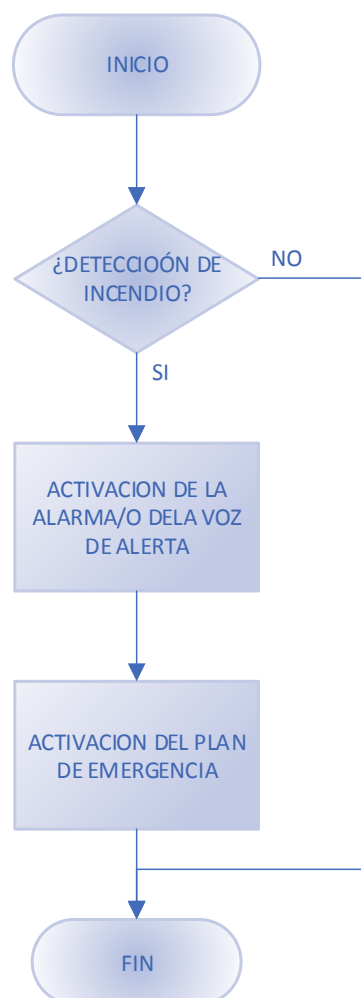
Detección de la emergencia

En caso de presentarse una emergencia en las instalaciones de la estación de servicios Beltrán, el encargado de Seguridad en el trabajo o jefe de la brigada de intervención dará el aviso correspondiente con los medios que se dispone, si es que el conato se ha podido controlar el personal estará atento para reiniciar sus actividades o caso contrario iniciar la evacuación.

Forma para aplicar la alarma

La alarma será activada manualmente a través de los colaboradores de la estación de servicios o de las personas que se encuentren presentes en las instalaciones, dando a conocer lo sucedido de manera verbal, en caso de la activación de la alarma ya sea por una

situación interna o externa el personal de la estación de servicios ejecutará el siguiente protocolo.



Grados de emergencia y determinación de actuación

Grado I: Emergencia en fase inicial o conato que no requiere paralización de la jornada deber ser comunicado directamente al jefe de emergencia, es un accidente que puede ser controlado de forma sencilla por el personal con los medios de protección del local o sector.

Grado II: Emergencia sectorial o parcial que cuyos efectos son limitados a un sector específico y deben ser comunicados al jefe de emergencia quien evaluará si es necesaria la intervención de organismo externos.

Grado III: Emergencia general que afecta a las actividades desarrolladas por la empresa, supone un riesgo para la integridad del personal, se informará al jefe de emergencias, a todos los equipos de protección de la empresa y a agentes de apoyo externos, se procede con la evacuación las instalaciones.

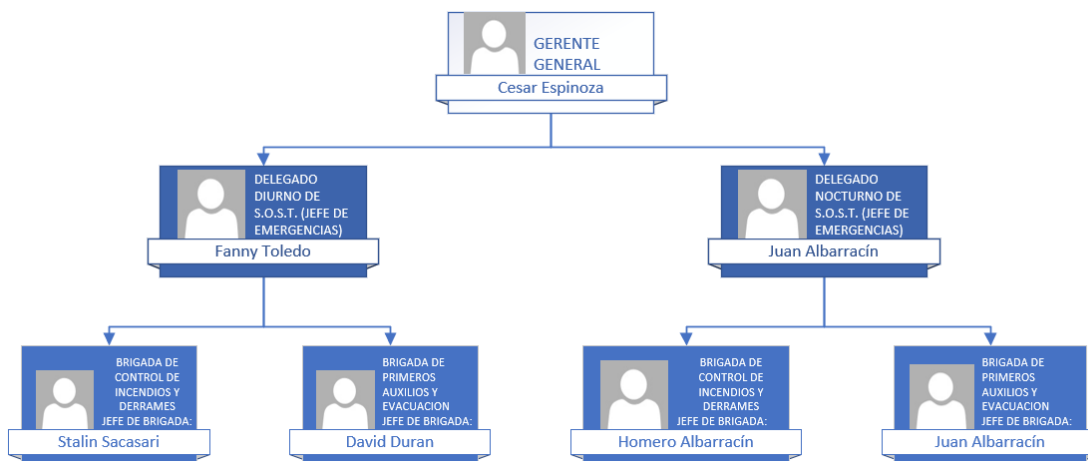
Otros medios de comunicación

La estación de servicios Beltrán cuenta con los siguientes medios de comunicación:

- Teléfonos internos.
- Teléfonos convencionales.
- Grupos de WhatsApp.

