



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

TEMA:

**RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIOS DEL
CASCO URBANO DE GUARANDA Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN
GAUSSIANO PARA PREVENIR Y MITIGAR LAS CONSECUENCIAS.**

AUTORES:

**SONIA LORENA AMANGANDI CALUÑA
EVELIN MARJORY RAMOS VILLALVA**

TUTOR:

ING. MSc. PAÚL SÁNCHEZ FRANCO

GUARANDA – ECUADOR

2020

I. DEDICATORIA

Primero a Dios por haberme dado la vida, fuerza, constancia, cuidarme y permitirme llegar a este momento significativo de mi formación profesional y por brindarme una familia sorprendente que me han apoyado y ayudado durante este largo trayecto.

A mis queridos padres Roberto Amangandi y María Caluña por brindarme su esfuerzo, sacrificio, por creer en mí y por el apoyo incondicional en cada momento, ya que son un pilar fundamental durante todo este largo proceso de formación profesional, gracias a ustedes por inculcarme valores y responsabilidades.

A mis hermanas Adriana y Carolina por brindarme su amor, su preocupación, paciencia, su apoyo y por todos sus consejos brindados, enseñándome así a salir adelante.

Sonia Lorena Amangandi Caluña

Este presente trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios quien me ha inspirado y me ha dado fuerzas para seguir adelante en cada prueba y obtener así una de las metas anheladas.

Dedico a mis padres Guillermo y Rosa por su amor y sacrificio todos estos años de estudio, ya que gracias a ustedes pude llegar a la culminación de este camino, es un gran privilegio ser su hija son los mejores padres.

A mis hermanos Diego, David, Danilo, Jefferson y mi hermana Katheryn quienes han estado presente con su apoyo incondicional y dándome ánimos en todo momento durante esta etapa.

A las personas que me han apoyado y hecho que el trabajo lo culmine con éxito, pero en especial para los que nos abrieron las puertas y me brindaron sus conocimientos.

Evelin Marjory Ramos Villalva

II. AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fuerzas y aliento necesario para superar todos los obstáculos y entender que de cada experiencia vivida se conlleva un gran aprendizaje.

A mis maestros de la Universidad Estatal de Bolívar que durante la formación estudiantil aportaron con sus conocimientos, enseñanza, experiencias y valores para poder enmarcarme como persona y como profesional.

A mi tutor de tesis ingeniero Paúl Sánchez por el soporte, apoyo en todo momento en la elaboración de esta tesis gracias por ser mi mentor ya que sus consejos son de gran ayudar, gracias por brindarme la oportunidad de aprender de sus gratas experiencias y demás.

A mis padres y hermanas por su comprensión y apoyo incondicional brindado durante el trayecto de la elaboración de la tesis.

Sonia Lorena Amangandi Caluña

Agradezco a Dios por cada una de sus bendiciones que me ha brindado en este largo camino, la fortaleza en esos momentos difíciles y debilidades, ayudándome a seguir sin desmayar.

Mi profundo agradecimiento a las autoridades e ingenieros de la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad Ciencias de la Salud y del ser Humano, por su valiosa enseñanza y conocimientos para poder crecer día a día como profesional.

Quiero finalizar agradeciendo en especial al Ing. Paul Sánchez por compartir su conocimiento y guiarnos en esta investigación, su colaboración durante este tiempo ayudándonos a culminar de forma exitosa este trabajo.

Evelin Marjory Ramos Villalva

III. TÍTULO

“RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIOS DEL CASCO URBANO DE GUARANDA Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO PARA PREVENIR Y MITIGAR LAS CONSECUENCIAS”

IV. ÍNDICE

I. DEDICATORIA	I
II. AGRADECIMIENTO	II
III. TÍTULO	III
IV. ÍNDICE	IV
V. CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO. EMITIDO POR EL TUTOR(A)	XII
VI. RESUMEN EJECUTIVO	XIII
VII. INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación de la Investigación	4
1.5. Limitaciones	5
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1 Ubicación Geográfica	7
2.2. Bases Teóricas	9
2.2.1 Estaciones de Servio.....	9
2.2.2 Combustibles	9
2.2.3 Diesel	14
2.2.3 Fuego	15
2.2.4 Incendio	16
2.2.5 Metodología Meseri.....	18
2.2.6 Explosiones.....	28
2.2.7 Modelos de dispersión	32
2.2.7.1 Modelo de dispersión Gaussiano	32
2.2.8 Paquete de CAMEO	37

2.3. Marco legal.....	37
2.4. Definición de Términos (Glosario).....	42
2.5. Sistemas de Variables.....	45
2.6 Operacionalización de variables	46
CAPÍTULO III	48
MARCO METODOLÓGICO	48
3.1. Niveles de investigación.....	48
3.2. Diseño.....	48
3.3. Población y muestra	49
3.4. Técnicas o instrumentos de recolección de datos.....	50
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.	51
CAPÍTULO IV	53
RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	53
4.1. Resultados según objetivo 1.	53
4.2. Resultados según objetivo 2	67
4.3. Resultados según objetivo 3.	176
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	191
5.2. Conclusiones.....	191
5.3. Recomendaciones	194
BIBLIOGRAFÍA	196
ANEXOS	201

Índice de Tablas

Tabla 1. INFORMACIÓN FÍSICO QUÍMICA OCTANO	13
Tabla 2. Propiedades del Diésel	14
Tabla 3. Número de plantas	18
Tabla 4. Superficie del mayor sector de incendio	18
Tabla 5. Resistencia al fuego.....	19
Tabla 6. Techos.....	19
Tabla 7. Tiempo de llegada	20
Tabla 8. Accesibilidad al edificio.....	20
Tabla 9. Peligro de activación	21
Tabla 10. Carga térmica.....	21
Tabla 11. Inflamabilidad.....	22
Tabla 12. Orden, limpieza y mantenimiento	23
Tabla 13. Almacenamiento en altura.....	23
Tabla 14. Concentración de valores	23
Tabla 15. Destructibilidad por calor	24
Tabla 16. Destructibilidad por corrosión.....	24
Tabla 17. Destructibilidad por agua	24
Tabla 18. Propagabilidad vertical.....	25
Tabla 19. Propagabilidad horizontal.....	25
Tabla 20. Extintores portátiles.....	26
Tabla 21. Bocas de Incendio	26
Tabla 22. Columnas hidratantes	26
Tabla 23. Elementos y sistemas de protección.....	27
Tabla 24. Sistema de Clasificación de Riesgo.....	33
Tabla 25. Operacionalización de variable Dependiente	46
Tabla 27. Operacionalización de variable Independiente.....	47
Tabla 28. Población	49
Tabla 29. Total, de empleados en las Estaciones de Servicio	49
Tabla 30.	54
Tabla 31. TABLA RESUMEN - HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION	55
Tabla 32. TABLA RESUMEN - MESERI (MÉTODO SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO).....	56

Tabla 33. Tabla resumen - Modelamiento de dispersión gaussiano - BLEVE.....	175
Tabla 34. Medidas generales de reducción del riesgo de incendio y explosión basados en el “Árbol cuantitativo de causa consecuencia”	190

Índice de Figuras

Índice de Tablas.....	VI
Índice de Figuras	VII
Figura 1. Zona de radiación térmica – 6600 Galones Extra	68
Figura 2. Zona de radiación térmica 9000 Galones Extra	71
Figura 3. Zona de radiación térmica 15600 Galones Extra	74
Figura 4. Zona de radiación térmica 4200 Galones Super	77
Figura 5. Zona de radiación térmica 9000 Galones de Diésel.....	80
Figura 6. Zona de radiación térmica 6600 Galones Extra	83
Figura 7. Zona de radiación térmica 9000 Galones Extra	86
Figura 8. Zona de radiación térmica 15600 Galones Extra	89
Figura 9. Zona de radiación térmica 4200 Galones Super	92
Figura 10. Zona de radiación térmica 4200 Galones de Diésel.....	95
Figura 11. Zona de radiación térmica - 5500 Galones Extra.....	98
Figura 12. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Extra.....	101
Figura 13. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Super	104
Figura 14. Zona de radiación térmica - 11500 Galones Extra.....	107
Figura 15. Zona de radiación térmica – 8000 Galones de Diésel.....	110
Figura 16. Zona de radiación térmica - 5500 Galones Super	113
Figura 17. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Extra.....	116
Figura 18. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Super	119
Figura 19. Zona de radiación térmica - 11500 Galones Extra.....	122
Figura 20. Zona de radiación térmica – 8000 Galones de Diésel.....	125
Figura 21. Zona de radiación térmica - 5600 Galones Extra.....	128
Figura 22. Zona de radiación térmica - 2850 Galones Extra.....	131
Figura 23. Zona de radiación térmica - 2850 Galones Super	134
Figura 24. Zona de radiación térmica - 8450 Galones Extra.....	137

Figura 25. Zona de radiación térmica – 7000 Galones de Diésel.....	140
Figura 26. Zona de radiación térmica - 5600 Galones Extra.....	143
Figura 27. Zona de radiación térmica - 2850 Galones Extra.....	146
Figura 28. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 2850 galones de Gasolina Super.....	149
Figura 29. Zona de radiación térmica - 8450 Galones Extra.....	152
Figura 30. Zona de radiación térmica – 7000 Galones de Diésel.....	155
Figura 31. Zona de radiación térmica 7000 Galones Extra	158
Figura 32. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Super.....	161
Figura 33. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Diesel.....	164
Figura 34. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Extra	167
Figura 35. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Super.....	170
Figura 36. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Diesel.....	173

Índice de Imágenes

Imagen 1. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “GONZÁLEZ”.....	63
Imagen 2. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “MEZA”	64
Imagen 3. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “SIETE COLINAS”	65
Imagen 4. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “SIETE COLINAS”	66

Índice de Ilustración

Ilustración 1. Triángulo del Fuego	15
Ilustración 2. Tetraedro del fuego.....	16
Ubicaciones geográficas de las Estaciones de Servicio.....	57
Ilustración 3. Las 4 estaciones del Casco Urbano de Guaranda.....	57
Ilustración 4. Ubicación de la Estación de Servicio "González"	58
Ilustración 5. Ubicación de la Estación de Servicio "Meza"	59
Ilustración 6. Ubicación de la Estación de Servicio "Siete Colinas"	60
Ilustración 7. Ubicación de la Estación de Servicio "Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar "	61
Ilustración 8. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 6600 Galones de Gasolina Extra.	69
Ilustración 9. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 9000 Galones de Gasolina Extra	72
Ilustración 10. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 15600 Galones de Gasolina Extra	75
Ilustración 11. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 4200 Galones de Gasolina Super.....	78
Ilustración 12. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 9000 Galones de Diésel	81
Ilustración 13. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 6600 Galones de Gasolina Extra	84
Ilustración 14. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 9000 Galones de Gasolina Extra	87
Ilustración 15. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 15600 Galones de Gasolina Extra	90
Ilustración 16. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 4200 Galones de Gasolina Super.....	93
Ilustración 17. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 9000 Galones de Diésel	96
Ilustración 18. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 5500 galones de Gasolina Extra	99
Ilustración 19. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 6000 galones de Gasolina Extra	102

Ilustración 20. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 6000 galones de Gasolina Super	105
Ilustración 21. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 11500 galones de Gasolina Extra	108
Ilustración 22. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 8000 galones de Diésel	111
Ilustración 23. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 5500 galones de Gasolina Extra	114
Ilustración 24. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 6000 galones de Gasolina Extra	117
Ilustración 25. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 6000 galones de Gasolina Super.....	120
Ilustración 26. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 11500 galones de Gasolina Extra	123
Ilustración 27. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 8000 galones de Diésel	126
Ilustración 28. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 5600 galones de Gasolina Extra	129
Ilustración 29. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 2850 galones de Gasolina Extra	132
Ilustración 30. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 2850 galones de Gasolina Super	135
Ilustración 31. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 8450 galones de Gasolina Extra	138
Ilustración 32. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 galones de Diésel	141
Ilustración 33. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 5600 galones de Gasolina Extra	144
Ilustración 34. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 2850 galones de Gasolina Extra	147
Ilustración 35. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 2850 galones de Gasolina Super.....	150
Ilustración 36. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 8450 galones de Gasolina Extra	153
Ilustración 37. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 galones de Diésel	156

Ilustración 38. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 Galones de Gasolina Extra	159
Ilustración 39. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 Galones de Gasolina Super.....	162
Ilustración 40. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 Galones de Diesel	165
Ilustración 41. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 Galones de Gasolina Extra	168
Ilustración 42. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 Galones de Gasolina Super.....	171
Ilustración 43. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 Galones de Diesel.....	174

Índice de Anexos

Anexo 1. Encuesta semiestructurada.....	201
Anexo 2. ISES (Índice de Seguridad de la Estacione de Servicio) “González”.....	205
Anexo 3. ISES (índice de Seguridad de la Estación de Servicio) "Meza"	207
Anexo 4. ISES (índice de Seguridad de la Estación de Servicio) “SIETE COLINAS"	209
Anexo 5. ISES (Índice de Seguridad de la Estacione de Servicio) “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”	211
Anexo 6. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “González”.....	213
Anexo 7. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “MEZA”	218
Anexo 8. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “SIETE COLINAS”	223
Anexo 9. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”	229
Anexo 10. Meseri "González"	234
Anexo 11. Meseri "Meza"	236
Anexo 12. Meseri "Siete Colinas"	238
Anexo 13. Meseri "Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar"	240
Anexo 14. Cronograma de trabajo – Actividades	242
Anexo 15. Memorias fotográficas Estación de servicio “González”	248
Anexo 16: Memorias fotográficas Estación de servicio “MEZA”.....	253
Anexo 17: Memorias fotográficas Estación de servicio “SIETE COLINAS”	255
Anexo 18: Memorias fotográficas Estación de servicio “NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR”	257

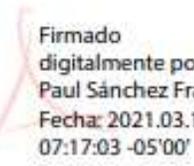
V. CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO. EMITIDO POR EL TUTOR(A)

VI. CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO. EMITIDO POR EL TUTOR(A)

En calidad de director del trabajo de titulación con la modalidad de proyecto de investigación elaborado por las señoritas, Sonia Lorena Amangandi Caluña y Evelin Marjory Ramos Villalva, titulado “**RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIOS DEL CASCO URBANO DE GUARANDA Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO PARA PREVENIR Y MITIGAR LAS CONSECUENCIAS**”, previo a la obtención de Ingenieras en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo considerado que el trabajo ha sido revisado y ha reunido los requisitos académicos legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud. Por lo cual autorizo la presentación de las instancias respectivas para el trámite correspondiente en la Facultad ya sea en su revisión y calificación.

En la ciudad de Guaranda, Febrero 2021

**Paul
Sánchez
Franco**



Firmado digitalmente por Paul Sánchez Franco
Fecha: 2021.03.11 07:17:03 -05'00'

Sr. Paúl Sánchez Franco

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

VI. RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de investigación está enfocado en el Riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda y modelamiento de dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar sus consecuencias.

En la provincia Bolívar existe pocas acciones ante los riesgos de incendio y explosión en las estaciones de servicio ya que cuentan con cantidades razonables de almacenamiento de combustible y a la vez la comercialización de lubricantes, es así que en la ciudad de Guaranda, existe poca información de la magnitud del daño que ocasionaría en una de las estaciones de estudio al momento de presentarse uno de los dos riesgos mencionados, permitiendo evaluar el riesgo de incendio y explosión para prevenir y mitigar sus consecuencias.

Se utilizó los programas como ALOHA, GOOGLE-EARTH 2020 que es un software libres para el uso de cualquier usuario, a la vez, la generación de matrices como ISES “Índice de Seguridad en las Estaciones de Servicio”, Hazard Identification and Evaluation y Meseri “Método simplificado de evaluación del riesgo de incendio” para la calificación de áreas susceptibles a sufrir daños, utilizando normas nacionales e internacionales vigentes que deben cumplir cada una de las estaciones de servicio; identificando tanto el riesgo de incendio como de explosión; se obtuvo mediante el acercamiento directo con la realidad del problema y sus afectaciones.

Tiene como resultado modelamientos de dispersión Gaussiano tanto de BLEVE como POOL FIRE de acuerdo a la capacidad de los tanques de almacenamiento de combustible, misma que se visualiza el área de afectación en vida, ambiente, propiedad y lo económico, es por ello que se generan medidas de prevención y mitigación de acuerdo al árbol cuantitativo causa consecuencia que muestran barreras para el riesgo de incendio y explosión, que nos ayuda en la respuesta para los organismos de socorro, servir como apoyo en la toma de decisiones y en la preparación ante estos riesgos; de acuerdo a las zonas de amenaza que se generan en el programa.

Palabra Clave: Incendio, Explosión, Riesgo, ALOHA, GOOGLE-EARTH 2020, Emergencia, Toma de Decisiones, Respuesta.

Executive Summary

This research work is focused on the Risk of fire and explosion in the service stations of the urban area of Guaranda and Gaussian dispersion modeling to prevent and mitigate its consequences.

In the Bolívar province there are few actions against the risks of fire and explosion in the service stations since they have reasonable amounts of fuel storage and at the same time the commercialization of lubricants, so in the City of Guaranda, there is little information on the magnitude of the damage that it would cause in one of the study stations at the time of presenting one of the two mentioned risks, allowing to evaluate the risk of fire and explosion to prevent and mitigate its consequences.

Programs such as ALOHA, GOOGLE-EARTH 2020 were used, being free software for the use of any user, at the same time, the generation of matrices such as ISES "Safety Index at Service Stations", Hazard Identification and Evaluation and Meseri "Method Simplified Fire Risk Assessment "for the qualification of areas susceptible to damage, using current national and international standards that must be met by each of the service stations; identifying both the risk of fire and explosion; It was obtained through a direct approach to the reality of the problem and its effects.

Resulting in Gaussian dispersion modeling of both BLEVE and POOL FIRE according to the capacity of the fuel storage tanks, which shows the affected area in life, environment, property and economics, that is why it is generated prevention and mitigation measures according to the flow charts that show barriers to the risk of fire and explosion, which help us in the response for relief agencies, serve as support in decision-making and in preparing for these risks; according to the threat zones that are generated in the program.

Keyword: Fire, Explosion, Risk, ALOHA, GOOGLE-EARTH 2020, Emergency, Decision Making, Response.

VII. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó en cuatro estaciones de servicio ubicados en el Casco Urbano de Guaranda (“González”, “Meza”, “Siete Colinas” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”), mismas que brindan el servicio de tres tipos de combustibles: gasolina extra, gasolina super y diésel destinado al público en general, de acuerdo al Directorio de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburiífero misma que menciona “Que, es deber del estado expedir regulaciones técnicas para la comercialización de los combustibles líquidos derivados de petróleo, biocombustible, a fin de preservar la seguridad en tal actividad y garantizar al usuario un eficiente servicio; y que para el efecto, es necesario establecer los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores.” (DIRECTORIO ARCH, 2013), por esta razón el objetivo principal de este estudio es evaluar los riesgos de incendio y explosión de las estaciones de servicio utilizando el modelamiento de dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar las consecuencias.

Se analizó los riesgos de incendio y explosión de las áreas de almacenamiento, expendio, descarga que tiene cada una de las estaciones de servicio, mismas que se analizó las áreas donde predomina el líquido de combustible. Las valoraciones realizadas de los dos riesgos nos permiten conocer y percibir la magnitud del peligro dentro de las estaciones de servicio en estudio, para de esa manera establecer recomendaciones orientadas a minimizar la ocurrencia de incendio y explosión.

Con el estudio de campo efectuados a cada uno de los establecimientos, se obtuvo la información de las diferentes áreas, analizando los accidentes mayores ante una posible expansión explosiva de vapor de un líquido en ebullición (BLEVE) e Incendio de Charco (POOL FIRE) utilizando el software ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres. Ubicaciones Zonales de Atmosferas Peligrosas) desarrollado por el Gobierno de los Estados

Unidos de Norte América, modelando el área de afectación ocasionado por la radicación emitida.

En este trabajo de investigación se encuentra distribuido de la siguiente manera.

Capítulo I: tenemos el planteamiento de problema, el cual nos dirige a lo que está pasando en nuestro Ecuador.

Capítulo II: damos a conocer la situación actual de las estaciones de servicio del casco urbano del Cantón Guaranda.

Capítulo III: tenemos las metodologías que se utilizaron para este trabajo de investigación.

Capítulo IV: se puede visualizar los resultados de cada objetivo, junto a diferentes matrices.

Capítulo V: se definen las conclusiones y recomendaciones en función a los objetivos planteados.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El modelo de dispersión Gaussiano describe de manera aproximada el comportamiento de una nube de vapor (material) a diferentes distancias viento abajo del punto de liberación. En el estudio del comportamiento de las liberaciones continuas (plumas) e instantáneas (puffs) de materiales se han empleado los modelos Gaussianos, donde se analiza el riesgo de incendio y explosión, utilizando el software ALOHA en la que se muestra a detalle el escape químico, fuga, chispa, derrame, real o potencial, generando estimaciones de zonas de amenazas para diferentes tipos de peligros. ALOHA muestra como una nube de gas peligrosa se puede esparcir en la atmósfera después de alguna descarga química accidental.

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse, la explosión es la capacidad de las sustancias químicas de liberar de manera instantánea gas, vapor y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura, provocando la expansión violenta de gases, por lo que, los riesgos de gran magnitud, durante la realización de alguna actividad dentro de las estaciones de servicio expuestas al riesgo, están implicadas más de una sustancia química peligrosa, mismas que la hacen vulnerables a los trabajadores, a la población, afectando desfavorablemente al ambiente y a la propiedad.

Cabe mencionar que en el mundo han ocurrido incendios y explosiones de gran magnitud como el 4 de agosto del 2020, sucedió una letal explosión en la zona portuaria de Beirut, seguido por un incendio y una enorme detonación por el almacenamiento de una gran cantidad de nitrato de amonio, misma que la explosión se compara con un sismo de magnitud 3.3 en la escala de Richter, dejando daños materiales a kilómetros de distancia y 191 muertos, desaparecidos 7 y más de 6500 heridos.

En América Latina tenemos el caso de Colombia, 6 de julio del 2020, en el sector de Tasajera, en la vía entre Medellín y Ciénaga, que dejo varios muertos y decenas de personas resultaron heridas, debido a que un tanquero colombiano explotara mientras decenas de personas

se estaban aprovechando del accidente de tránsito para sacar el combustible hasta que de repente apareció el fuego y luego el contenedor explotó. La causa de la explosión del accidente en el camión cisterna sería un cortocircuito.

En nuestra Ecuador, los hechos más recientes, cómo la explosión que ocurrió el 9 de marzo del 2020 en la estación de servicio al norte de Machala en la vía a la primavera, en la que se evidencio, en el momento que el conductor del tanquero realizaba la descarga del combustible, misma que habría ingresado a la zona restringida con un equipo celular y se inflamó por la acumulación de gases.

En Guaranda, las cuatro estaciones de servicio en estudio del casco urbano son reguladas por la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburo, Ministerio del Ambiente, el Cuerpo de Bomberos de Guaranda, estas entidades de control son las que monitorean el correcto funcionamiento, en estas estaciones de servicio se han evidenciado derrames en cantidades menores en el área de descarga y expendio de combustible y no se muestran algún tipo de accidentes mayores como chispas, incendios, explosiones, otros, a diferencia de otras naciones, provincias, ciudades por lo que es de importancia la realización del proyecto de investigación planteado.

Las causas principales que podrían tener las estaciones de servicio en estudio son la mala manipulación del almacenamiento del combustible, utilización de un teléfono, no tener sus área limpias y accesibles, etc. Esto podría dar como consecuencias un incendio y algo más grave una explosión, donde 2 de las estaciones en estudio se encuentran frente a casas de Salud, las cuales se verán afectadas. Es por esa razón que se propone hacer un modelamiento de dispersión Gaussiano, donde se muestra las áreas de expansión desde una visión aérea de la zona en la que se predice el alcance de un incendio o explosión en la localidad, utilizando el software CAMEO, permitiéndonos recomendar medidas de prevención y mitigación para reducir el riesgo.

1.2 Formulación del problema

¿El Modelamiento de DISPERSIÓN GAUSSIANO estimará los riesgos de incendio y explosión en las estaciones de servicio del Casco Urbano de Guaranda para prevenir y mitigar sus consecuencias?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar los riesgos de incendio y explosión en las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda, utilizando el modelamiento de dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar las consecuencias en el periodo.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los riesgos de incendio y explosión mediante la georreferenciación de las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda.
2. Generar mapas de modelamiento de dispersión Gaussiano, en formato KML (Keyhole Markup Language)¹ de los eventos peligros de las estaciones de servicio.
3. Recomendar medidas de reducción de riesgos en base a los modelamientos de dispersión Gaussiano de las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda.

¹ Keyhole Markup Language. – es un formato que se utiliza para visualizar información de contexto geográfico. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/kml/what-is-kml-.htm>

1.4. Justificación de la Investigación

Esta investigación se utilizará para evaluar el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio ya que se encuentra expuesta la población, ambiente y propiedad. Las 4 estaciones de servicio en estudio (Norte del sindicato de Choferes de Bolívar, Siete Colinas, Meza y González), son las que se verán expuestas al presentarse una emergencia, pero dos de ellas están frente a casas de salud como es el Hospital “Instituto de Seguridad Ecuatoriana” frente a la estación Siete Colinas y el Hospital “Básico Becerra” frente a la estación Meza.

Los estudios anteriores en la Unidad de Gestión de Riegos de Universidad Estatal de Bolívar en vinculación nos permitieron tener información sobre el transporte de materiales peligrosos, ayudándonos a poner énfasis ahora en él, “Riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del casco Urbano de Guaranda y modelamiento de dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar las consecuencias”. Utilizando el método de dispersión Gaussiano que posee nuevas evaluaciones aceptadas internacionalmente y garantizada permitiendo generar mapas en tiempo real sobre el área afectada, ayudándoles a actuar de una manera eficiente al riesgo latente, disminuyendo así la probabilidad de ocurrencia identificando de la misma manera contaminantes Atmosféricos y áreas de afectación.

Los factores condicionantes de un incendio o explosión pueden ser; la fuga de gases, derrames y chispas, donde consiste en formar escenarios graves que se transforma en un evento peligroso, todo depende de la cantidad de almacenamiento que puede tener los tanques en las estaciones de servicio, el área de afectación dependerá de la onda expansiva o la deflagración.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación ayudarán a controlar las posibles emergencias en caso de que ocurra un incendio o explosión en las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda, para la toma de decisiones por parte de las estaciones de servicio, el COE, GAD Municipal del Cantón Guaranda, Cuerpo de Bomberos y otras entidades permitiendo responder de forma inmediata, sirviendo como tributo a la ciudad.

Al no tener una investigación sobre las estaciones tendremos como consecuencia grandes desastres y emergencias que no se podrá controlar es por eso que se propone realizar este tema de estudio y seguir con más investigaciones para favor del mismo.

1.5. Limitaciones

En el proceso para el desarrollo del proyecto de investigación se encontraron algunas limitaciones, por ejemplo.

- ✓ Poca información de las estaciones de servicio en estudio, ya que los propietarios no son flexibles para brindar la información respectiva.
- ✓ No se pudieron obtener las fichas técnicas de los tanques de 2 estaciones de servicio en estudio, (Norte del sindicato de Choferes de Bolívar y Siete Colinas) por ende fue necesario realizar los cálculos manualmente.
- ✓ Poca información de las estaciones de servicio en base a su construcción, georreferenciación y los estudios de suelo, no hay un plano que nos permita tener una visualización de forma topográfica.
- ✓ De las 4 estaciones de servicio, 2 nos recibieron permitiéndonos saber que la estación “Siete Colinas” la secretaria lleva trabajando más de 16 años quien pudo decirnos cosas relevantes que nos ayudan con la investigación y la estación “Norte del sindicato de Choferes de Bolívar”.
- ✓ Las estaciones de servicio “Meza” y “González” se niegan a brindar información, por diferentes motivos (tenencia de la documentación en otra ciudad).
- ✓ Este tipo de incidentes tecnológicos no son tomados en cuenta por los organismos de socorro, es por esa razón que el relevamiento de datos se ha tornado difícil.

1.5.1 Cobertura del proyecto

El proyecto riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del casco Urbano de Guaranda y modelamiento de dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar las consecuencias, se desarrolla en las 4 estaciones de servicio (Norte del sindicato de Choferes de Bolívar, Siete Colinas, Meza y González), los 4 meses utilizados no son lo suficiente ya que se necesita de más tiempo para realizar una investigación profunda permitiendo tener una reducción de riesgo eficiente que ayuda a que la población conozca y sea capaz de responder este tipo de riesgo inminente.

1.5.2 Alcances de proyecto de investigación

Los beneficiarios del proyecto son las poblaciones aledañas, los propietarios de las estaciones de servicio, los usuarios que hacen sus paradas para recargar de combustible a su automóvil, los peatones o transeúntes. Es un tema relevante que en Ecuador no se lo ha tomado muy en cuenta, es por eso que proponemos generar información eficiente y ayudar para los próximos temas relacionados para prevenir y mitigar las consecuencias, en la planificación de la emergencia (Bomberos, GAD, Policía, Ambulancias etc.).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

En los principios de la era automotriz era difícil el poder abastecerse de gasolina por lo que no existía lugares específicos que brinden este servicio, esto llevo a que los propios conductores lleven sus propios recipientes, como botellas, bombonas e incluso lecheras, que luego vaciaban en el depósito de sus coches. No existía ninguna medida de seguridad y menos de control por lo que se daban muchos accidentes por incendio, específicamente provocado por el consumo de cigarrillo.

En el año 1907 fue construida la primera estación de servicio por la empresa Standard Oil Of California, hoy en día denominado Chevron Petroleum Company.

En el Ecuador a principios de los setenta fue cuando los vehículos empezaron a aparecer en el mercado nacional por lo que dio paso a la aparición de las primeras gasolineras en el país una de ellas fue Chevron-Texaco en los 60's.

Según Blanca Tinajero Guerra nos dice que “Mediante el aumento vehicular, la sociedad incrementa la demanda de gasolineras y estaciones de servicio ya que las personas tienen la necesidad de transportarse a distintos lugares”. El incremento vehicular se dio en relación al precio de los vehículos que eran accesibles a las personas. (Vélez, 2011)

2.1.1 Ubicación Geográfica

Contexto de la ciudad de Guaranda

En la ciudad de Guaranda hasta la fecha no se han registrado ningún tipo de incidente ya sea de incendio o explosión, pero se ha registrado incidentes menores que no ha sido necesario la presencia de los organismos de socorro en el que los mismos propietarios son quienes responden ante este incidente. Se han evidenciado derrames de combustibles en el área de expendio de las estaciones de servicio ya sea de los automóviles o de los surtidores.

Existiendo diversas formas de que se produzca un riesgo por químicos peligrosos en base a los diferentes productos comercializados como:

- ✓ Mecánicas, venta de lubricantes, aditivos, etc.
- ✓ Los depósitos de GLP (Gas licuado de Petróleo) de uso domestico
- ✓ Almacenes de pinturas y ferreterías
- ✓ Transporte de GLP, Diesel, Gasolina
- ✓ GLP
- ✓ Las estaciones de Servicio

Contexto de las Estaciones de Servicio

Estación de Servicio González

Fue fundada en julio de 1997 por el señor Edgar Escudero en la ciudad de Guaranda, se inició con construcciones y adecuaciones necesarias de la infraestructura de la estación de servicio con los requerimientos y procesos de seguridad, esto semejante a las alianzas con las marcas proveedoras como Petro-comercial-P & S el cual genero las primeras modificaciones de imagen y la integración de un mejor surtidor, con ellos y con las estrictas normas expedidas se iniciaron las modificaciones necesarias tanto en infraestructura, imagen, procesos ambientales (Fugas, gases, vertimientos, entre otras). Todos estos cambios con el fin de buscar el éxito de la empresa y cumplimiento de las normas. (Escudero, 2019)

Estación de Servicio Meza

La estación de servicio Meza, fue fundada por el señor Raúl Meza el 12 de marzo de 1980 en la ciudad de Guaranda, tiene construcciones y adecuaciones necesarias de la infraestructura de la estación de servicio con los requerimientos y procesos de seguridad, esto paralelo a las alianzas con las marcas proveedoras como Petro-comercial el cual género las primeras modificaciones de imagen y la integración de un mejor surtidor, ello y las estrictas normas expedidas se iniciaron las modificaciones necesarias como estructura, procesos de ambientales,(fugaz, gases, vertimientos, entre otras.) Todos estos cambios con el fin de Buscar el éxito de la empresa y cumplimiento de las normas. (Meza, 2018)

Estación de Servicio Siete Colinas

Esta Estación de Servicio se ubica en la ciudad de Guaranda en la carretera principal de la vía a Ambato, la cual es remodela en el año 2000 con su primer dueño Sra. Marta Martínez, misma que vende al Arq. Guido Palacio, de igual forma es vendido al actual dueño el Sr.

Mauricio López se realiza adecuaciones necesarias de la infraestructura en la estación de servicio de acuerdo a los requerimientos y procesos de seguridad, esto semejante a las alianzas con las marcas proveedoras como Petro-comercial-P & S el cual genero las primeras modificaciones de imagen y la integración de un mejor surtidor, con ellos y con las estrictas normas expedidas se iniciaron las modificaciones necesarias tanto en infraestructura, imagen, procesos ambientales (Fugas, gases, vertimientos, entre otras). Todos estos cambios con el fin de buscar el éxito de la empresa y cumplimiento de las normas. (López, 2019)

Estación de Servicio Norte del sindicato de Choferes de Bolívar.

Fue fundada el 22 de febrero de 1960 por la “UNIÓN Y POGRESO” que se sitúa en la ciudad de Guaranda en la carretera principal de la vía a Ambato, ubicada en una zona de crecimiento económico y poblacional, es por eso que el manejo de los desechos generados, y la distribución del combustible debe ser de manera correcta utilizando herramientas efectivas y ágiles, para desarrollar acciones de remediación ambiental. Contando así con diferentes áreas (área Administrativa, de despacho, expendio, almacenamiento, aire para llantas, parqueadero, baños y una tienda) que ayuda a que los clientes se sientan cómodos en la visita. (Pazmiño, 2019)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Estaciones de Servicio

Las Estaciones de Servicio son centros de distribución de diésel y gasolina mismas que son autorizados por la Dirección Nacional de Hidrocarburos y su objetivo es satisfacer el consumo del segmento automotriz industrial y/o público, a la vez, cuentan con servicio básicos de atención al consumidor, bajo la marca y estándares de la comercializadora.

En el Ecuador la venta de combustible es un negocio lucrativo, que se mide por el crecimiento de la red de gasolineras o estaciones de servicio operativas.

2.2.2 Combustibles

2.2.2.1 Gasolina o nafta

La gasolina, también denominado nafta o bencina, es un hidrocarburo de origen fósil que se usa como combustible en motores de combustión interna. (Ruiz, 2020)

Propiedades

- ✓ Densidad de 680 kg/m³, con un 20% menos que el diésel el cual posee 850 kg/m³.
- ✓ Cada litro de gasolina genera **34,78 MJ** (megajulios) de energía. Un litro de gasolina tiene más o menos un 10% menos energía que el diésel, que cuenta con 38,65 MJ megajulios de energía por litro de carburante.
- ✓ La gasolina cuenta con 3,55 más de energía.

Propiedades Físicas y Químicas

- ✓ Punto de ebullición: varía entre 50 y 200°C
- ✓ Densidad del vapor: 2, 5-3, 7 (aire=1)
- ✓ Gravedad específica: 0.72 a 0.76 a 20°C (agua =1)
- ✓ Temperatura de autoignición: corriente: Aprox 399°C
- ✓ Velocidad de evaporación: variable. Mayor que 10 (Acetato de butilo = 1)
- ✓ Temperatura de inflamación: gasolina: -40°C (copa cerrada)
- ✓ Valor de pH: No aplica
- ✓ Límites de explosividad: inferior: entre 0,6% y 1,4%. Superior: entre 7,6% y 8.0%
- ✓ Umbral de olor: 0.3 ppm. Buen signo de advertencia
- ✓ Solubilidad: prácticamente insoluble en agua (0,1 – 1%). Completamente soluble en éter, cloroformo, etanol y otros solventes de petróleo. (ARP Sura, 2010)

Características

- ✓ La gasolina se obtiene por destilación directa, por ello su menor densidad.
- ✓ En condiciones standard y/o similares, es más contaminante que el diésel.
- ✓ La gasolina es un compuesto más volátil que el diésel, por lo que es necesario trabajar a una temperatura menor y a su vez con una compresión menor de trabajo.
- ✓ Al igual que el Diesel, la gasolina es un derivado del petróleo, y por lo tanto es un tipo de energía no renovable.

2.2.2.2 Octano

El octanaje o **número de octano** es una escala creada para medir la capacidad antidetonante de un hidrocarburo o combustible al ser comprimido en el cilindro de un motor. (Ruiz, 2020)

Características

El octano da a conocer la cantidad de octanaje presente en un combustible. El octano es un hidrocarburo que posee ocho átomos de carbono en su estructura, por lo que el cálculo de octanaje se toma sobre este hidrocarburo como base.

Si un motor recibe combustible con un octanaje mayor no produce ningún daño o beneficio, en cambio, si se utiliza un combustible con octanaje menor al que requiere el motor surgirá problemas.

Octanaje 95

La gasolina que tiene 95 octanos es la que marca el mínimo valor de octanaje permitido en algunos países.

Tiene menor densidad es más ligera y la que suele que emplea en casi todos los automóviles.

Octanaje 98

La gasolina que tiene 98 octanos es más refinada a nivel químico y aporta ligeras diferencias en las prestaciones del motor y el consumo.

Funcionamiento del motor de 2 tiempos

Primer tiempo. – el proceso se realiza la compresión y aspiración, donde el pistón ascendente comprime en el cilindro de mezcla de aire, combustible y poco de aceite. Crea simultáneamente un vacío al final del pistón, dejando libre la lumbrera de aspiración para que sea llena con la mezcla carburada de gasolina.

Segundo tiempo. – es donde se genera la explosión y escape de gases gracias a una chispa provocada por la bujía (piezas que forman parte del sistema de encendido del motor) donde incendia la mezcla comprimida, creando una explosión que impulsa al pistón con gran fuerza hacia abajo. En el cárter (depósito de lubricante del motor) la mezcla es pre comprimida por el

pistón descendente, preparándose para el momento preciso dejar libre el canal de escape para que la mezcla pre comprimida expulse los últimos restos de gases.

Funcionamiento del motor de 4 tiempos

Primer tiempo. – el pistón desciende aspirando la mezcla de aire y combustible en los motores de encendido provocado. Se abre la válvula de admisión, mientras tanto la válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta, en un primer momento de cigüeñal (es un eje de varios codos) gira 180° y el árbol de levas (mecanismos) 90° .

Segundo tiempo. – cuando termine la carrera inferior, la válvula de admisión se cierra para comprimir el gas de levas 190° . El pistón sube desde el punto muerto inferior al punto muerto superior.

Tercer tiempo. – aquí lo importante es la explosión y la expansión, el gas ha alcanzado su máxima presión y debido a la chispa de la bujía se provoca la inflamación de la mezcla, mientras tanto ambas válvulas permanecen cerradas.

Cuarto tiempo. – el pistón se encarga de empujar los gases de la combustión de una forma ascendente, estos salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al punto máximo, esta válvula se cierra y se abre de la admisión, volviendo a comenzar el ciclo. (Universidad Nacional de la Plata, 2020)

Tabla 1. INFORMACIÓN FÍSICO QUÍMICA OCTANO

<p>Estado físico; aspecto LÍQUIDO INCOLORO DE OLOR CARACTERÍSTICO. Peligros físicos El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas. Peligros químicos Reacciona con oxidantes fuertes. Esto genera peligro de incendio y explosión. Ataca algunas formas de plásticos, el caucho y revestimientos.</p>	<p>Fórmula: C8H18 / CH3-(CH2)6-CH3 Masa molecular: 114.22 Punto de ebullición: 126°C Punto de fusión: -56.8°C Densidad relativa (agua = 1): 0.70 Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, kPa a 20°C: 1.33 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.94 Punto de inflamación: 13°C c.c. Temperatura de autoignición: 220°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.0-6.5 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 4.00/5.18</p>
<p>EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD</p>	
<p>Vías de exposición La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión. Efectos de exposición de corta duración La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química. La exposición a concentraciones altas del vapor podría causar disminución del estado de alerta.</p>	<p>Riesgo de inhalación La evaporación de esta sustancia a 20°C producirá bastante lentamente una concentración nociva de la misma en aire. Efectos de exposición prolongada o repetida El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia desengrasa la piel, lo que puede producir sequedad y agrietamiento.</p>
<p>MEDIO AMBIENTE</p>	
<p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.</p>	

Fuente: (OIT Y OMS, 2018)

Elaborado: Amangandi L. & Ramos E.

En esta tabla podemos encontrar la composición química de la gasolina, características, su peligrosidad y daños al ambiente que pueden generar. Las cuales se utilizarán para la obtención de resultados mostrándonos el grado de afectación en los modelamientos.

2.2.3 Diesel

El Diésel, también denominado gasóleo o gasoil, es un hidrocarburo en estado líquido, compuesto por parafinas. Se lo consigue mediante el proceso de destilación del petróleo crudo, misma que es sometido a purificación para la eliminación del azufre y otros componentes. Se puede representar al diésel como una fórmula química equivalente a $C_{152}H_{293}$. El diésel tiene un costo más reducido que la gasolina. (Ruiz, 2020)

Tabla 2. Propiedades del Diésel

PROPIEDADES	DIESEL
Norma del combustible	ASTM PS 121
Composición	$C_{12}H_{23}$
Carbono (% peso)	86,5
Azufre (% peso)	0,05 máx.
Agua (ppm peso)	161
Oxígeno (% peso)	0
Hidrógeno (% peso)	13
N° Cetano	45-50
Poder Calorífico	43,10 MJ/kg
Viscosidad (40°C)	1,3 – 4,1
Punto de inflamación (°C)	60 – 80
Punto de ebullición (°C)	188 – 343
Relación de aire/combustible	15
Temperatura de autoignición (°C)	250 – 270

Fuente: (Gruse William , 1964)

Elaborado: Amangandi L. & Ramos E.

Es un aceite pesado y no contiene plomo al igual que la gasolina, su elaboración se basa en petróleo y otros hidrocarburos.

El 86.1% de la composición del diésel es carbono. Emite CO_2 en una concentración o más ligeramente más baja que lo hace la gasolina.

Composición

El Diesel se compone de un 75% por hidrocarburos saturados (isoparafinas y cicloparafinas) e hidrocarburos aromáticos (alcalobencenos y naftalenos).

Características

- ✓ Los hidrocarburos que contiene el diésel son pocos volátiles.
- ✓ Se caracteriza por ser aceitoso, lo que hace que se lubrique partes del motor.
- ✓ El índice que se utiliza para la caracterización del diésel es el número de cetanos y no el octanaje, como lo es con la gasolina, misma que determina la facilidad de flamabilidad y la volatilidad del combustible.

Tipos de Diésel

Gasoil A: Es el que está permitido para los automóviles.

Gasoil B: se utiliza en maquinaria agrícola e industrial. Se lo conoce como gasoil Bonificado. No se puede emplear en vehículos no agrícolas, su uso es estrictamente multado.

Gasoil C: Usado para la calefacción domestica para el agua caliente y también es de uso industrial. Este tipo tiene mayor poder calorífico.

2.2.3 Fuego

Es una reacción química de combustión, una oxidación de sustancias generada por el calor y otras sustancias como; gases, aerosoles líquidos vapor de agua o sólido. En ocasiones está acompañada de luz en forma de llamas o incandescencia. Eso dependerá del tipo de combustible, cantidad de oxígeno, características del entorno. (AprendEmergencias, 2015)

Triángulo del Fuego

El fuego necesita 3 elementos necesarios para iniciarse:

Ilustración 1. Triángulo del Fuego



Fuente: (Cuerpo de Bombros de Ambato, 2018)

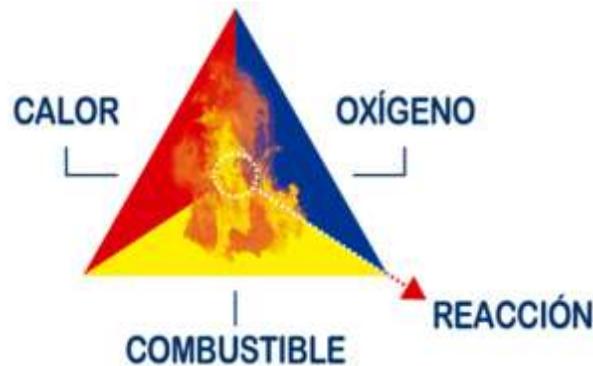
Combustible: este elemento sirve para la propagación del fuego, o alimentarlo, compre ciertos materiales como: madera, papel, tejidos, carbón, grasas, etc.

Calor: este elemento sirve para dar inicio a un incendio, manteniendo la propagación.

Oxígeno: este tercer elemento se presenta en casi todas las combustiones, también es llamado COMBURENTE, posibilita la vida de las llamas. En los ambientes pobres de oxígeno el fuego no tiene llamas, pero en ambientes ricos en oxígeno son más intensas y con elevadas temperaturas. (Cuerpo de Bomberos de Ambato, 2018)

Tetraedro del fuego

Ilustración 2. Tetraedro del fuego



Fuente: (Cuerpo de Bomberos de Ambato, 2018)

Se ha descubierto una reacción en cadena, llamándose “la sangre de la vida del fuego”. Al igual que el cuerpo humano necesita de aire, alimento, temperatura normal del cuerpo y de sus sistemas circulatorio así mismo el fuego necesita de aire, combustible, temperatura de llama adecuada y un sistema de reacción en cadena sin restricciones.