Protocolo de intervención ante emergencias

Organigrama de funciones



Organización de brigadas y sistemas de emergencias

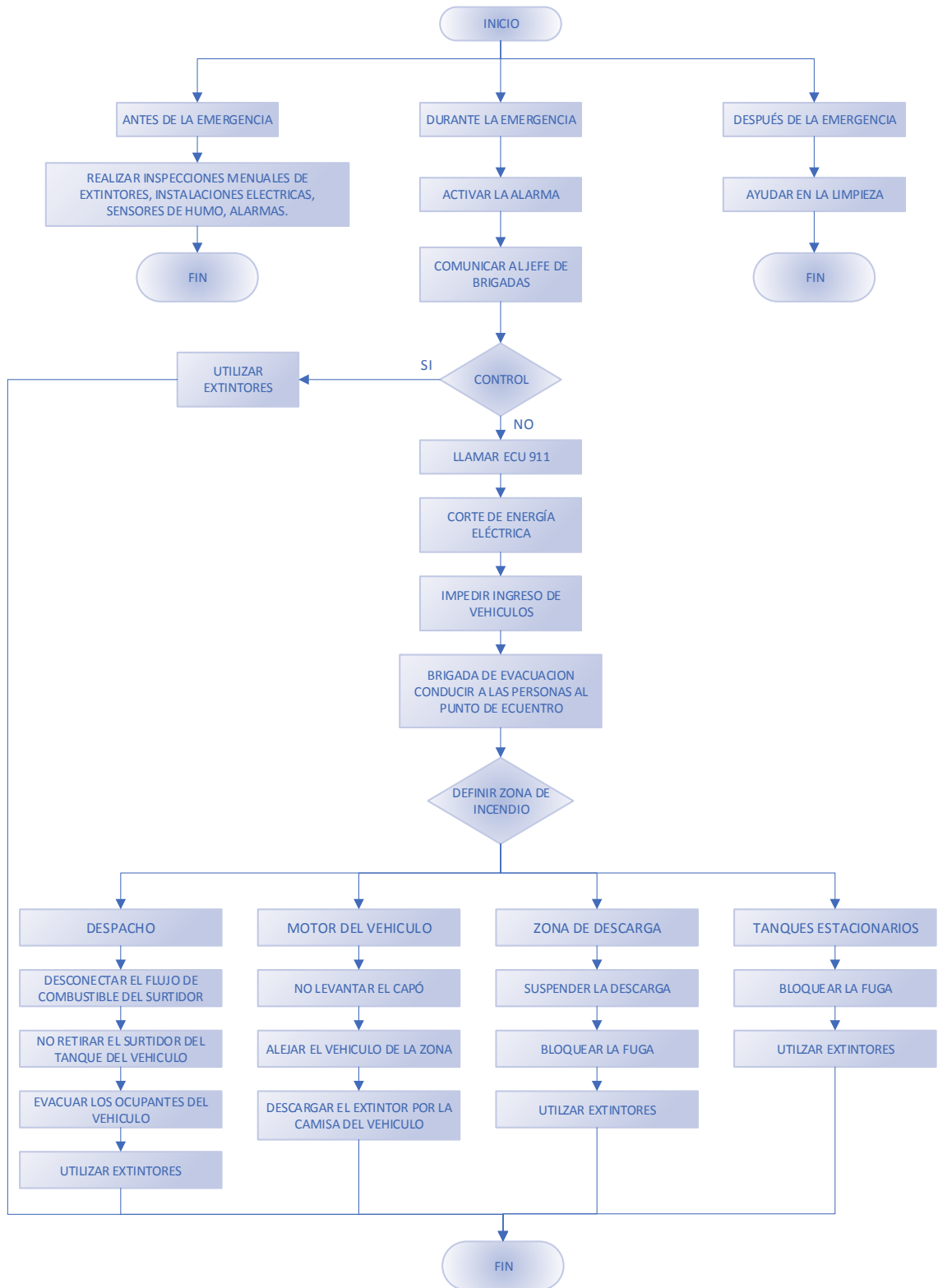
Composición de las brigadas de emergencia			
Función	Nombre de los miembros	Puesto de trabajo	Teléfono
Director de Emergencia.	Cesar Espinoza	Gerente	0998841xxx
Brigada diurna de Control de Incendios y control de derrames.	Stalin Sacasari	Despachador	0982406xxx
	Raúl Quito	Chofer	0959177xxx
Brigada diurna de primeros auxilios y evacuación.	David Duran	Despachador	0967320xxx
	Byron Guamán	Despachador	0989768xxx
Brigada nocturna de Control de Incendios y control de derrames.	Homero Albarracín	Despachador	0986896xxx
	Fernando Jarama	Despachador	0981708xxx
	Juan Albarracín	Despachador	0984456xxx
Brigada nocturna de primeros auxilios y evacuación.	Juan Albarracín	Despachador	0984456xxx
	Paulo Tandazo	Despachador	0996530xxx

Coordinación interinstitucional

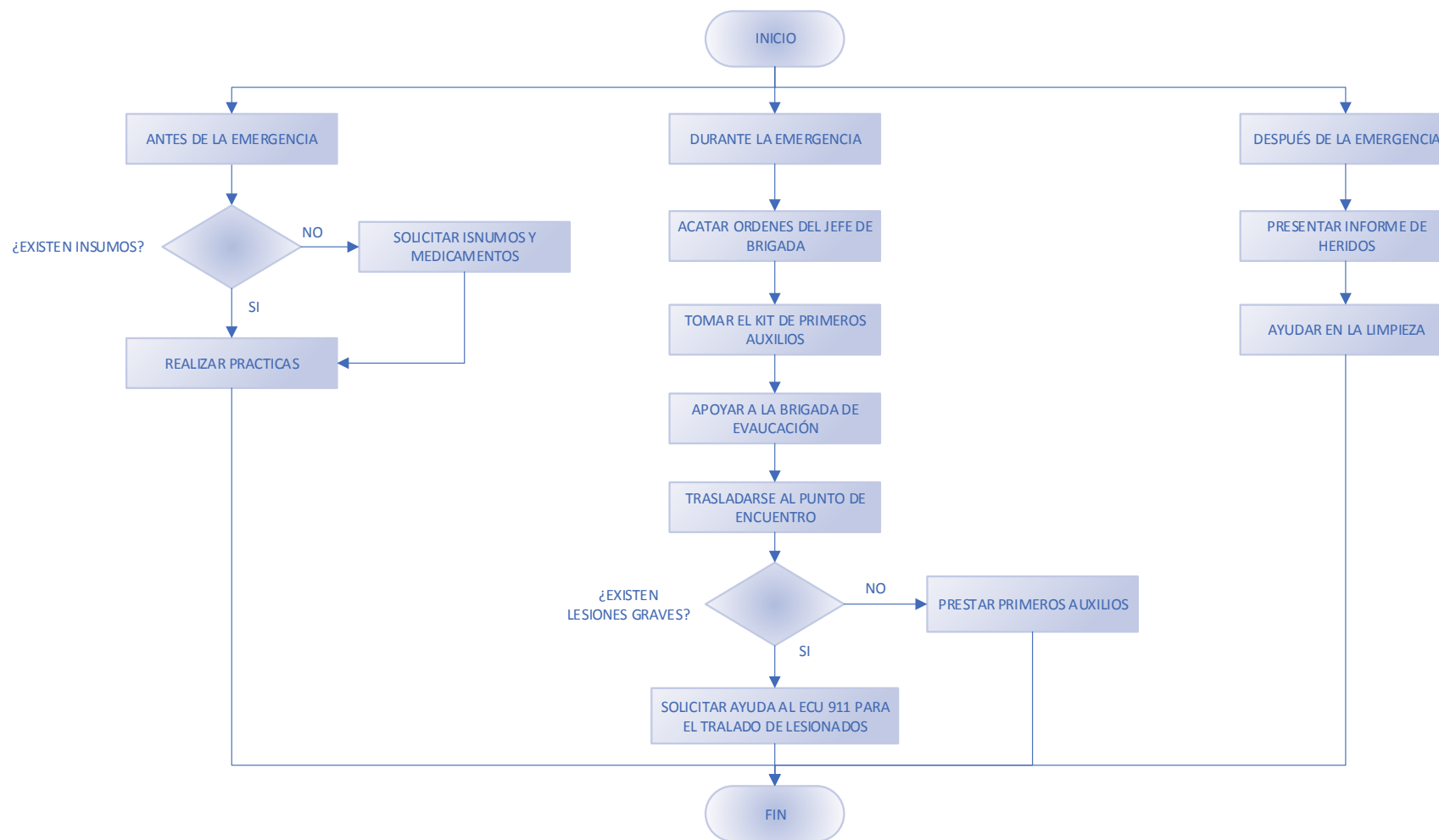
Una vez activado el plan de emergencias se llamará al ECU 911 (servicio integrado de seguridad) quien realizará la coordinación con las instituciones correspondientes.