El Tetraedro del fuego cuenta con tres elementos que son adyacentes directamente en conexión con cada uno de los tres elementos. Al retirar uno de estos elementos hará que este quede incompleto por consiguiente el resultado será la extinción.

2.2.4 Incendio

Es del vocablo etimológicamente derivada del latín “Incendium” que se refiere a un gran fuego, propagándose incontrolablemente, puede provocar un peligro, destrucción, deterioro de mueble e inmuebles, causar heridas de diferentes grados a las personas, animales o plantas, pero también puede ser intoxicación y llevar a la muerte. De acuerdo a (Sancho Oconitrillo, 2010) “la amenaza es potencialmente peligrosa que puede ser un fenómeno que genera la iniciación de un incendio y producir graves consecuencias negativas, en las personas, ambiente y propiedad.”

Puede ser su origen de forma natural o antrópico, generada por una chispa, uso del celular, fumar, fricción o ser provocada intencionalmente, dándonos cuenta que este último es un delito sancionado por las leyes del país.

Factores que influyen en la ignición de un incendio

- 1. Punto de Vaporización.** - es la temperatura mínima en el cual el combustible emite suficientes vapores que en el aire u otro comburente puede tener una fuente de ignición inflamable y que seguirá ardiendo.
- 2. Punto Inflamación.** – es la temperatura mínima en el cual emite suficientes vapores que en el aire u otro comburente y en contacto con una fuente de ignición se inflama y sigue ardiendo, aunque se retire la fuente.
- 3. Punto de autoinflamación.** – es la temperatura mínima en la cual un combustible emite vapores en presencia del aire u otro comburente, comienza arder sin necesidad de otro aporte de ignición.

Clasificación de los incendios

Clase A (Sólidos): son incendios que implican sólidos inflamables que normalmente interviene combustibles normales como madera, ropa, papel, goma y algunos otros plásticos.

Clase B (Líquido): incendios que implican líquidos inflamables como: el petróleo, gasolina, aceites, pinturas, lacas, alcohol y alcoholes minerales

Clase C (Gases): son incendios que implican gases inflamables, metano o gas natural (GLP) hidrógeno, propano, butano, acetileno etc.

Clase D (Metales): son incendios que implican metales combustibles: magnesio, sodio, potasio y muchos más (como el aluminio).

Clase K (Aceites y Grasas de Cocina): son incendios derivados de los materiales en objetos de cocina. Creada esta clase por la observación de líquidos que no se comportan igual que el resto y que no se puede usar los mismos agentes extintores como el CO_2 O PQS. (Melisam, 2020)

2.2.5 Metodología Meseri

Es el método simplificado de evaluación del riesgo de incendio, por el cual consta de diferentes factores.

Factores de Construcción

Número de plantas o altura del edificio

Entendemos a la altura de un edificio en diferencia a las cotas entre el piso de la planta baja o último sótano. Entre el número de pisos y la altura del edificio se puede tomar el menor, en caso del que el edificio cuente con distintas alturas y la parte más alta ocupa más de 25% de la superficie de planta en todo el conjunto, si es inferior a 25% se tomara del resto del edificio.

Tabla 3. Número de plantas

Número de plantas	Altura (m)	Puntuación
1 o 2	Inferior a 6	3
De 3 a 5	Entre 6 y 15	2
De 6 a 9	Entre 16 y 28	1
10 o más	Más de 28	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Superficie del mayor sector de incendio

Los elementos del compartimiento en los sectores de incendio deberán tener, una calificación de 240 o superior, hay que prestar atención a que las puertas de paso entre sectores sean de 120 o mejor, igual en los sellados de las canalizaciones, tuberías, bandejas de cables, etc., que atraviesan las divisiones. Mientras mayor sea la superficie de los sectores de incendio, existirá más facilidad de propagación del fuego

Tabla 4. Superficie del mayor sector de incendio

Superficie del mayor sector de incendio (m ²)	Puntuación
Inferior a 500	5
De 501 a 1.500	4
De 1.501 a 2.500	3
De 2.501 a 3.500	2
De 3.501 a 4.500	1
Mayor a 4.500	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Resistencia al fuego de los elementos constructivos

Las características que se mide fundamentalmente es la estabilidad mecánica frente al fuego, la resistencia de los elementos (Resistente al fuego hormigón – No combustible metálico – madera) las cuales nos permiten tener en cuenta si protegen íntegramente a estos elementos.

Tabla 5. Resistencia al fuego

Resistencia al fuego	Puntuación
Resistente al fuego (hormigón)	10
No combustible (metálica)	5
Combustible (madera)	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Falsos techos

Pueden dificultar en ocasiones la detección temprana de los incendios, anulando la distribución correcta de los agentes extintores y permiten el movimiento de humos. Por eso el método penaliza la existencia de estos elementos, independientemente de su composición, diseño y acabado.

Los falsos techos incombustible se le considera al cemento, piedra, yeso, escayola y metales en general, se considera falso techo combustible a los que son de madera no tratada, poliamidas, copolímeros ABS, corcho, papel.

Tabla 6. Techos

Techos	Puntuación
Sin falsos techos	5
Con falsos techos incombustibles	3
Con falsos techos combustibles	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Factores de Situación

Distancia de los Bomberos

El valor de distancia y el tiempo de llegada de los bomberos desde la estación mas cercana al edificio en riesgo, solo se debe tener en cuenta las estaciones que estén disponibles las 24 horas al día, 365 días del año.

Tabla 7. Tiempo de llegada

Tiempo de llegada (min)	Puntuación
Menor de 5km (5 min)	10
Entre 5km y 10 km (entre 5 y 10min)	8
Entre 10km y 15km (entre 10 y 15min)	6
Entre 15km y 20km (entre 15 y 25min)	2
Más de 20km (Más de 25min)	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Accesibilidad a los edificios

Se lo entiende desde el punto de vista del incendio y auxilio en el exterior para la evacuación de las personas que se encuentran dentro del edificio. Los criterios deben ser anchura mínima de 5m altura libre o de 4m, debe estar libre de obstáculos naturales o artificiales, con una anchura mínima de 6m y distancia máxima de 10m hasta 30m.

Tabla 8. Accesibilidad al edificio

Accesibilidad al edificio	Puntuación
Buena (5m anchura, 4m de altura y entorno libre de obstáculos)	5
Media (4m anchura, 3m de altura y entorno libre de obstáculos)	3
Mala (3m anchura, 2m de altura y entorno libre de obstáculos)	1
Muy mala (2m anchura, 1m de altura y entorno libre de obstáculos)	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Factores de Proceso/operación

Peligro de activación

Se evalúa las fuentes de ignición existentes, también se debe analizar los aspectos complementarios de la actividad tales como la prohibición de fumar en las instalaciones, protección de las descargas eléctricas naturales o por los trabajos esporádicos.

Tabla 9. Peligro de activación

Peligro de activación	Puntuación
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Carga Térmica

Se evalúa la cantidad de calor por unidad de superficie que produciría la combustión total de materiales. En un edificio se debe considerar todos los elementos mobiliarios contenidos y/o estructurales. Se puede hacer uso de fórmulas que se relacionan a la masa del combustible con su calor y superficie del local, utilizando las tablas de clasificación del riesgo para sistemas de rociadores automáticos del código de la NFPA.

Tabla 10. Carga térmica

Carga térmica (MJ/m ²)	Puntuación
Baja (inferior a 1.000)	10
Moderada (entre 1.000 y 2.000)	5
Alta (entre 2.000 y 5.000)	2
Muy Alta (superior a 5.000)	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Cálculo de carga térmica ponderada

De acuerdo a un sector de incendio, tal como se lo denomina en el reglamento de seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales, se expresa mediante la ecuación. (Sierra, 2007)

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n G_i q_i C_i}{A} = R_a$$

Donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

G_i = masa en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i = poder calorífico, en MJ/kg o $Mcal/kg$, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector p área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área del incendio, en m^2 .

n = número de materiales combustibles

Combustible

Nos permite valorar la peligrosidad de los combustibles presentes, las condiciones mínimas para que un combustible arda son: foco de ignición, límites de inflamabilidad (mientras más amplios y bajos sean, es peor), punto de inflamación (cuanto menor sea, es peor) y la temperatura de autoignición.

Tabla 11. Inflamabilidad

Inflamabilidad	Puntuación
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Orden, limpieza y mantenimiento

Estima el orden y limpieza de las instalaciones productivas, el personal y planes de mantenimiento periódico de las instalaciones de servicio (electricidad, agua, gas, etc.) y de protección contra incendios.

Tabla 12. Orden, limpieza y mantenimiento

Orden, limpieza y mantenimiento	Puntuación
Alto	10
Medio	5
Bajo	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Almacenamiento en altura

La existencia de almacenamientos en alturas mayores a 2m pueden incrementar el riesgo de incendio, aumenta la carga térmica, mayor facilidad de propagación y dificultad del tanque al fuego.

Tabla 13. Almacenamiento en altura

Almacenamiento en altura	Puntuación
Menor de 2 m	3
Entre 2 y 6 m	2
Superior a 6 m	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Factor de valor económico

Concentración de valores

Las pérdidas económicas dependerán del valor que contiene la edificación, las actividades, medios de producción, productos elaborados, materias primas. Generalmente es más fácil cuantificar las pérdidas consecuenciales y de beneficios es más complicado por eso el método no las considera.

Tabla 14. Concentración de valores

Concentración de valores	Concentración de valores
Menor de 500	3
Entre 500 y 1500	2
Más de 1500	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Factores de destructibilidad

Por calor

Se debe determinar la afectación que puede producir el calor generado por el incendio en los elementos que se mencionaron anteriormente. Por ejemplo; industrias de plástico, electrónica o

almacenamiento frigoríficos serán afectadas con un grado alto, industrias de madera o transporte de metal se verán afectadas menos.

Tabla 15. Destructibilidad por calor

Destructibilidad por calor	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Por corrosión

Es provocada por la naturaleza de algunos gases que se liberan en reacciones de combustión como, el alcohol, sulfuro de hidrógeno, etc.

Tabla 16. Destructibilidad por corrosión

Destructibilidad por corrosión	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Por agua

Son los daños producidos por el agua de extensión del incendio, como en las industrias textiles tendrán menos daño que las industrias de papel o cartón ya que los daños serán mayores.

Tabla 17. Destructibilidad por agua

Destructibilidad por agua	Puntuación
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Factores de Propagabilidad

Propagabilidad vertical

Se extiende en alturas o estructuras, maquinarias o cualquier instalación cuyas dimensiones en vertical permitan la propagación del incendio hacia cotas superiores que tendrá como calificación más alta.

Tabla 18. Propagabilidad vertical

Propagabilidad vertical	Puntuación
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Propagación horizontal

Los elementos comunes ofrecen continuidad en la propagación de las llamas se considera una probabilidad alta, pero si existen espacios carentes de combustible o calles de circulación amplias se lo considera baja.

Tabla 19. Propagabilidad horizontal

Propagabilidad horizontal	Puntuación
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: (face2fire, 2014)

Factores de Protección

Extintores portátiles

Es necesario el que los extintores cubran las instalaciones del edificio o local de actividades, hay que observar que los extintores sean adecuados a las clases del fuego previsible en las áreas protegidas y se encuentren señalizados. Se les recomienda comprobar extintores recargables y deben estar instalados cerca de 15 m, para que no tengan q estar recorriendo grandes distancias para utilizarlo en la emergencia.

Tabla 20. Extintores portátiles

Concepto	Puntuación	
	Sin vigilancia humana	Con vigilancia humana
Extintores portátiles	1	2

Fuente: (face2fire, 2014)

Bocas de Incendio

Deben cubrir toda la superficie de los edificios y locales, deben proteger y dirigir el chorro de agua a cualquier punto, es por eso que se debe comprobar que el abastecimiento de agua suministre la presión y caudal necesario a todas las Bocas de Incendio y que posean todos los elementos (básico: Válvula, manguera y hacha).

Tabla 21. Bocas de Incendio

Concepto	Puntuación	
	Sin vigilancia humana	Con vigilancia humana
Bocas de Incendio 	2	4

Fuente: (face2fire, 2014)

Columnas hidratantes

Se encuentran en el exterior y permiten cubrir diferentes puntos de las cubiertas y cerramientos de la edificación, al igual que las Bocas de Incendio se debe comprobar que tenga presión y caudal necesario a todos los hidratantes. Los elementos que debe tener son: la llave de maniobra o bifurcaciones de conexión, mangueras y hachas. (face2fire, 2014)

Tabla 22. Columnas hidratantes

Concepto	Puntuación	
	Sin vigilancia humana	Con vigilancia humana
Columnas hidratantes 	4	2

Fuente: (face2fire, 2014)

Detección automática

Se les considera vigilancia a los sistemas de dirección de alarma a bomberos y policía, aun q no exista ningún vigilante.

Rociadores automáticos

El coeficiente será 1 sin vigilancia y 2 con vigilancia

Extinción por gases

Es considerada a las instalaciones fijas diferentes a las anteriores las cuales deben proteger las partes más peligrosas de las instalaciones o que contengan maquinaria.

Brigadas contra incendios

Las instalaciones deben contar con brigadas que ayuden a controlar el riesgo de incendio al momento de suscitarse la emergencia

Tabla 23. Elementos y sistemas de protección

Concepto	Puntuación	
	Sin vigilancia humana	Con vigilancia humana
Detección automática	1	2
Rociadores automáticos	1	2
Extinción por gases	1	2
Brigadas contra incendios	1	2

Fuente: (Sánchez, 2016)

Cálculo de MESERI

Concluida la calificación correspondiente de la evaluación de Riesgo de Incendio se procede al cálculo mediante las siguientes:

1. Subtotal X: es la suma de todos los coeficientes correspondiente a los 17 factores en los que no se han considerado los medios de protección. (Cuerpo de Bomberos Santo Domingo, 2020)
2. Subtotal de Y: son todos los coeficientes de los factores de protección existentes.

Se calcula aplicando la siguiente formula:

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26}$$

2.2.6 Explosiones

Es la liberación brusca de energía produciendo un incremento rápido de presión, con desprendimiento de calor, gases y luz, acompañada de fuertes estruendos rotura violenta del objeto que lo contiene. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2020)

- ✓ **Físicas:** son por cambios violentos en la presión, temperatura, que pueden originar sobrepresión y ser capaces de romper el recipiente que lo contiene.
- ✓ **Química:** por reacciones químicas violentas, ya sea por deflagración o detonación de vapores, gases, polvos o descomposición de las sustancias explosivas.

También se pueden manifestar en forma de liberación de energía que da lugar a la aparición de efectos térmicos, acústicos y mecánicos.

Tipos de explosión

- ✓ Detonación mayor velocidad a la del sonido TNT, dinamita.
- ✓ Deflagración velocidad menor a la del sonido nubes de gases.
- ✓ Explosión de polvos (Sólidos pulverizados partículas de diámetro < 0.5 mm)
- ✓ Gas licuado a presión (Expansión explosiva de un líquido en ebullición (BLEVE))
- ✓ Gas o vapores inflamables en un recinto cerrado (Nube de vapor confinada (VCE))
- ✓ Gas inflamable o de vapores procedentes de un derrame de líquido inflamable (Nube de vapor no confinada (UVCE)). (Izcapa, 2015)

2.2.6.1 BLEVE

El modelo BLEVE-Fireball en ALOHA es un modelo de llama sólida basado en estudios de bolas de fuego resultantes de BLEVE (explosiones de vapor en expansión de líquido en ebullición) que involucran gases inflamables licuados bajo presión y almacenado a temperatura ambiente, como LPG (Instituto Americano de Química Ingenieros 1994). En un curso común de eventos, un incendio incide en el tanque, estresando térmicamente el tanque y provocando un aumento de la presión interna. Las válvulas de alivio de presión no alivian adecuadamente la presión y el tanque explota por la combinación de calor y presión. Los contenidos se liberan casi instantáneamente y hierven rápidamente a medida que experimentan una caída de presión. Mucho del combustible, tanto gotas líquidas como gas, se lanza al aire y se enciende. La mayor

parte de la quema la masa es demasiado rica para quemar, pero el fuego arde en la superficie donde se puede mezclar suficiente aire con el combustible.

La bola de fuego resultante arde durante decenas de segundos y, a menudo, se eleva en el aire. Para un escenario BLEVE, ALOHA asume una ruptura casi instantánea y adopta una suposición por defecto que todo el contenido de un tanque contribuye a la bola de fuego. Sin embargo, en los casos en que el tanque inicial la presión es relativamente baja, el usuario tiene la opción de especificar la fracción del contenido que convertirse en parte de la bola de fuego. Basado en la masa de la bola de fuego, el diámetro máximo de la bola de fuego se calcula, aproximando la bola de fuego como un objeto esférico con su superficie apenas tocando el suelo. (El diámetro de la bola de fuego es una función del tiempo; el diámetro máximo se usa en ALOHA para asegurar que las zonas de peligro no se subestiman.) El flujo de radiación térmica emitida por la quema se calcula la superficie y se encuentra la radiación que incide sobre un objetivo distante. (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), 2013)

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE

Para que se origine una explosión BLEVE tienen que concurrir las condiciones siguientes:

1. Producto en estado líquido sobrecalentado.

Es cuando la temperatura aumenta o supera los límites de la presión con el vapor, esto se puede presentar cuando está en exposición el tanque a un incendio. Hay que tener en claro que no toda la temperatura que se sobre calienta permite la formación de BLEVES, debe superar una temperatura límite. En el caso de que se fisure un depósito, aunque sea pequeño y producir un descenso de presión para igualarse a la atmósfera. (Bestratén & Turmo, 2019)

2. Bajada súbita de la presión (isoentrópica) en el interior del recipiente.

Tal descenso de presión puede ser debido a causas tales como: desprendimiento del disco de ruptura, pérdida de resistencia del recipiente en un incendio con la consiguiente rotura del mismo, perforación del recipiente por impacto, rotura por sobrellenado e incluso disparo de válvulas de seguridad mal diseñadas. Cuanto mayor sea la caída de presión, mayores serán también los efectos de la BLEVE caso de producirse. El tamaño de la abertura inicial del depósito es determinante en la celeridad de la bajada de presión y en la zona afectada por la

nucleación. En determinadas condiciones de presión y temperatura un líquido sobrecalentado que se ha expuesto a un descenso súbito de presión puede evaporarse de forma extremadamente violenta al cambiar de estado masivamente por un proceso de formación espontánea y generalizada de burbujas de vapor (nucleación). (Bestratén & Turmo, 2019)

Fórmula para calcular la BLEVE

Para comprender mejor la situación de inestabilidad de los líquidos sobrecalentados es necesario analizar el comportamiento de los gases licuados según la ecuación de Van der Waals: (Turmo, 2019)

$$(p^+)x(3v - f) = 8t$$

En donde: se procede a realizar la ecuación

$$p^+v^+t^+$$

siendo:

p = presión reducida

v = volumen reducido

t = temperatura reducida

$$p_c, v_c, t_c = \text{constantes críticas}$$

2.2.6.2 POOL FIRE (incendio de charco o piscina)

Un incendio de charco (POOL FIRE) arde sobre un charco horizontal de combustible (Hidrocarburo) donde se evapora en el aire libre pero dentro de los recipientes pueden volverse ventilados, los cuales es necesario controlarlos por ventilación. Los incendios en charco pueden ser estáticos como donde están contenida el combustible derramado o fuegos continuos.

Los incendios de charco representan un elemento significativo del riesgo asociado con accidentes que pueden presentarse a su alrededor, generando una gran peligrosidad para la población cercana. (Ejecutivo de Seguridad y Salud, 2020)

Los objetivos de evaluación del peligro de incendio de charco son:

- ✓ Identificación de áreas de incertidumbre en la caracterización de incendios de charcos
- ✓ Identificar dónde existen deficiencias con respecto a la descripción del peligro y las medidas efectivas de mitigación
- ✓ Iniciar investigaciones para aumentar el conocimiento y la comprensión en áreas mal definidas de peligro
- ✓ Promover el uso de una metodología coherente en la evaluación precisa de los riesgos que plantean los incendios de charco.

Hay 3 escenarios de liberación que se pueden combinar con el modelo Pool Fire: El usuario puede elegir modelar una piscina de área constante que no está asociada con una liberación de tanque; el modelo Pool Fire también se puede combinar con un modelo que estima la dinámica de formación de la piscina cuando hay una fuga en un tanque de químico; y el modelo Pool Fire se aplica automáticamente a cualquier combustible que se acumule durante un escenario BLEVE. En todos los casos, se asume que la piscina es circular, uniformemente gruesa y en una superficie nivelada. La temperatura de la piscina se aproxima como una constante y se ajusta a la temperatura inicial de la piscina o la temperatura inicial del tanque. En todos los casos se aplica un límite de 200 metros de diámetro.

Se utiliza un modelo de llama sólida para calcular la radiación térmica de los incendios de piscinas. El usuario puede configurar el tamaño de la piscina, o ALOHA calculará el área dinámica y el volumen de la liberación de un líquido de un tanque. Las llamas que se elevan de la piscina forman un cilindro inclinado; la superficie del cilindro irradia radiación térmica. La velocidad de combustión, la altura de la llama, el ángulo de inclinación y la emisión de radiación desde la superficie se basan en correlaciones empíricas.

La energía térmica que incide sobre un objetivo distante es el producto del flujo de energía de radiación térmica en la superficie de la llama, el factor de vista geométrico y la transmisividad de la atmósfera a radiación termal. (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), 2013)

2.2.7 Modelos de dispersión

Estos modelos de dispersión permiten conocer o predecir una situación en el que se desplazan los gases y partículas que surgen de diferentes fuentes de contaminación existente, ya sea de tipo estacionario, volumen, área, puntual, etc. el principal mecanismo con el que se trabaja, consiste en una serie de datos e informaciones meteorológicas, cuenta con características que son las principales fuentes de emisión, las áreas en las que se cultiva, el tipo de suelo, topografía con relación al terreno. (Contaminación Ambiental, 2015)

2.2.7.1 Modelo de dispersión Gaussiano

Es un modelo matemático que permite tener un monitoreo y la regulación ambiental, nos permite calcular la concentración de la sustancia química a nivel del suelo. Se produce por una chimenea en un terreno llano, nos permitirá variar las condiciones meteorológicas, velocidad del viento y temperatura. (Vaca, 2017)

Nomenclatura básica del modelo Gaussiano

En los modelos Gaussianos, trabajamos con un sistema de coordenadas en el que el eje X es siempre la dirección del viento, y es la dirección perpendicular y z representa la altura. El contaminante se emite a una altura $z = H$, donde H es la altura de emisión efectiva, como resultado de agregar la altura física de la chimenea, h, a la llamada elevación vertical Δh . (Universidad Pablo de Olavide, 2008)

Clasificación de Riesgos

Tabla 24. Sistema de Clasificación de Riesgo

Clase 1.	Explosivos	
División 1.1		Explosivos que presentan un riesgo de explosión en masa
Ejemplo: dinamita, nitroglicerina, pólvora negra, fulminantes, cápsulas detonantes.		
División 1.2		Explosivos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa
Ejemplo: ácido pírico, ammonita para peñas, peróxido con secantes metálicas.		
División 1.3		Explosión que representa riesgo de incendio y un riesgo menor de explosión o un riesgo de proyección, o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa
Ejemplo: dinitroetano, dinitrosobenceno, cartuchos para perforación de pozos de petróleo.		
División 1.4		Explosivos que no presentan riesgo apreciable considerable
División 1.5		Explosivos muy insensibles que presentan un riesgo de explosión en masa
División 1.6		Artículos sumamente insensibles que no presentan riesgo de explosión

Clase 2.	Gases	
	División 2.1	Gases Inflamables
		
	Ejemplo: GLP	
	División 2.2	Gases no-inflamables, no tóxicos
		
Ejemplo: dióxido de carbono, nitrógeno helio, argón		
División 2.3	Gases tóxicos	
		
Ejemplo: cloro, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, amoníaco.		
Clase 3.	Líquidos inflamables Líquidos combustibles	
		
	Ejemplo: Gasolina, tolueno	
Clase 4.	Sólidos inflamables; sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancia que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.	
División 4.1	Sólidos inflamables, sustancias de reacción espontánea y sólidos explosivos insensibilizados.	
		
División 4.2	Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea	
		
Ejemplo: Nitrocelulosa, fósforo blanco.		

	División 4.3 	Sustancia que, en contacto con el agua, desprende gases inflamables. Ejemplo: Carburo de calcio más agua, sodio metpálico.
Clase 5.	Sustancias Oxidantes y Peróxidos orgánicos	
	División 5.1 	Sustancias oxidantes Ejemplo: nitratos en general, permanganato de potasio.
	División 5.2 	Peróxidos orgánicos Ejemplo: Peróxido de benzoilo
Clase 6.	Sustancias Tóxicas y Sustancias infecciosas	
	División 6.1 	Sustancias tóxicas Ejemplo: benceno, cianuro
	División 6.2 	Sustancias infecciosas Ejemplo: residuos de fluidos humanos, medios de cultivo, agentes infecciosos, desechos hospitalarios.
Clase 7.	Materiales radiactivos	
		
	Ejemplo: residuos de fluidos humanos, medios de cultivo, agentes infecciosos, desechos hospitalarios	

Clase 8.		<p style="text-align: center;">Sustancias corrosivas</p>
<p style="text-align: center;">Ejemplos: ácidos, álcalis, halógenos.</p>		
Clase 9.		<p style="text-align: center;">Sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente</p>

Fuente: (GRE, 2016)

Elaborado por: Amangandi L & Ramos E, 2020.

En la tabla 1. Se muestra la clasificación de Riesgo que está dividida por el número de clase (o división) o por nombre, los carteles y placas se utiliza para identificar el tipo de químico que contiene. En las estaciones de servicio se visualizan algunas de las etiquetas en diferentes áreas da a conocer el peligro que posee.

Modelo Gaussiano para gases

El modelo de dispersión Gaussiana de ALOHA está diseñado para usarse con nubes de vapor que no afectan significativamente el flujo de aire ambiental y no se ven afectados por la gravedad; son considerados pasivos contaminantes.

El modelo Gaussiano predice que la distribución de concentración de una liberación de estado estable del gas con flotación neutra se acercará a una distribución Gaussiana al aumentar la distancia del viento a favor.

Los parámetros que caracterizan la distribución se basan en mediciones creciente empíricas.

Los tiempos promediados de las mediciones también tienden a llevar la distribución a una forma Gaussiana, así como ampliar la distribución espacial. La distribución de la concentración real de una liberación puede variar significativamente de Gaussiano en un solo instante en el tiempo.

El método utilizado en ALOHA se adapta instantáneamente, continuos y dependientes del tiempo de lanzamientos de duración finita hasta una hora. Una liberación instantánea se modela como una liberación en estado estable de un minuto que da lugar a una sola nube. Un lanzamiento continuo se modela como una única liberación de estado estable de una hora que da lugar a una sola nube. (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), 2013)

2.2.8 Paquete de CAMEO

Cameo. - (Asistido por computadora, gestión de operaciones de emergencia)

Tiene 4 programas principales:

- ✓ CAMEO Data Manager – Herramientas de gestión de información y bases de datos
- ✓ CAMEO Chemicals: hojas de datos de respuesta química y herramienta de predicción de reactividad
- ✓ MARPLOT: aplicación de mapeo para tareas de respuesta, planificación y operaciones locales
- ✓ ALOHA – Ubicaciones de áreas de atmosferas peligrosas

Para nuestra investigación se utiliza el software ALOHA.

2.2.8.1 Metodología ALOHA

Es un programa de modelador de riesgos del paquete de software CAMEO, mismo que se utiliza para planificar y responder emergencias químicas. (EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 2020)

Puede estimar distintos escenarios como:

- ✓ Nubes de gas tóxico
- ✓ Nubes de gas inflamable
- ✓ BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición)
- ✓ Chorros de aire
- ✓ Fuegos de piscinas
- ✓ Explosiones de nubes de vapor.

También las estimaciones de las zonas de amenaza se pueden visualizar en la cuadrícula de ALOHA y trazar mapas en MARPLOT, ArcMap de Esri, Google Earth y Google Maps. (EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 2013)

- Rojo: esta zona es la que presenta el peor nivel de peligro
- Naranja y amarilla: Son las que representan áreas de peligro decreciente

2.3. Marco legal

Este proyecto de investigación se sustenta en:

Gestión de Riesgos

Art.389.- El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El estado ejercerá la rectoría a través de los organismos técnicos establecido en la ley, tendrán como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afectan al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar el financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgos.

Art.390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brinda el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos a sus responsables. (Asamblea Constituyente, 2011)

Capítulo Segundo
Ambiente y naturaleza
Bioseguridad y recursos naturales

Art. 395.- La constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambiental equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia de ambiente, éstas se publicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño, en caso de duda sobre el impacto o ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. la responsabilidad también recaerá sobre las servidoras y servidores responsables de realizar el control ambiental. para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en material ambiental, incluyendo

la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estarán a cargo del Estado.
5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgo y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. (Asamblea Constituyente, 2011)

Reglamento de operaciones hidrocarburíferas

Capítulo IX

Almacenamiento y transporte de hidrocarburos y sus derivados

Art. 69.- Disposiciones generales. - Se observarán todas las disposiciones generales establecidas en el Capítulo IV de este Reglamento en cuanto sean pertinentes.

Art. 70.- Estudios Ambientales. - Se presentarán los Estudios Ambientales del área de influencia, incluyendo una actualización y/o profundización del Diagnóstico Ambiental Línea Base, para la construcción de ductos (oleoductos principales y secundarios, gasoductos y poliductos, estaciones de bombeo) e instalaciones para el almacenamiento de petróleo y sus derivados. Además de lo establecido en el artículo 41 de este Reglamento, deberá presentarse la siguiente descripción específica de las actividades del proyecto para esta fase:

Descripción del Proyecto

b) Recipientes de presión

b.1) Las esferas y los tanques horizontales de almacenamiento de gas licuado de petróleo (GLP) deberán estar fijos sobre bases de hormigón y mampostería sólida, capaces de resistir el peso

del tanque lleno de combustible y Gas Licuado de Petróleo, a fin de garantizar su estabilidad y seguridad y así evitar cualquier accidente que pudiera causar contaminación al ambiente;

b.2) Todas las operaciones de mantenimiento que se realicen en tanques de almacenamiento de combustibles y/o esferas GLP, se ejecutarán bajo los condicionantes de las normas de seguridad del sistema PETROECUADOR, a fin de evitar cualquier derrame o fuga que pudiera afectar al ambiente. (Normativa Hidrocarburífera, 2011)

Las estaciones de servicio deben cumplir diferentes aspectos para ejercer las actividades de comercialización de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos (CLDH), son los contenidos en los siguientes cuerpos legales nacionales e internacionales:

- Normas Nacionales
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1781: 1991: Surtidores para derivados líquidos de petróleo. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1076: 2013: “Prevención de Incendios. Clasificación e Identificación de Sustancias Peligrosas en presencia de fuego”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2251: 2013: “Manejo, Almacenamiento, Transporte y Expendio en los centros de distribución de combustibles líquidos. Requisitos”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266: 2013: “Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2293: 2001” Accesibilidad de las Personas con Discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Área higiénico sanitaria.”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2245: 2016: “Accesibilidad de las Personas al Medio Físico Rampas.”

b) Normas Internacionales

- NFPA 10: Extintores Portátiles, Edición 1998
- NFPA 11: Norma para espumas de baja, media y alta expansión, Edición 2010
- NFPA 13: Instalación de sistemas de rociadores, Edición 1996
- NFPA 14: Norma para la Instalación de sistema de tubería vertical y de mangueras. Edición 2010

- NFPA 15: Norma para sistemas fijos de protección contra incendios de agua pulverizada, Edición 2007.
- NFPA 20: Instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios, Edición 1999.
- NFPA 25 Norma para la inspección, comprobación y mantenimiento de sistemas hidráulicos de protección contra incendios, Edición 2011.
- NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles, Edición 1996.
- NFPA 30A: Código de estaciones de servicio automotrices y marítimas, Edición 1196

2.4. Definición de Términos (Glosario)

De acuerdo al Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), en su Norma NTE INEN 2251: “Manejo, Almacenamiento, Transporte y Expendio en los centros de Distribución de combustible Líquidos. Requisitos”, las definiciones a considerar, son:

Gasolina. - La gasolina se obtiene a través de la refinación y tratamiento del crudo pesado, también conocido como petróleo. La composición química del crudo permite que se puedan manipular sus átomos y moléculas para producir un sinnúmero de derivados, entre ellos la gasolina. Sin embargo, debe ser sometida a un proceso de tratamiento ya que, en estado natural, su nivel de calidad y octanaje es muy bajo. (El Comercio, 2012)

Octano (n-octano). - Es un alcano líquido de 8 carbonos, de fórmula C_8H_{18} , lo cual es altamente inflamable que puede reaccionar con oxidantes que provoca riesgos como incendios y explosiones. (OIT Y OMS, 2018)

Gasolina súper (90 octanos). - Está compuesta de plomo, que utilizan los automóviles que no cuentan con catalizador, tiene menos impureza y elementos contaminantes. (Vaca, 2017)

Gasolina extra (85 octanos). - Es una mezcla de hidrocarburos que se usan para la fabricación de combustible más los aditivos mezclados, también posee alto contenido de azufre y otros elementos que ensucian al motor. (Vaca, 2017)

Diésel. - es obtenido del petróleo, es menos explosivo que la gasolina y el queroseno que se destila entre los 250°C y 300°C. el diésel es utilizado en motores de vehículos. (Gruse William , 1964)

Número Cetano. – es un indicador del combustible para auto-encenderse, luego de que este en el motor el diésel. El número cetano del diésel esta entre 45 y 50 que es inverso al número octano. (Bolaños, 2014)

Sustancias Químicas. - Son componentes básicos que todo ser vivo tiene en la tierra. Algunas de esas sustancias existen de forma natural, pero otras son se las utilizan en el día a día como medicamento, los tejidos o combustibles. Las sustancias químicas en grandes cantidades resultan ser nocivas y se las utiliza con los controles adecuados del riesgo que puede presentar. (Goeevento Canadá, 2009)

Sustancias químicas en el medio ambiente. - Todo depende de la cantidad de sustancia liberada, que tipo de químico y la concentración y el lugar. Ciertas sustancias son nocivas al liberarse en el medio ambiente no siempre tendrá un impacto inmediato o visible, pero algunas pueden entrar en la cadena alimentaria acumularse y persistir por muchos años. (Goeevento Canadá, 2009)

GRE (Guía de Respuesta en Caso de Emergencia). - Es una guía para el uso de los primeros respondedores durante un incidente en el transporte que involucra mercancías peligrosas/ materiales peligrosos. (GRE, 2016)

SOFTWARE ALOHA. - (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) “Ubicaciones Regionales de Atmósferas Peligrosas” (EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 2013)

BLEVE. – (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición). La explosión de BLEVE para que se produzca no es necesario que exista reacción química ni algún fenómeno de combustión. Puede producirse por el calentamiento de los tanques y válvulas de venteo. Se puede generar en cualquier tipo de líquido almacenado en tanques herméticos. (Bestratén & Turmo, 2019)

Emisión. - Es una sustancia química que se emite al aire, descargada al agua o colocada en algún tipo de unidad de disposición en el suelo. (TRI Chemical List, 2013)

Exposición. - Situación en que se encuentran las personas, las infraestructuras, las viviendas, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas a amenazas. (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2016)

Ondas de presión. - Son producidas por la elevación de la combustión de una nube o acumulación de vapores inflamables en espacios cerrados. Estas ondas de presión parten de un foco inicial el cual se origina, y se propagan en todas las direcciones del espacio. (Lamirán, 2010)

Prevenir. - Es la acción de preparar algo con anticipación para un fin determinado, que prevé un daño o dificultad. (Gardey, 2010)

Mitigar. - Definir controles para los riesgos que se pudo identificar y evaluar, buscando disminuir la probabilidad de ocurrencia y el impacto que puede ocasionar. (ISO 27001, 2016)

Kml. – Es un formato habitual para compartir datos geográficos con personas que no utilizan GIS, ya que se puede enviar fácilmente en Internet y se puede ver en muchas aplicaciones gratuitas incluida Google Earth y ArcGIS Explorer. (ArcMap, 2016)

Kmz. – es una versión de kml comprimido el z al final sería de zip usados por Google Earth usado también en los usuarios de GIS y público en general. (Ingeografos, 2011)

Shapefile. – es un formato sencillo se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas, se las puede representar por medio de puntos, líneas o polígonos. (ArcMap, 2016)

AEGL. – (Niveles de Guía de explosión aguda) representa el umbral límite de exposición para la población y son aplicables a emergencias para periodos de exposición desde 10 minuto a 8 horas. (cbrn.es (RNBBQ en español), 2015)

IDLH. – Son las siglas de Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud. define la concentración IDLH como concentración del aérea que presenta una amenaza de exposición

para contaminantes aéreos cuando la exposición tiene probabilidades de provocar muerte o efectos adversos relacionados con la salud inmediatos o retrasados o cuando previene el escape de este tipo de ambiente. (Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional - CCSSO, 2006)

LEL. – límites inferior de explosividad concentración mínima de un gas combustible cuando se mezcla con aire donde puede ocurrir una explosión (EDUCACIÓN GENERAL SOBRE GASES, 2020)

UEL. – el límite superior de explosividad concentración máxima de un gas combustible, cuando se mezcla con aire, donde se puede producir una explosión. (EDUCACIÓN GENERAL SOBRE GASES, 2020)

ppm. – (parte por millo) unidad de medida utilizada para pequeñas porciones o concentraciones. (EDUCACIÓN GENERAL SOBRE GASES, 2020)

UTM. – es un sistema de coordenadas geográficas UTM (Universal Transverse Mercator) se utiliza para la referenciación de cualquier punto en la superficie terrestre, utilizando una proyección cilíndrica para representar a la Tierra sobre el plano. (AristaSur, 2014)

2.5. Sistemas de Variables

Riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda y Modelamiento de Dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar las consecuencias.

Variable dependiente: Riesgo de incendio y explosión.

Variable independiente: Modelamiento de dispersión Gaussiano.

2.6 Operacionalización de variables

Tabla 25. Operacionalización de variable Dependiente

Variable Dependiente						
Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Instrumento de Medición
Riesgo de incendio y explosión .	El riesgo de un incendio y explosión podría tener graves consecuencias, ya sea para las personas, medio ambiente y la propiedad. Por eso se debe tomar las medidas adecuadas para evitar estos eventos	Capacidad de los tanques en las estaciones de servicio	Tamaño	Diámetro Longitud Volumen	m m m ³	Fichas técnicas de los tanques
			TOLUENE	Afecta al sistema nervioso, puede producir		Matriz de datos de los tanques
		Fuga	Tóxico	-Se intoxican -Pueden huir en 30 min y no intoxicarse -No se intoxican		Software ALOHA
			Área inflamable de nubes de vapor	-Es poco probable que se inflame -Muy probable que se inflame -No existe posibilidad de que se inflame	<10 m 10 – 12 m <12 m	
		Área de explosión de la nube de vapor	-Ondas de sobrepresión -Radiación térmica		Psi Wh	

Fuente: Valencia E. & Toainga M., 2020

Elaborado: Amangandi L. & Ramos E.

Tabla 27. Operacionalización de variable Independiente

Variable Independiente						
Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Instrumento de Medición
Modelamiento de dispersión Gaussiano.	Permite tener un monitoreo y la regulación ambiental, nos permite calcular la concentración de la sustancia química a nivel del suelo.	Ubicación Geográfica	Coordenadas Geográficas	Ecuador – Bolívar Casco urbano del Cantón Guaranda		Google Earth
		Condiciones Atmosféricas	Velocidad del Viento		4 m/s	
			Temperatura		13 C°	
			Nubosidad	Cubierto completo Nublado Parcialmente nublado Claro	75 %	Datos obtenidos de páginas climatológicas de la ciudad de Guaranda
			Humedad		75 %	
		Rugosidad de la superficie	Clasificación del terreno	Campo abierto Urbano o forestal Agua abierta	0.01 m 1-3 m 0.0001 m	

Fuente: Valencia E. & Toaingá M., 2020

Elaborado: Amangandi L. & Ramos E.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Niveles de investigación

Para la elaboración de la tesis se ha utilizado los siguientes niveles de investigación según el nivel de profundización en el objetivo de estudio, mismas que se mencionan a continuación:

Exploratorio: trata sobre el reconocimiento de las estaciones de servicio en estudio, en la cual se pone en contacto directo con la realidad del problema y sus afectaciones en caso de ocurrir un incendio o una explosión, en cualquier área de la estación de servicio. (Ander-Egg, 2017)

Descriptiva: se determinó todos los parámetros que inciden en la amenaza de incendio o explosión en las estaciones de servicio, estimando parámetros de confianza.

Explicativa: se determinó las causas, consecuencias, gravedad (vida, ambiente, propiedad) del incendio o explosión. Por lo que se utilizó diferentes métodos, como el método de dispersión Gaussiano, meseri y otros.

Cuantitativa: se realizó el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición, permitiendo un mayor nivel de inferencia.

3.2. Diseño

No experimental: este tipo de investigación se basa fundamentalmente en la observación.

Deductivo: se realizó estudios de la realidad y la búsqueda de verificación o falsación de las áreas que componen las estaciones de servicio, de acuerdo, a sus normativas vigentes.

Heurístico: Se utiliza técnicas o métodos inteligentes, para realizar la matriz ISES (Índice de Seguridad en las Estaciones de Servicio) tomando como base el ISU de la Universidad Estatal de Bolívar Creado por el Ing. Paul Sánchez, la matriz Hazard Identification and Evaluation, otros., lo cual aporta soluciones a problemas combinatoriales con un buen rendimiento en lo referente a calidad y a los recursos empleados, procurando cierto grado de confianza al encontrar soluciones de alta calidad.

3.3. Población y muestra

En Guaranda operan 5 Estaciones de Servicio del casco Urbano y 1 fuera de la ciudad, según los registros que posee el Cuerpo de Bomberos de Guaranda.

Tabla 28. Población

ESTACIONES DE SERVICIO
Estación de Servicio “González”
Estación de Servicio “Meza”
Estación de Servicio “Siete Colinas”
Estación de Servicio “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”

Fuente: Estaciones de Servicio estudiadas

Elaborado por: Amangandi, L.; Ramos, E.; 2021

Para el previo estudio se escogió una población total de cuatro Estaciones de Servicio distribuidas en el casco urbano de Guaranda. Debido a sus características estructurales, no estructural, funcional y administrativo, se consideró como población para el estudio.

Tabla 29. Total, de empleados en las Estaciones de Servicio

ESTACIONES DE SERVICIO	Hombres	Mujeres	Total
Estación de Servicio “González”	3	4	7
Estación de Servicio “Meza”	2	2	4
Estación de Servicio “Siete Colinas”	4	0	4
Estación de Servicio “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”	6	0	6
Total	15	6	21

Fuente: Estaciones de Servicio estudiadas

Elaborado por: Amangandi, L.; Ramos, E.; 2021

Se trabajo con 21 personas de las 4 estaciones de Servicio del casco urbano de Guaranda detallando cuantas mujeres y hombres laboran en la misma.

Cabe mencionar que existe el Hospital Enrique Becerra y el Hospital del IESS del Dr. Humberto del Pozo, que se ubican frente a 2 de las Estaciones de Servicio en estudio.

3.4. Técnicas o instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos utilizadas para nuestras variables de interés son:

Investigación de Campo

Mediante el acercamiento directo con el objeto de estudio su ambiente se puede obtener información en la que se identifica y cuantifica áreas y familias que se verían afectadas por el almacenamiento de químicos peligrosos en las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda.

Entrevista

Al ser una herramienta de investigación mediante cuestionarios es factible indagar y tener precisión acerca de los datos de la cantidad de químicos peligrosos que almacena las Estaciones de Servicio y el número de clientes, mismas que se abastecen de combustible, por lo que se verían afectados en caso de ocurrir un incendio o explosión.

Instrumento

Se realizó un cuestionario semiestructurado a través de un diálogo entre la administrador/a o el/la encargada en la Estación de Servicio y nosotras. (Se visualiza en el **Anexo 1**)

Observación

Mediante la observación se puede evidenciar las áreas más susceptibles a ocurrir un incendio o explosión por la presencia de químicos peligrosos.

Bibliográfica

Contar con una base legal para fundamentar el estudio de las afectaciones por el almacenamiento de químicos peligrosos y modelamiento de dispersión Gaussiano en las estaciones de servicio, analizando cada libro, artículo y módulos orientados al tema planteado.

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.

Objetivo 1

Para la realización de la identificación y georreferenciación de las estaciones de servicio en estudio se ha utilizado Apps UTM Geo Map, es una aplicación completa, fácil de usar y gratuita para topografía, Batimetría y GIS y varias áreas relacionadas con mapas, ubicación, dirección, coordenadas y análisis espacial. Se utiliza como herramienta para determinar la posición, dirección, coordenada, ubicación, distancia, medición de área, otros. (GOOGLE PLAY, 2020)

Con Google Earth Pro se realizó la toma de la ubicación de las cuatro Estaciones de Servicio, es una herramienta fundamental de investigación, colaboración y presentación para información específica sobre un lugar. Ofreciendo datos espaciales disponibles de manera pública. (Google Earth Pro, 2020)

Objetivo 2.

Para la generación de mapas en el software ALOHA se utilizó las siguientes opciones atmosférica:

- ✓ Velocidad del viento, dirección del viento, nubosidad, temperatura, humedad y la rugosidad del suelo. Estos datos son tomados en tiempo real del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología)

Para los tanques se requieren los siguientes datos:

- ✓ Diámetro
- ✓ Longitud
- ✓ Cantidad de galones

Los datos obtenidos en el objetivo 1, se utilizaron para este objetivo y plantearlo en el software ALOHA (se realizó cálculos manuales para la cantidad de galones de los tanques) tiene como resultado un radio que muestra la zona de amenaza de radiación térmica, exportándolo a formato KML para ser visualizado en Google Earth. permitiendo al usuario observar de forma topográfica las zonas afectadas.

Objetivo 3.

Por lo tanto, todos los resultados obtenidos en cada objetivo son indispensables para acercamiento de posibles emergencias ante un incendio y explosión, permitiendo generar resultados en la toma de decisiones por parte de las estaciones de servicio, el COE, GAD Municipal del Cantón Guaranda, Cuerpo de Bomberos y otras entidades que permiten responder de forma inmediata.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultados según objetivo 1. Identificar los riesgos de incendio y explosión mediante la georreferenciación de las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda.

Para la identificación de los riesgos de incendio y/o explosión se ha creado e implementado matrices que se muestran a continuación:

En la **Tabla 30**, se puede evidenciar los resultados de los Índices de Seguridad de las 4 Estaciones de Servicio en estudio.

En la Estación de Servicio “González” nos da un riesgo medio ya que posee un índice de seguridad de Nivel II, misma que nos muestra que la infraestructura podría colapsar, en la que se debe tomar medidas a corto y mediano plazo. (Se visualiza en el **Anexo 2**)

En las Estaciones de Servicio “Meza”, “Siete Colinas” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar” nos da un riesgo bajo tiene un índice de seguridad de Nivel I, misma que podría seguir funcionando a pesar de suscitarse Eventos Adversos, el monitoreo es mandatorio.

La matriz del ISES (Índices de Seguridad de las Estaciones de Servicio) se ha calculado de manera individual de acuerdo a los parámetros establecido. (Se visualiza en el **Anexo 3, 4 y 5**)

Tabla 30. TABLA RESUMEN - ÍNDICE DE SEGURIDAD DE ESTACIONES DE SERVICIO

	ESTACION DE SERVICIO	"GONZALES"	"MEZA"	"SIETE COLINAS"	"NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR"
	CÓDIGO	PBCG - ES 001	PBCG - ES 002	PBCG - ES 003	PBCG - ES 004
Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad	0,66	0,65	0,65	0,68
	Índice de seguridad	0,34	0,35	0,35	0,32
CALCULO DEL RIESGO	Probabilidad	4	1	3	2
	RIESGO	2,6	0,6	1,9	1,3
RESULTADO	Índice de Seguridad	NIVEL II	NIVEL I	NIVEL I	NIVEL I
	Riesgo	Riesgo Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo

Fuente: (Sánchez, 2016)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

En la **Tabla 31**, se puede evidenciar los resultados de la matriz de Identificación y Evaluación de Peligros de las 4 Estaciones de Servicio en estudio.

En las Estaciones de Servicio “González”, “Meza”, “Siete Colinas” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar” nos muestra, en el riesgo de incendio, ya que posee un nivel medio, en la que se debe tomar medidas preventivas y correctivas para mejorar el funcionamiento dentro de las estaciones de servicio reduciendo así a un nivel bajo de incendio.

En las Estaciones de Servicio “González”, “Meza”, “Siete Colinas” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar” nos muestra, en el riesgo de explosión, un nivel alto, en el cual deberán generar procedimiento, alarmas para la toma de decisiones con ayuda de los modelamientos que se generan en este estudio.

La matriz de Hazard Identification and Evaluation (Identificación y Evaluación de Peligros) se ha calculado de manera individual de acuerdo a los parámetros establecido. (Se visualiza en el **Anexo 6,7,8 y 9**)

Tabla 31. TABLA RESUMEN - HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION

ESTACION DE SERVICIO	"GONZALES"	"MEZA"	"SIETE COLINAS"	"NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR"
CÓDIGO	PBCG - ES 001	PBCG - ES 002	PBCG - ES 003	PBCG - ES 004
RIESGO INCENDIO	2,15	2,32	2,12	2,36
NIVEL DE RIESGO	Medio	Medio	Medio	Medio
RIESGO EXPLOSIÓN	3,37	3,51	3,43	3,33
NIVEL DE RIESGO	Alto	Alto	Alto	Alto

Fuente: (Sánchez, Chemical Reduction Emergencies, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

En la **Tabla 32**, se puede evidenciar los resultados de la matriz MESERI (Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio) de las 4 Estaciones de Servicio en estudio.

En las Estaciones de Servicio “González”, “Meza” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar” nos muestra, el índice de vulnerabilidad de incendio, ya que posee un nivel de riesgo alto, en la que se debe de corregir y ser adoptado a nuevas medidas de control para su mejora.

En la Estación de Servicio “Siete Colinas” nos muestra, el índice de vulnerabilidad de incendio de 5,45 tiene un nivel de riesgo medio, en la que se debe realizar mejoras en las diferentes áreas si así lo requiere.

La matriz MESERI (Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio) se ha calculado de manera individual de acuerdo a los parámetros que establece la propia matriz. (Se visualiza en el **Anexo 10, 11, 12 y 13**)

Tabla 32. TABLA RESUMEN - MESERI (MÉTODO SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO)

ESTACION DE SERVICIO	"GONZALES"	"MEZA"	"SIETE COLINAS"	"NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR"
CÓDIGO	PBCG - ES 001	PBCG - ES 002	PBCG - ES 003	PBCG - ES 004
INDICE DE VULNERABILIDAD DE INCENDIO	4,60	4,71	5,45	4,37
NIVEL DE RIESGO	Alto	Alto	Medio	Alto

Fuente: Ing. Paul Sánchez, 2016 (ISU) & Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo, 2020. (MESERI)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Ubicaciones geográficas de las Estaciones de Servicio.

Ubicación Geográfica. - se encuentra ubicada en la Provincia de Bolívar, ubicada a 2.668 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura de 16°C en promedio, sus coordenadas geográficas son 1°35'25.70"S y 78°59'58.26"O (722563.98 m E Y 9824096.70 m S).

Límites. – al norte por la Provincia de Cotopaxi, al sur con los cantones Chimbo y San Miguel, al este de la Provincia de Chimborazo y Tungurahua y al oeste por los cantones de las Naves, Caluma y Echeandía.

Aspecto demográfico. – una población total de 91.877 habitantes 44.353 hombres y 47.524 mujeres. (INEC, 2010)

Ilustración 3. Las 4 estaciones del Casco Urbano de Guaranda



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Estación de Servicio González

Ubicación: en la Vía Ambato Guaranda, al norte el Banco desarrolló, al sur el Hospital Enrique Becerra, al oeste la calle Sucre. 1° 35.972'S y 78° 59.951'O (722610.00 m E y 9823107.00 m S).

- ✓ Área: 1.564 m²
- ✓ Referencias históricas: incendio en un automóvil fue extinguido por el personal de la estación.
- ✓ Clientes: 6000 al día
- ✓ Vías de Acceso: Vía Guaranda - Ambato
- ✓ Características de la edificación y distribución interna: Hormigón armado planta baja, con una oficina, baños para hombre/mujeres y para personas con discapacidad, tienda, cuarto para los desechos, un cuarto de máquinas y estacionamiento.
- ✓ Recursos de seguridad con los que cuentan: extintores, gabinete contra incendios y cisterna de agua.

Ilustración 4. Ubicación de la Estación de Servicio "González"



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Estación de Servicio Meza

Ubicación: en la Vía. Ambato Guaranda, al norte la casa del Gaucho, al sur la ciudad de Guaranda. 1° 35.077'S y 78° 59.576'O (723284.00 m E y 9824748.00 m S)

- ✓ Área: 3.294 m²
- ✓ Referencias históricas: derrames de los surtidores
- ✓ Clientes: 6000 al día
- ✓ Vías de Acceso: Vía Guaranda - Ambato
- ✓ Características de la edificación y distribución interna: Hormigón armado planta baja, con una oficina, cuarto de máquinas, vivienda, baños para hombre/mujeres y para personas con discapacidad, tienda, bodega, cuarto para los desechos y estacionamiento.
- ✓ Recursos de seguridad con los que cuentan: extintores, gabinete contra incendios y cisterna de agua.

Ilustración 5. Ubicación de la Estación de Servicio "Meza"



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Estación de Servicio Siete Colinas

Ubicación: en la Vía. Ambato Guaranda, al norte Mecánica Automotriz Lema "Salinero", al oeste EL Hospital del IESS Guaranda (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social). 1° 34.892'S y 79° 0.061'O (722406.00 m E y 9825078.00 m S)

- ✓ Área: 1.982 m²
- ✓ Referencias históricas: derrame en surtidores en el momento del expendio del combustible
- ✓ Clientes: 6000 al día
- ✓ Vías de Acceso: Vía Guaranda - Ambato
- ✓ Características de la edificación y distribución interna: Hormigón armado planta baja, con una oficina, cuarto de máquinas, baños para hombre/mujeres y para personas con discapacidad, tienda, bodega, cuarto para los desechos y estacionamiento.
- ✓ Recursos de seguridad con los que cuentan: extintores, gabinete contra incendios y cisterna de agua.

Ilustración 6. Ubicación de la Estación de Servicio “Siete Colinas”



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Estación de Servicio Norte del sindicato de Choferes de Bolívar.

Ubicación: Se encuentra ubicada en la avenida Ernesto Che Guevara, al norte la UEB, al sur Bluebird (Cafetería). 1° 34.524'S y 79° 0.248'O (722063.00 m E y 9825742.00 m S)

- ✓ Área: 2.896 m²
- ✓ Referencias históricas: derrame de combustible en el área de expendio.
- ✓ Clientes: 6.000 al día
- ✓ Vías de Acceso: Vía Guaranda - Ambato
- ✓ Características de la edificación y distribución interna: Hormigón armado planta baja, con una oficina, cuarto de máquinas, baños para hombre/mujeres y para personas con capacidades especiales, un bloque para la tienda y los desechos y estacionamiento.
- ✓ Recursos de seguridad con los que cuentan: extintores, gabinete contra incendios y cisterna de agua.

Ilustración 7. Ubicación de la Estación de Servicio "Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar "



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN)

La Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013 es una traducción de la norma internacional ISO 3864-1:2011, reemplazada a la NTE INEN 439:1984 Colores, señales y símbolos de seguridad.

Para la realización de los mapas de Riesgos se ha utilizado esta norma nacional estandarizando un sistema de información de seguridad que se basa en la utilización de pocas palabras para alcanzar la mejor comprensión, mismas, que establece los colores para la identificación de seguridad y los diseños para las señales de seguridad e indicaciones a ser utilizadas en los lugares de trabajo y áreas públicas con el propósito de prevenir accidentes, protección contra incendios, información sobre riesgos a la salud y evacuación de emergencia, es decir, es aplicable para los lugares en los que necesiten tratarse temas de seguridad relacionadas con personas.

La educación es una parte esencial de cualquier sistema que proporciona información de seguridad. (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

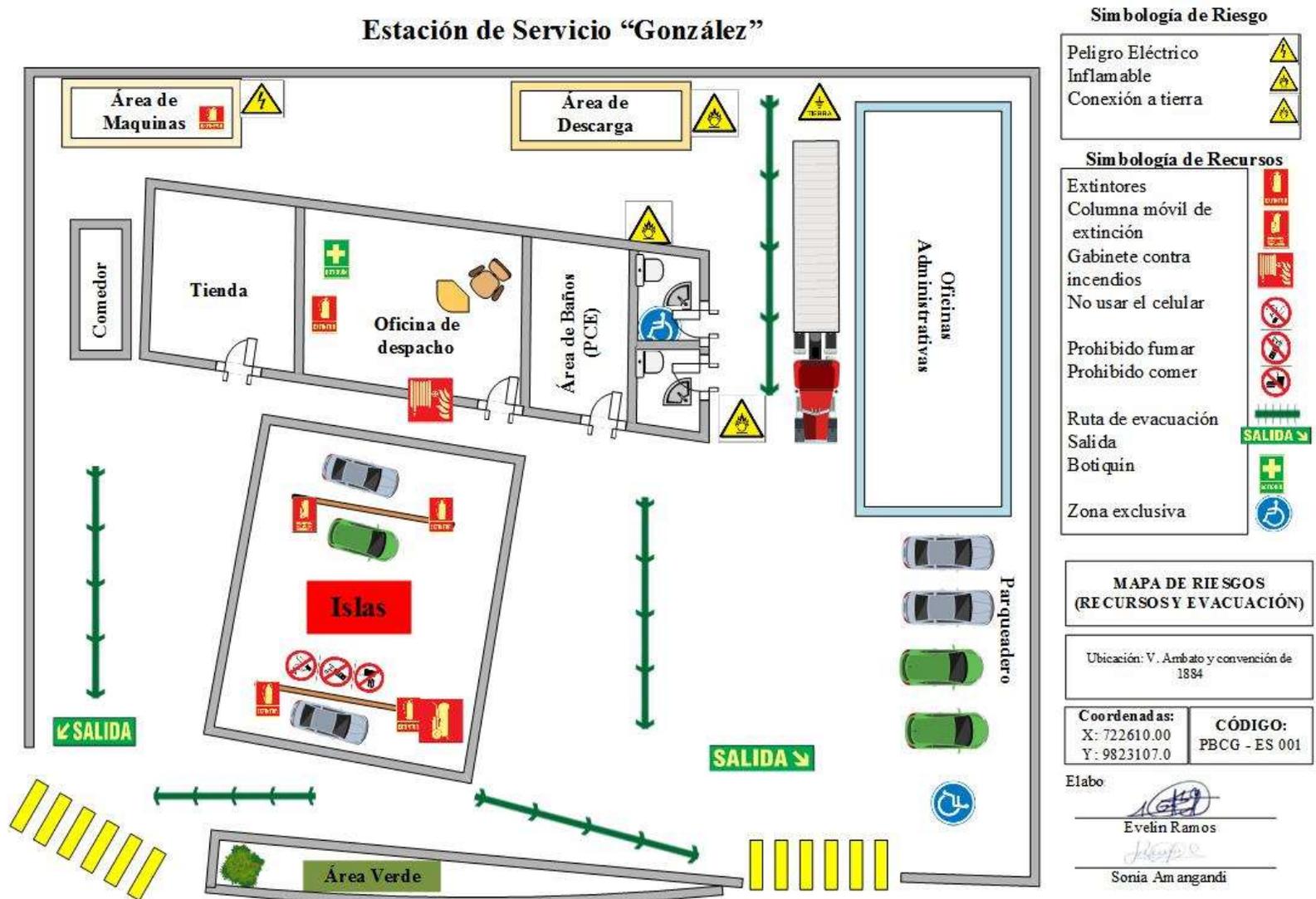
Se ha tomado como referencia el Catálogo General de Señalización de Madrid, 2018 donde se evidencia en los mapas de recurso las características de todas las señaléticas que debe contener una Estación de servicio. Las señales de Protección contra incendios tienen que cumplir la normativa vigente, ser fotoluminiscentes, incluir mes y año de fabricación, el número de lote, con su respectivo ensayo de Luminiscencia realizado por un laboratorio. (CATÁLOGO GENERAL DE SEÑALES DE SEGURIDAD, 2018)

Norma UNE 23032 – 2015, muestra los símbolos gráficos para zonas de refugio zonas de confinamiento y accesibilidad, a la vez se muestra los recorridos de evacuación y los recursos contra incendio, emergencia, obligación, prohibición y peligro, utilizando los pictogramas de la norma EN ISO 7010 - 2012 a nivel Europeo. (UNE 23032, 2015)

La **imagen 1, 2, 3 y 4** contiene los mapas de Riesgos (recurso y evaluación) de las 4 estaciones de servicio en estudio, permitiendo identificar las áreas de almacenamiento, expendio, administrativo, comedor, tienda, baños y las zonas con más peligro, prohibiciones que deben tener los clientes al momento de abastecerse de combustible, rutas de evacuación, parqueadero, etc. Estos mapas ayudan a ser mejor visualizados para cualquier persona al dirigirse a uno de los lugares marcados.

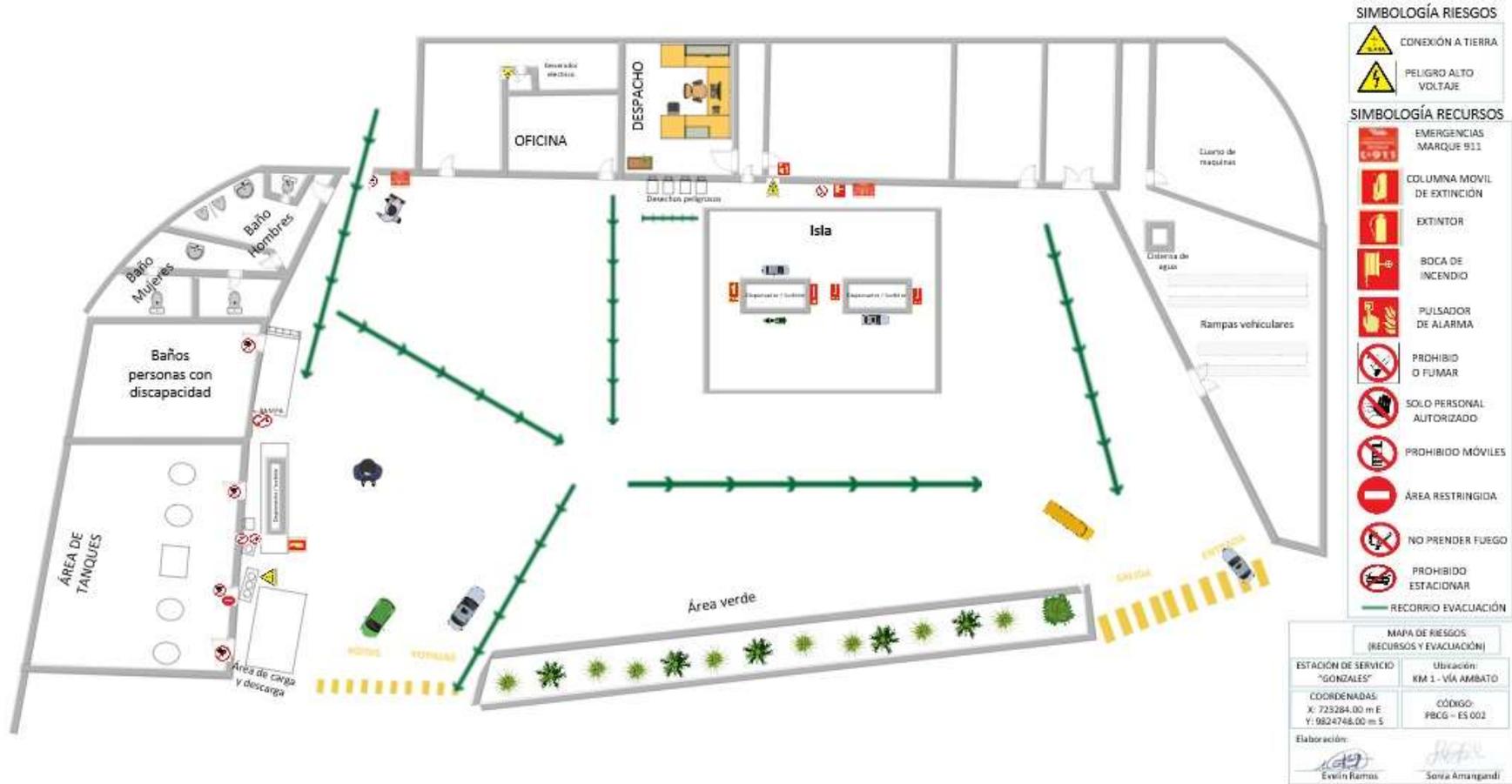
Imagen 1. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “GONZÁLEZ”

Estación de Servicio “González”



Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2021.

Imagen 2. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “MEZA”



Elaborado por: Amangandi L, & Ramos E. 2021

Imagen 3. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “SIETE COLINAS”

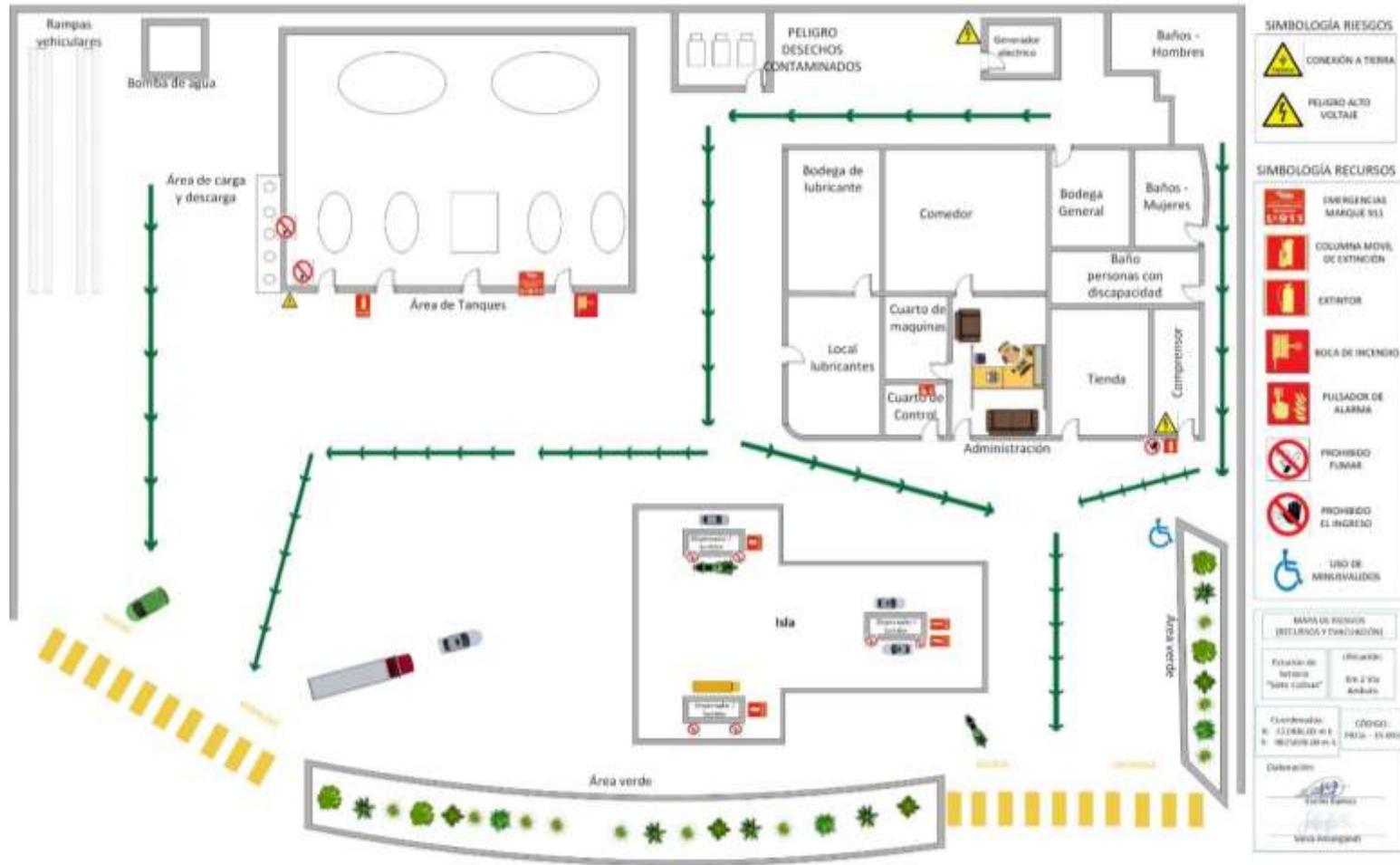
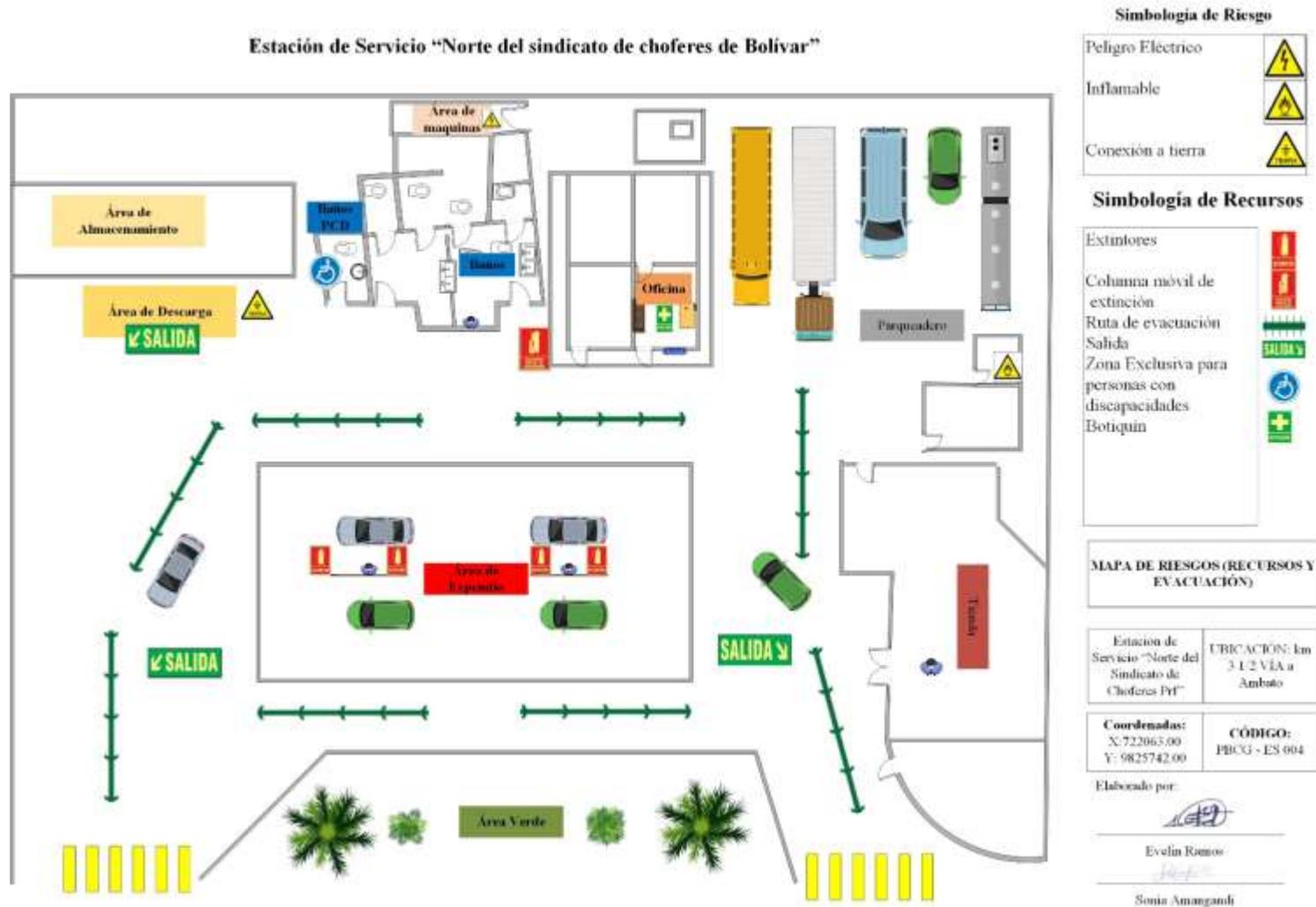


Imagen 4. MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUACIÓN) ESTACIÓN DE SERVICIO “NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR”



Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2021.

4.2. Resultados según objetivo 2: Generar mapas de modelamiento de dispersión gaussiano, en formato KML de los eventos peligros de las estaciones de servicio, octubre 2020.

Modelamiento de dispersión Gaussiano - BLEVE

Estación de servicio "González".

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,47 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 1102 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700pm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100°C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 27,107 ppm o 2,71%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 2 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: C

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7.12 pies Longitud del tanque: 22.16 pies

Volumen del tanque: 6,600 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 22,3 toneladas El tanque está lleno al 92%

Presión interna en caso de falla: 40,7 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 158m Duración de la combustión: 11 segundos

Diámetro del fuego de la piscina: 1m Duración de la quema: 36 segundos

Longitud de la llama: 6m

ZONA DE AMENAZA:

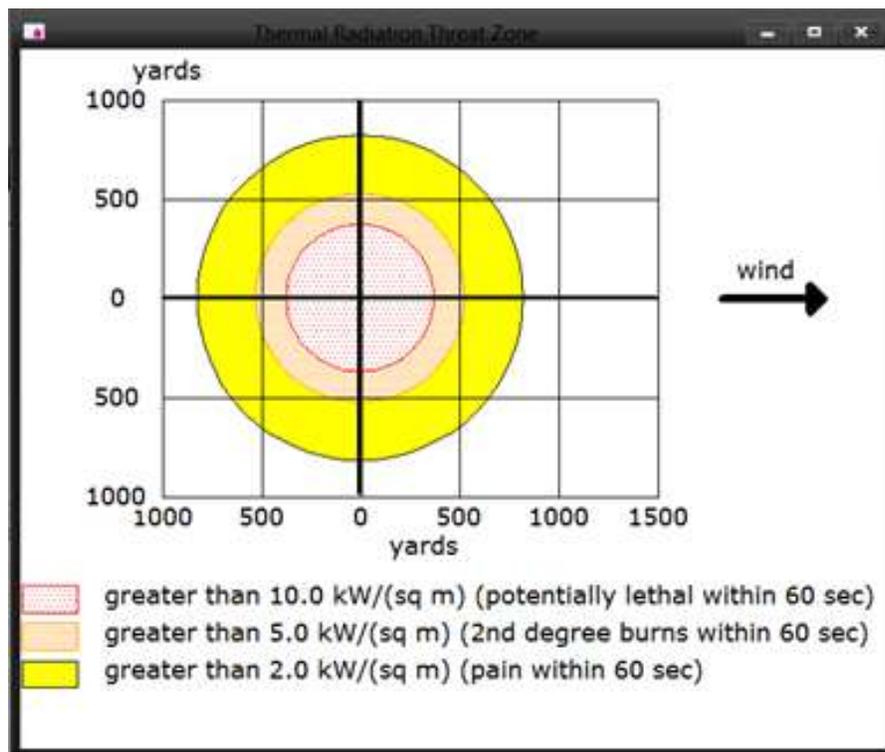
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **Figura 1**)

Rojo: 188m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 273m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 437m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 1. Zona de radiación térmica – 6600 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

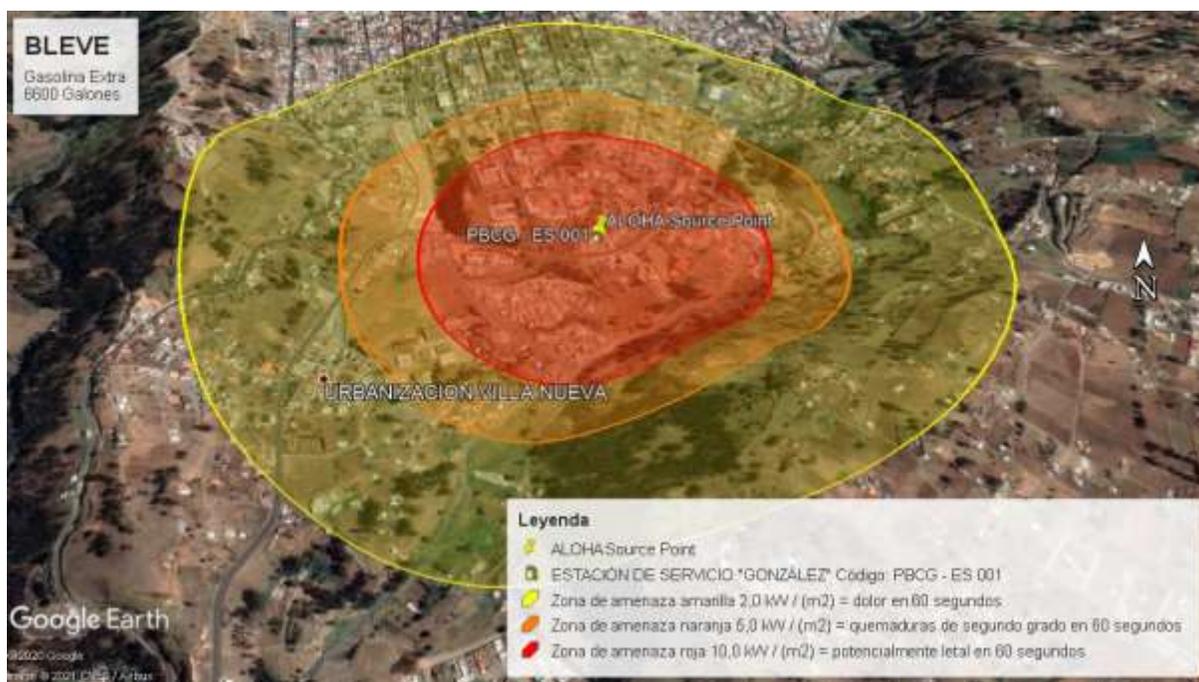
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 8** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, donde la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 364 propiedades y 1820 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; “Hospital Básico Becerra”, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez, Unidad Educativa Guaranda, 1 escuela, Unidad Educativa de Inicial - Fiscal “Teresa León de Noboa”, talleres del GAD, Distrito de Educación, la vía panamericana y el río Guaranda, tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 23.220.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 15**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Se recalca que los tanques de esta estación se encuentran ubicados bajo la superficie del suelo.

Ilustración 8. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 6600 Galones de Gasolina Extra.



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,44 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 1249 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 27,107 ppm o 2,71%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: C

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 8.14 pies Longitud del tanque: 23.12 pies

Volumen del tanque: 9,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 31.0 toneladas El tanque está lleno al 94%

Presión interna en caso de falla: 40,7 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 176m Duración de la combustión: 12 segundos

Diámetro del fuego de la piscina: 0.9m Duración de la quema: 36 segundos

Longitud de la llama: 7m

ZONA DE AMENAZA

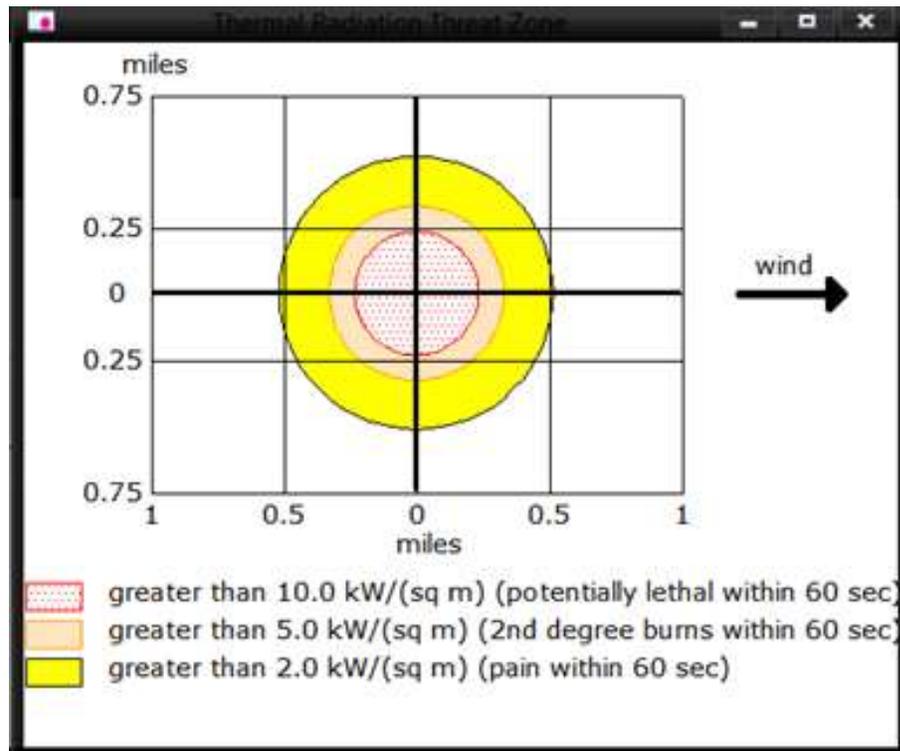
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **Figura 2**)

Rojo: 377m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 483m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 831m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 2. Zona de radiación térmica 9000 Galones Extra



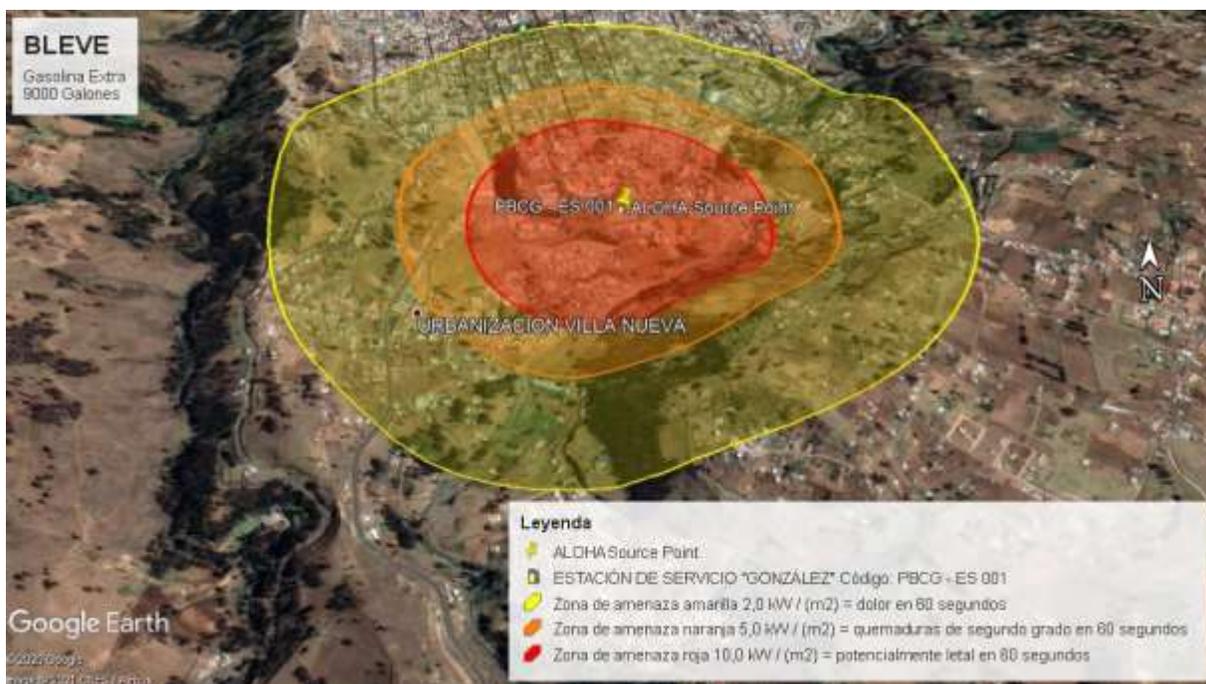
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 9** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 387 propiedades y 1940 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; “Hospital Básico Becerra”, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez, Unidad Educativa Guaranda, 1 escuela, Unidad Educativa de Inicial - Fiscal “Teresa León de Noboa”, talleres del GAD, Distrito de Educación, la vía panamericana y el rio Guaranda, que tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 25.385.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 15**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 9. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 9000 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 1353 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 27,107 ppm o 2,71%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 10.56 pies Longitud del tanque: 23.811 pies

Volumen del tanque: 15,600 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 53,3 toneladas El tanque está lleno en un 94%

Presión interna en caso de falla: 40,7 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 211m Duración de la combustión: 13 segundos

Diámetro del fuego de la piscina: 2m Duración de la combustión: 36 segundos

Longitud de la llama: 7 m

ZONA DE AMENAZA:

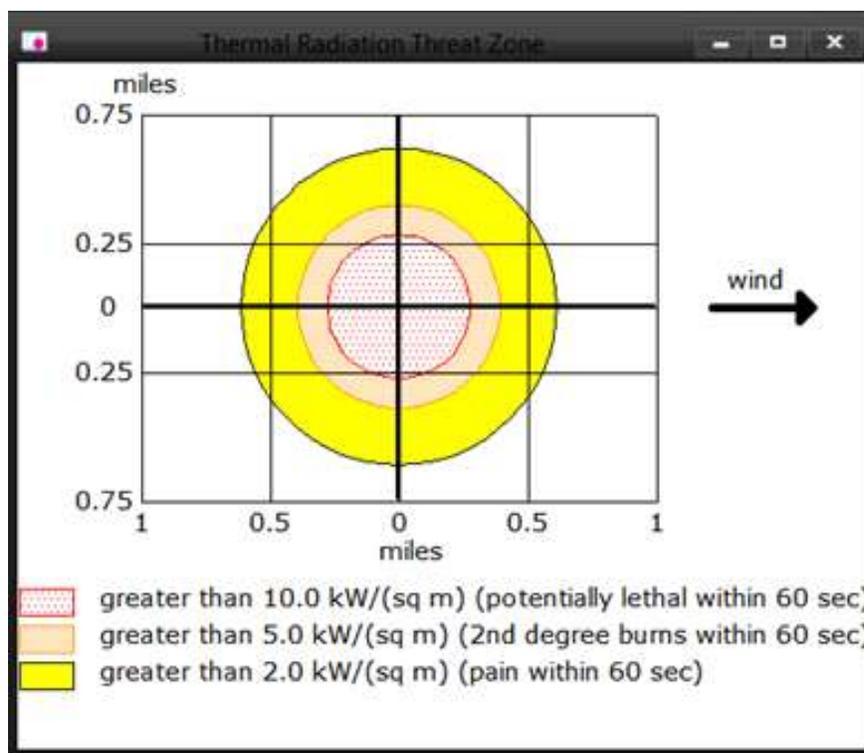
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **Figura 3**)

Rojo: 447m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 633m --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 988m--- (2,0 kW / (m2) = dolor en 60 segundos)

Figura 3. Zona de radiación térmica 15600 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 10** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición), el total 15600 galones de los 2 tanques de gasolina extra (6600gl – 9000gl) cuenta con 3 zonas de amenaza, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 440 propiedades y 2205 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; “Hospital Básico Becerra”, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez, Unidad Educativa Guaranda, 1 escuela, Unidad Educativa de Inicial - Fiscal “Teresa León de Noboa”, talleres del GAD, Distrito de Educación, la vía panamericana y el rio Guaranda, que tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 26.180.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 15**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 10. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 15600 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 1306 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100°C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 27,107 ppm o 2,71%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 6.67 pies Longitud del tanque: 16.07 pies

Volumen del tanque: 4200 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 13,5 toneladas El tanque está lleno al 88%

Presión interna en caso de falla: 40,7 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 133m Duración de la combustión: 9 segundos

Diámetro del fuego de la piscina: 0,9m Duración de la quema: 36 segundos

Longitud de la llama: 5m

ZONA DE AMENAZA:

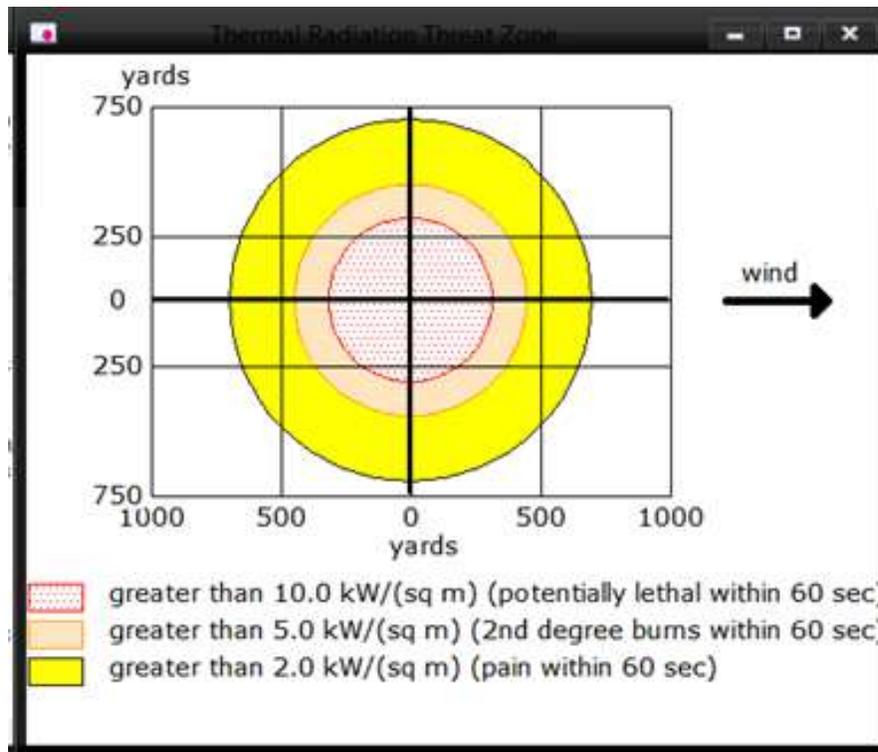
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego, (Se visualiza en la **Figura 4**)

Rojo: 289m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 408m --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 638m --- (2.0 kW / (m2) = dolor en 60 segundos)

Figura 4. Zona de radiación térmica 4200 Galones Super



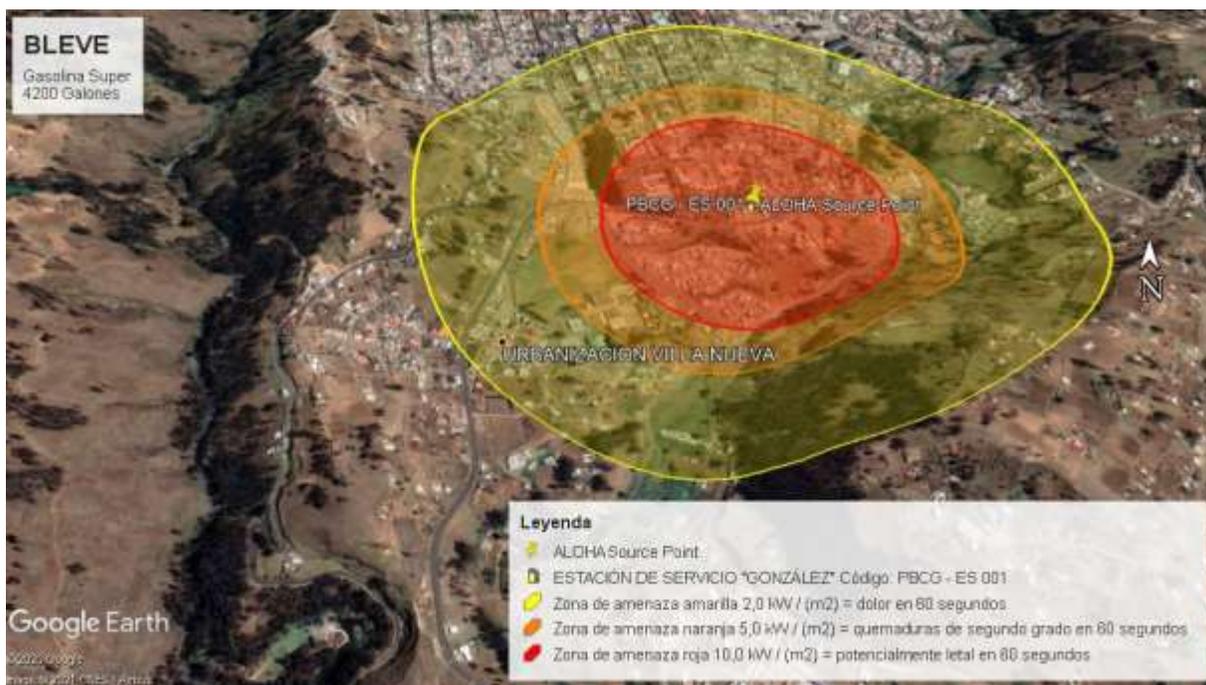
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 11** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 348 propiedades y 1540 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; “Hospital Básico Becerra”, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez, Unidad Educativa Guaranda, 1 escuela, Unidad Educativa de Inicial - Fiscal “Teresa León de Noboa”, talleres del GAD, Distrito de Educación, la vía panamericana y el río Guaranda, tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 23.720.000,00 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 15**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 11. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 4200 Galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 14 de enero de 2021 1645 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 27°C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,42 atm

Concentración de saturación ambiental: 583,819 ppm o 58,4%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 8.14 pies Longitud del tanque: 23.12 pies

Volumen del tanque: 9,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 22,5 toneladas El tanque está lleno en un 94%

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100%

Diámetro de la bola de fuego: 158m Duración de la combustión: 11 segundos

ZONA DE AMENAZA:

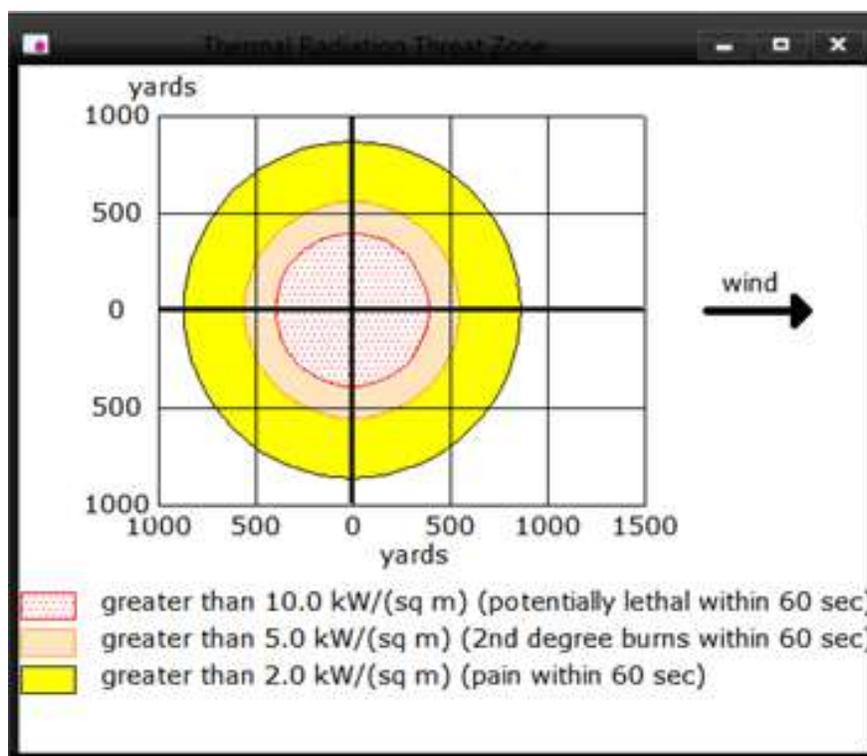
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **Figura 5**)

Rojo: 358m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 507m--- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 790 m--- (2.0 kW / (m2) = dolor en 60 segundos)

Figura 5. Zona de radiación térmica 9000 Galones de Diésel



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 12** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 365 propiedades y 1825 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; “Hospital Básico Becerra”, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez, Unidad Educativa Guaranda, 1 escuela, Unidad Educativa de Inicial - Fiscal “Teresa León de Noboa”, talleres del GAD, Distrito de Educación, la vía panamericana y el río Guaranda, tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 25.055.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 15**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 12. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 9000 Galones de Diésel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión Gaussiano – POOL FIRE

Estación de servicio "González".