Formas de actuación de las brigadas.

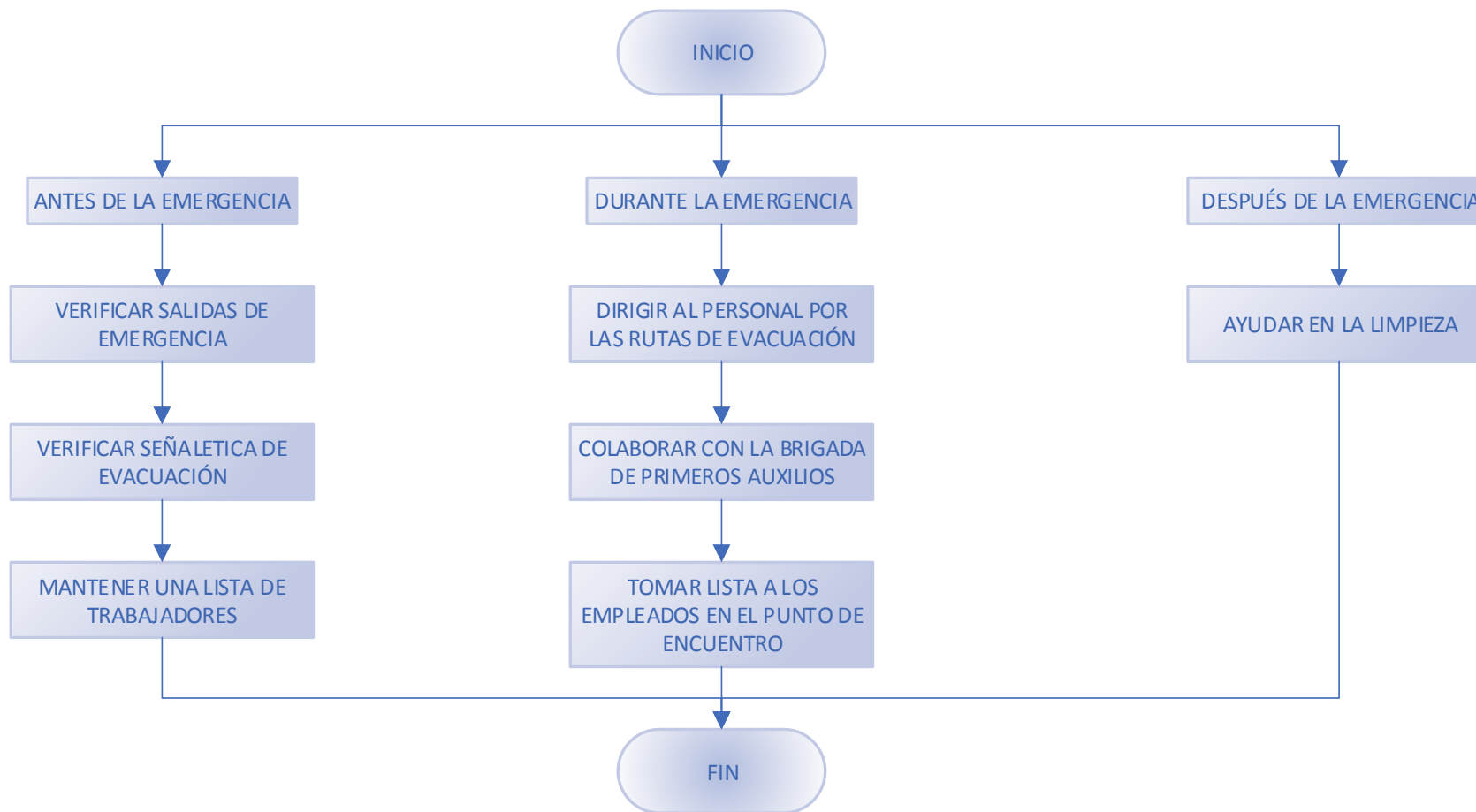
Procedimiento de la brigada contraincendios.