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1520 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 193°C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 27,107 ppm o 2,71%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7.12 pies Longitud del tanque: 22.16 pies

Volumen del tanque: 6,600 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 22,3 toneladas El tanque está lleno al 92%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5.70 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 27 yardas Duración de la combustión: 4 minutos

Tasa máxima de quemado: 1,180 libras / min

Cantidad total quemada: 3,271 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 12m.

ZONA DE AMENAZA:

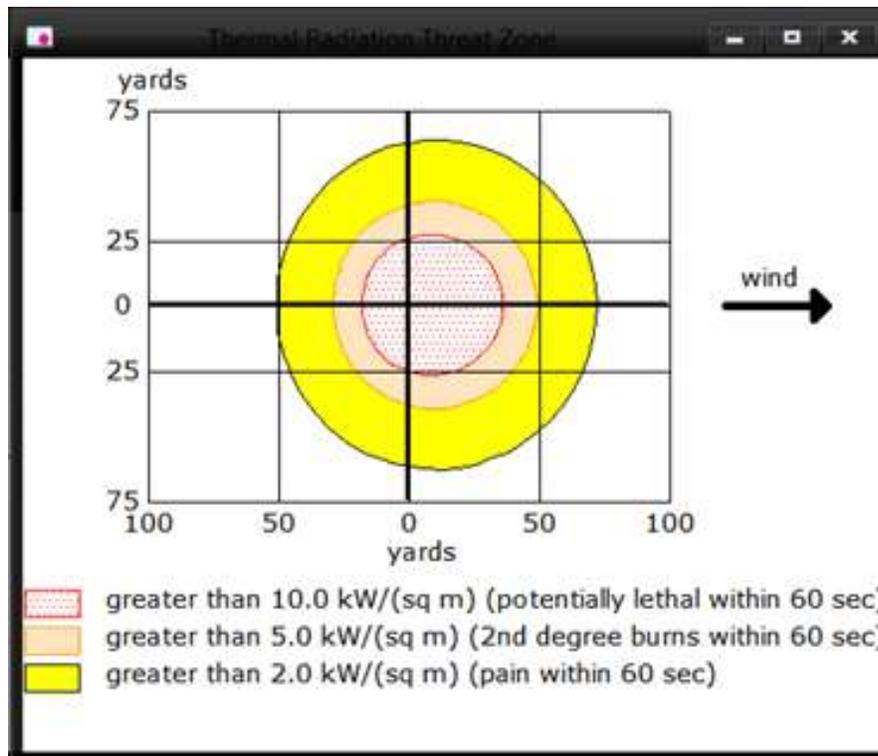
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 6**)

Rojo: 32m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 45m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 66m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 6. Zona de radiación térmica 6600 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 13** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 1 propiedad y 5 personas afectada aproximadamente, la vía principal panamericana y la estación de servicio, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Ilustración 13. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 6600 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Intercambios de aire del edificio por hora: 0,88 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1543 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100°C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.018 atm

Concentración de saturación ambiental: 24,181 ppm o 2,42%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: campo abierto Cubierto de nubes: 7 décimas

Temperatura del aire: 11 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 8.14 pies Longitud del tanque: 23.12 pies

Volumen del tanque: 9,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 11 ° C

Masa química en el tanque: 31,1 toneladas El tanque está lleno al 94%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La apertura es de 6.51 pies desde el fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 30 yardas Duración de la combustión: 6 minutos

Tasa máxima de quemado: 1,870 libras / min

Cantidad total quemada: 5,805 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 15m.

ZONA DE AMENAZA:

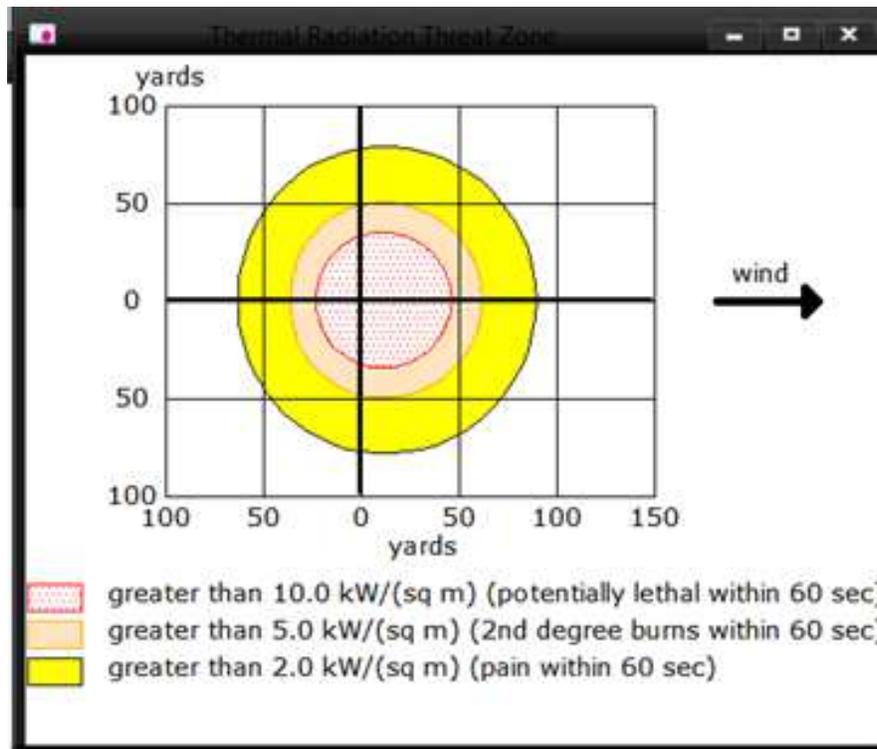
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 7**)

Rojo: 42m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 57m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 82m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 7. Zona de radiación térmica 9000 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 14** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tien como resultado 2 propiedad y 10 personas afectadas aproximadamente, la estación de servicio y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Ilustración 14. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 9000 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,84 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1554 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100°C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.018 atm

Concentración de saturación ambiental: 24,181 ppm o 2,42%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 11 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 10.56 pies Longitud del tanque: 23.811 pies

Volumen del tanque: 15,600 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 11 ° C

Masa química en el tanque: 53,4 toneladas El tanque está lleno en un 94%

Diámetro de apertura circular: 40 centímetros

La abertura está a 8.45 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 37m Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 3660 libras / min

Cantidad total quemada: 9,256 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 21m.

ZONA DE AMENAZA:

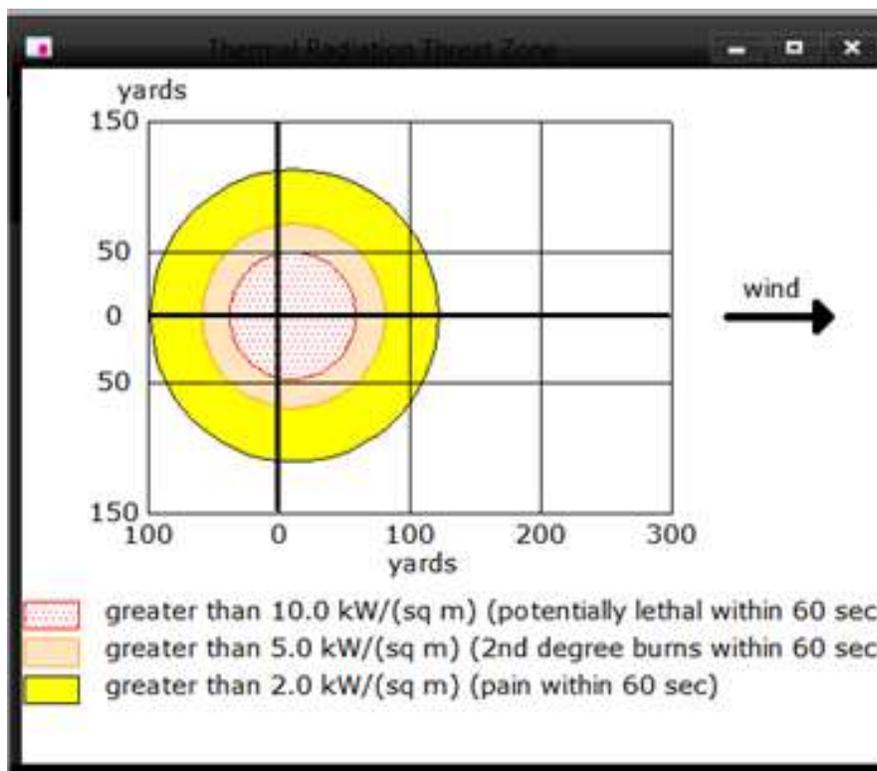
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 8**)

Rojo: 54m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 75m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 112m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 8. Zona de radiación térmica 15600 Galones Extra

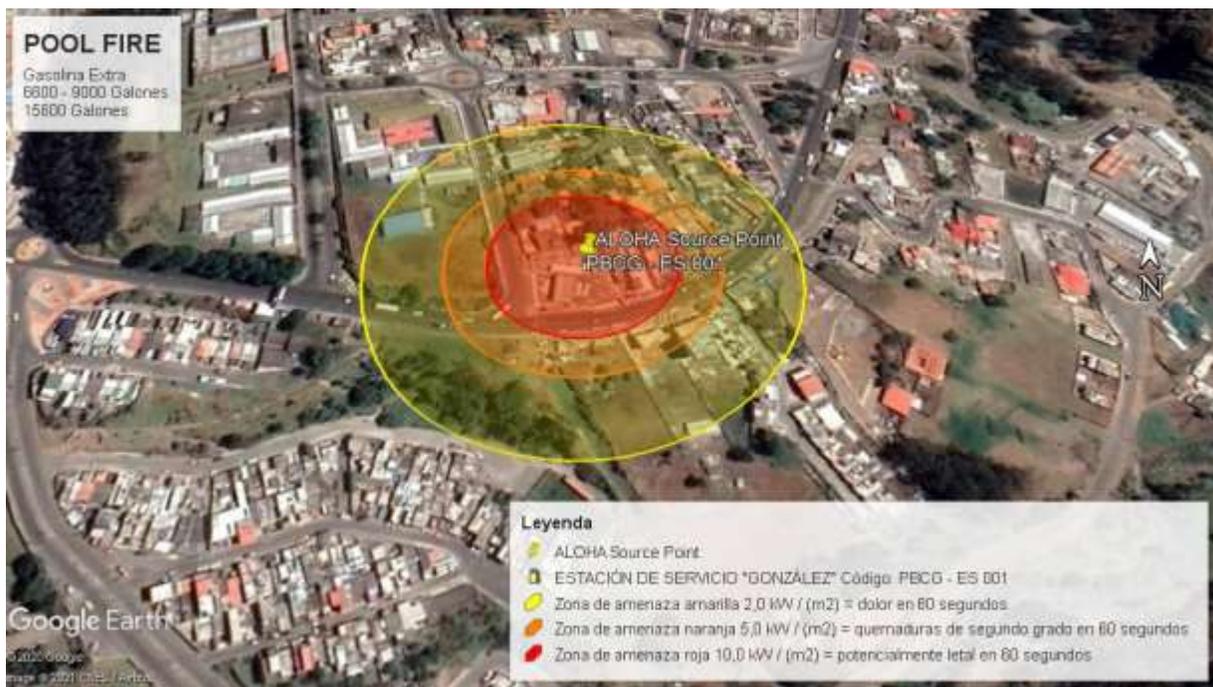


Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 15** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) el total 15600 galones de los 2 tanques de gasolina extra (6600gl – 9000gl) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 3 propiedad y 15 personas afectada aproximadamente, la estación de servicio y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Ilustración 15. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 15600 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0.97 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1625 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,0042 atm

Concentración de saturación ambiental: 5.737 ppm o 0,57%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 11 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 6.67 pies Longitud del tanque: 16.07 pies

Volumen del tanque: 4200 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 11 ° C

Masa química en el tanque: 13,8 toneladas El tanque está lleno al 88%

Diámetro de apertura circular: 20 pulgadas

La abertura está a 5.34 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 26 yardas Duración de la combustión: 2 minutos

Tasa máxima de quemado: 1390 libras / min

Cantidad total quemada: 2,392 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 13m.

ZONA DE AMENAZA:

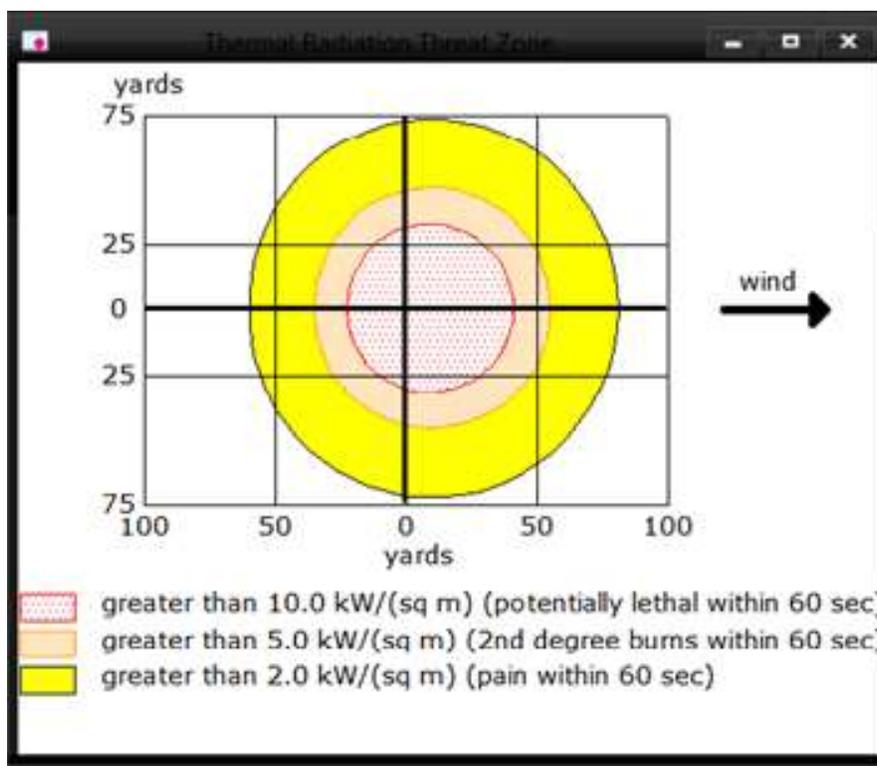
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 9**)

Rojo: 38m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 51m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 74m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 9. Zona de radiación térmica 4200 Galones Super



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 16** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, la estación de servicio los tanques y oficinas, y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Ilustración 16. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 4200 Galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0.51 (piso único sin refugio)

Hora: 17 de enero de 2021 2244 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 27 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,36 atm

Concentración de saturación ambiental: 494,440 ppm o 49.4%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 2 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 9 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 8.14 pies Longitud del tanque: 23.12 pies

Volumen del tanque: 9,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 9 ° C

Masa química en el tanque: 22,6 toneladas El tanque está lleno en un 94%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La apertura es de 6.51 pies desde el fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 35m Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 1,990 libras / min

Cantidad total quemada: 4,219 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 13m.

ZONA DE AMENAZA:

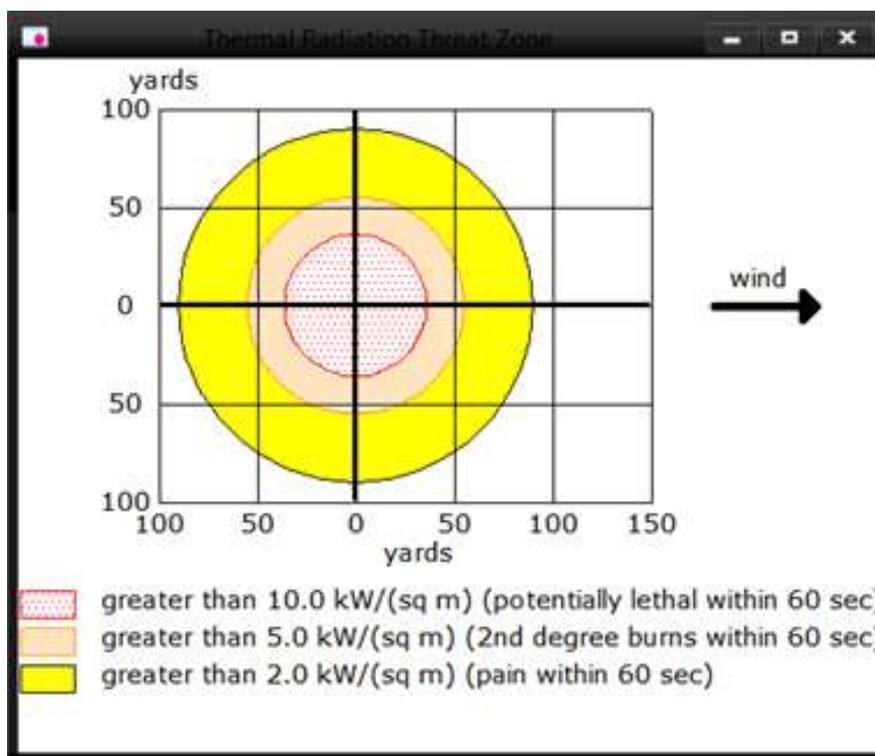
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina, (Se visualiza en la **Figura 10**)

Rojo: 33m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 50m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 82m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 10. Zona de radiación térmica 4200 Galones de Diésel



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 17** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 2 propiedad y 10 personas afectada aproximadamente, la estación de servicio y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Ilustración 17. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 9000 Galones de Diésel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión Gaussiano – BLEVE - gasolina

Estación de servicio “Meza”

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,47 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 11:02 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 2 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: C

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7,63 pies Longitud del tanque: 16,08 pies

Volumen del tanque: 5,500 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 18,3 toneladas El tanque está lleno en un 91%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 148 metros Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

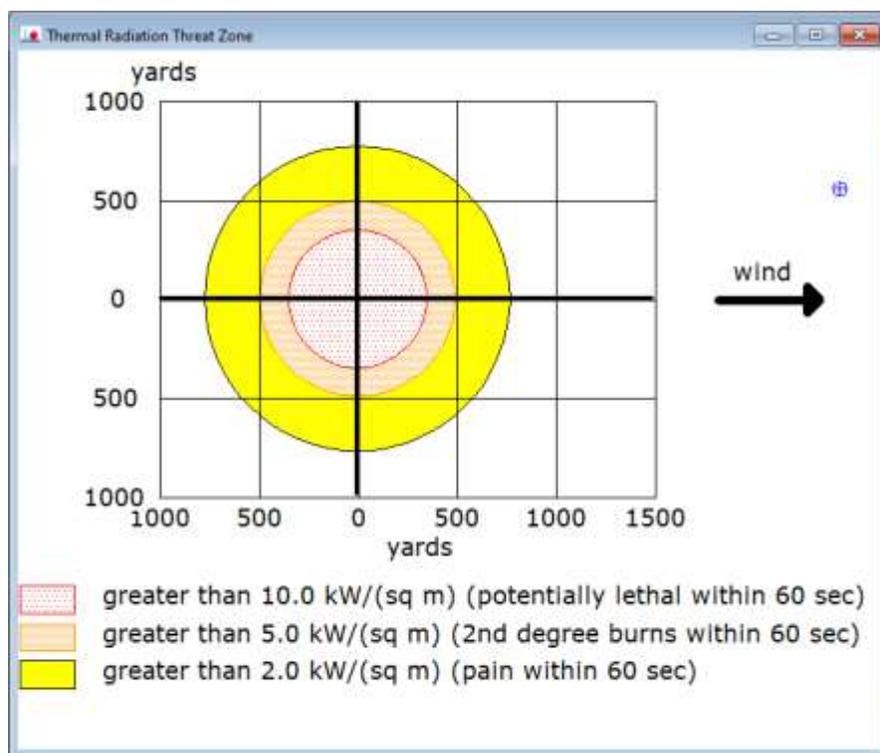
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 11**)

Rojo: 318 metros --- ($10.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 451 metros --- ($5.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 703 metros --- ($2.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = dolor en 60 segundos)

Figura 11. Zona de radiación térmica - 5500 Galones Extra



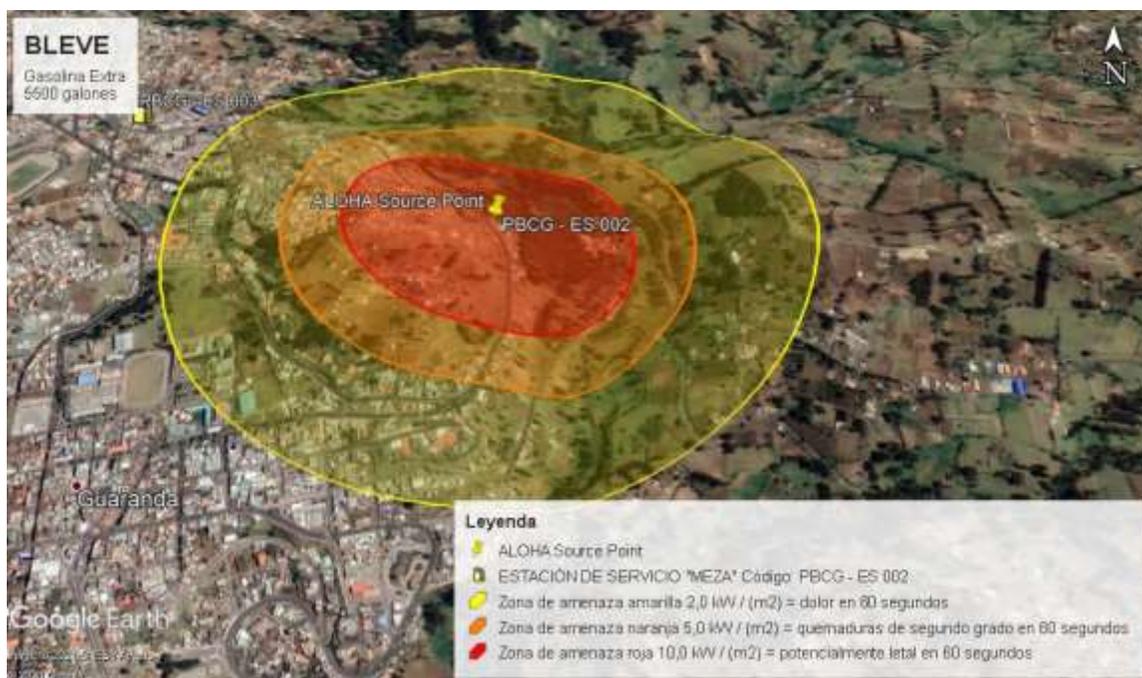
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 18** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 67 propiedades y 339 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería, Local de enderezada y pintura, Río Guaranda, río Guaranda, vía panamericana otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$1.283.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 16**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 18. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 5500 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 12:49 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 6,97 pies Longitud del tanque: 21,02 pies

Volumen del tanque: 6,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 20,1 toneladas El tanque está lleno al 92%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 153 metros Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

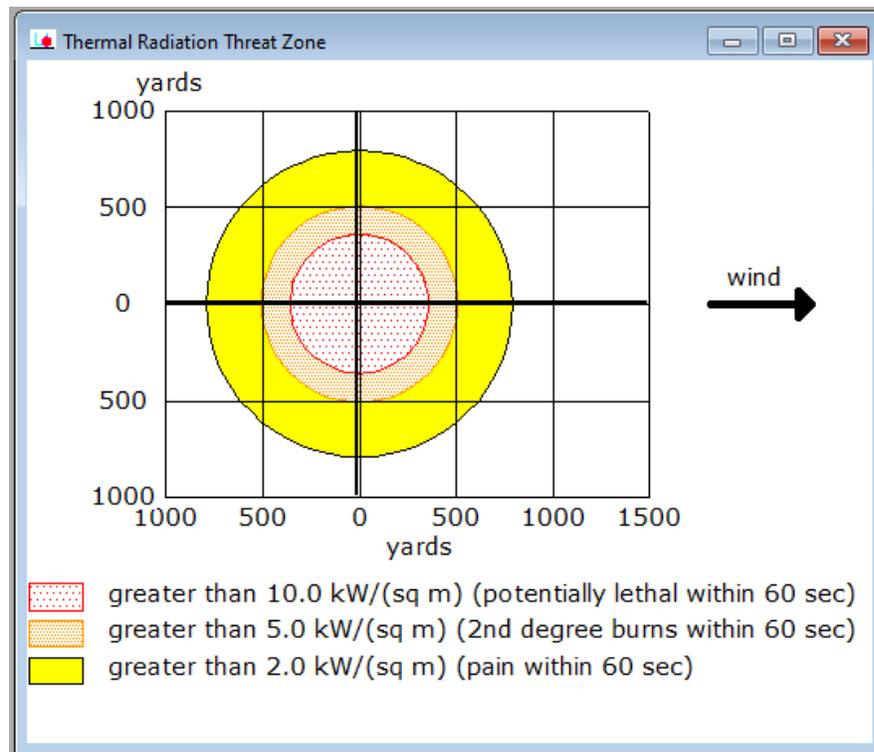
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 12**)

Rojo: 328 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 465 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 725 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 12. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Extra



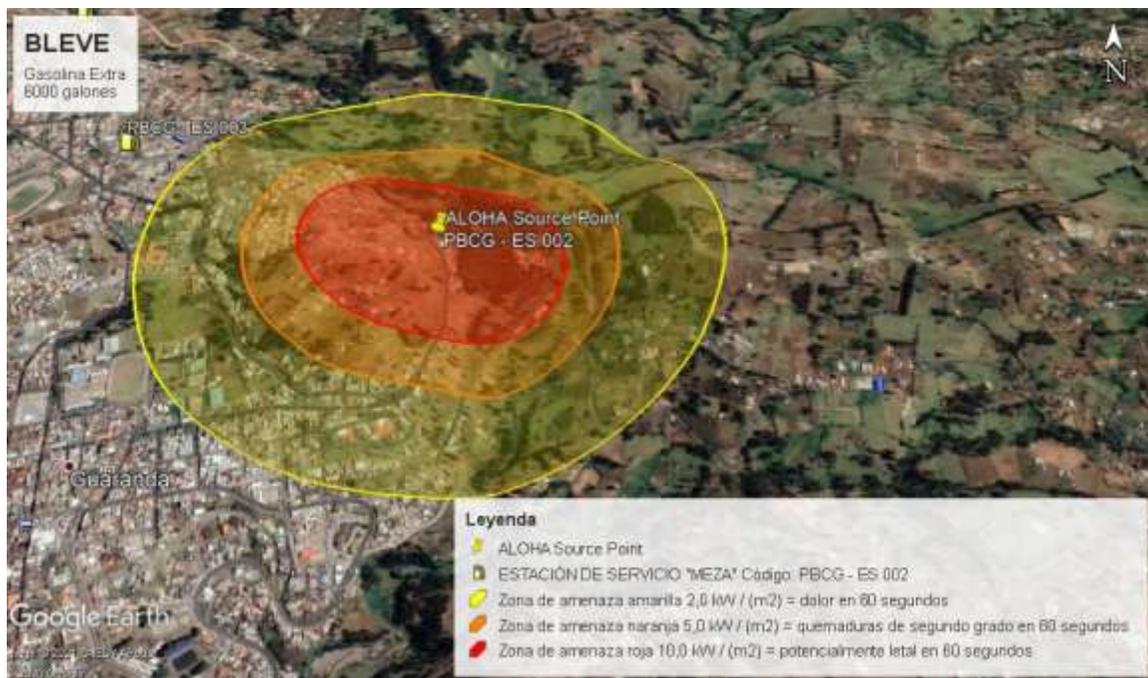
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 19** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 71 propiedades y 355 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería, Local de enderezada y pintura, río Guaranda, vía panamericana otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$1.343.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 16**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 19. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 6000 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 12:49 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 6,97 pies Longitud del tanque: 21,02 pies

Volumen del tanque: 6,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 20,1 toneladas El tanque está lleno al 92%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 153 metros Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

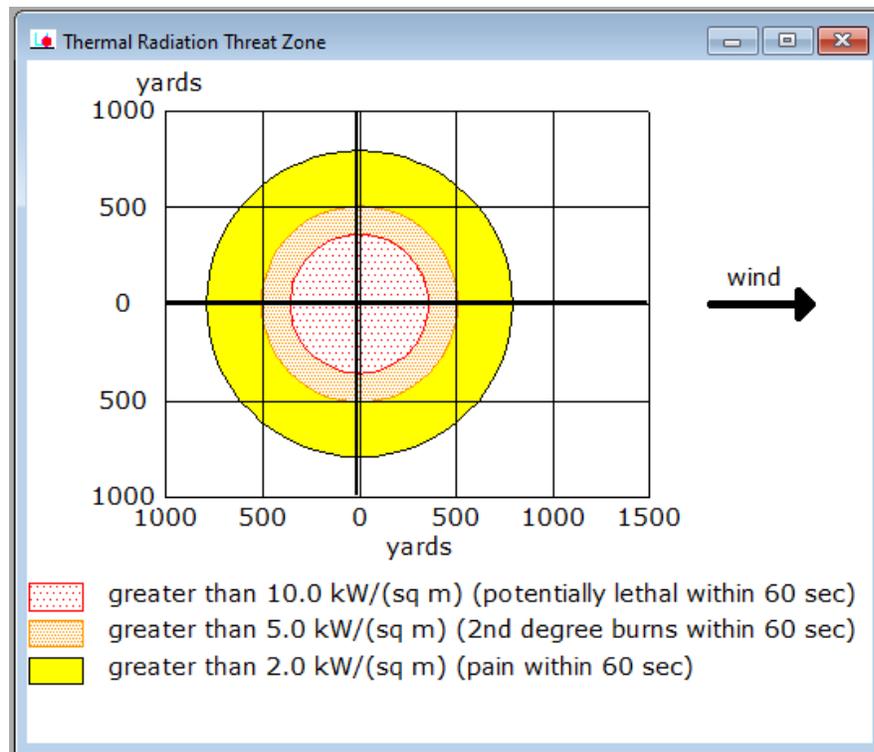
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 13**)

Rojo: 328 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 465 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 725 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 13. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Super



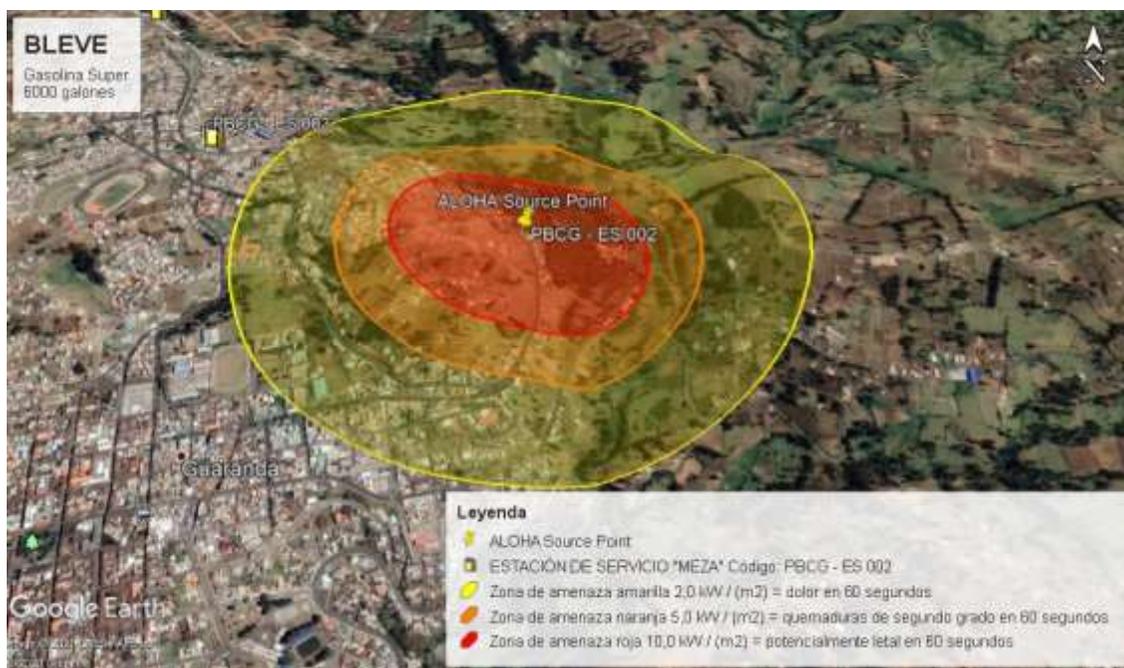
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 20** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 71 propiedades y 355 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería, Local de enderezada y pintura, río Guaranda, vía panamericana otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$1.075.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 16**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 20. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 6000 galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,45 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 15:05 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.019 atm

Concentración de saturación ambiental: 18,563 ppm o 1,86%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 12 ° C Clase de estabilidad: C

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 9.43 pies Longitud del tanque: 22.011 pies

Volumen del tanque: 11,500 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 12 ° C

Masa química en el tanque: 38,4 toneladas El tanque está lleno en un 91%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 189 metros Duración de la combustión: 12 segundos

ZONA DE AMENAZA:

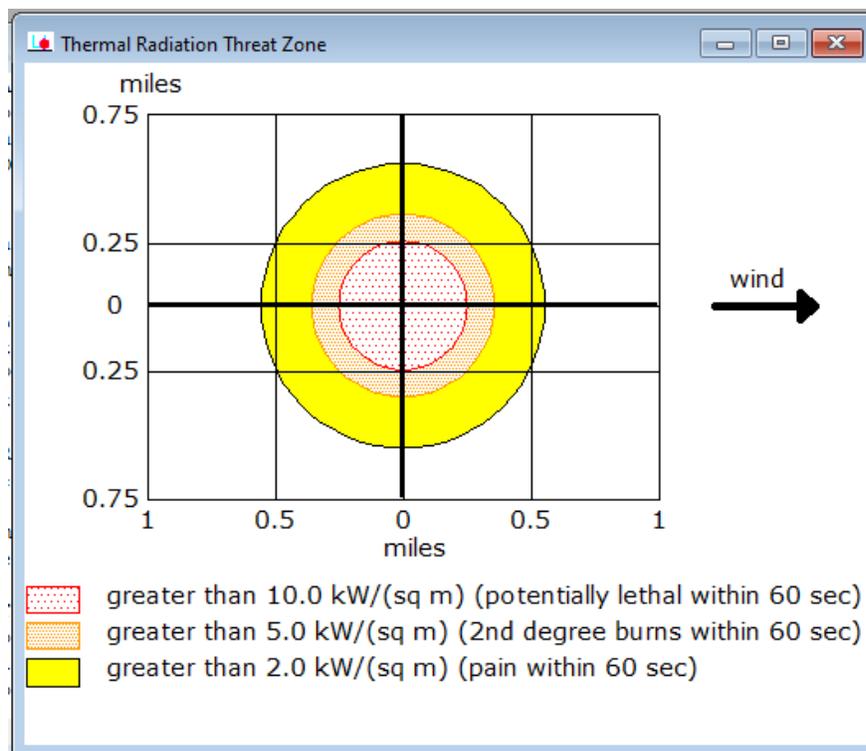
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 14**)

Rojo: 404 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 572 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 894 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 14. Zona de radiación térmica - 11500 Galones Extra



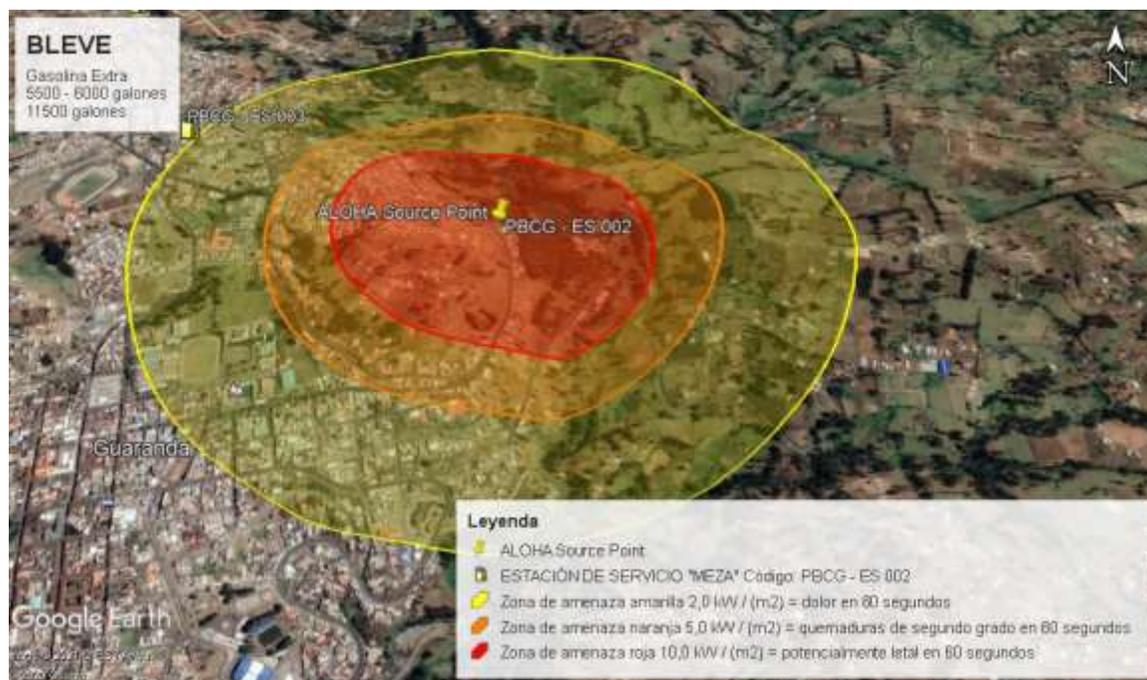
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 21** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición), que posee el total de 11500 galones de los 2 tanques de gasolina extra (5500gl – 6000gl) cuenta con 3 zonas de amenaza, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 122 propiedades y 610 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería, Local de enderezada y pintura, Almacén Pelikan Guaranda (madera), Lubricante Yambombo, río Guaranda, vía panamericana otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$2.224.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 16**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 21. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 11500 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 16 de enero de 2021 14:10 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 36 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,41 atm

Concentración de saturación ambiental: 406,186 ppm o 40.6%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 12 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7.75 pies Longitud del tanque: 22.67 pies

Volumen del tanque: 8,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 12 ° C

Masa química en el tanque: 19,9 toneladas El tanque está lleno al 94%

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100%

Diámetro de la bola de fuego: 152 metros Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

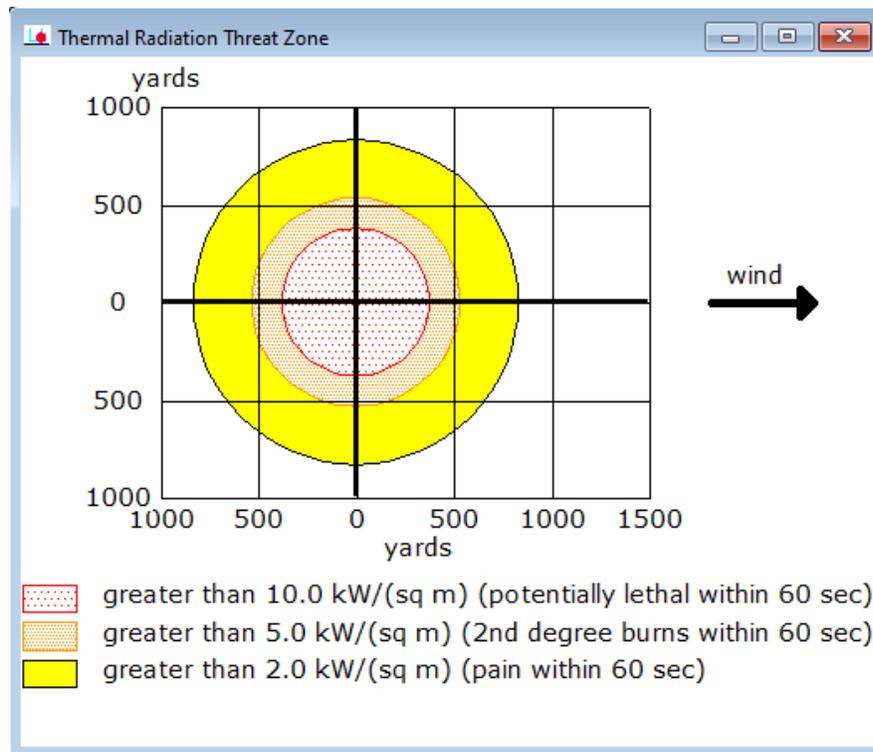
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **Figura 15**)

Rojo: 346 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 488 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 762 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 15. Zona de radiación térmica – 8000 Galones de Diésel



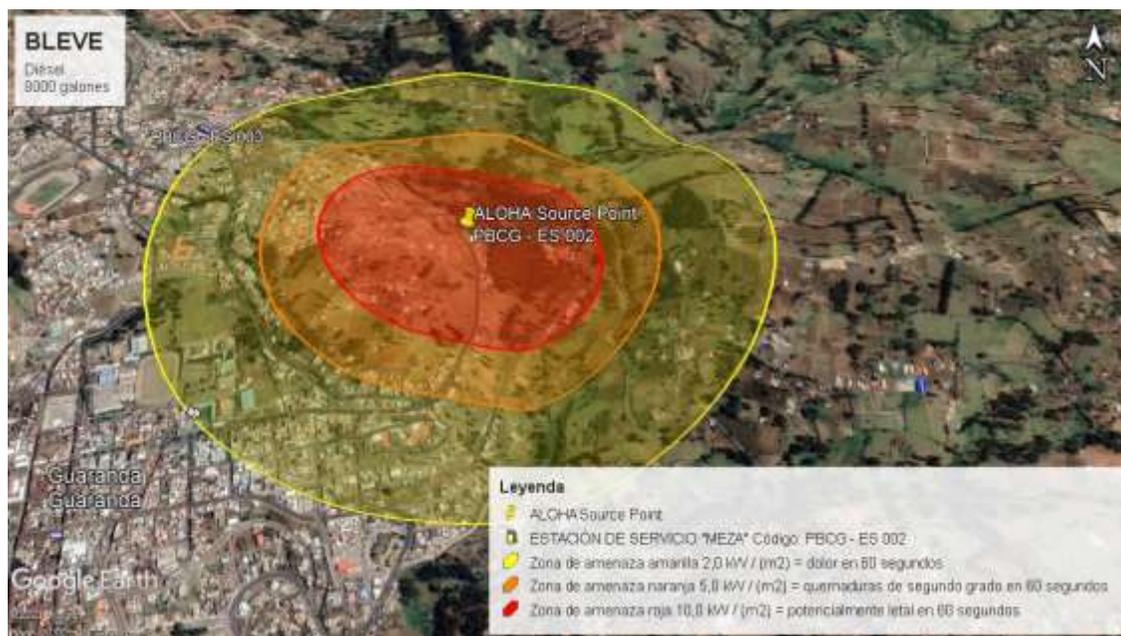
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 22** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 81 propiedades y 405 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería, Local de enderezada y pintura, vía principal panamericana, otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$1.225.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 16**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 22. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 8000 galones de Diésel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión Gaussiano – POOL FIRE - gasolina

Estación de servicio “Meza”

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,34 (piso único sin refugio)

Hora: 12 de enero de 2021 18:21 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,022 atm

Concentración de saturación ambiental: 21,986 ppm o 2,20%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 3 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 15 ° C Clase de estabilidad: E

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,63 pies Longitud del tanque: 16,08 pies

Volumen del tanque: 5,500 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 15 ° C

Masa química en el tanque: 18,2 toneladas El tanque está lleno en un 91%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 6,10 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 19 metros Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 860 libras / min

Cantidad total quemada: 2,184 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.
El charco se extendió a un diámetro de 10 metros.

ZONA DE AMENAZA:

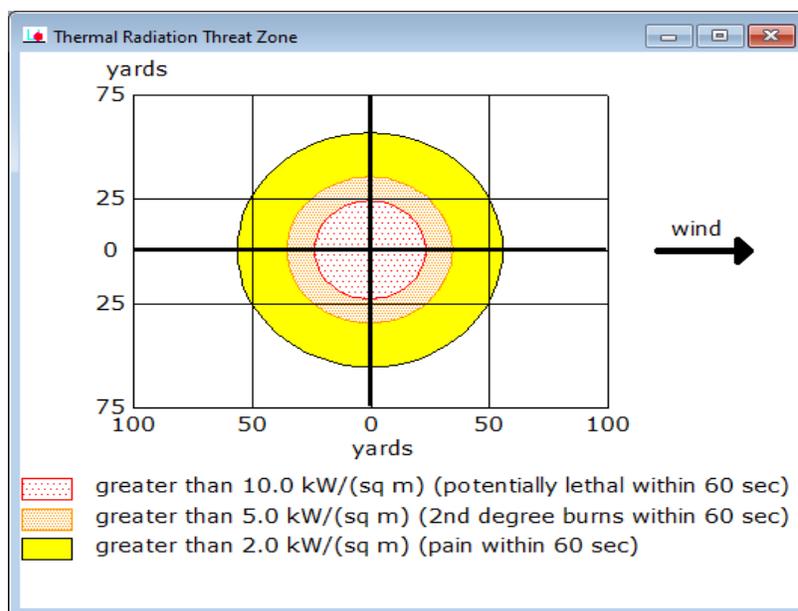
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 16**)

Rojo: 22 metros --- ($10.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 32 metros --- ($5.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 51 metros --- ($2.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = dolor en 60 segundos)

Figura 16. Zona de radiación térmica - 5500 Galones Super



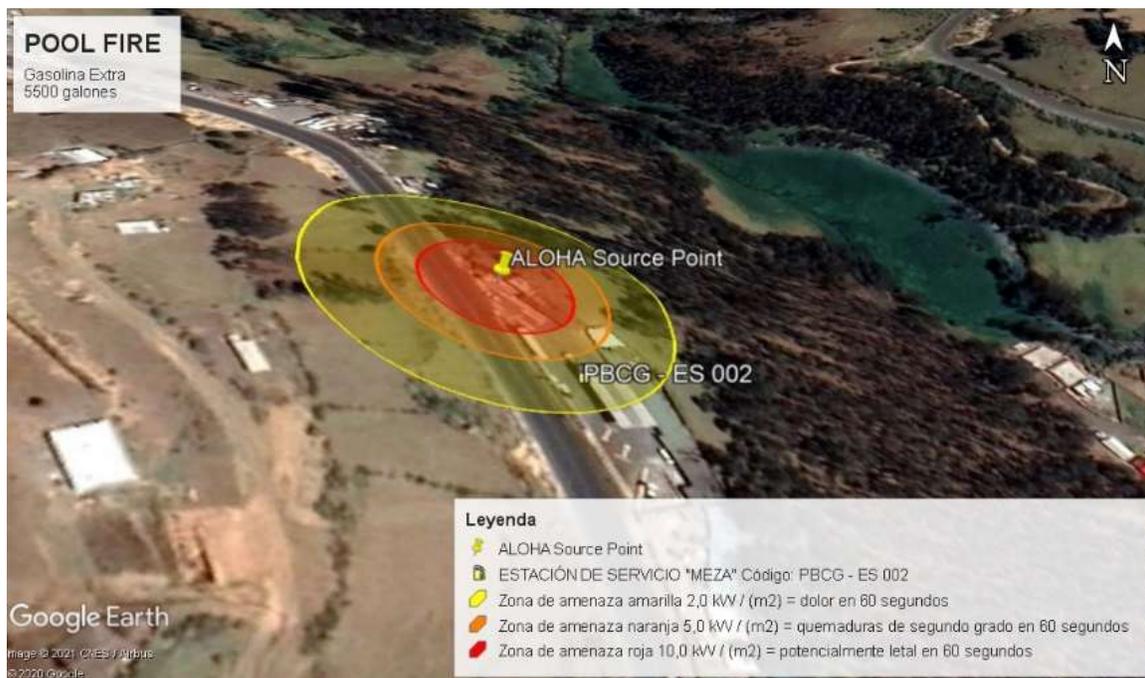
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

En la **Ilustración 23** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, teniendo como resultado la afectación en la estación de servicio en el área de los tanques de almacenamiento, las válvulas de venteo, servicio higiénico, las islas, río Guaranda, vía panamericana otros, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 23. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 5500 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0.37 (piso único sin refugio)

Hora: 12 de enero de 2021 18:36 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 3 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: E

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 6,97 pies Longitud del tanque: 21,02 pies

Volumen del tanque: 6,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 20,1 toneladas El tanque está lleno al 92%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5,58 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 20 metros Duración de la combustión: 4 minutos

Tasa máxima de quemado: 983 libras / min

Cantidad total quemada: 2,680 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 11 metros.

ZONA DE AMENAZA:

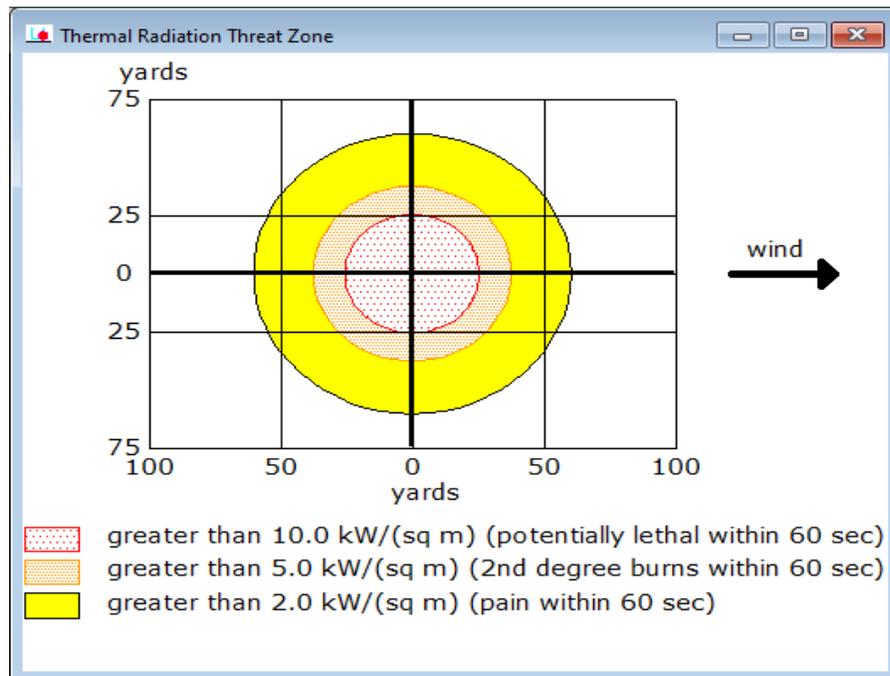
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 17**)

Rojo: 24 metros --- ($10.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 35 metros --- ($5.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 55 metros --- ($2.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = dolor en 60 segundos)

Figura 17. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Extra



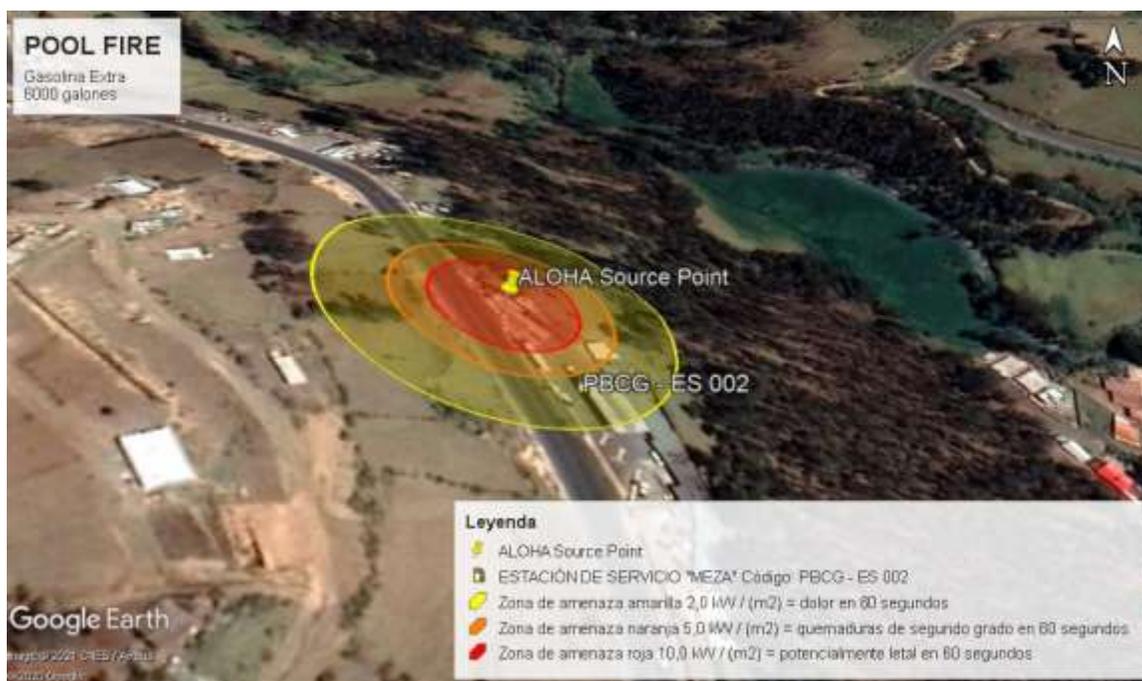
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

En la **Ilustración 24** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado la afectación en la estación de servicio en el área de los tanques de almacenamiento, las válvulas de venteo, servicio higiénico, las islas, oficina, la vía, río Guaranda, vía panamericana otros, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 24. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 6000 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0.37 (piso único sin refugio)

Hora: 12 de enero de 2021 18:36 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 3 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: E

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 6,97 pies Longitud del tanque: 21,02 pies

Volumen del tanque: 6,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 20,1 toneladas El tanque está lleno al 92%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5,58 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 20 metros Duración de la combustión: 4 minutos

Tasa máxima de quemado: 983 libras / min

Cantidad total quemada: 2,680 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 11 metros.

ZONA DE AMENAZA:

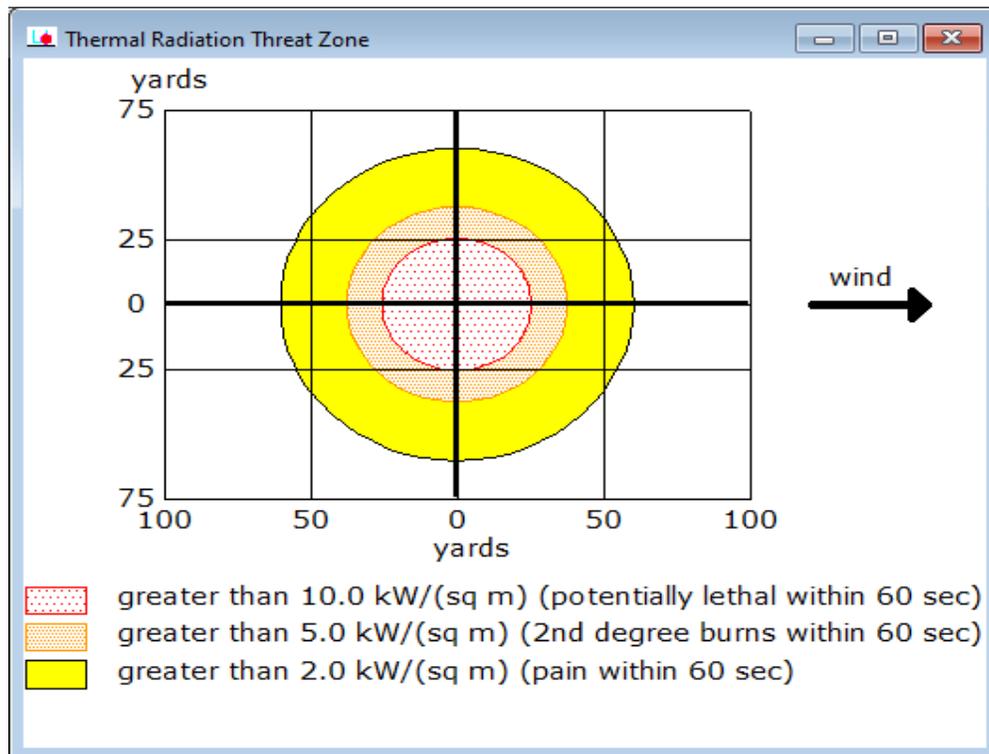
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 18**)

Rojo: 24 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 35 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 55 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 18. Zona de radiación térmica - 6000 Galones Super



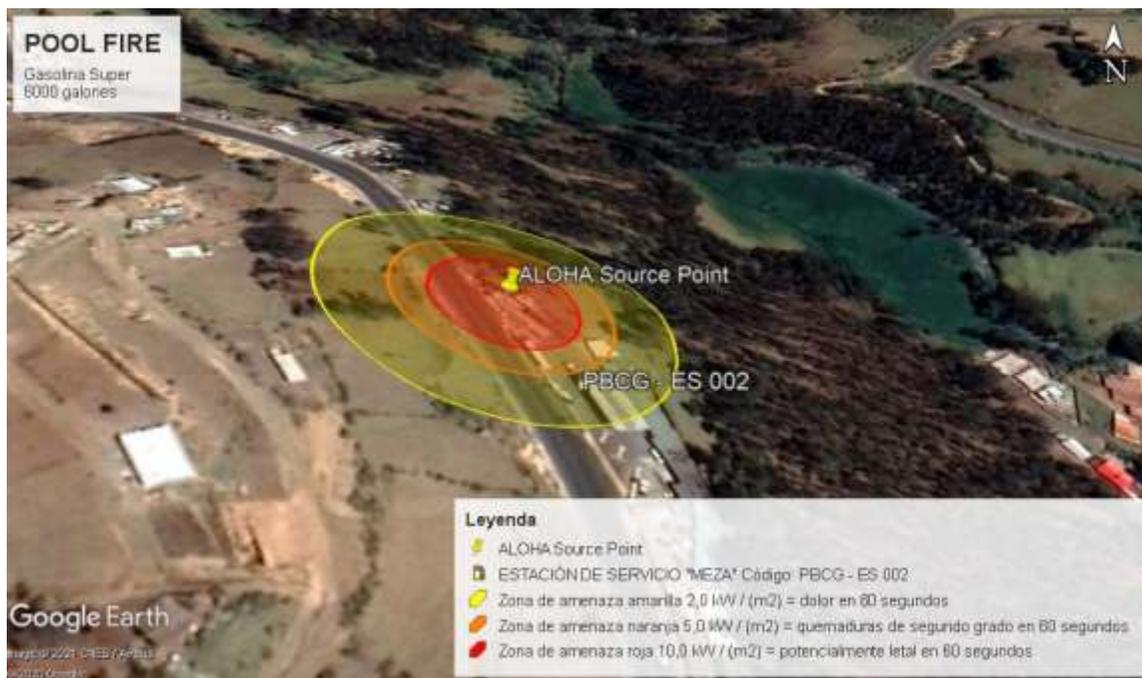
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 25** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado la afectación en la estación de servicio en el área de los tanques de almacenamiento, las válvulas de venteo, servicio higiénico, las islas, oficina, la vía, río Guaranda, vía panamericana otros, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 25. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 6000 galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,64 (piso único sin refugio)

Hora: 12 de enero de 2021 18:54 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 3 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 9.43 pies Longitud del tanque: 22.011 pies

Volumen del tanque: 11,500 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 38,3 toneladas El tanque está lleno en un 91%

Diámetro de apertura circular: 40 centímetros

La abertura está a 7.54 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 25 metros Duración de la combustión: 20 minutos

Tasa máxima de quemado: 2,100 libras / min

Cantidad total quemada: 5,107 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 16 metros.

ZONA DE AMENAZA:

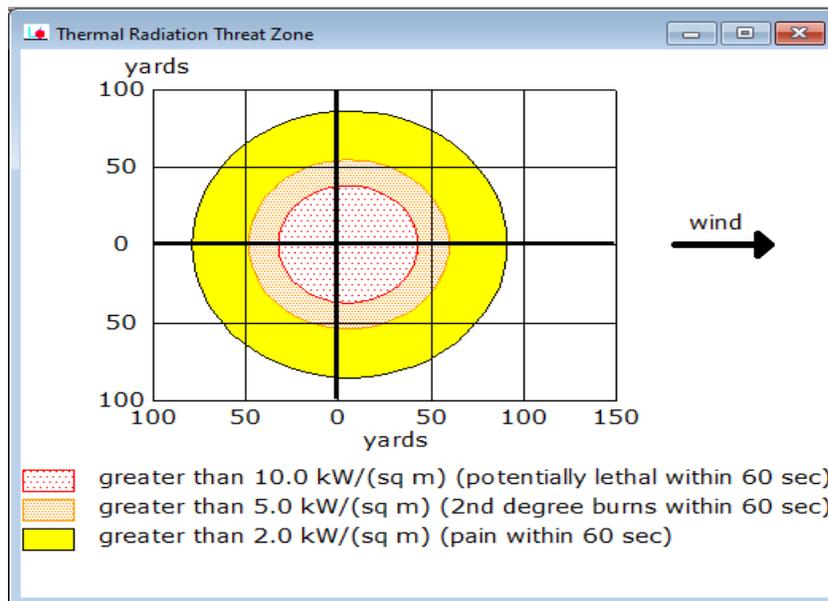
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 19**)

Rojo: 39 metros --- ($10.0 \text{ kW} / (\text{metros cuadrados})$) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 55 metros --- ($5.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 83 metros --- ($2,0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$) = dolor en 60 segundos)

Figura 19. Zona de radiación térmica - 11500 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 26** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) el total de 11500 galones de los 2 tanques de gasolina extra (5500gl – 6000gl) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado la afectación en la estación de servicio en el área de los tanques de almacenamiento, las válvulas de venteo, servicio higiénico, las islas, oficina, parte del área de despacho, río Guaranda, vía panamericana otros, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 26. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 11500 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,45 (piso único sin refugio)

Hora: 17 de enero de 2021 14:23 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 36 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,41 atm

Concentración de saturación ambiental: 406,186 ppm o 40.6%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 12 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7.75 pies Longitud del tanque: 22.67 pies

Volumen del tanque: 8,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 12 ° C

Masa química en el tanque: 19,9 toneladas El tanque está lleno al 94%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5.81 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 30 metros Duración de la combustión: 7 minutos

Tasa máxima de quemado: 2,510 libras / min

Cantidad total quemada: 5,837 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 149 metros.

ZONA DE AMENAZA:

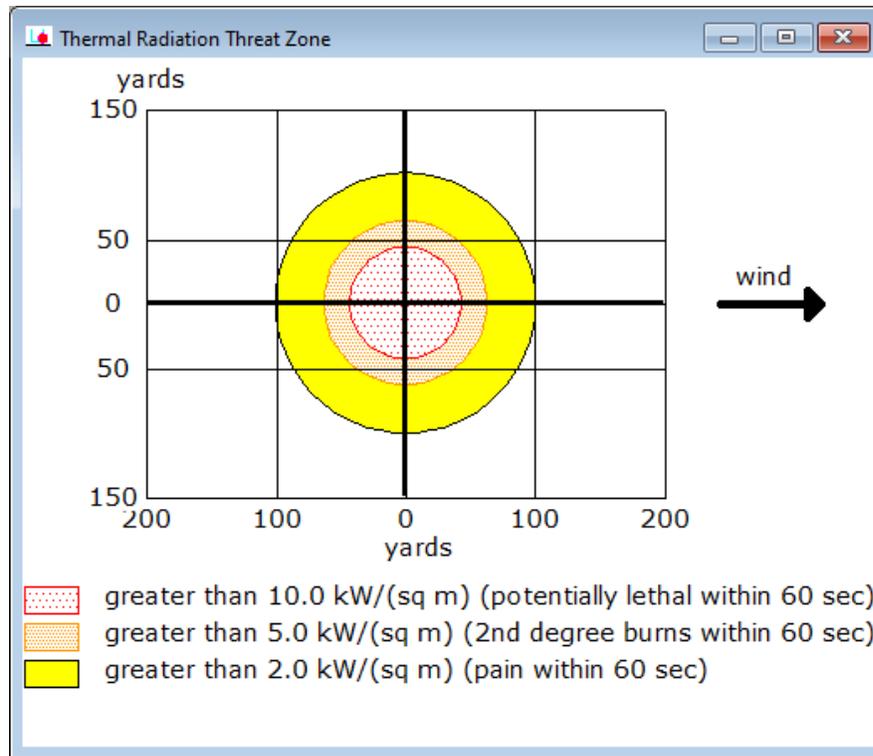
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **Figura 20**)

Rojo: 39 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 58 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 91 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 20. Zona de radiación térmica – 8000 Galones de Diésel



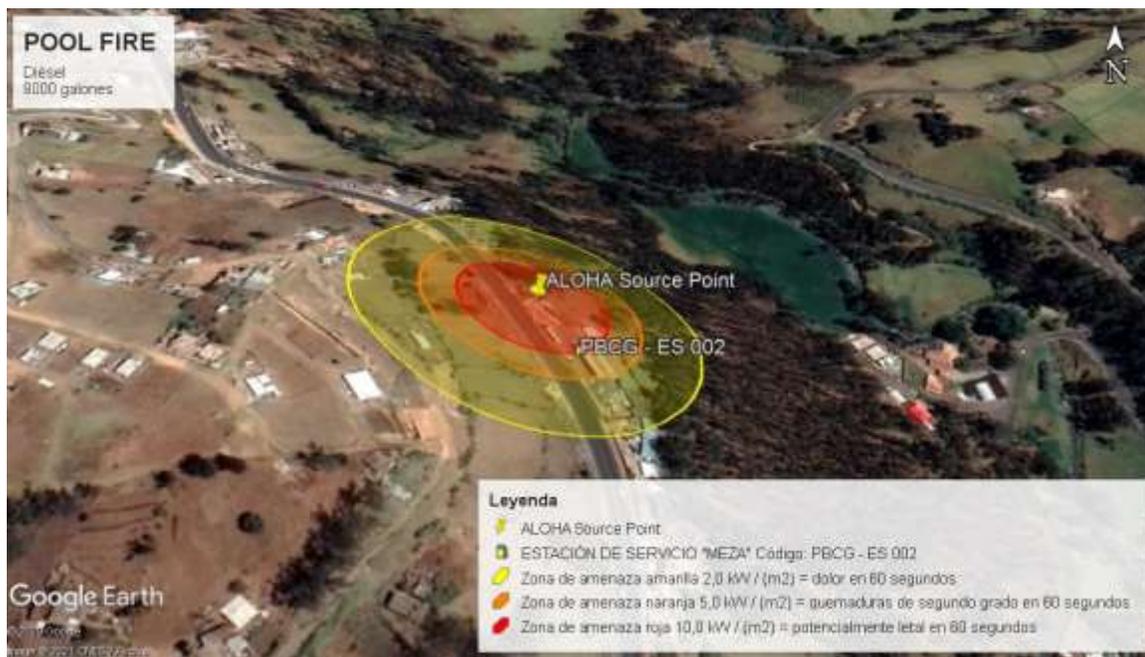
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 27** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado la afectación en la estación de servicio en el área de los tanques de almacenamiento, las válvulas de venteo, servicio higiénico, parte de las islas, oficina, la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 27. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 8000 galones de Diésel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión Gaussiano – BLEVE - gasolina

Estación de servicio “Siete colinas”

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 13:19 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 16,16 pies

Volumen del tanque: 5,600 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 18,6 toneladas El tanque está lleno en un 91%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 149 metros Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

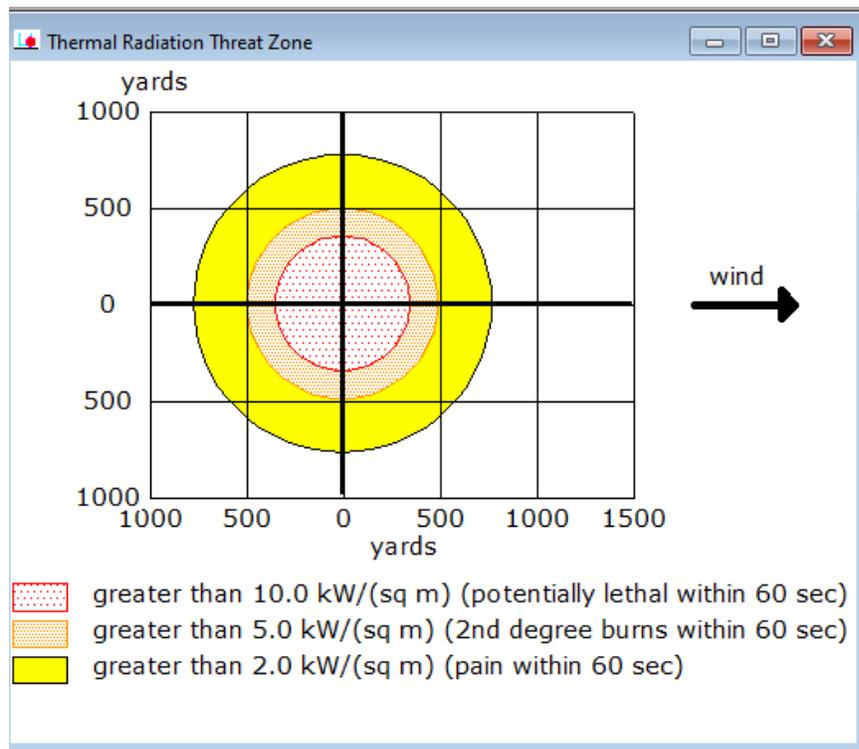
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 21**)

Rojo: 320 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 453 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 707 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 21. Zona de radiación térmica - 5600 Galones Extra



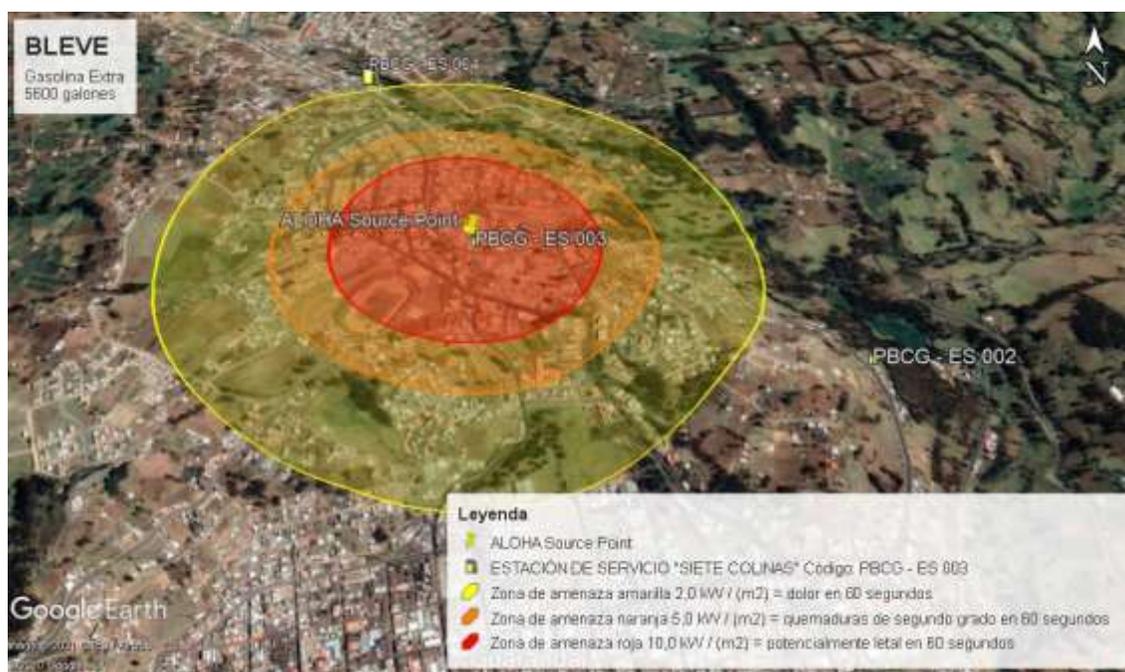
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 28** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 531 propiedades y 2655 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; la mitad del Estadio Centenario de Guaranda, Federación Deportiva de Bolívar, Iglesia ubicado en la Primero de Mayo, Iglesia de la Umberdina, Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo, vía panamericana, otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$ 9.421.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 17**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 28. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 5600 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 13:42 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 6.30 pies Longitud del tanque: 12.22 pies

Volumen del tanque: 2,850 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 8.58 toneladas El tanque está lleno al 82%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 115 metros Duración de la combustión: 8 segundos

ZONA DE AMENAZA:

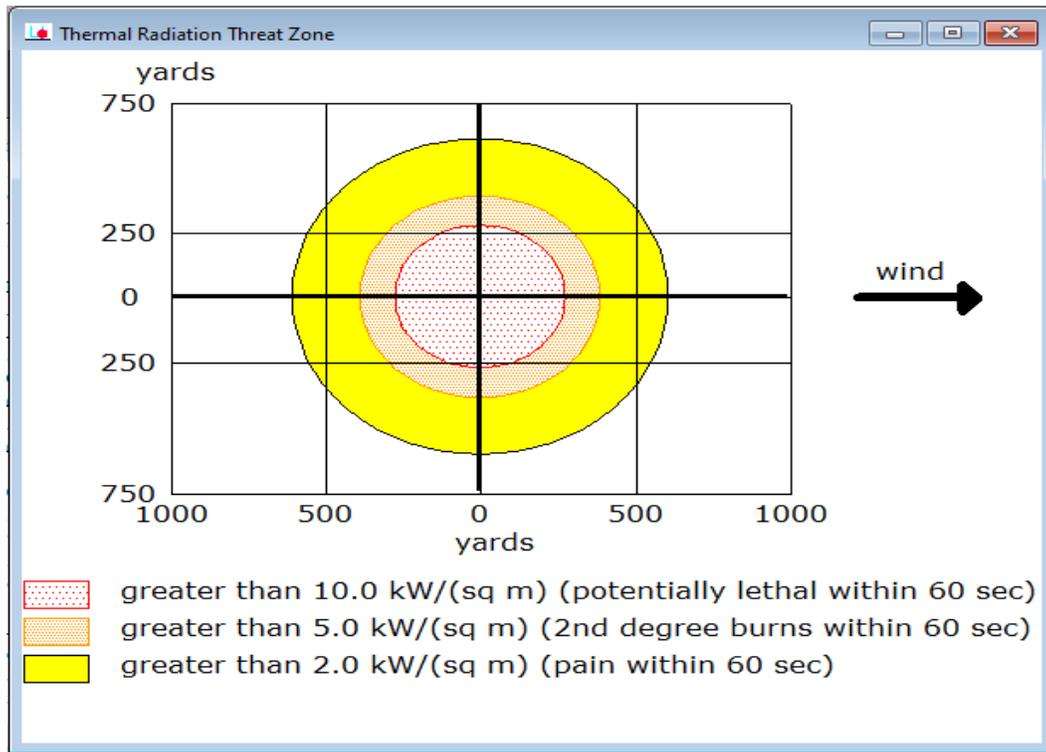
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 22**)

Rojo: 255 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 354 metros --- ($5.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$ = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 553 metros --- ($2.0 \text{ kW} / (\text{m}^2)$ = dolor en 60 segundos)

Figura 22. Zona de radiación térmica - 2850 Galones Extra



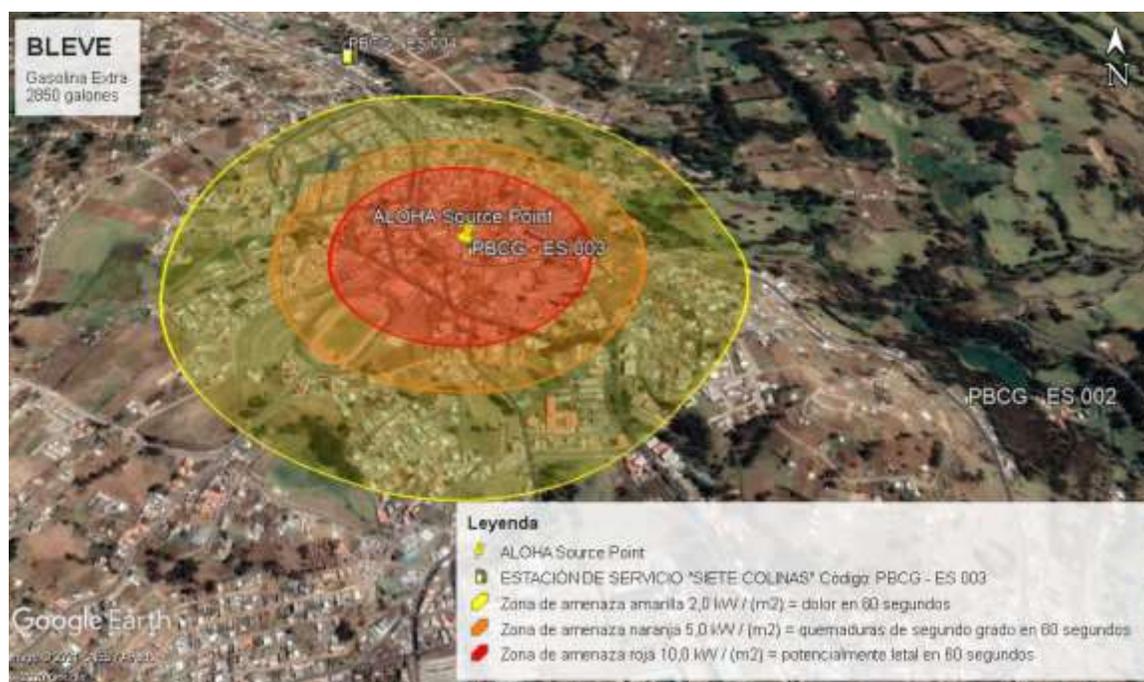
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 29** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 300 propiedades y 1500 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; una parte de Estadio Centenario de Guaranda, Federación Deportiva de Bolívar, Iglesia ubicado en la Primero de Mayo, Iglesia de la Umberdina, Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo, vía panamericana, otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$ 5.556.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 17**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 29. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 2850 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 13:42 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 6.30 pies Longitud del tanque: 12.22 pies

Volumen del tanque: 2,850 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 8.58 toneladas El tanque está lleno al 82%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 115 metros Duración de la combustión: 8 segundos

ZONA DE AMENAZA:

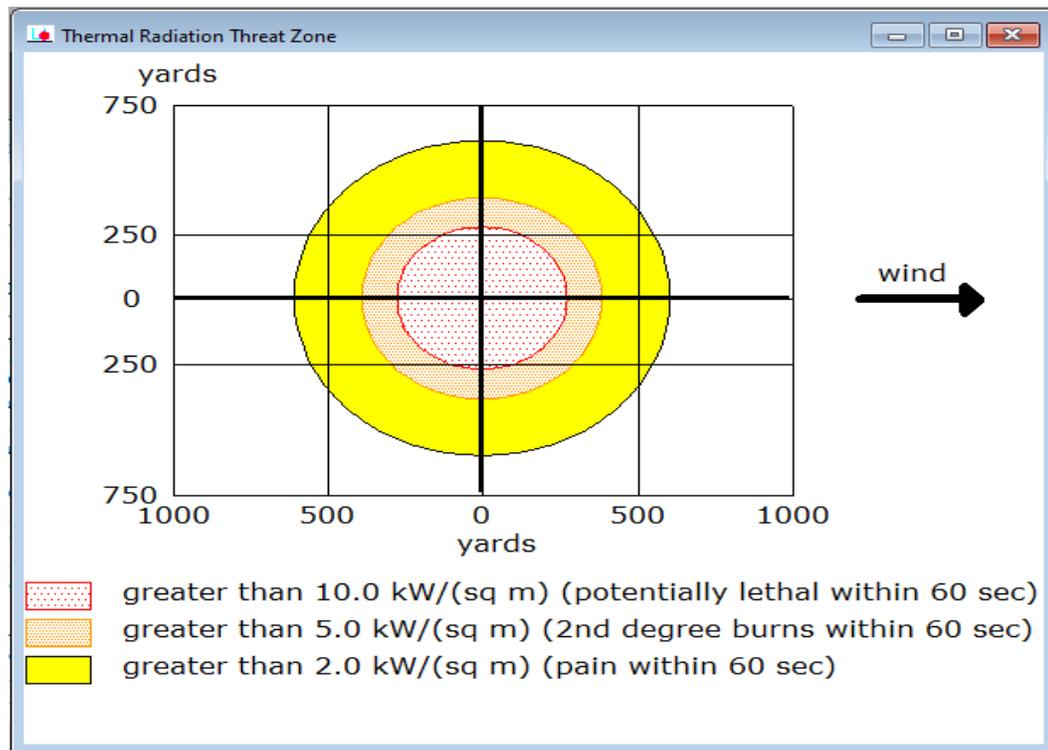
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 23**)

Rojo: 255 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 354 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 553 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 23. Zona de radiación térmica - 2850 Galones Super



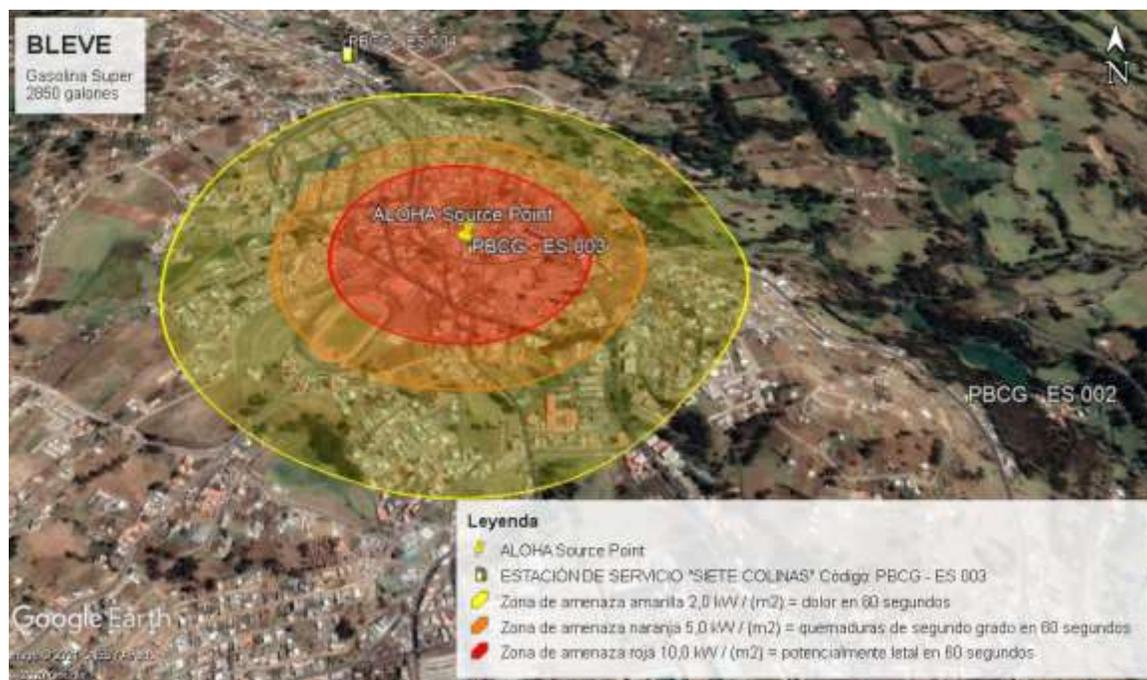
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 30** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 300 propiedades y 1500 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; una parte de Estadio Centenario de Guaranda, Federación Deportiva de Bolívar, Iglesia ubicado en la Primero de Mayo, Iglesia de la Umberdina, Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo, vía panamericana, otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$ 5.556.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 17**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 30. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 2850 galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,44 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 13:57 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: B

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 8.04 pies Longitud del tanque: 22.25 pies

Volumen del tanque: 8,450 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 27,2 toneladas El tanque está lleno al 88%

Presión interna en caso de falla: 49,6 psia

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 169 metros Duración de la combustión: 11 segundos

ZONA DE AMENAZA:

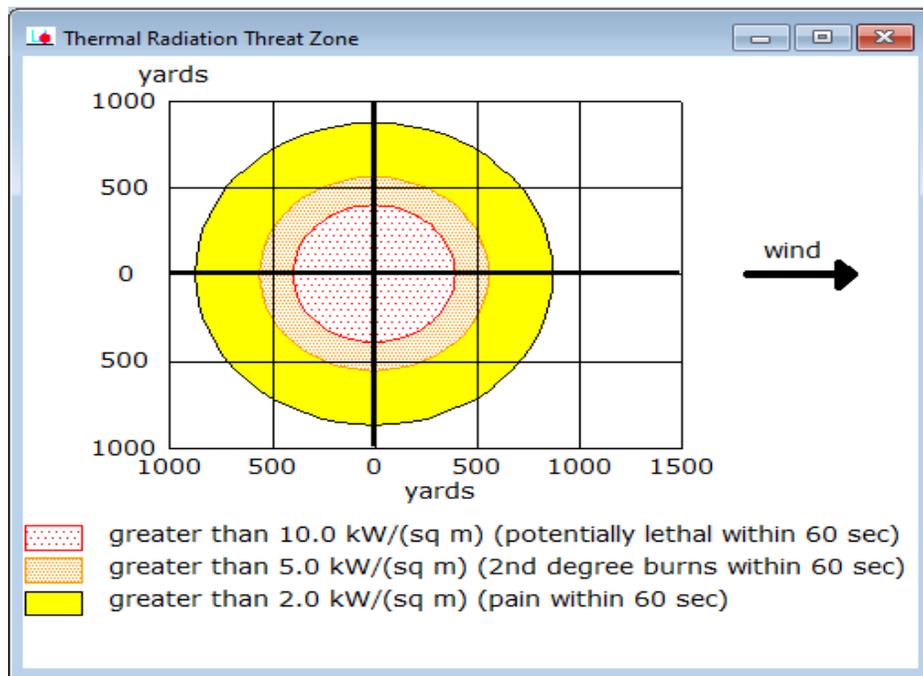
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 24**)

Rojo: 361 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 511 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 798 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 24. Zona de radiación térmica - 8450 Galones Extra



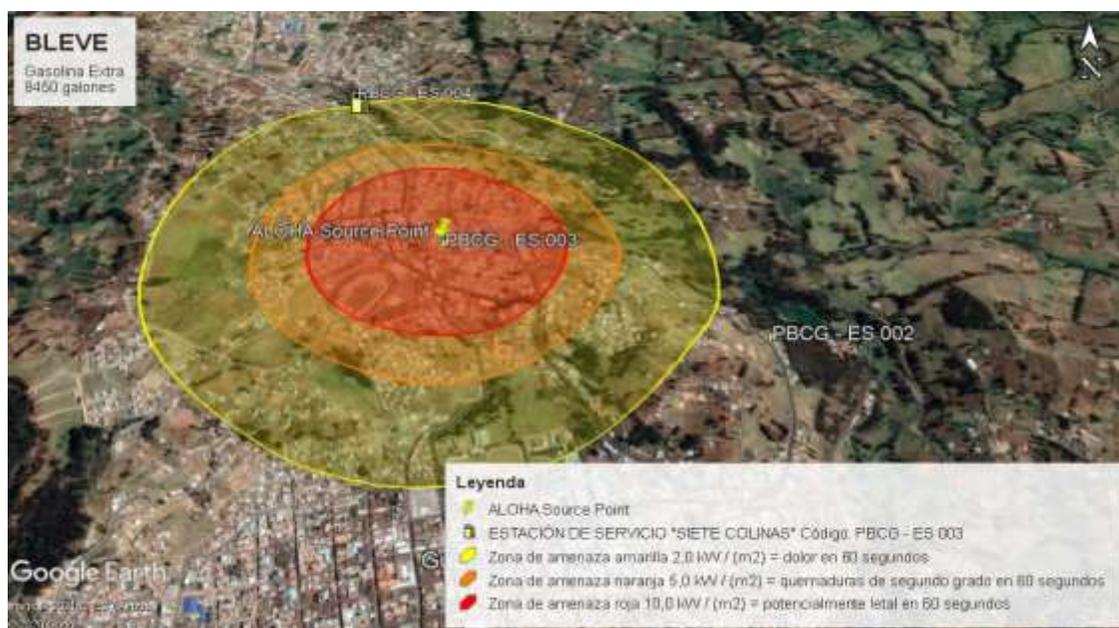
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 31** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición), el total de 8450 galones de los 2 tanques de gasolina extra (2850gl – 5600gl) cuenta con 3 zonas de amenaza, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 640 propiedades y 3200 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; e Estadio Centenario de Guaranda, Federación Deportiva de Bolívar, Iglesia ubicado en la Primero de Mayo, Iglesia de la Umberdina, Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo, Parque de la Niñez, Policía Nacional – Criminalística, Coliseo, Hotel 7 Colinas, Radio Guaranda, vía panamericana, otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$ 14.970.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 17**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 31. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 8450 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 16 de enero de 2021 15:52 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 36 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,41 atm

Concentración de saturación ambiental: 406,186 ppm o 40.6%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 12 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 12 ° C

Masa química en el tanque: 17.2 toneladas El tanque está lleno al 93%

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100%

Diámetro de la bola de fuego: 145 metros Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

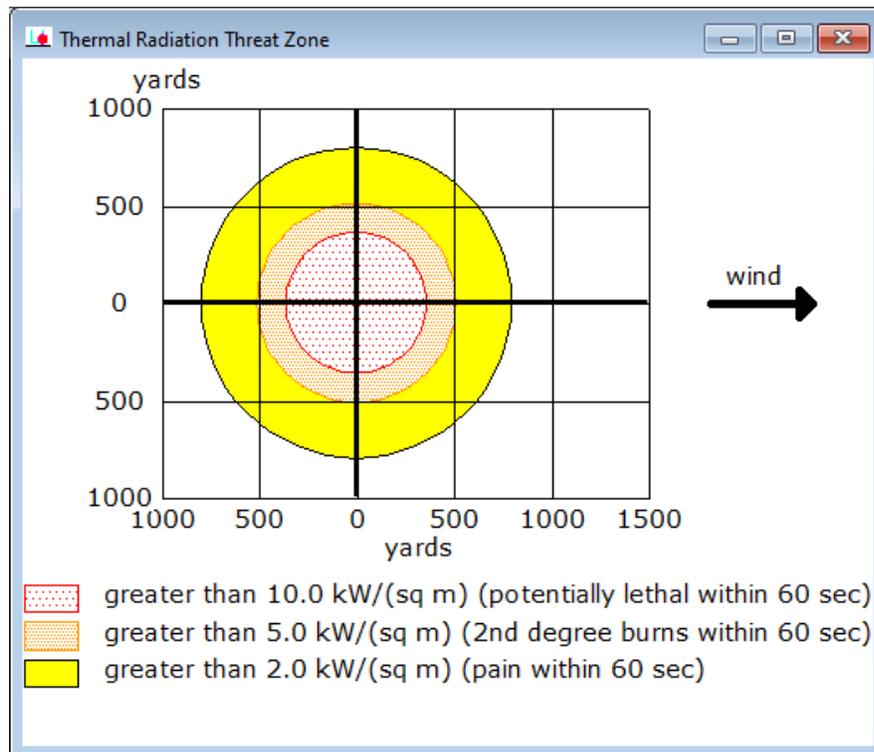
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego (Se visualiza en la **Figura 25**)

Rojo: 330 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 466 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 727 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 25. Zona de radiación térmica – 7000 Galones de Diésel



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 32** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 560 propiedades y 2800 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; la mitad del Estadio Centenario de Guaranda, Federación Deportiva de Bolívar, Iglesia ubicado en la Primero de Mayo, Iglesia de la Umberdina, Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo, vía panamericana, otros, tiene un nivel muy alto en pérdidas materiales con \$ 9.856.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 17**), mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 32. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 galones de Diésel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión Gaussiano – POOL FIRE - gasolina

Estación de servicio “Siete colinas”

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 9 de enero de 2021 14:04 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 16,16 pies

Volumen del tanque: 5,600 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 18,6 toneladas El tanque está lleno en un 91%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5.38 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 25 metros Duración de la combustión: 6 minutos

Tasa máxima de quemado: 2,360 libras / min

Cantidad total quemada: 6,696 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.
El charco se extendió a un diámetro de 17 metros.