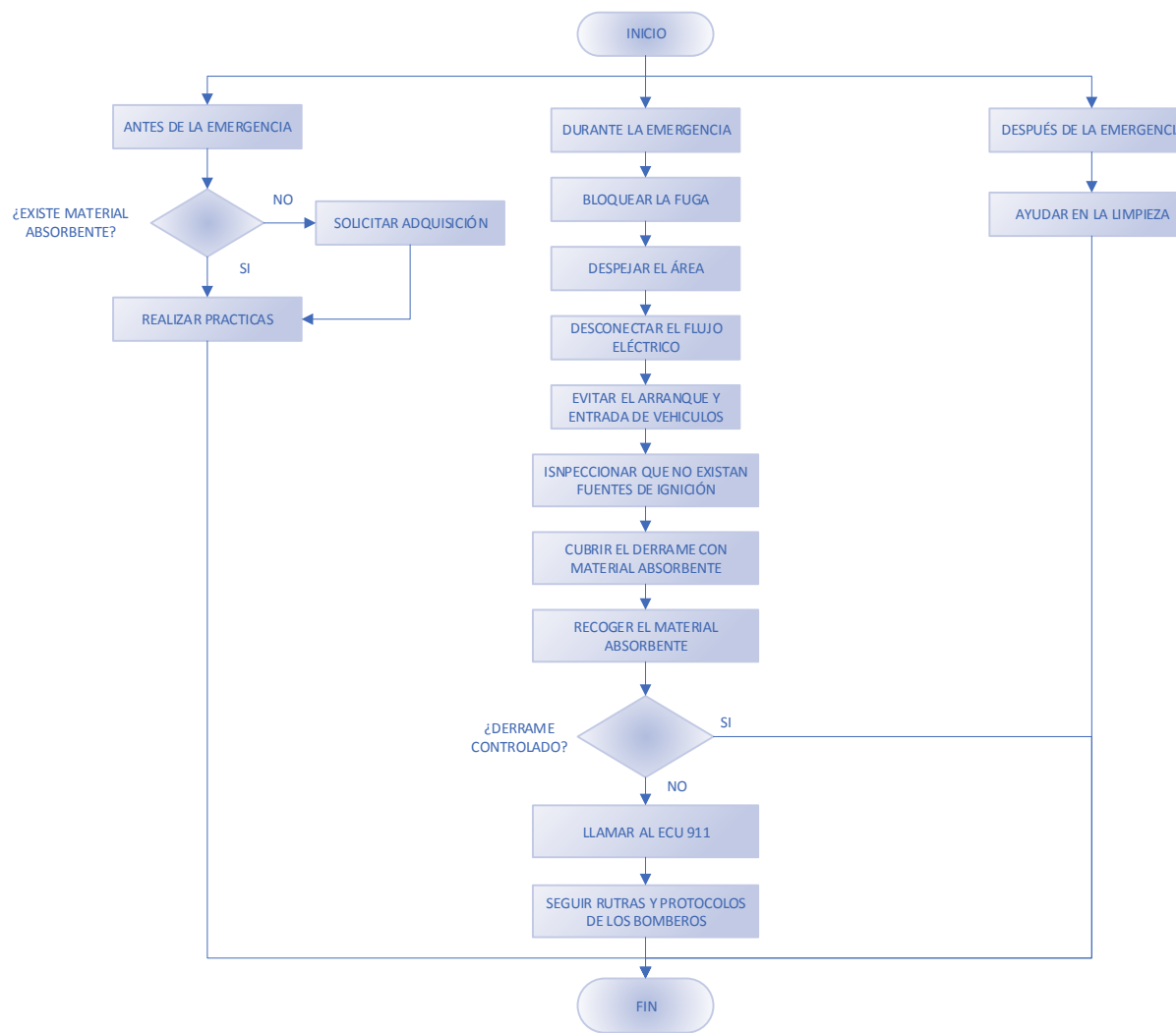
Procedimiento de la brigada de primeros auxilios