ZONA DE AMENAZA:

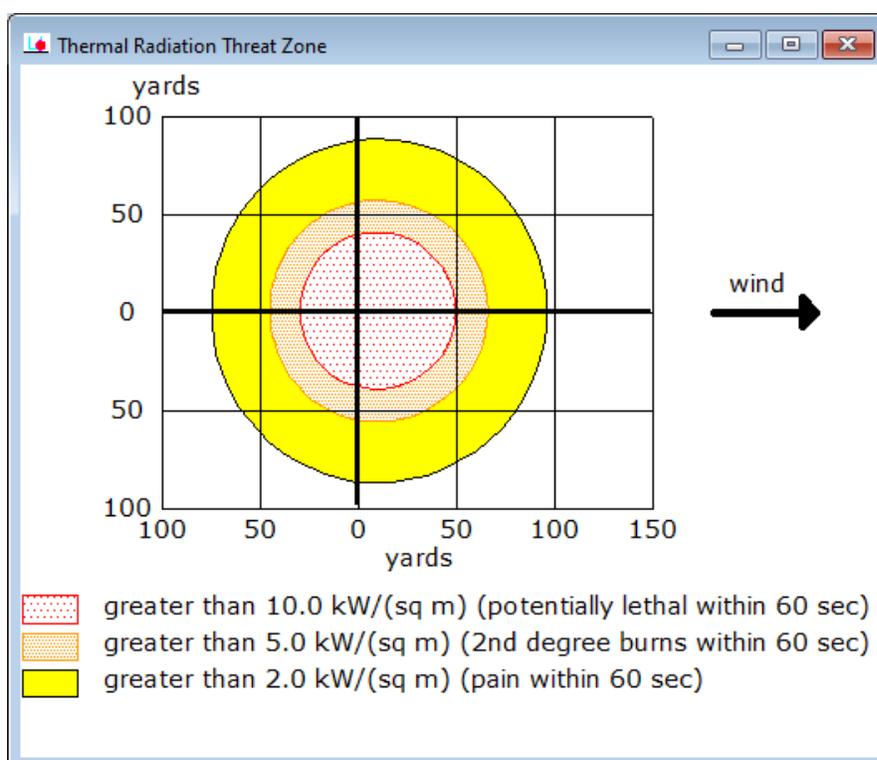
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 26**)

Rojo: 46 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 60 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 88 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 26. Zona de radiación térmica - 5600 Galones Extra

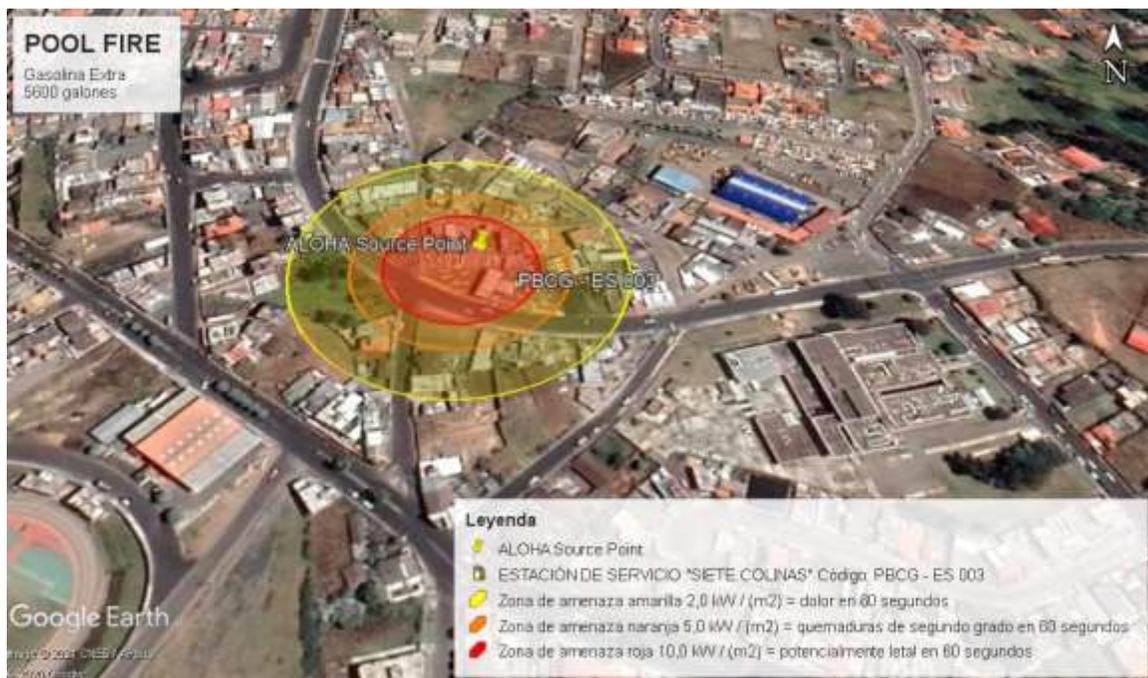


Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 33** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 5 propiedades y 25 personas afectadas aproximadamente, las más relevantes del área son; toda la estación de servicio y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 33. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 5600 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 9 de enero de 2021 14:15 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 6.30 pies Longitud del tanque: 12.22 pies

Volumen del tanque: 2,850 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 8.58 toneladas El tanque está lleno al 82%

Diámetro de apertura circular: 15 centímetros

La abertura está a 4,41 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 16 metros Duración de la combustión: 32 minutos

Tasa máxima de quemado: 665 libras / min

Cantidad total quemada: 1,716 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 9 metros.

ZONA DE AMENAZA:

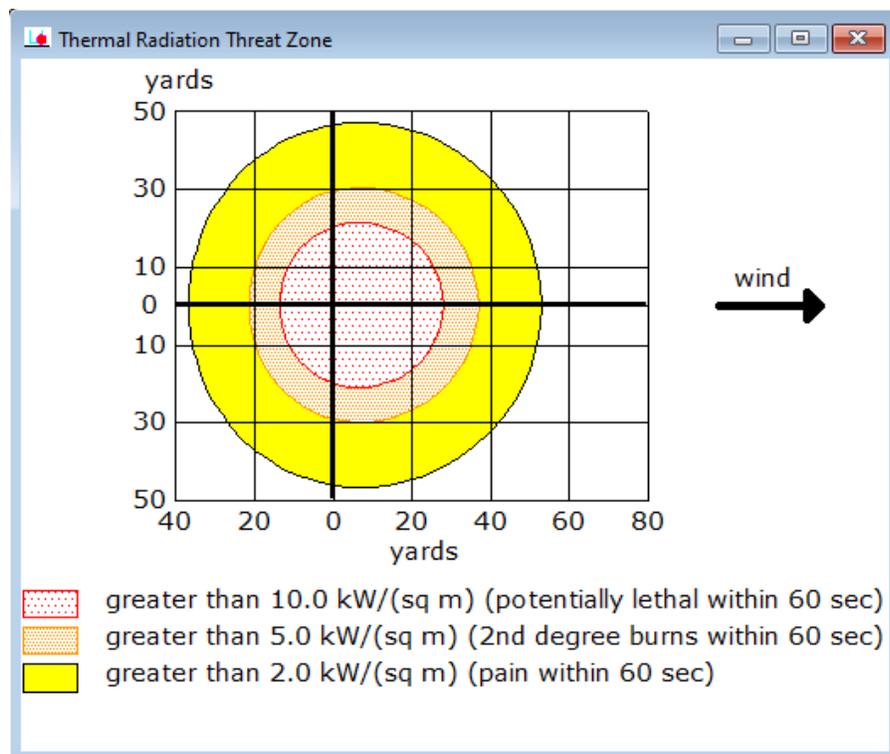
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 27**)

Rojo: 26 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 34 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 48 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 27. Zona de radiación térmica - 2850 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Ilustración 34. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 2850 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 34** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 1 propiedades y 5 personas afectadas aproximadamente, las más relevantes del área son; parte de la estación de servicio, el área de tanques, parte de las islas y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 9 de enero de 2021 14:22 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 6.30 pies Longitud del tanque: 12.22 pies

Volumen del tanque: 2,850 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 8.58 toneladas El tanque está lleno al 82%

Diámetro de apertura circular: 15 centímetros

La abertura está a 4,41 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 16 metros Duración de la combustión: 32 minutos

Tasa máxima de quemado: 665 libras / min

Cantidad total quemada: 1,716 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 9 metros.

ZONA DE AMENAZA:

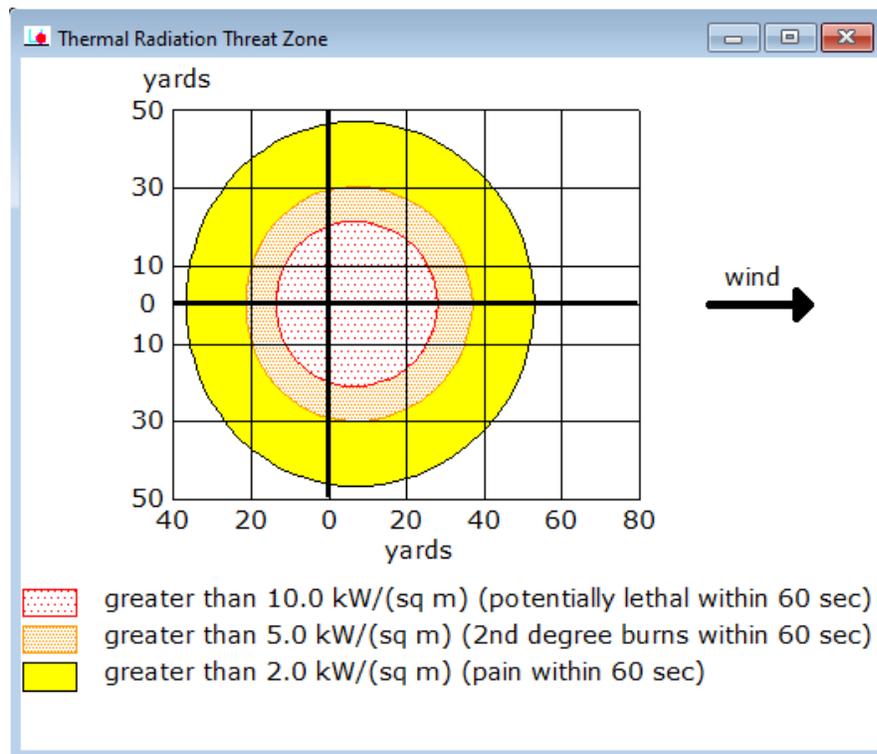
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 28**)

Rojo: 26 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 34 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 48 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 28. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 2850 galones de Gasolina Super



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 35** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 1 propiedades y 5 personas afectadas aproximadamente, las más relevantes del área son; parte de la estación de servicio, el área de tanques, parte de las islas y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 35. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 2850 galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,44 (piso único sin refugio)

Hora: 9 de enero de 2021 14:31 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 111 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 19,649 ppm o 1,96%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: C

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 8.04 pies Longitud del tanque: 22.25 pies

Volumen del tanque: 8,450 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 13 ° C

Masa química en el tanque: 27,2 toneladas El tanque está lleno al 88%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5.23 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 28 metros Duración de la combustión: 9 minutos

Tasa máxima de quemado: 3,020 libras / min

Cantidad total quemada: 11,968 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 19 metros.

ZONA DE AMENAZA:

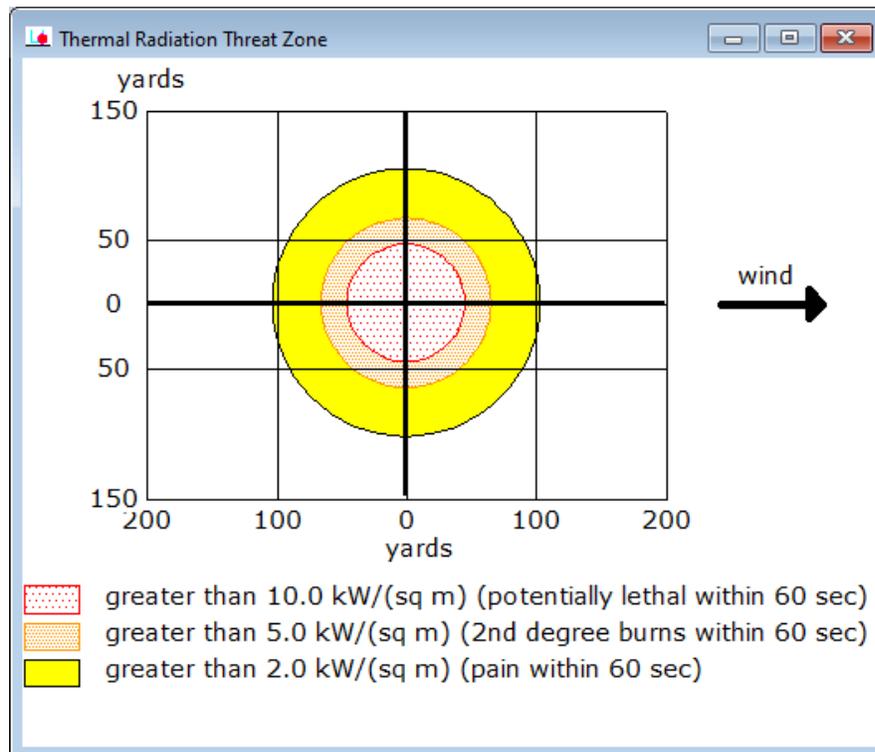
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 29**)

Rojo: 41 metros --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 60 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 94 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 29. Zona de radiación térmica - 8450 Galones Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 36**, se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) el total de 8450 galones de los 2 tanques de gasolina extra (2850 gl – 5600 gl) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 9 propiedad y 45 personas afectada aproximadamente, las más relevantes del área son; toda la estación de servicio y la vía panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 36. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 8450 galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: ECUADOR, GUARANDA, BOLIVAR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,45 (piso único sin refugio)

Hora: 16 de enero de 2021 16:01 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 36 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,41 atm

Concentración de saturación ambiental: 406,186 ppm o 40.6%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 millas / hora del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 12 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 12 ° C

Masa química en el tanque: 17.2 toneladas El tanque está lleno al 93%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 5.76 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 30 metros Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 2,260 libras / min

Cantidad total quemada: 4,587 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 141 metros.

ZONA DE AMENAZA:

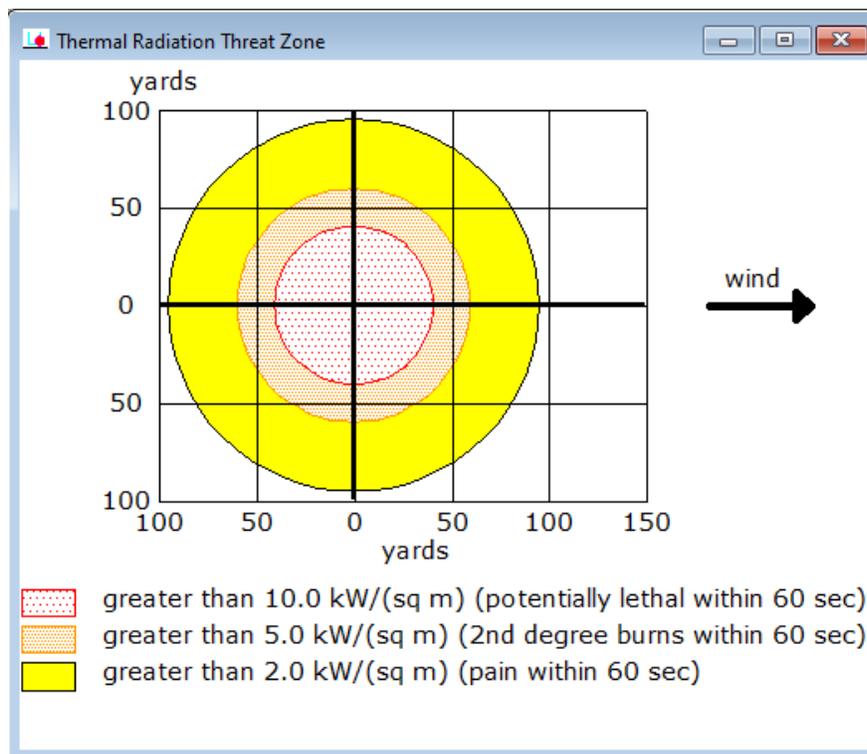
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina (Se visualiza en la **Figura 30**)

Rojo: 37 metros --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 55 metros --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 87 metros --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 30. Zona de radiación térmica – 7000 Galones de Diésel



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 37** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 7 propiedades y 35 personas afectadas aproximadamente, las más relevantes del área son; toda la estación de servicio y la vía principal panamericana, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 37. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 galones de Diésel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión gaussiano - BLEVE

Estación de servicio " Norte del sindicato de choferes de Bolívar".

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,84 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1605 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.018 atm

Concentración de saturación ambiental: 24,181 ppm o 2,42%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 11 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 11 ° C

Masa química en el tanque: 23,8 toneladas El tanque está lleno en un 93%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 6,14 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 26m Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 1350 libras / min

Cantidad total quemada: 3.808 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.
El charco se extendió a un diámetro de 13m.

ZONA DE AMENAZA:

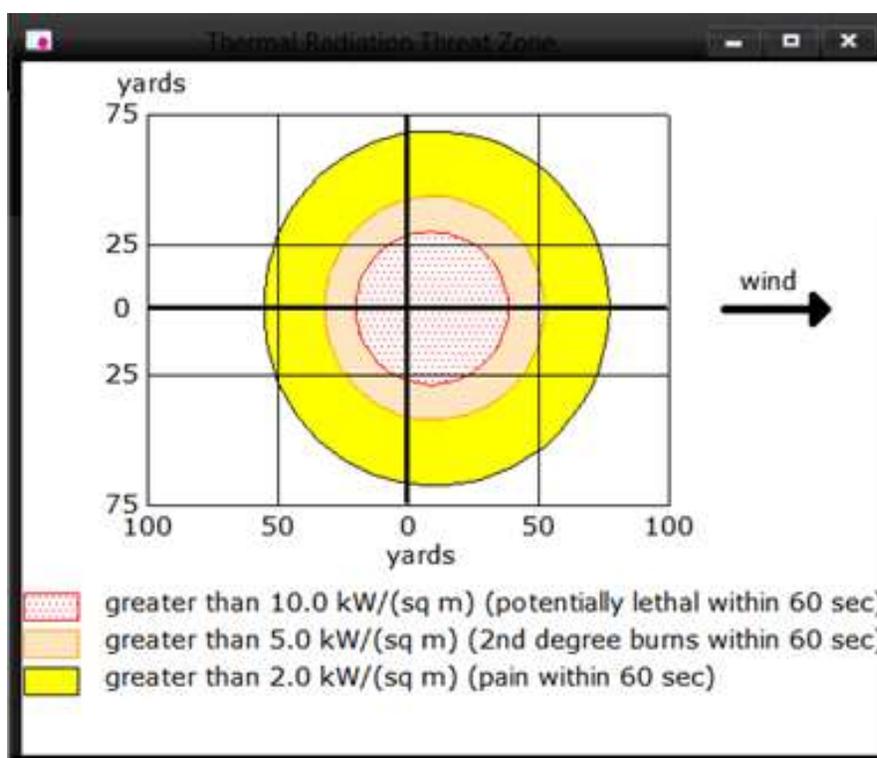
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 31**)

Rojo: 36m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 48m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 70m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 31. Zona de radiación térmica 7000 Galones Extra



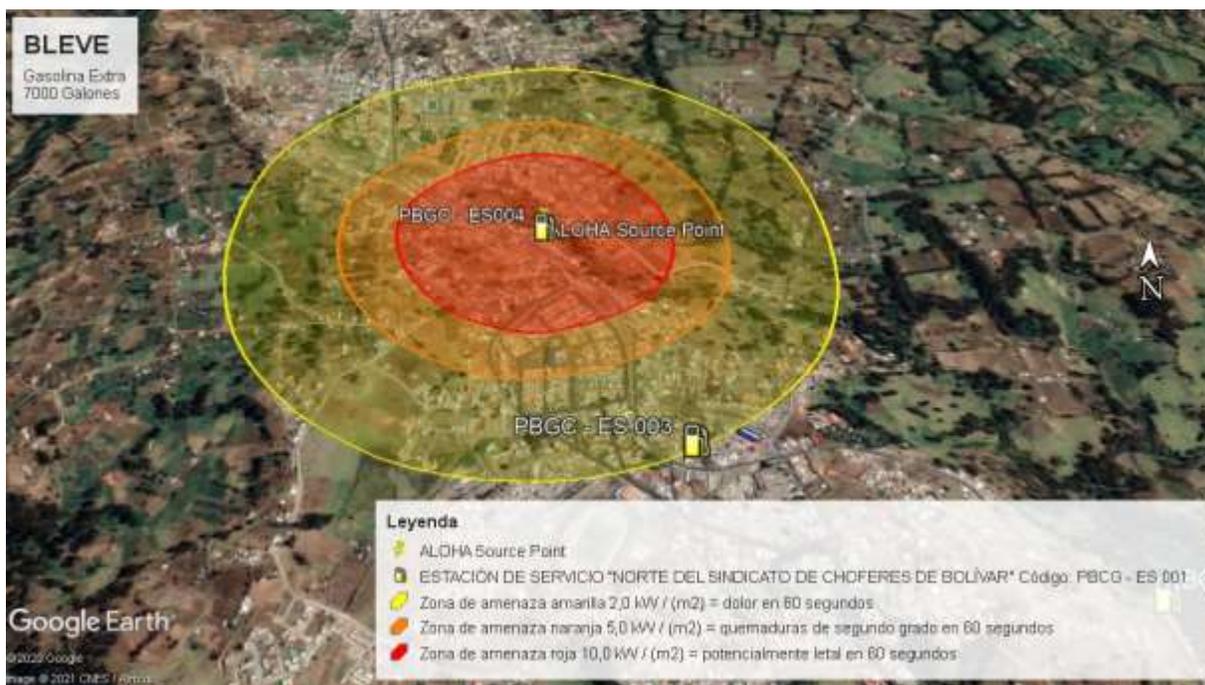
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 38** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 276 propiedades y 1380 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; 1 carpintería, almacenes de enderezada y pintura, tiendas, vía principal panamericana y el río de Guaranda, tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 4.215.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 18**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 38. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,84 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1605 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.018 atm

Concentración de saturación ambiental: 24,181 ppm o 2,42%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 11 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 11 ° C

Masa química en el tanque: 23,8 toneladas El tanque está lleno en un 93%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 6,14 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 26m Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 1350 libras / min

Cantidad total quemada: 3.808 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 13m.

ZONA DE AMENAZA:

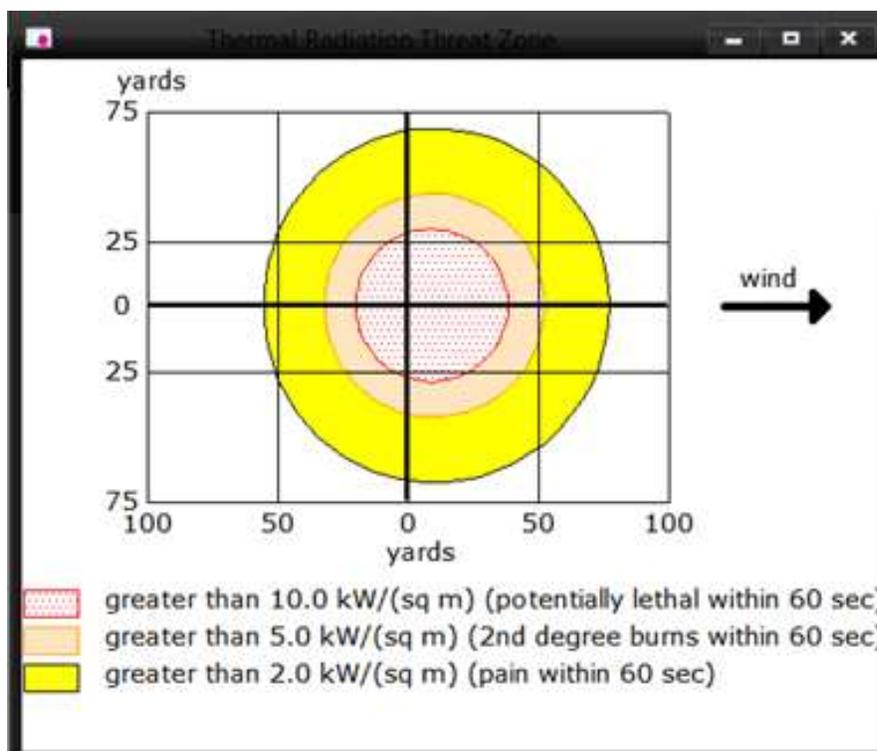
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 32**)

Rojo: 36m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 48m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 70m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 32. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Super



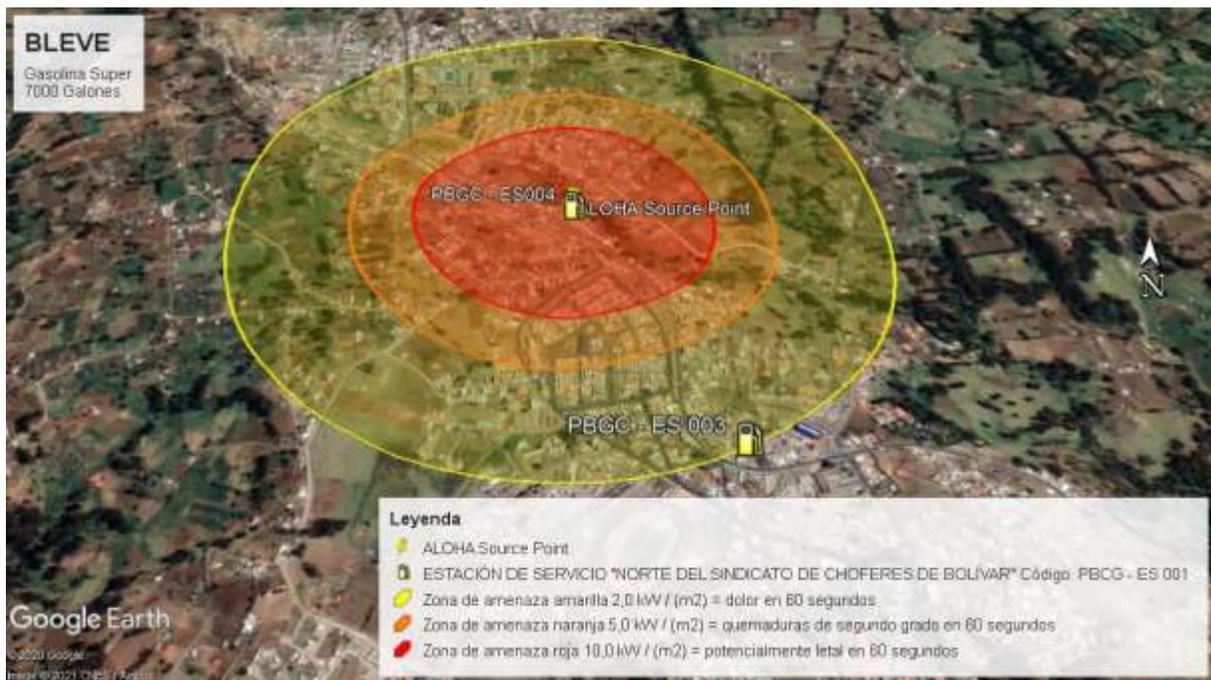
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 39** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 276 propiedades y 1380 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; 1 carpintería, almacenes de enderezada y pintura, tiendas, vía principal panamericana y el rio de Guaranda, tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 4.215.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 18**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 39. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 Galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,65 (piso único sin refugio)

Hora: 14 de enero de 2021 1659 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 27° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,41 atm

Concentración de saturación ambiental: 560,351 ppm o 56.0%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 3 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 12 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 12 ° C

Masa química en el tanque: 17.2 toneladas El tanque está lleno al 93%

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100%

Diámetro de la bola de fuego: 145m Duración de la combustión: 10 segundos

ZONA DE AMENAZA:

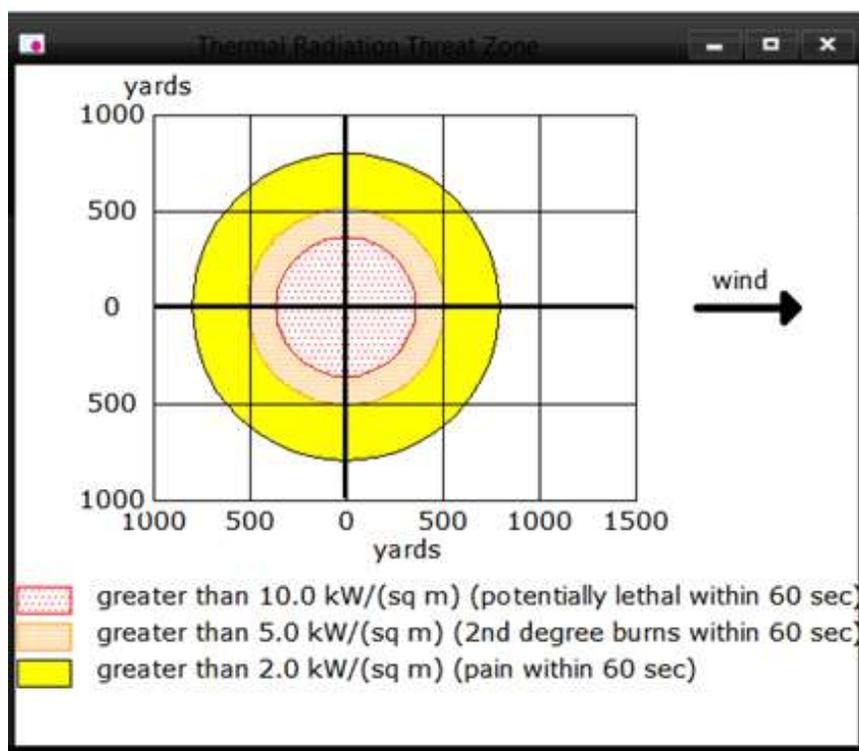
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **figura 33**)

Rojo: 330m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 466m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 728m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 33. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Diesel



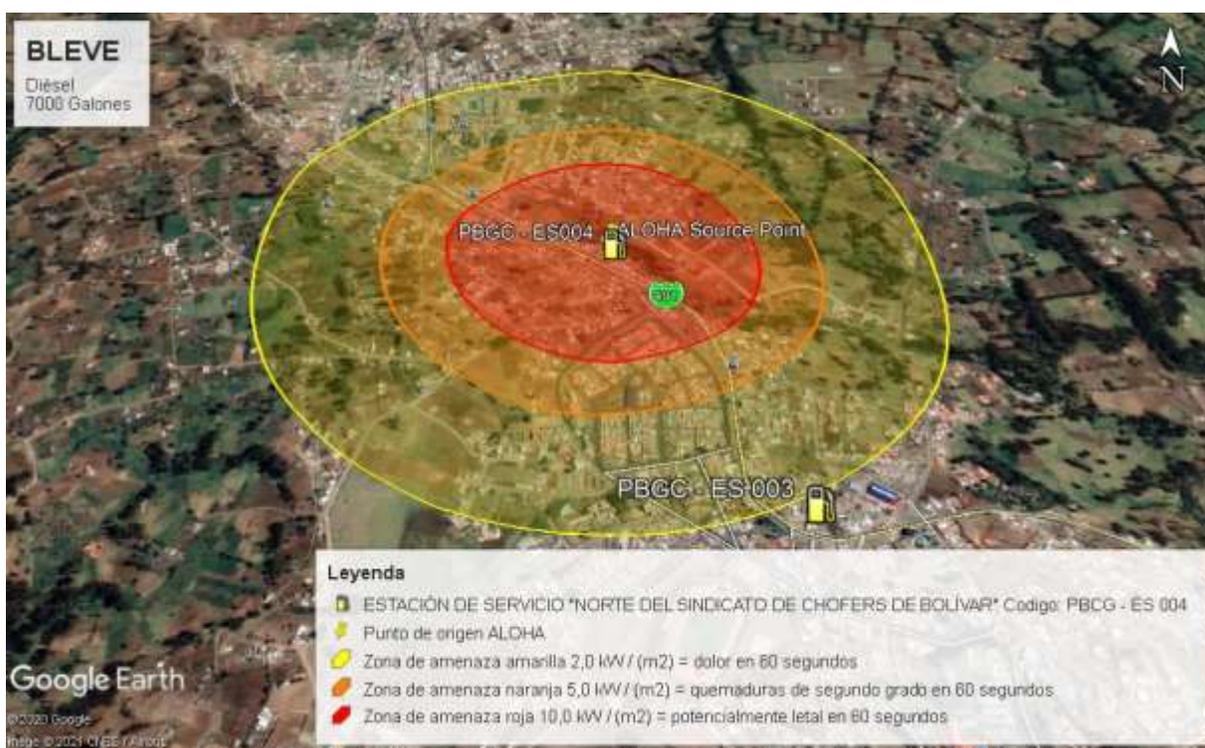
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 40** se visualiza el modelamiento realizado con el peor de los casos que es BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido en ebullición) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja el peor de los peligros, tiene como resultado 251 propiedades y 1255 personas afectadas aproximadamente, los más relevantes del área son; 1 carpintería, almacenes de enderezada y pintura, tiendas, vía principal panamericana y el río de Guaranda, tiene un nivel Muy Alto en pérdidas materiales de \$ 4.215.102,84 millones de dólares aproximadamente (se visualiza los elementos expuestos, mismas que reflejan sus pérdidas materiales, **anexo 18**), mientras que en la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación múltiple no contenida, mostrando un nivel de riesgo muy alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 40. Modelamiento de la zona de amenaza por BLEVE de 7000 Galones de Diesel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Modelamiento de dispersión Gaussiano – POOL FIRE

Estación de servicio " Norte del sindicato de choferes de Bolívar".

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,83 (piso único sin refugio)

Hora: 28 de diciembre de 2020 13:19 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.020 atm

Concentración de saturación ambiental: 27,107 ppm o 2,71%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 13 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 13 ° C

Masa química en el tanque: 23,7 toneladas El tanque está lleno en un 93%

Presión interna en caso de falla: 40,7 psia

Porcentaje de masa del tanque en Fireball: 100.0%

Diámetro de la bola de fuego: 161m Duración de la combustión: 11 segundos

Diámetro del fuego de la piscina: 0.9m Duración de la quema: 36 segundos

Longitud de la llama: 5m.

ZONA DE AMENAZA:

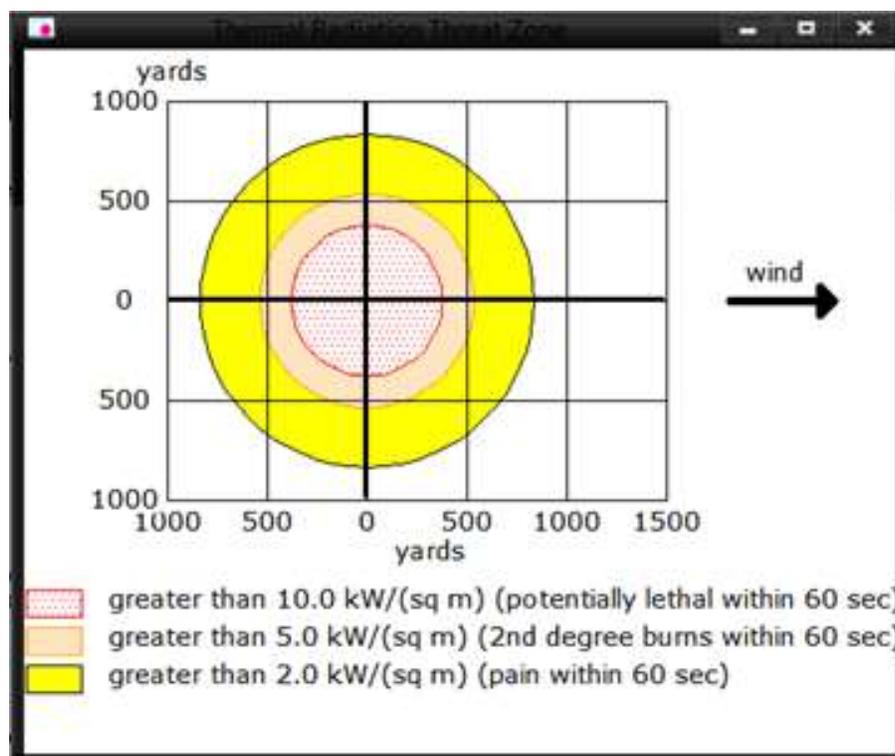
Modelado de amenaza: radiación térmica de bola de fuego. (Se visualiza en la **figura 34**)

Rojo: 345m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos

Naranja: 489m --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 764m --- (2.0 kW / (m2) = dolor en 60 segundos)

Figura 34. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Extra



Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 41** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 1 propiedad y 5 personas afectada aproximadamente, la estación de servicio en los tanques de almacenamiento, las islas y la vía principal panamericana y el río Guaranda, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 41. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 Galones de Gasolina Extra



Fuente: Google Earth Pro, 2020.
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0,84 (piso único sin refugio)

Hora: 6 de enero de 2021 1605 horas ST (especificado por el usuario)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: TOLUENO

Número CAS: 108-88-3 Peso molecular: 92,14 g / mol

AEGL-1 (60 min): 67 ppm AEGL-2 (60 min): 560 ppm AEGL-3 (60 min): 3700 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 71000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 100 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0.018 atm

Concentración de saturación ambiental: 24,181 ppm o 2,42%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 4 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 11 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 11 ° C

Masa química en el tanque: 23,8 toneladas El tanque está lleno en un 93%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 6,14 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 26m Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 1350 libras / min

Cantidad total quemada: 3.808 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 13m.