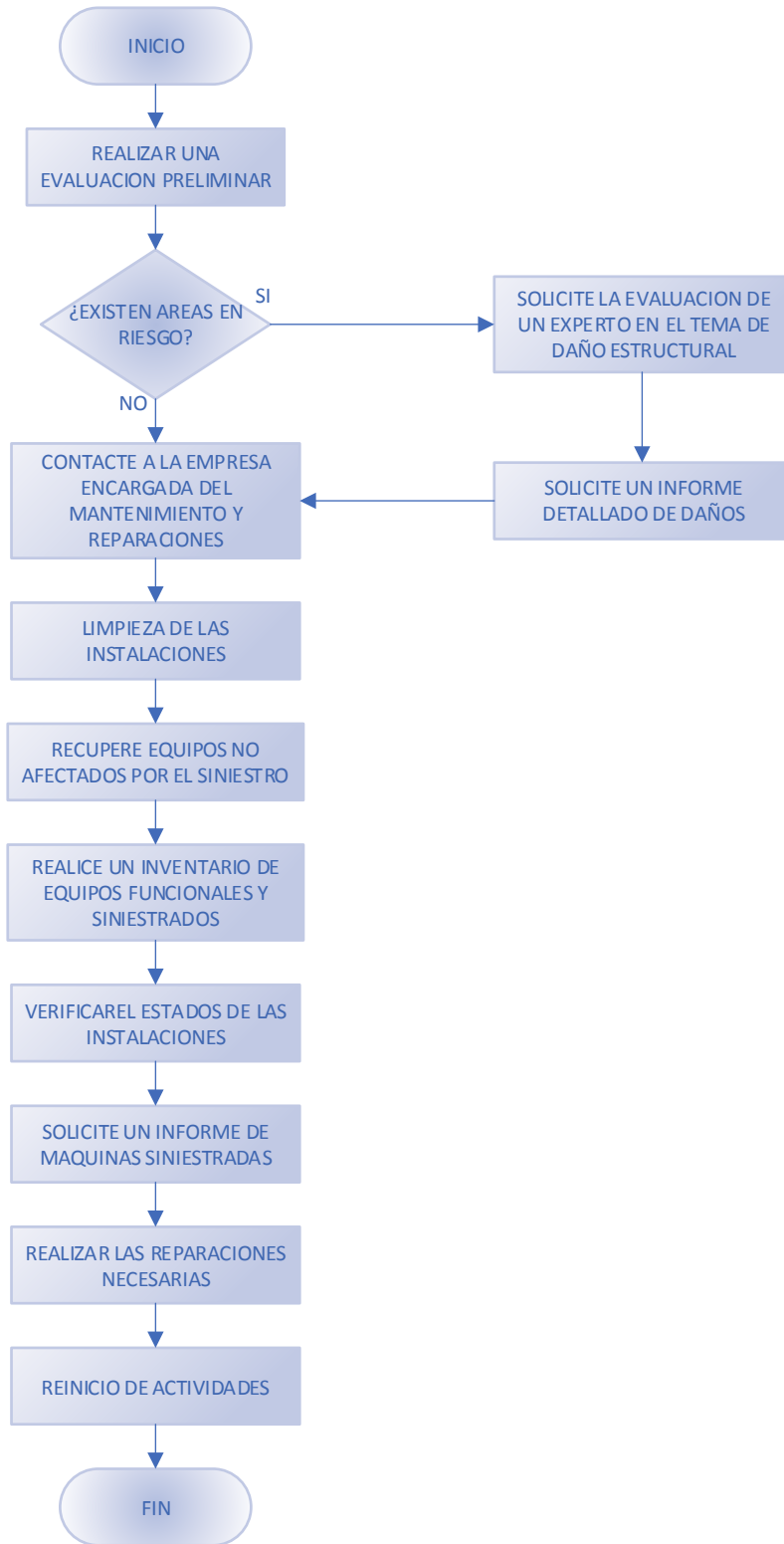
Procedimiento de la brigada de evacuación



Procedimiento de la brigada de control de derrames



Procedimiento de rehabilitación de emergencias

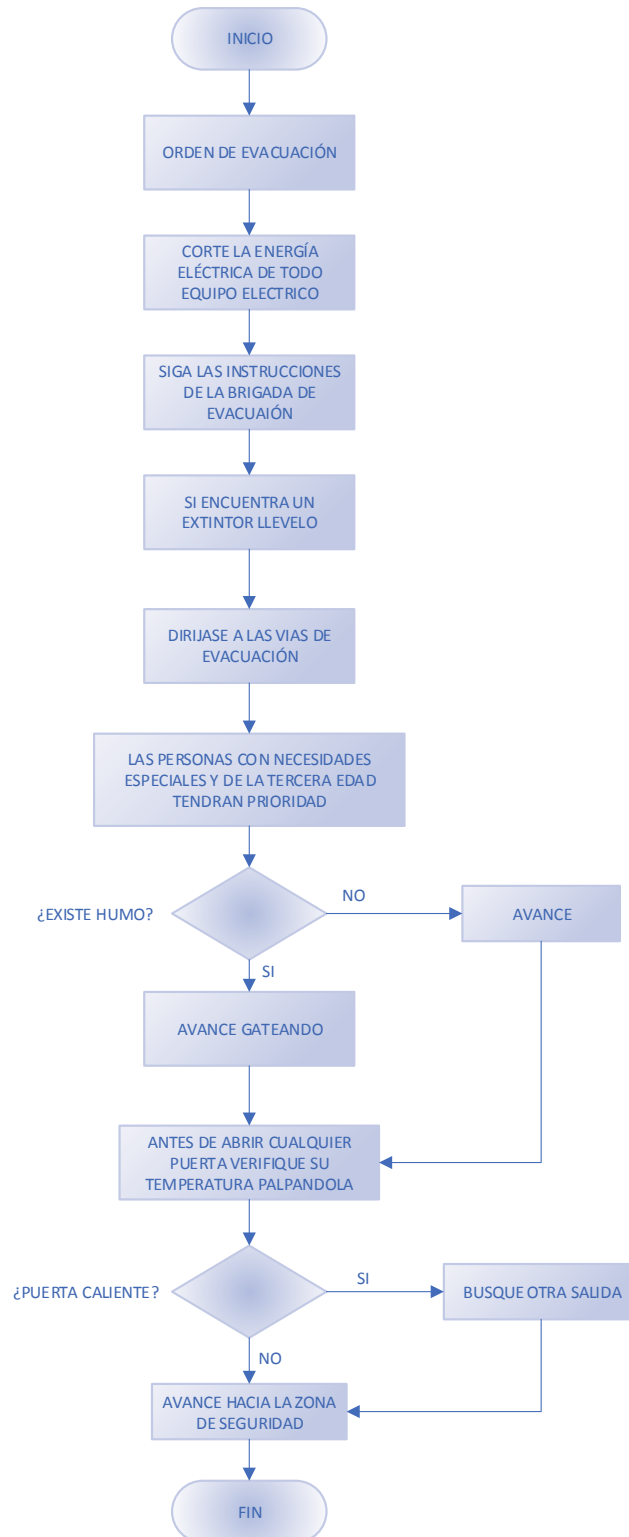


Evacuación

Decisiones de evacuación

El gerente o representante legal será quien determine si es necesario evacuar parcial o totalmente la empresa en caso de emergencia.

Procedimiento para la evacuación.



Vías de evacuación y salida de emergencia

Las vías de evacuación y los puntos de encuentro se describen en el mapa de evacuación de la siguiente manera.



Las personas que se encuentren en la zona de descarga e islas se dirigirán en dirección de la puerta del mini Marquet siguiendo la ruta descrita hasta llegar a la zona de seguridad.

Las personas que se encuentren dentro de la vivienda número 1 y el restaurante deben dirigirse por sus salidas respectivas, girar a la derecha y continuar hacia la zona de seguridad.

Las personas que se encuentren en el área de bodega y los servicios higiénicos deben salir y girar a mano derecha, continuar por detrás de las instalaciones hasta llegar a la zona de seguridad.