ZONA DE AMENAZA:

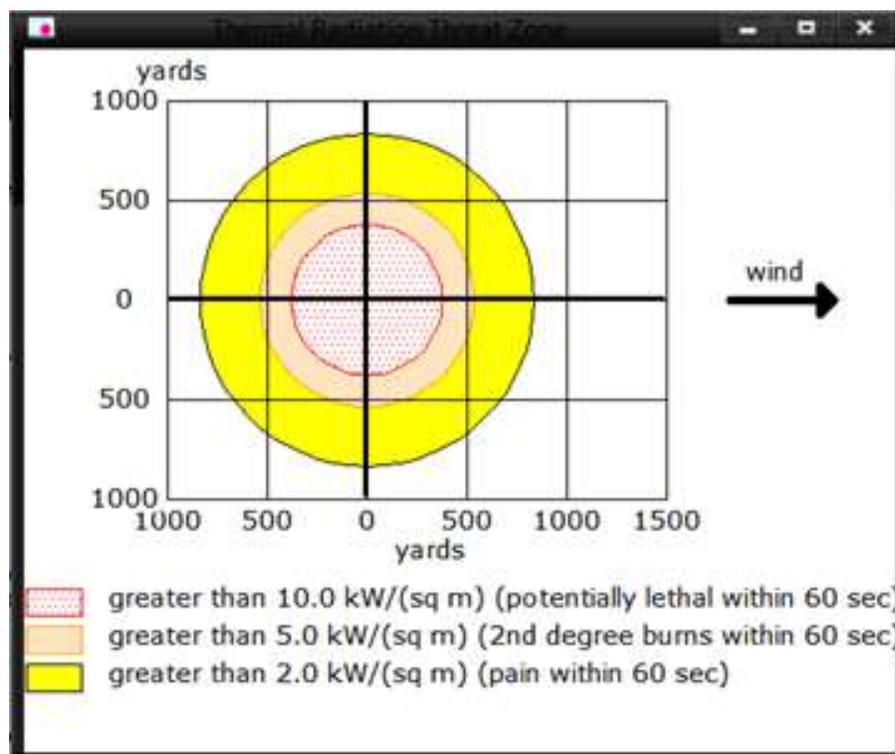
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 35**)

Rojo: 36m --- (10.0 kW / (m²) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 48m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 70m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 35. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Super



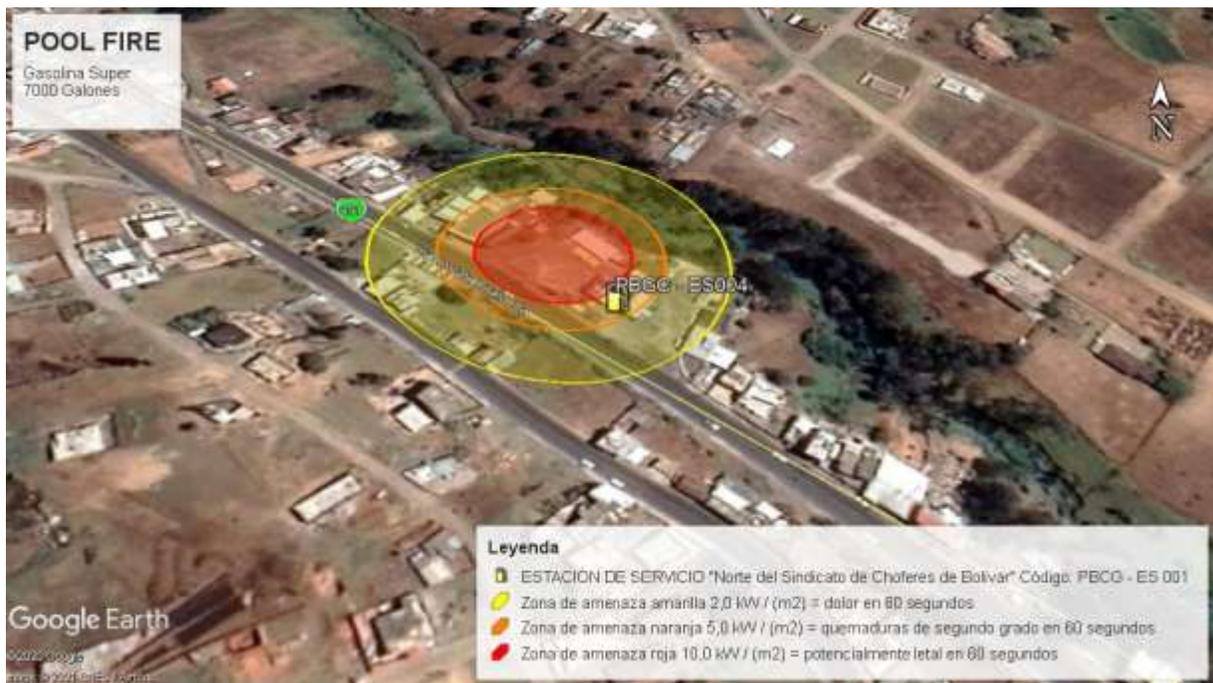
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 42** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 1 propiedad y 5 personas afectada aproximadamente, la estación de servicio en los tanques de almacenamiento, las islas y la vía principal panamericana y el río Guaranda, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 42. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 Galones de Gasolina Super



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

DATOS DEL SITIO:

Ubicación: GUARANDA, ECUADOR

Edificios de intercambios de aire por hora: 0.51 (piso único sin refugio)

Hora: 17 de enero de 2021 2233 horas ST (usando el reloj de la computadora)

DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: N-PENTANE

Número CAS: 109-66-0 Peso molecular: 72,15 g / mol

PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm

IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm

Punto de ebullición ambiental: 27 ° C

Presión de vapor a temperatura ambiente: 0,36 atm

Concentración de saturación ambiental: 494,440 ppm o 49.4%

DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 2 metros / segundo del NE a 3 metros

Rugosidad del suelo: nubosidad urbana o forestal: 7 décimas

Temperatura del aire: 9 ° C Clase de estabilidad: D

Altura sin inversión Humedad relativa: 75%

FUERZA FUENTE:

Fuga por orificio en tanque cilíndrico horizontal

La sustancia química inflamable se quema al escapar del tanque

Diámetro del tanque: 7,68 pies Longitud del tanque: 20,20 pies

Volumen del tanque: 7,000 galones

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 9 ° C

Masa química en el tanque: 17,3 toneladas El tanque está lleno en un 93%

Diámetro de apertura circular: 20 centímetros

La abertura está a 6,14 pies del fondo del tanque

Longitud máxima de la llama: 31m Duración de la combustión: 5 minutos

Tasa máxima de quemado: 1,460 libras / min

Cantidad total quemada: 2,768 libras

Nota: El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente.

El charco se extendió a un diámetro de 11m.

ZONA DE AMENAZA:

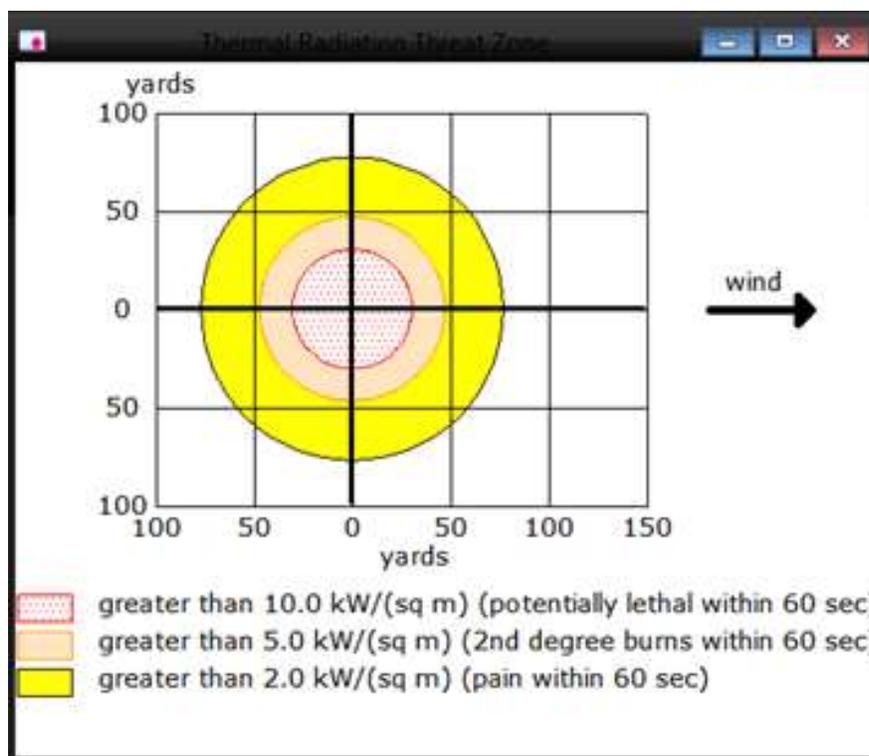
Modelo de amenaza: radiación térmica del fuego de la piscina. (Se visualiza en la **figura 36**)

Rojo: 28m --- (10.0 kW / (metros cuadrados) = potencialmente letal en 60 segundos)

Naranja: 43m --- (5.0 kW / (m²) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 70m --- (2.0 kW / (m²) = dolor en 60 segundos)

Figura 36. Zona de radiación térmica 7000 Galones de Diesel



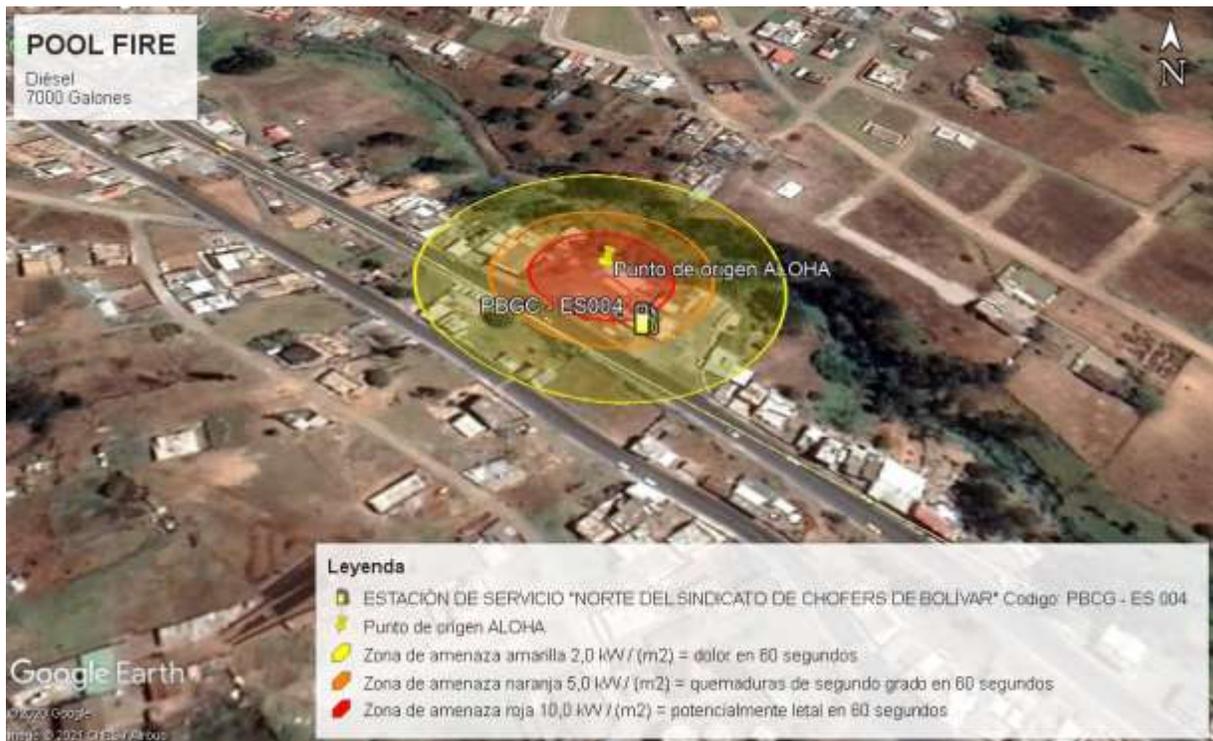
Fuente: ALOHA 5.4.7, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

En la **Ilustración 43** se visualiza el modelamiento realizado con POOL FIRE (charco de fuego) cuenta con 3 zonas de amenazas, la zona roja peligrosa, tiene como resultado 1 propiedad y 5 personas afectada aproximadamente, la estación de servicio en los tanques de almacenamiento, las islas y la vía principal panamericana y el río Guaranda, mientras que la zona naranja y amarilla muestra las áreas de peligro decreciente.

Cabe mencionar que dentro de la zona roja muestra daños al ambiente que posee una contaminación simple no contenida, mostrando un nivel de riesgo alto de acuerdo a los parámetros establecidos.

Ilustración 43. Modelamiento de la zona de amenaza por POOL FIRE de 7000 Galones de Diesel



Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

A continuación, se muestran una tabla resumen que contienen datos de las zonas de amenazas, personas, daños a las viviendas e infraestructura, económico y lo ambiental.

Tabla 33. Tabla resumen - Modelamiento de dispersión gaussiano - BLEVE

MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO BLEVE		ESTACIÓN DE SERVICIO GONZÁLEZ					ESTACIÓN DE SERVICIO MEZA					ESTACIÓN DE SERVICIO SIETE COLINAS					ESTACIÓN DE SERVICIO NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR				
		Extra		Super	Diesel		Extra		Super	Diesel		Extra		Super	Diesel		Extra	Super	Diesel		
ZONAS DE AMENAZAS																					
Galones		6600	9000	15600	4200	9000	5500	6000	11500	6000	8000	5600	2850	8450	2850	7000	7000	7000	7000		
Zonas de Amenaza	Rojo	188m	377m	447m	289m	358m	318 m	328 m	404 m	328 m	346 m	320 m	255 m	361 m	255 m	330 m	346m	346m	346m		
	Naranja	273m	483m	633m	408m	507m	451 m	465 m	572 m	465 m	488 m	453 m	354 m	511 m	354 m	466 m	489m	489m	489m		
	Amariillo	437m	831m	988m	638m	790m	703 m	725 m	894 m	725 m	762 m	707 m	553 m	798 m	553 m	727 m	764m	764m	764m		
VIVIENDAS / ELEMENTOS EXPUESTOS																					
Zona Roja		364 prop.	387 prop.	440 prop.	348 prop.	365 prop.	67 prop.	71 prop.	122 prop.	71 prop.	81 prop.	531 prop.	300 prop.	640 prop.	300 prop.	560 prop.	276 prop.	276 prop.	276 prop.		
AFECTACIÓN A PERSONAS / FAMILIAS																					
Zona Roja		1820 pers.	1940 pers.	2205 pers.	1540 pers.	1825 pers.	339 pers.	355 pers.	610 pers.	355 pers.	405 pers.	2655 pers.	1500 pers.	3200 pers.	1500 pers.	2800 pers.	1380 pers.	1380 pers.	1380 pers.		
COSTOS ECONOMICOS																					
Zona Roja		23220 MM	25385 MM	26180 MM	23720 MM	25055 MM	1283 MM	1343 MM	2224 MM	1075 MM	1225 MM	9421 MM	5556 MM	14970 MM	5556 MM	9856 MM	4215 MM	4215 MM	4215 MM		
AMBIENTAL																					
CONTAMINACIÓN ANTE Zona Roja		Contaminación múltiple no contenida					Contaminación múltiple no contenida					Contaminación múltiple no contenida					Contaminación múltiple no contenida				

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

4.3. Resultados según objetivo 3. Recomendar medidas de reducción de riesgos debido a su materialización en las estaciones de servicio.

En el Sistema de manejo de riesgo “árbol cuantitativo causa consecuencia” desde el 1 hasta el 12, se observa lo administrativo, área de almacenamiento y área de expendio, mostrando los niveles de riesgo de acuerdo a los parámetros que deben cumplir las áreas, lo que implica que, al no cumplir con las barreras para incendio posee consecuencias mayores o menores en las Estaciones de Servicio.

Los Sistema de manejo de riesgo pueden ser de gran utilidad para los propietarios en la toma de decisiones y ver el nivel de riesgo que puede ocasionar al no tener todas sus barreras establecidas contra un incendio. Ya que las áreas mencionadas anteriormente son de prioridad, pero se puede implementar en más zonas de propensas ante la amenaza.

Escenario. - en la estación de servicio “Siete Colinas” posee un tanque de almacenamiento de 8450 galones dividido en 2 compartimentos de los cuales uno es de 2850 galones y el segundo de 5600 galones.

La estación almacena y distribuye diésel y gasolina por lo que está inmersa al riesgo, en el primer escenario tenemos un accidente por el derrame de diésel y en el segundo escenario mayor por una fuga de combustible gasolina. Los incendios y explosiones están en estado líquido y contenido sea un POOL FIRE (Charco de Fuego) y BLEVE (explosiones de vapor en expansión de líquido en ebullición).

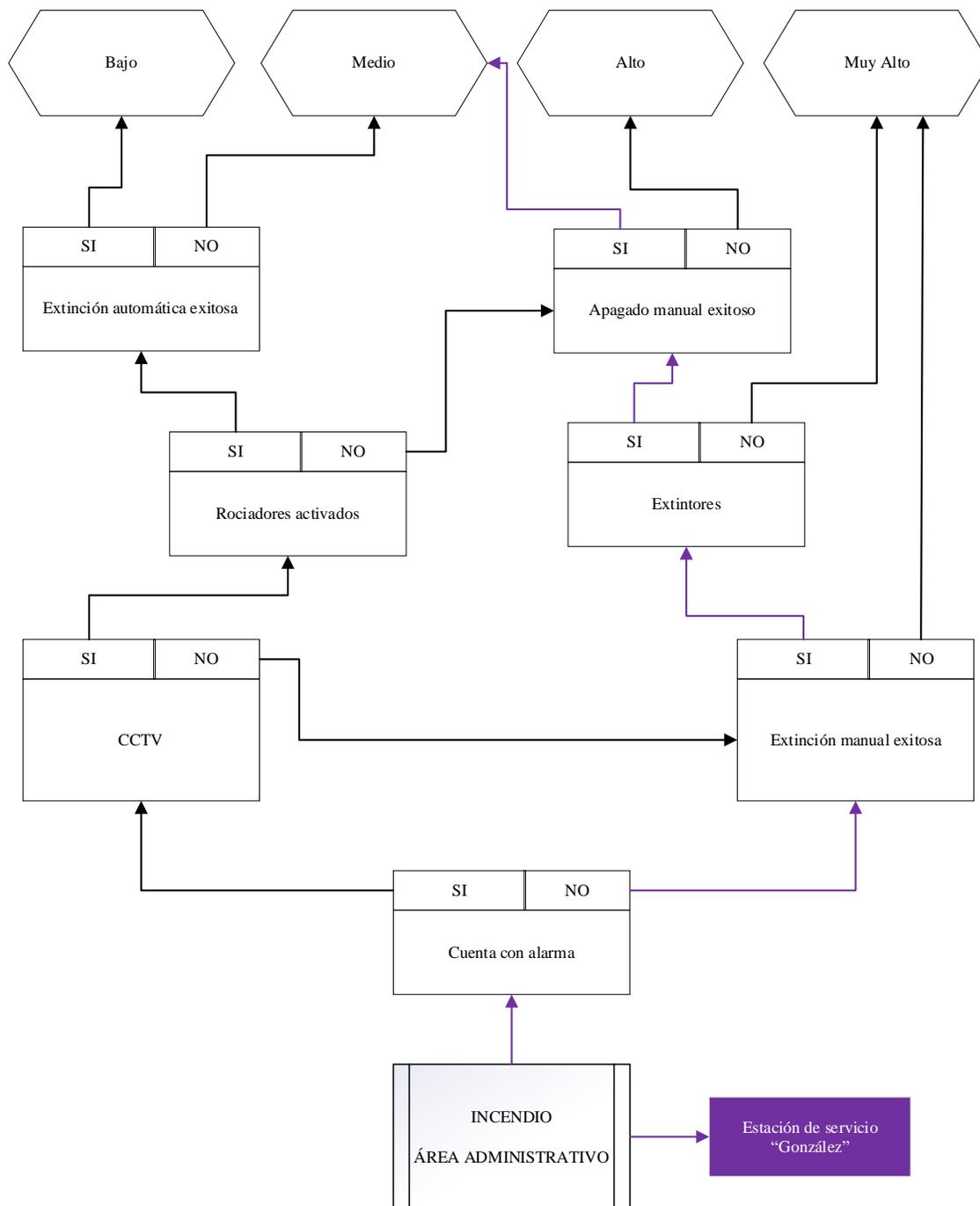
Para el análisis de incendio de charco, existe una fuga por orificio en el tanque cilíndrico horizontal, tiene un diámetro de apertura circular de 20 cm, haciendo que la sustancia química inflamable se quemara al escapar del tanque. El producto químico se escapó como líquido y formó un charco ardiente extendiéndose a un diámetro de 17 metros. Así mismo para el análisis de explosión de un líquido inflamable en el tanque cilíndrico horizontal producida por todo el combustible contenido. tiene un diámetro de la bola de fuego de 162m con una duración de la combustión de 11 segundos.

Se mencionan importantes recomendaciones en base a los datos obtenidos, para así obtener mejoras en las estaciones de servicio:

- ✓ Se recomienda a los organismos de respuesta que en las inspecciones se utilice la matriz IESS (Índice de seguridad de las Estaciones de Servicio), que ha sido elaborada por el grupo de investigación en esta tesis misma que se ha adaptado de la matriz ISU, 2016 creado por el Ing. Paul Sánchez, donde se evidencia una estructura detalla de las áreas, normativas y registros oficiales de la ARCH (Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos), para que ayude al cumplimiento de la inspección en su totalidad.
- ✓ Se recomienda que los bomberos, realicen las inspecciones de forma correcta (revisar todas las instalaciones de las estaciones) una vez que se haya realizado los debidos cambios, podrán disponer del permiso para así reducir el riesgo.
- ✓ Deben realizar las inspecciones de forma no planificada, para verificar si los cambios se encuentran tal cual como cuando se les entrego el permiso.

SISTEMA DE MANEJO DE RIESGO

Árbol cuantitativo de causa consecuencia 1. Área Administrativa – Incendio

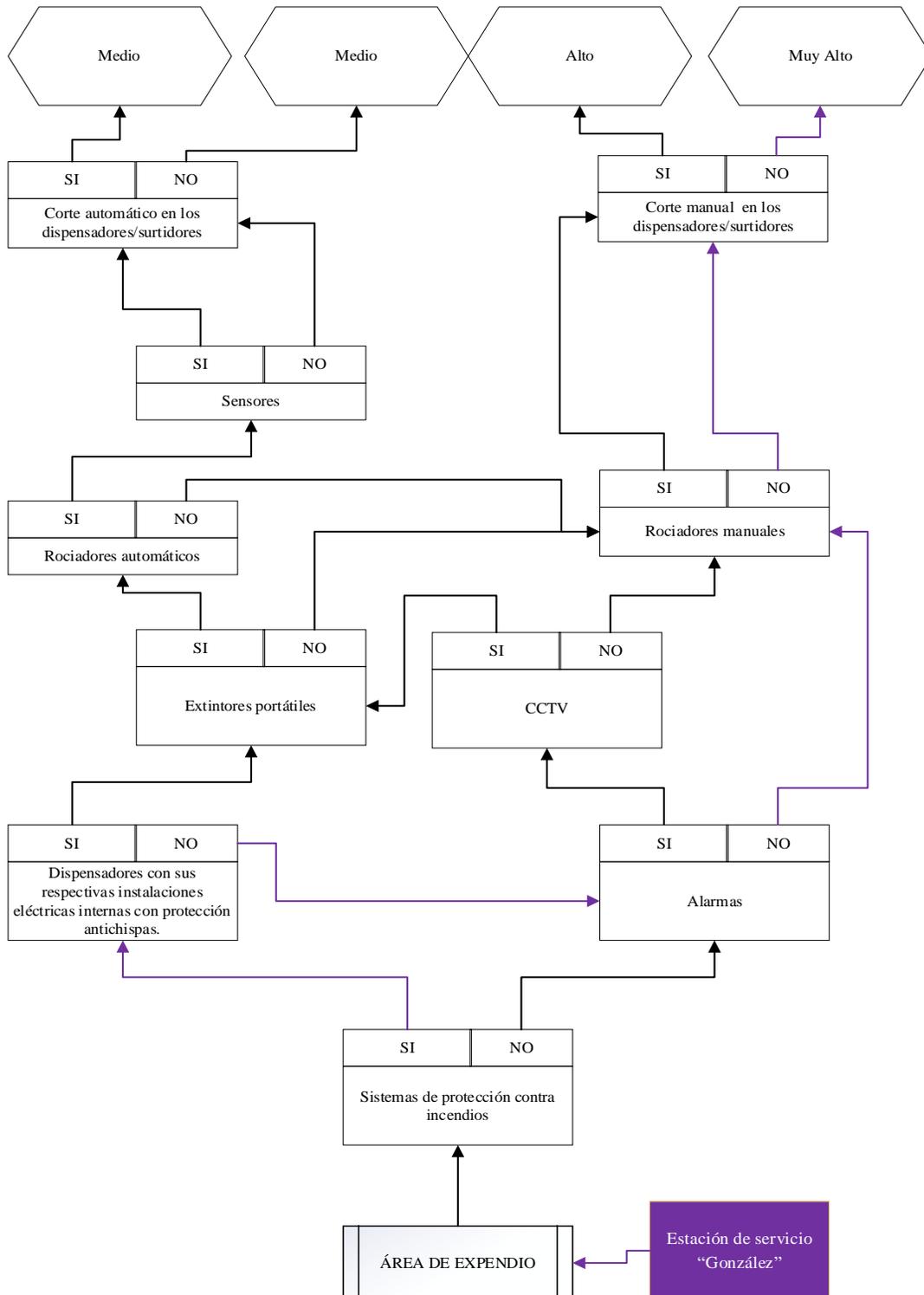


Fuente: (Sánchez, Chemical Reduction Emergencies, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Árbol cuantitativo de causa consecuencia 3. Área de Expendio – Incendio

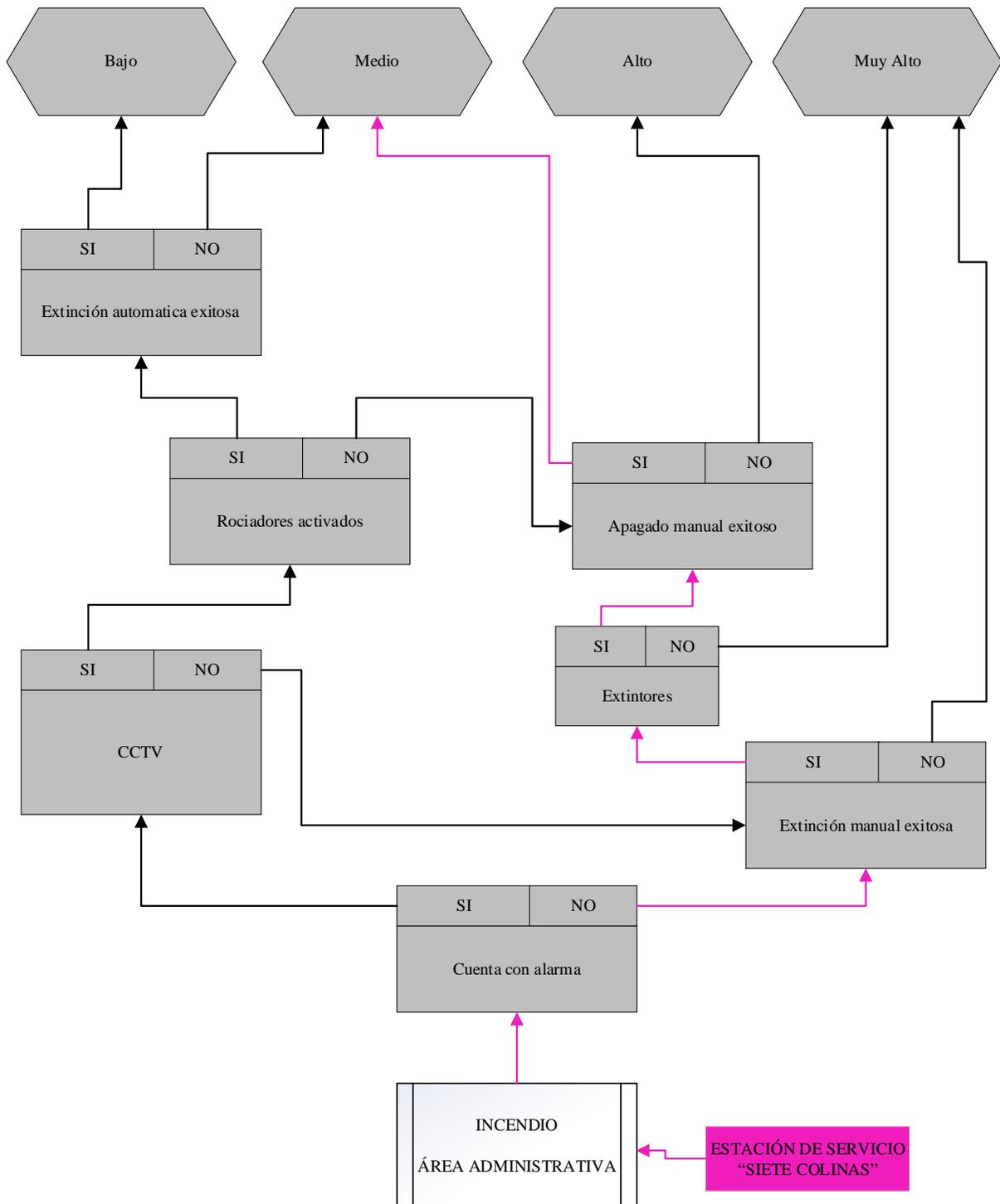


Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Estación de Servicio “Siete Colinas”

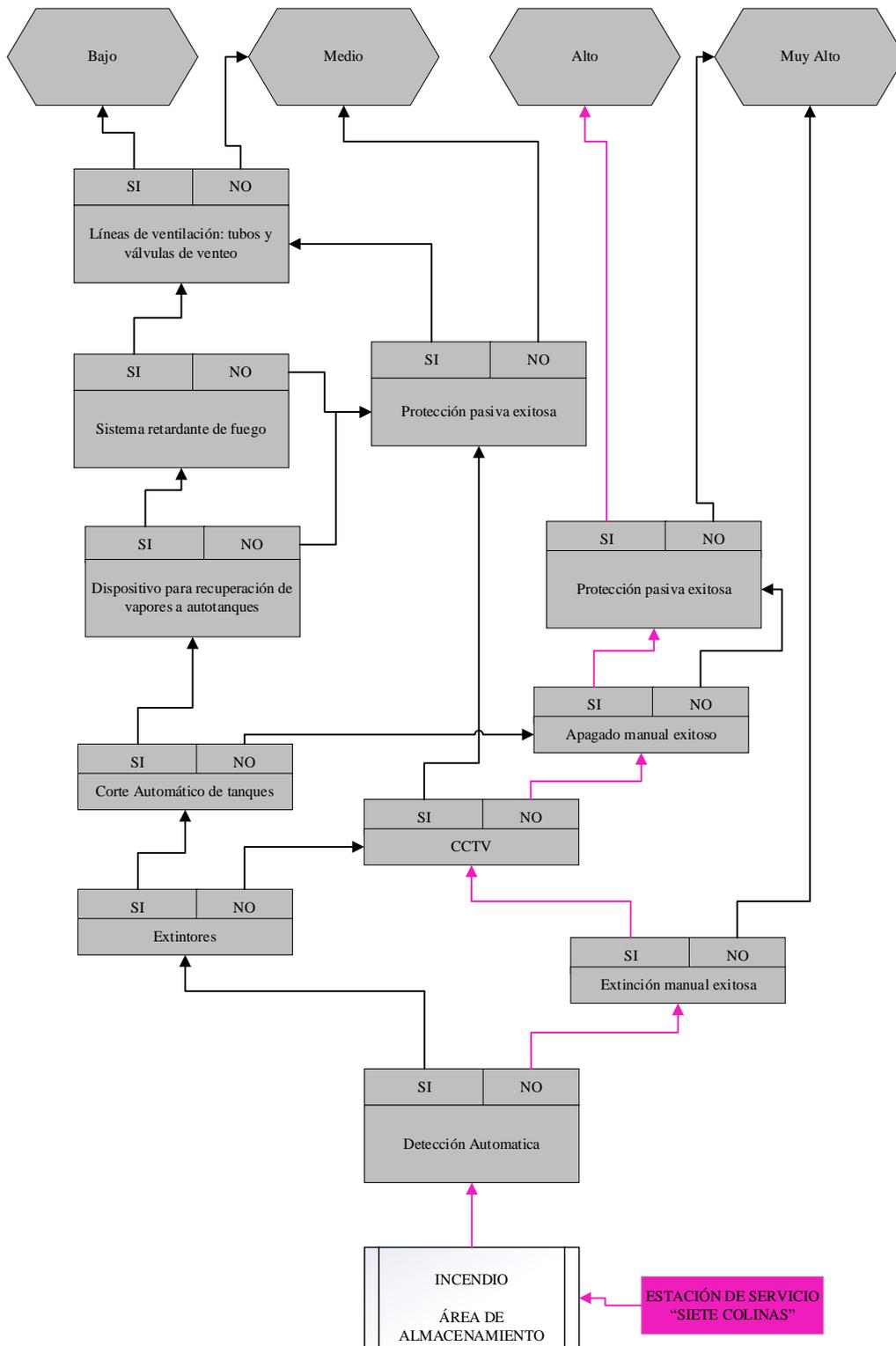
Árbol cuantitativo de causa consecuencia 4. Área Administrativo – Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

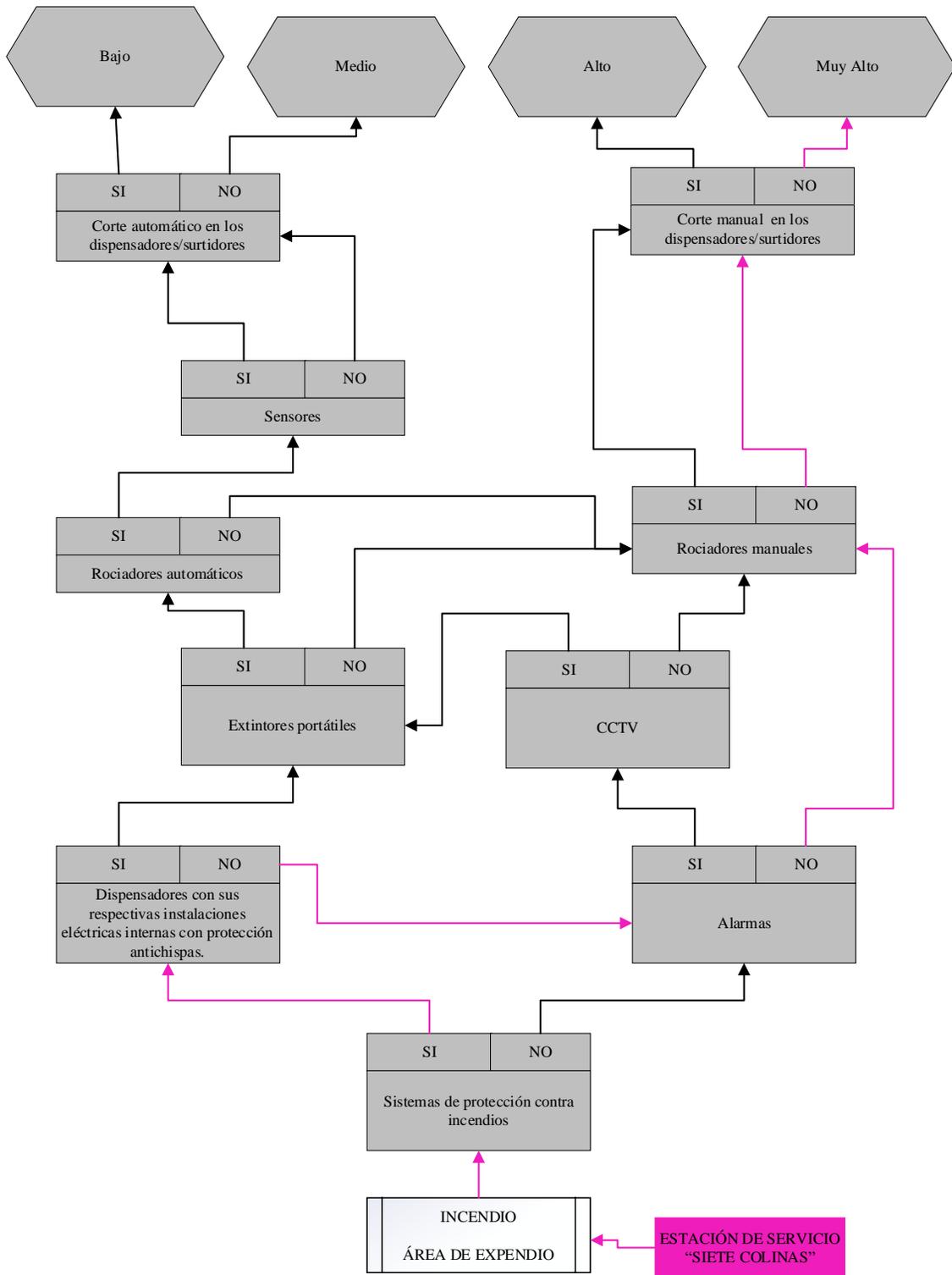
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Árbol cuantitativo de causa consecuencia 5. Área Almacenamiento - Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)
Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E., 2021.

Árbol cuantitativo de causa consecuencia 6. Área Expendio - Incendio

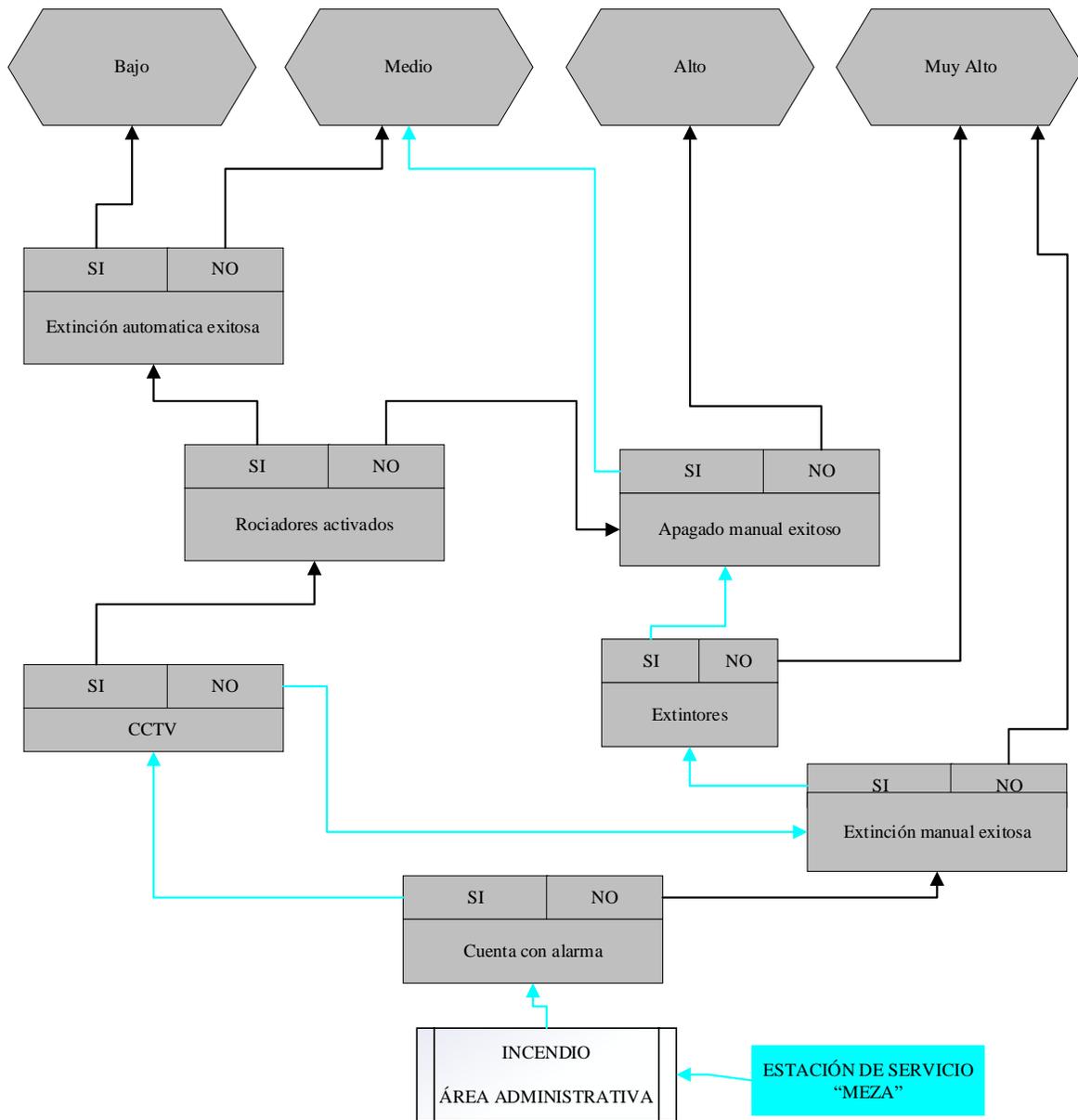


Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Estación de Servicio "Meza"

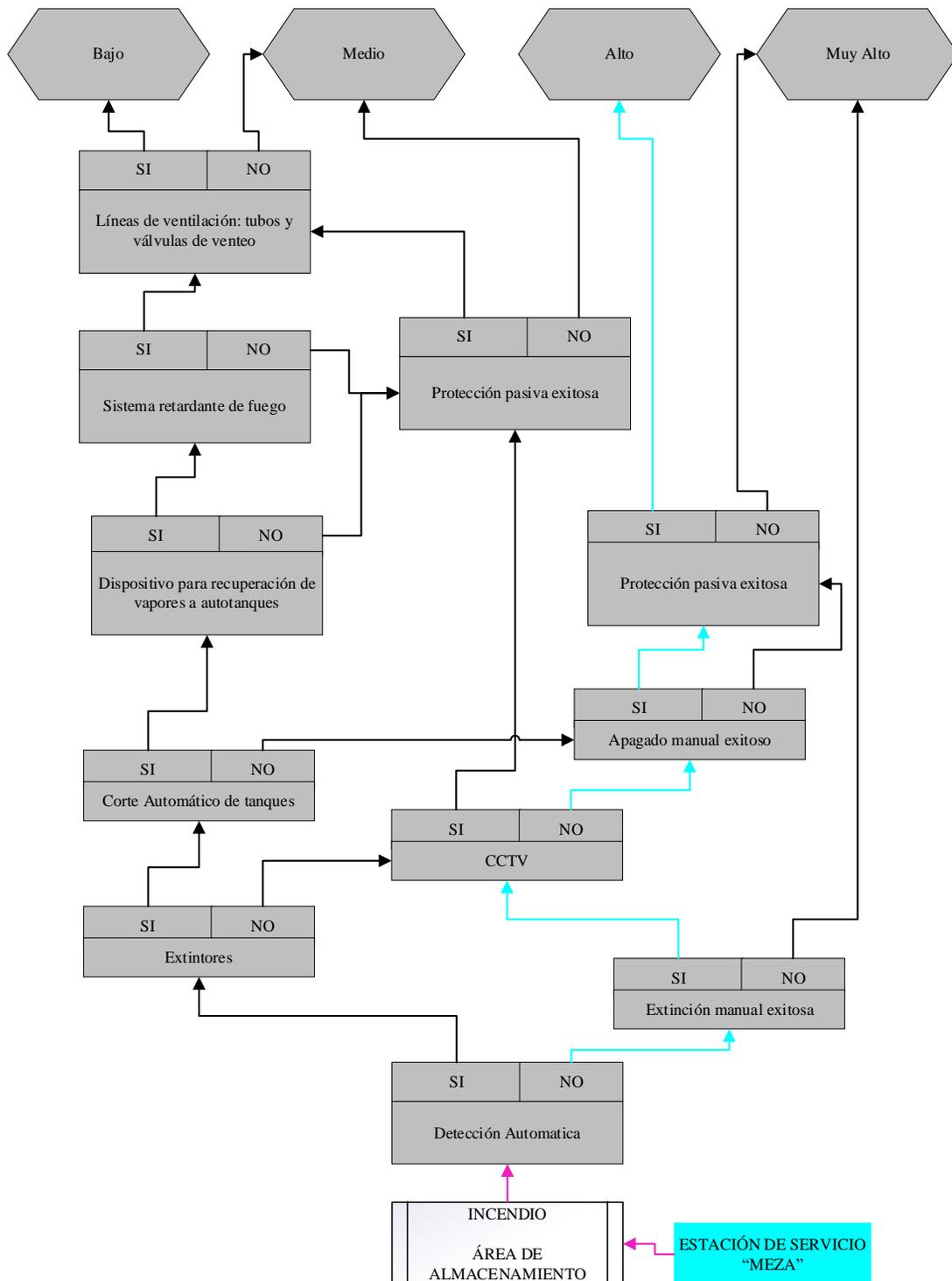
Árbol cuantitativo de causa consecuencia 7. Área Administrativo - Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