Las personas que se encuentren dentro de las oficinas deben salir, seguir de frente y girar a la izquierda hacia la zona de seguridad. Hay que indicar que la vivienda número 2 se encuentra desahitada.

Implantación del plan de emergencia

Implantación de señalización y carteles informativos

El gerente o representante legal comprometido con el personal que labora dentro de la empresa, clientes y comunidad colocará y mantendrá señalización de seguridad como:

Prohibición	Advertencia	Zonas de seguridad	Acción obligatoria
 Prohibido Fumar	 PELIGRO DESCARGANDO COMBUSTIBLE	 SALIDA	
 APAGUE EL MOTOR DEL VEHICULO			
 PROHIBIDO USO DE TELÉFONO MÓVIL			
 PROHIBIDO EL USO DE CÁMARAS FOTOGRAFICAS			
 MAXIMA			
 PROHIBIDO EL PASO			

Entrenamiento

La efectiva reacción depende del conocimiento de roles y responsabilidades, así como del grado de entrenamiento de todos los involucrados en la respuesta de reacción inmediata, el entrenamiento al personal hará énfasis en:

- Técnicas para Desalojo y Control de Pánico.
- Efectos de incendios y medidas de control.
- Mantenimiento y uso de extintores.
- Técnicas de rescate.

- Atención a lesionados.
- Comando de incidentes.

Simulacros

Es un ejercicio en el cual se evaluarán las estrategias en donde se informará a cada involucrado sobre su rol específico dentro del medio en ensayo, para ello deben hacerse prácticas periódicas y progresivas tanto puntuales como generales, siendo esta una condición de carácter obligatorio. Es estrictamente necesario que el personal actúe en estas situaciones con total disciplina y seriedad. El simulacro será realizado de manera semestral aportando a la constante preparación del personal.

Durante la ejecución de estas prácticas estarán involucrados todos los trabajadores de la estación de servicios Beltrán, así como visitantes y clientes que en ese momento se encuentren en las instalaciones.

Programa de capacitación y simulacros				
Actividad	Frecuencia	Responsables	Dirigido a:	Medio de verificación
Entrenamiento de la brigada contra incendios.	Mínimo una vez por año/cada año.	Delegado de S.S.T.	Brigada contra incendios.	Registro de asistencia, fotografías.
Entrenamiento de la brigada de primeros auxilios.	Mínimo una vez por año/cada año.	Delegado de S.S.T.	Brigada de primeros auxilios.	Registro de asistencia, fotografías.
Entrenamiento de la brigada de evacuación.	Mínimo una vez por año/cada año.	Delegado de S.S.T.	Brigada de Evacuación.	Registro de asistencia, fotografías.
Entrenamiento de la brigada de control de derrames.	Mínimo una vez por año/cada año.	Delegado de S.S.T.	Brigada de control de derrames.	Registro de asistencia, fotografías.
Ejecución de simulacro de incendio, primeros auxilios y evacuación.	Mínimo una vez por año/cada año.	Delegado de S.S.T. Brigada contra incendios, primeros auxilios y evacuación.	Todo el personal.	Informe, fotografías.
Ejecución de simulacro de derrames.	Mínimo una vez por año/cada año.	Delegado de S.S.T. Brigada de derrames.	Todo el personal.	Informe, fotografías.

Actividades complementarias			
Actividad	Frecuencia	Responsables	Medio de verificación
Inspección de instalaciones: sistemas de señalización y equipamiento contra incendios.	Mensual.	Coordinador General de la Brigada de Emergencias / delegado de S.S.T.	Informes, fotografías.
Cumplimiento recomendaciones Post-Simulacro.	Anual.	Coordinador General de la Brigada de Emergencias / delegado de S.S.T.	Informe, fotografías.
Revisión / Actualización Plan de Emergencias.	Anual.	Delegado de S.S.T.	Plan de emergencia actualizado.
Aprobación del Plan de Emergencias.	Anual.	Gerencia / delegado de S.S.T.	Plan de emergencia aprobado.
Actualización de inventarios, equipos y materiales para control de emergencias.	Semestral.	Delegado de S.S.T.	Inventario actualizado por fechas.