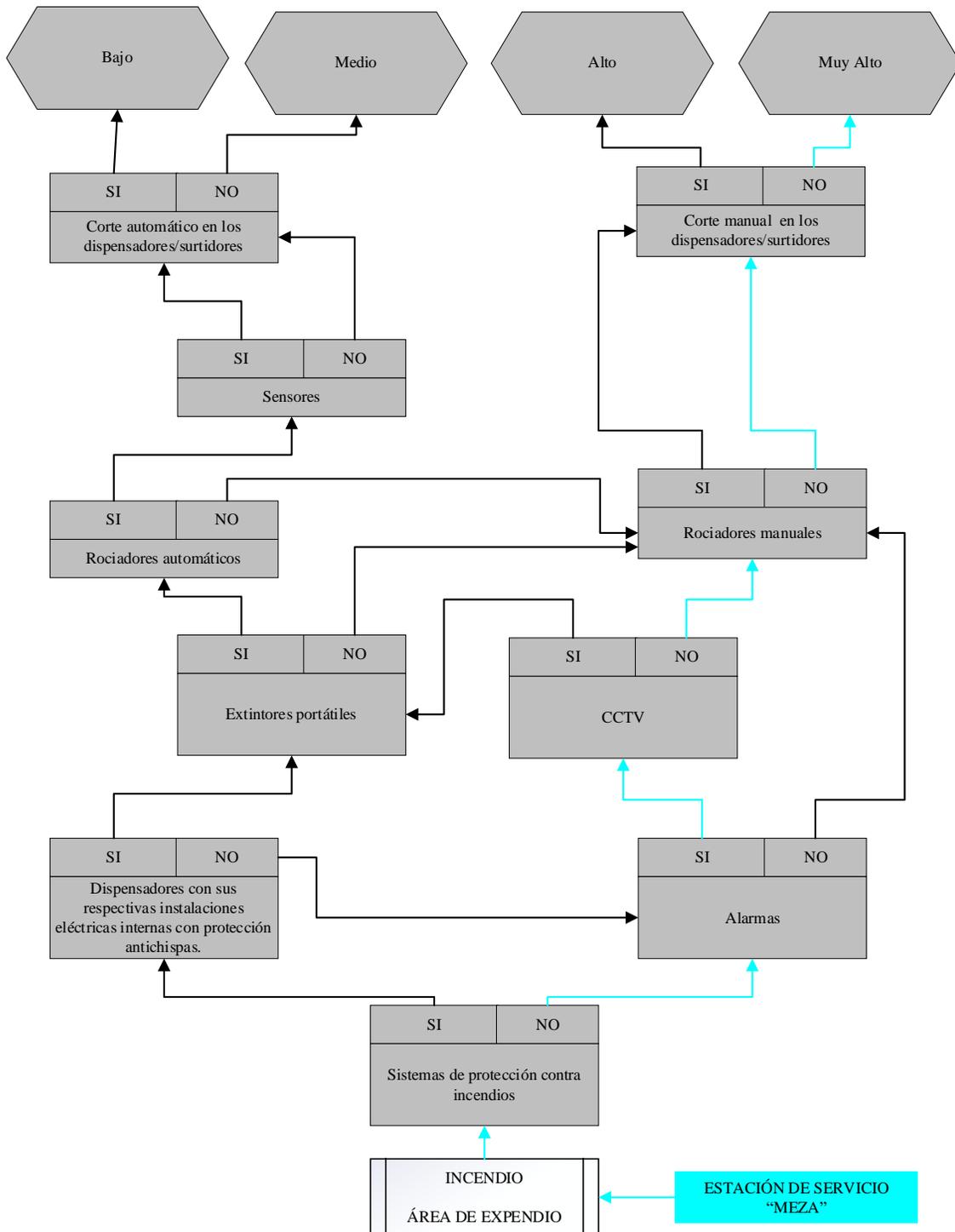
Árbol cuantitativo de causa consecuencia 8. Área Almacenamiento - Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

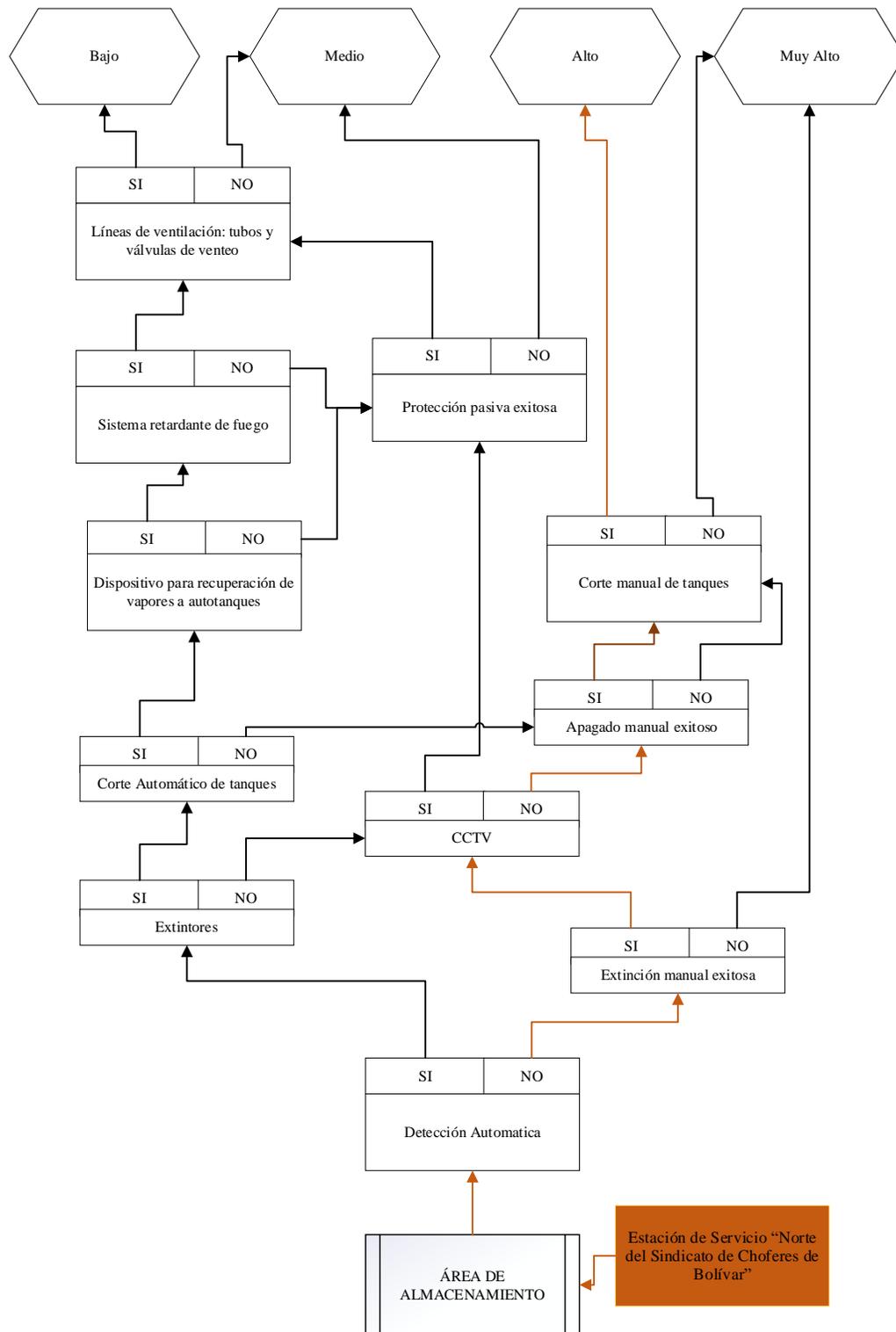
Árbol cuantitativo de causa consecuencia 9. Área Expendio - Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

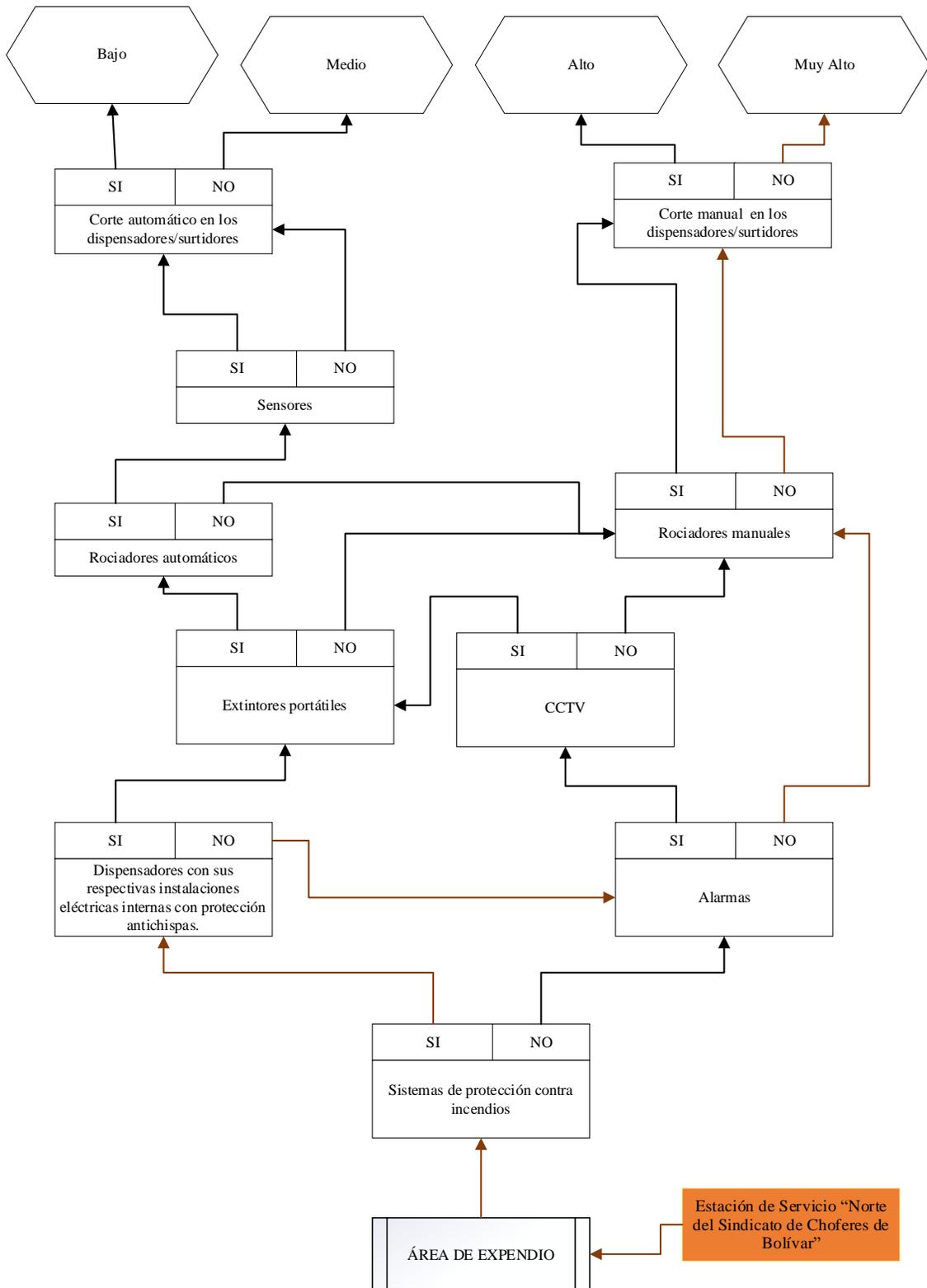
Árbol cuantitativo de causa consecuencia 11. Área de Almacenamiento – Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Árbol cuantitativo de causa consecuencia 12. Área de Expendio – Incendio



Fuente: (Sánchez, *Chemical Reduction Emergencies*, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

Posteriormente se muestra una tabla resumen de las acciones a tomar de acuerdo a los componentes apoyándose en los sistemas de manejo de riesgos.

Tabla 34. Medidas generales de reducción del riesgo de incendio y explosión basados en el “Árbol cuantitativo de causa consecuencia”

COMPONENTE	ACCIONES	RESPONSABLE Y COLABORADORES
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> - Entrenamiento para propietarios (gerente) de las Estaciones de Servicio. - Director y subdirector general de emergencias. - Entrenamiento brigadistas de emergencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente de la Estación de servicio - Petróleos y Servicios - Apoyo: Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Policía. - Universidad Estatal de Bolívar.
Recursos contra incendio	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos de cortes automáticos. - Renovación de extintores. - Rociadores - Sensores - Alarmas - CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente de la Estación de servicio - Cuerpo de Bomberos de Guaranda. - Universidad Estatal de Bolívar.
Seguros	<ul style="list-style-type: none"> - Contra incendios y explosión - Robo - Equipo electrónico - Rotura de maquinarias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente de la Estación de servicio - Seguros y reaseguros (Aseguradora)
Personas y edificaciones expuestas	<ul style="list-style-type: none"> - Información - Planes de Emergencia - SAT - Simulaciones. - Simulacros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente de la Estación de servicio - Cuerpo de Bomberos de Guaranda. - Universidad Estatal de Bolívar.

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E., 2021.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2. Conclusiones

1. Se identificó los riesgos de incendio y explosión en las cuatro estaciones de servicio en estudio, mismas que se ha creado, adaptado y aplicado matrices como el “Índice de Seguridad en las Estaciones de Servicio” (ISES), se tuvo como resultado en la estación de servicio “Gonzales”, un Índice de Vulnerabilidad de 0,66 y un Índice de seguridad de 0,34 que muestra un Nivel II de acuerdo a su Probabilidad 4 tiene como resultado un Riesgo Medio misma que la Estación de Servicio podría colapsar y se deberá tomar medidas a corto y mediano plazo.

En la matriz de “Identificación y Evaluación de Peligros” (HAZARD), Estaciones de Servicio “González”, “Meza”, “Siete Colinas” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar” muestran datos de Riesgo de Incendio con un nivel de riesgo Medio, mostrando así que en las estaciones de servicio se debe tomar medidas preventivas y correctivas para mejorar su funcionamiento. Sin embargo, en el Riesgo de Explosión en las cuatro estaciones de servicio tiene como resultado un nivel de Riesgo Alto, mismas que se deben generar procedimientos, alertas, alarmas, otros para la toma de decisiones.

La matriz “Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio” (MESERI), demuestra que en las Estaciones de Servicio “González”, “Meza” y “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar” se tiene un índice de vulnerabilidad de incendio tiene como resultado un Nivel de Riesgo Alto, es decir, se deberá corregir adoptando medidas de control para su correcto funcionamiento.

Los mapas de Riesgos (Recursos y Evacuación) se han generado acorde a las normativas vigentes usando la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013 que es una traducción de la norma internacional ISO 3864-1:2011, el Catálogo general de Señales de Seguridad; 2018 y la norma UNE 23032:2015 los símbolos gráficos para la creación de los mapas, ya que en las estaciones de servicio no aplican normativas vigentes para la elaboración siendo difícil de entender para sus usuarios.

2. De acuerdo a cada estación de servicio se han logrado resultados individuales con ayuda del software ALOHA tiene 36 mapas de modelamiento de DISPERSIÓN GAUSSIANO que tiene que ver con el químico, a la vez, identificar las condiciones ambientales de las Estaciones de Servicio en estudio tanto en BLEVE como POOL FIRE, los datos que muestra en la estación de servicio “González” tiene mayor cantidad de almacenamiento de combustible extra, en **BLEVE** de líquido inflamable en el tanque cilíndrico horizontal con 15600 galones del total de dos contenedores de Extra (6600gl – 9000gl) con químico TOLUENO, mostrando una zona de amenaza de la radiación térmica de bola de fuego; rojo: 447m, naranja 633m, amarillo 888m, misma que en la zona roja en el peor de los casos con 10.0 kW/m^2 que es la cantidad de energía liberada, puede causar muertes o daños letales ante una explosión; en vida (2205 personas afectadas), ambiente, propiedad (440) producido en menos de un minuto, representando pérdidas económicas de \$15.750 millones de dólares aproximadamente.

Cabe mencionar que será afectado un Hospital Básico “Becerra” que mostrará graves daños en su infraestructura y los pacientes, tomando en cuenta que se producirá víctimas en masa, mismas, que tendrán que ser reubicados en diferentes casas de salud.

El Hospital “Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Humberto del Pozo” se ve afectada por la Estación de Servicio “Siete Colinas”, por lo tanto, se deben realizar protocolos para responder la emergencia de forma rápida y segura con la ayuda de los organismos de socorro.

Al realizar los modelamientos de dispersión gaussiano con un **POOL FIRE** en la misma estación de servicio, se realizó con un diámetro de apertura circular de 40 centímetros aproximadamente, escapando el químico como líquido y formando un charco ardiente, tiene como resultado tres modelos de amenaza de radiación térmica del fuego de la piscina en rojo: 54m, naranja: 75m, amarillo: 112m. Dándonos como referencia afectación en 3 propiedades y 15 personas aproximadamente, la estación de servicio y la vía principal panamericana.

3. Al analizar la situación en las estaciones de servicio de las medidas de reducción de Riesgos mediante la creación de un sistema de manejo de riesgos “Árbol cuantitativo de causa consecuencia” son de gran utilidad para los propietarios en la toma de decisiones y ver el nivel de riesgo que puede ocasionar al no tener todas sus barreras establecidas contra un incendio y explosión.

Tomando las áreas de: almacenamiento, administrativo y expendio como prioridad de esa forma se sabe los recursos con que cuenta la estación de servicio siendo medidas de reducción para emergencias, se muestra con la continuidad de las flechas las consecuencias a los que se expone al no tener todas sus medidas establecidas.

En el área de expendio en las Estaciones de Servicio “González”, “Meza”, “Siete Colinas”, “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”, no cumple con alarmas, ya que son manuales los rociadores y el corte en los dispensadores/surtidores, tiene como consecuencia un nivel de riesgo muy alto.

5.3. Recomendaciones

1. Es necesario que se utilice estas matrices, ya que contiene diferentes factores y normativas vigentes tanto nacionales como internacionales que debe hacer cumplir los propietarios en cada estación de servicio, permitiendo ayudar en las inspecciones que realiza el Cuerpo de Bomberos y diferentes organismos de socorro para el cumplimiento de los permisos anuales, que contribuye en la toma de decisiones de forma inmediata e identificando el área afectada, en caso ocurrir un conato de incendio y al no ser controlado a tiempo, genera graves daños al transformarse en una explosión espontánea.

Se debe tener en cuenta las áreas que componen las estaciones de servicio en estudio para acudir con el personal y los recursos adecuados en caso de un incendio y explosión. Los mapas deben ser creados de forma sencilla y precisa para que los empleados, clientes y diferentes usuarios que acude a la estación de servicio, puedan visualizar las señaléticas de prevención, prohibición, obligación, advertencia, seguridad contra incendio, rutas de evacuación segura, equipos de seguridad y sobre todo las condiciones de seguridad que ofrece ante un incendio y derrames menores. Ayudándose de normativas nacionales e internaciones para su correcta creación.

2. Que los modelamientos de dispersión Gaussiano ya elaboradas sean tomados en cuenta tanto para los propietarios de las estaciones como para las diferentes organizaciones de socorro y autoridades competentes, ya que se ha realizado en base a datos verídicos de cada estación permitiendo generar mapas de probabilidad con sus respectivas zonas de afectación en caso de suscitarse el riesgo de incendio o explosión, a la vez, la utilización del paquete de CAMEO que es un modelador de riesgo que contiene cuatro programas principales, utilizando el ALOHA para planificar y responder emergencias químicas, estimando escenarios de riesgo de BLEVE, nubes de gas tóxico, nubes de gas inflamable, chorros de aire, POOL FIRE (fuego de piscina) y explosiones de nubes de vapor; para ser visualizado en mapas en formato KML Google Earth que es un software libre.

3. Es necesario la utilización de nuevas metodologías como el sistema de manejo de riesgos “Árbol cuantitativo de causa consecuencia” misma que puede ser utilizada en cualquier estación de servicio, la cual permite conocer barreras para indicar en el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto al no cumplir con los recursos ante un incendio, se debe fortalecer la capacidad de respuesta en los trabajadores mejorando así la seguridad a clientes y viviendas aledañas.

Se recomienda la utilización de las matrices (ISES, HAZARD, MESERI) para la realización de las inspecciones en las estaciones de servicio, por parte del Cuerpo de Bomberos de Guaranda, mostrando así una revisión detallada en todas las áreas del cumplimiento de las normativas vigentes que se aplican.

Que la información sea tomada en cuenta por parte de las entidades competentes para que puedan realizar acciones de respuesta en base a daños que ocasionaría ante un incendio o explosión en las estaciones de servicio de la ciudad.

BIBLIOGRAFÍA

- Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). (2013). *ALOHA (AREAL LOCATIONS OF HAZARDOUS ATMOSPHERES)*. Obtenido de https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Tech_Doc.pdf?fbclid=IwAR2UTXaaMtZ8jvlO7f5D2jPSBnBA63NmWZyGRW8VMS8BYo5rvMcW3Lt_Cc
- Aguirre Gabriela & Vaca Lisseth. (2017). *ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA GASOLINA EXTRA ADITIVADA CON ALCOHOLES, EN LA REFINERÍA ESMERALDAS*. Obtenido de <http://200.12.169.19/bitstream/25000/9783/1/T-UCE-0017-008-2017.pdf>
- Ander-Egg. (27 de octubre de 2017). *Metodología*. Obtenido de <http://devnside.blogspot.com/2017/10/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
- AprendEmergencias. (2015). *TEORÍA DEL FUEGO*. Obtenido de Proyecto AprendEmergencias: <https://www.aprendemergencias.es/incendios/teor%C3%ADa-del-fuego/>
- ArcMap. (2016). *ArcGIS for Desktop*. Obtenido de Qué es un shapefile: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- ArcMap. (2016). *ArcMap 10.3*. Obtenido de ¿Qué es KML?: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/kml/what-is-kml-.htm>
- AristaSur. (20 de 02 de 2014). *ARISTASUR*. Obtenido de <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-utm>
- ARP Sura. (9 de 2010). *Hoja de Seguridad "Gasolina"*. Obtenido de Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente: https://www.arlsura.com/files/gasolina_CISTEMA.pdf
- Asamblea Constituyente. (7 de 05 de 2011). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Obtenido de www.asambleanacional.gob.ec: https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (1 de 12 de 2016). *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de www.preventionweb.net: https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportspanish.pdf
- Bastidas Gabriel & Bolaños Jimy. (Mayo de 2014). *UIDE "Universidad Internacional del Ecuador"*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/148/1/T-UIDE-0145.pdf>

- Bestratén, Manuel; Turmo, Emilio. (2019). *NTP 293: Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica*. Obtenido de Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, La Paz - Bolivia: https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_293.pdf/ea4f0605-43a9-4207-b54b-870440eb6206
- Blanca Tinajero & Kleber Vélez. (18 de 11 de 2011). *PROYECTO PARA LA CREACIÓN DE ESTACIÓN DE*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9673/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-462.pdf?fbclid=IwAR15RGulPZTQfOa8PmCR1pb6WWbmekFcdw2eNNHGXke2jZkKAK3cavhLNsY>
- CATÁLOGO GENERAL DE SEÑALES DE SEGURIDAD. (2018). *SS Covadonga*. Obtenido de https://www.sscovadonga.com/assets/pdf/CATALOGO%20COVADONGA%20SE%20C3%91ALES%20DE%20SEGURIDAD%202018%20versionweb.pdf?fbclid=IwAR2sGmUr3Fby9X5llJgW_vADtUY9F0CoRLAcOTZQGMRdZN-46n3Do85jz8Y
- cbrn.es (RNBQ en español). (22 de 12 de 2015). *Los índices de toxicidad en emergencias*. Obtenido de http://cbrn.es/?p=422&fbclid=IwAR2-CY_-TTs0jOVlhq16_WOhYvuuL5I0VKoCz8LpCrvC2YR7C_KtIjvUeq8
- Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional - CCSSO. (30 de 10 de 2006). *Glosario de términos MSDS*. Obtenido de Recurso Nacional Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional: http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/glossary/msds_gloss_h.html?fbclid=IwAR38wSMCCuYiW3jZbG75R8MCpUqav10SbNF6rJlkKfzSh8NQHgdCZxY49g
- Contaminación Ambiental*. (2015). Obtenido de Los modelos de dispersión y concentración de los contaminantes atmosféricos: <https://contaminacionambiental.info/los-modelos-dispersion-concentracion/>
- Cuerpo de Bomberos de Ambato. (26 de 3 de 2018). *Clasificación de los Incendios*. Obtenido de <https://www.embaep.gob.ec/clasificacion-de-los-incendios/>
- Cuerpo de Bomberos Santo Domingo . (2020). *EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIOS "Meseri"*. Obtenido de <https://bomberossantodomingo.gob.ec/images/docs/institucion/MESERI.pdf>
- Cuerpo de Bombros de Ambato. (26 de 3 de 2018). *Elementos esenciales del fuego*. Obtenido de <https://www.embaep.gob.ec/el-tetraedro-del-fuego-reaccion-en-cadena/>
- DIRECTORIO ARCH. (2013). *Registro Oficial N° 111*. Ecuador.
- EDUCACIÓN GENERAL SOBRE GASES. (2020). *INDUSTRIAL SCIENTIFIC*. Obtenido de <https://www.indsci.com/es/capacitacion/educacion-general-sobre-gases/glossary/?fbclid=IwAR3aRm-gDAwT-OkRWRPQeW7OgWOIRa2K1OxHXfe2pURpH1CJrG74Ta0YeOY#:~:text=El%20L>

EL%20es%20la%20concentraci%C3%B3n,son%20demasiado%20ligeros%20para%20explotar

Ejecutivo de Seguridad y Salud. (13 de 11 de 2020). *HSE*. Obtenido de <https://www.hse.gov.uk/offshore/strategy/pool.htm>

EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). (28 de 12 de 2020). *Oficina de Respuesta y Restauración del NOAA*. Obtenido de <https://www.epa.gov/cameo/what-cameo-software-suite>

Escudero, E. (2019). *Plan de Contingencia y Control de Derrame "Estación de Servicio GONZÁLEZ"*. GUARANDA.

face2fire. (3 de 5 de 2014). *FACE 2 FIRE (Security, Safety & Emergencies)*. Obtenido de <https://www.face2fire.com/riesgo-de-incendio-meseri-2/>

Geoevento Canadá. (2009). *Sustancias químicas en el medio ambiente*. Obtenido de canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/cs-sc/alt_formats/pdf/fact-fait/chem-chim_environ-spa.pdf

Google Earth Pro. (2020). *GOOGLE*. Obtenido de https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/es//intl/es_ar/enterprise/earthmaps/pdf/earth_pro_ds.pdf?fbclid=IwAR2JJJC96QauMONm8HK2C3ztYPLIT-kQcXSsexggH_0h_pk1KEuctilgWIPo

GOOGLE PLAY. (2020). *UTM Geo Map*. Obtenido de https://play.google.com/store/apps/details?id=info.yogantara.utmgeomap&hl=es_VE&fbclid=IwAR2uXPGIiUNTFBR3IYjdBga2XdBht4hz4efzGnVdWdi-3swkkShCmsTg7z0

GRE. (2016). *Guía de Respuesta en caso de Emergencia*. Canada: U.S. Department of Transportation.

Gruse William . (1964). *Tecnología Química del Petróleo*. Barcelona: Omega.

Harris, M. L. (14 de 9 de 2018). *Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/polvoRoca.html>

Incendios. (s.f.). Obtenido de Proyecto Aprende Emergencias: <https://www.aprendemergencias.es/incendios/>

INEC. (2010). Obtenido de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/bolivar.pdf>

Ing. Paul Sánchez - Chemical Reduction Emergencies. (2018). *Chemical Reduction Emergencies*. Guaranda.

Ingeografos. (10 de 4 de 2011). *Descripción técnica de un archivo KML y KMZ*. Obtenido de <http://www.ingefrafos.com.pe/2011/04/descripcion-tecnica-de-un-archivo-kml->

- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2020). *Diccionario*. Obtenido de Explosiones: <https://dle.rae.es/explosi%C3%B3n>
- Ruiz. (2020). *Como Funciona*. Obtenido de Como Funciona: <https://como-funciona.co/lagolina/>
- Ruiz. (2020). *Como Funciona*. Obtenido de <https://como-funciona.co/octanaje/>
- Ruiz, J. (2020). *Como Funciona*. Obtenido de <https://como-funciona.co/el-diesel/>
- Sánchez, P. (2016). *(ISU) Índice de Seguridad Universitaria*. Guaranda.
- Sierra, E. (2007). *INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO*. Obtenido de Carga de fuego ponderada: parámetros de cálculo: https://www.insst.es/documents/94886/327740/ntp-766.pdf/efc7707a-87f1-4bbd-a2d0-0edfd6fa8a64?fbclid=IwAR3yEvFL_hAQohqBKoHKU1nfbckAw90jAPa4wQpS_iFVYnretDH-RzZlv5g
- Torres, I. P. (s.f). *MANEJO SEGURO DE SUSTANCIAS QUIMICAS*. Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/amoniacos.pdf>
- TRI Chemical List. (2013). <https://19january2017snapshot.epa.gov>. Obtenido de <https://19january2017snapshot.epa.gov>: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj-1tPH9pDrAhVJmeAKHRXGAcQQFjAEegQIBBAB&url=https%3A%2F%2F19january2017snapshot.epa.gov%2Fsites%2Fproduction%2Ffiles%2F2015-01%2Fdocuments%2F3-2013-tri-na-releases-of->
- Turmo Sierra, E. (2019). *Explosiones BLEVE, evaluación de la radiación térmica*. Obtenido de Ministerio del trabajo y asuntos sociales de España: https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_293.pdf/ea4f0605-43a9-4207-b54b-870440eb6206
- UNE 23032. (2015). *Obermannray*. Obtenido de Plan de Autoprotección y Emergencia: <https://www.obermannray.com/861/planos-de- evacuacion-nueva-norma-une-230322015/?fbclid=IwAR2TuCzbqGDfEczInFszGwqcYbHbqOvXHwX2GSrkC5740Gzg3emzDuBxSNY>
- Universidad Nacional de la Plata. (2020). *Escuela Universitaria de Oficios UNLP*. Obtenido de Mecánica de Motos: <https://unlp.edu.ar/frontend/media/5/27505/ba85b705c2b73262c03aca40501afd63.pdf>
- Universidad Pablo de Olavide. (22 de 02 de 2008). *Dispersión de contaminantes atmosféricos: Modelo gaussiano de la columna de humo*. Obtenido de <https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/CA/Pract/Practica1.pdf>
- US EPA, O. (2013). *ALOHA Software*. Obtenido de <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta semiestructurada

Tema: Riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del casco urbano de Guaranda y modelamiento de dispersión Gaussiano para prevenir y mitigar las consecuencias

DATOS GENERALES:

Cargo: _____

Género: **Masculino** () **Femenino** ()

Edad: _____

Nombre de la Estación de Servicio:

Se recogerá los datos junto con los Bomberos de Guaranda para las visitas de campo

La presente encuesta tiene como finalidad obtener información que será tratada confidencialmente y sólo tiene validez para la presente investigación.

Instrucciones:

- Por favor conteste todas las preguntas con la sinceridad que le caracteriza.
- Conteste las preguntas marcando con una X.
- En las preguntas que se solicite su criterio, favor contestar en forma clara y precisa.

1. La Estación de Servicio ha participado en alguna ejecución de algún tipo de proyecto o investigación.

2. ¿Con cuántos empleados cuenta la Estación de Servicio?

3. ¿Cada cuánto tiempo el personal que labora, recibe capacitaciones con el cuerpo de bomberos?

4. ¿Qué temas ha impartido el cuerpo de bomberos?

5. ¿El personal que labora en la Estación de Servicio ha recibido capacitaciones en prevención y mitigación ante el riesgo de incendio y explosión?

6. ¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento en la estación?

7. ¿Sabe usted cómo actuar o que hacer en caso de ocurrir un incendio o explosión en la Estación de Servicio?

8. ¿Qué tipo de extintor utiliza en la Estación de Servicio y cuantos?

() Polvo Químico Seco (PQS)

() Dióxido de Carbono (CO2)

9. ¿La Estación de Servicio cuenta con un Plan de Emergencias?

10. Como es el sistema de prevención

11. ¿Usted conoce que procedimientos debe tomar en el momento que se realice la descarga de los tanqueros?

¿Como...?

12. ¿Qué tipo de combustible es la que más utilizada por los consumidores?

Súper ()

Extra ()

Diésel ()

13. ¿Cuántos clientes aproximadamente llegan al día para abastecerse de combustible en sus automóviles?

14. ¿En el momento de la descarga de los tanqueros, las islas o dispensadores se encuentran conectados a tierra?

15. ¿Qué tipo de barrilla es para la realización de la descarga?

16. Cuando un tanquero se encuentra descargando el combustible se conecta a tierra y el trabajador usa su EPP

17. ¿El personal de trabajo conoce cuál y donde está ubicado la barrilla?

18. ¿El personal de trabajo conoce como hacer los cortes en caso de suscitarse un incendio y no avance a las bodegas de combustible?

Si () No ()

Como se realiza...

19. ¿Cuál es la capacidad en metros cúbicos o galones de los tanques contenedores que posee la Estación de Servicio?

20. Con cuantos tanques o contenedores cuenta la estación.

21. De que material está elaborada o cubierta los tanques o contenedores de combustible.

22. Con cuantas válvulas de venteo o alivio cuenta.

23. ¿La bomba de agua contra incendio se encuentra en buen estado, con qué tipo de motor funciona y si cuenta con un jockey para el pase del agua?

24. ¿Cuál es el tipo de pintura que se utiliza en el piso y de qué forma ayuda?

25. ¿Qué días los tanqueros realizan la descarga del combustible en los contenedores?

26. La estación de servicio se encuentra etiquetada de acuerdo a sus áreas correspondientes.

Si () No ()

Cuales: _____

27. ¿Cuenta con un generador eléctrico?

Si () No ()

Voltaje _____

Con que funciona _____

28. Con cuantas trampas de grasa cuenta la estación y cada que tiempo se realiza el mantenimiento.

29. La cisterna de agua con cuantos M3 cuenta, es exclusiva para incendios o se utiliza para otro fin.

30.Cuál es la empresa de gestión ambiental con la que cuentan para el retiro de los desechos peligrosos (incinerox) y cada que tiempo lo retira.

31. ¿Piensa usted que sería favorable realizar cambios o que implementaría en la Estación de Servicio?

INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO

zón Social/Nombre Comercial.....
 Dirección Calle Principal..... No Calle Secundaria.....
 Sector..... Barrio..... Punto de Referencia.....
 Coordenadas: Latitud..... Longitud..... N° de Predio.....
 Representante Legal/Propietario..... RUC..... Telf.....
 Número de Trabajadores Area útil (m2..... Area total.....
 Condición del Inmueble: Antiguo Remodelación Nuevo
 Area de Despacho: Número de Islas Número Surtidores
 Almacenamiento de Combustible Gasolina Extra Gasolina Super
 Diesel

CONDICIONES FISICAS DEL LOCAL

SISTEMAS ELECTRICOS

SI NO

OBSERVACIONES

1.	El cableado del sistema eléctrico esta en buenas condiciones (No existen cables pelados, señales de sobrecalentamiento, ni uniones de cables) Reporte de Mantenimiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	Dispone de Brekers para cortar el fluido de corriente eléctrica en lugares c fácil acceso e identificados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Posee tomacorrientes con sus respectivas tapas protectoras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	El sistema eléctrico dispone de descarga a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	Posee barra de cobre para descarga a tierra por cada isla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	No estan instaladas antenas, matrices y repetidoras de comunicación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

AREA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES

7.	El tanque posee ducto de venteo (4 metros) sobre el nivel del suelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.	Los tanques poseen conexión puesta a tierra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.	Posee descarga a tierra para el trasvase de combustible.(Vehiculo-Tanque)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

SEÑALIZACION

10.	Posee señalización adecuada bajo norma INEN 439 (Colores señales y símbolos de emergencia).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11.	Posee cartel de números de emergencia visibles internos y externos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12.	Posee leyendas de : Peligro, No Fume, Inflamable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13.	Posee señalización del tipo de combustible y la capacidad de los tanques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14.	La señalización se encuentra en buenas condiciones (sin señales de deterioro)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15.	Posee señalización adecuada bajo norma INEN 440 (Señalización Tuberias)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

16.	Tiene 20 lbs de Polvo Químico Seco o su equivalente por surtidor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17.	Tiene 150 lbs de Polvo Químico Seco para trasvase de combustible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18.	El extintor esta ubicado a 10cm del piso a la base y máximo 1,50cm al cuello del extintor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.	Los extintores se encuentran en buen estado y operables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

20.	Los lugares en donde se ubican los extintores son accesibles y libres de obstáculos).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.	Posee BIES equipados y con un sistema de Espuma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.	Posee reserva de agente de extinción (Espumógeno)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23.	Los BIES se encuentran señalizados, visibles y accesibles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

SEGURIDAD HUMANA

24.	El personal tiene conocimiento en el uso y manejo de equipos contra incendios (solicitar certificaciones).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25.	Dispone de Plan de Autoprotección, Mapa Riesgos, Recursos y Evacuación constatado por el CB-Guaranda de su jurisdicción.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26.	Posee sistema de Pararrayos con su respectiva descarga a tierra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Anexo 2. ISES (Índice de Seguridad de la Estacione de Servicio) "GONZÁLEZ"

ESTACION DE SERVICIO:	"GONZÁLES"	CÓDIGO	PBCG - ES 001
Dirección:	Vía Ambato y convención de 1884		
Coordenadas:	X: 722610.00 m E	Y: 9823107.00 m S	
Fecha:	04/12/2020		
Analistas:	Evelin Ramos	Lorena Amangandi	

REPORTE FINAL

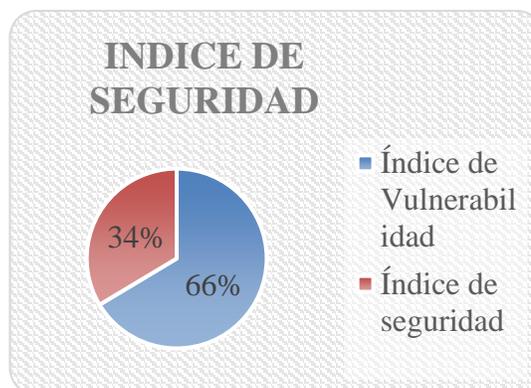
Vulnerabilidad

a	Estructural	0,51
b	No Estructural	0,73
c	Funcional	0,61
d	Administrativo	0,81

Factor de Vulnerabilidad 0,66

Índice de Vulnerabilidad 0,66

Índice de seguridad 0,34



NIVEL II

CALCULO DEL RIESGO

Probabilidad	4	Valor tomado mediante la ubicación de la Estación de Servicio.	
Consecuencias	0,7	Resultado del Factor de Vulnerabilidad	
Exposición	3	Horario de descarga	12 pm - 18 pm
Alerta	4	Incendio y Explosión	No se conoce no funciona
RIESGO	2,6	Índice de Seguridad	

RESULTADO

Índice de Seguridad	NIVEL II
Riesgo	Medio

EXPLICACION DE VALORES

NIVEL IV (Riesgo muy alto)	Daños totales al ambiente, propiedad, a la persona en la Estación de Servicio y la comunidad
NIVEL III (Riesgo alto)	Alta probabilidad de colapso integral, medidas de RRD deben tomarse inmediatamente.
NIVEL II (Riesgo medio)	La Estación de Servicio podría colapsar, medidas a corto y mediano plazo deben tomarse
NIVEL I (Riesgo bajo)	La Estación de Servicio podría seguir funcionando a pesar del Evento Adverso, el monitoreo es mandatorio.

Fuente: (Sánchez, 2016)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020.

Anexo 3. ISES (índice de Seguridad de la Estación de Servicio) "Meza"

ESTACIONES DE SERVICIO	"MEZA"	CÓDIGO	PBCG - ES 002
Dirección:	Km 1 - Vía Ambato		
Coordenadas:	X: 723284.00 m E	Y: 9824748.00 m S	
Fecha:	04/12/2020		
Analistas:	Evelin Ramos	Sonia Amangandi	

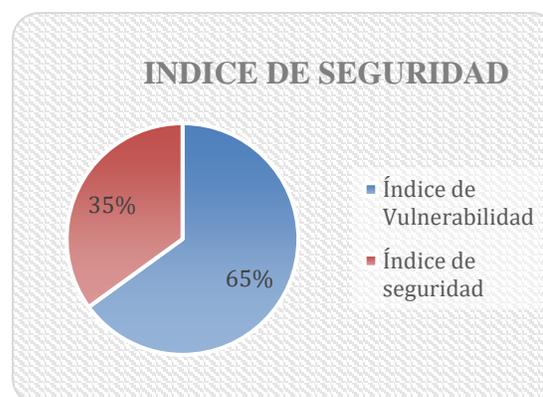
REPORTE FINAL

Vulnerabilidad

a	Estructural	0,44
b	No Estructural	0,74
c	Funcional	0,61
d	Administrativo	0,81

Factor de Vulnerabilidad

Índice de Vulnerabilidad	0,65
Índice de seguridad	0,35



NIVEL I

CALCULO DEL RIESGO

Probabilidad	1	Valor tomado mediante la ubicación de la Estación de Servicio	
Consecuencias	0,7	Resultado del Factor de Vulnerabilidad	
Exposición	3	Horario de descarga	12 pm - 18 pm
Alerta	4	Ante un Incendio o Explosión	No se conoce no funciona
RIESGO	0,6	Índice de Seguridad	

RESULTADO

Índice de Seguridad	NIVEL I
Riesgo	Riesgo Bajo

EXPLICACION DE VALORES

NIVEL IV (Riesgo muy alto)	Daños totales al ambiente, propiedad, a la persona en la Estación de Servicio y la comunidad
NIVEL III (Riesgo alto)	Alta probabilidad de colapso integral, medidas de RRD deben tomarse inmediatamente.
NIVEL II (Riesgo medio)	La Estación de Servicio podría colapsar, medidas a corto y mediano plazo deben tomarse
NIVEL I (Riesgo bajo)	La Estación de Servicio podría seguir funcionando a pesar del Evento Adverso, el monitoreo es mandatorio.

Fuente: (Sánchez, 2016)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

Anexo 4. ISES (índice de Seguridad de la Estación de Servicio) "SIETE COLINAS"

ESTACIONES DE SERVICIO	"SIETE COLINAS"	CÓDIGO	PBCG - ES 003
Dirección:	Km 1 Vía Ambato (sector la Umberdina)		
Coordenadas:	X: 722406.00 m E	Y: 9825078.00 m S	
Fecha:	04/12/2020		
Analistas:	Evelin Ramos	Sonia Amangandi	

REPORTE FINAL

Vulnerabilidad

a	Estructural	0,5
b	No Estructural	0,7
c	Funcional	0,6
d	Administrativo	0,9

Factor de Vulnerabilidad

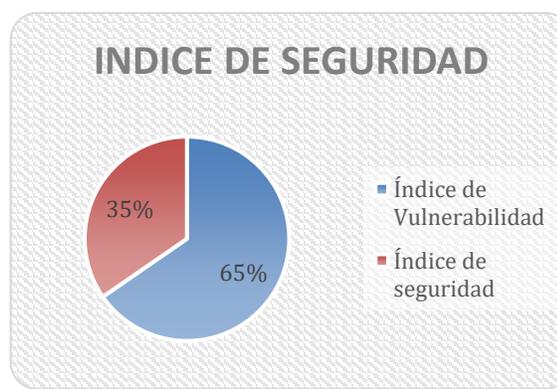
0,7

Índice de Vulnerabilidad

0,65

Índice de seguridad

0,35



NIVEL I

CALCULO DEL RIESGO

Probabilidad	3	Valor tomado mediante la ubicación de la Estación de Servicio	
Consecuencias	0,7	Resultado del Factor de Vulnerabilidad	
Exposición	3	Horario de descarga	12 pm - 18 pm
Alerta	4	Ante un Incendio o Explosión	No se conoce no funciona
RIESGO	1,9	Índice de Seguridad	

RESULTADO

Índice de Seguridad	NIVEL I
Riesgo	Riesgo Bajo

EXPLICACION DE VALORES

NIVEL IV (Riesgo muy alto)	Daños totales al ambiente, propiedad, a la persona en la Estación de Servicio y la comunidad
NIVEL III (Riesgo alto)	Alta probabilidad de colapso integral, medidas de RRD deben tomarse inmediatamente.
NIVEL II (Riesgo medio)	La Estación de Servicio podría colapsar, medidas a corto y mediano plazo deben tomarse
NIVEL I (Riesgo bajo)	La Estación de Servicio podría seguir funcionando a pesar del Evento Adverso, el monitoreo es mandatorio.

Fuente: (Sánchez, 2016)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

Anexo 5. ISES (Índice de Seguridad de la Estacione de Servicio) “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”

ESTACION DE SERVICIO:	"NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR"	CÓDIGO	PBCG - ES 004
Dirección:	km 3 1/2 VÍA a Ambato		
Coordenadas:	X: 722063.00 m E	Y: 9825742.00 m S	
Fecha:	04/12/2020		
Analistas:	Evelin Ramos	Lorena Amangandí	

REPORTE FINAL

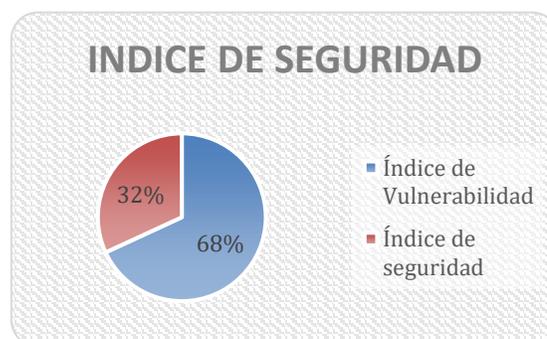
Vulnerabilidad

a	Estructural	0,5
b	No Estructural	0,7
c	Funcional	0,6
d	Administrativo	0,9

Factor de Vulnerabilidad 0,7

Índice de Vulnerabilidad 0,68

Índice de seguridad 0,32



NIVEL I

CALCULO DEL RIESGO

Probabilidad	2	Valor tomado mediante la ubicación de la Estación de Servicio.	
Consecuencias	0,7	Resultado del Factor de Vulnerabilidad	
Exposición	3	Horario de descarga	12 pm - 18 pm
Alerta	4	Incendio y Explosión	No se conoce no funciona
RIESGO	1,3	Índice de Seguridad	

RESULTADO

Índice de Seguridad	NIVEL I
Riesgo	Bajo

EXPLICACION DE VALORES

NIVEL IV (Riesgo muy alto)	Daños totales al ambiente, propiedad, a la persona en la Estación de Servicio y la comunidad
NIVEL III (Riesgo alto)	Alta probabilidad de colapso integral, medidas de RRD deben tomarse inmediatamente.
NIVEL II (Riesgo medio)	La Estación de Servicio podría colapsar, medidas a corto y mediano plazo deben tomarse
NIVEL I (Riesgo bajo)	La Estación de Servicio podría seguir funcionando a pesar del Evento Adverso, el monitoreo es mandatorio.

Fuente: (Sánchez, 2016)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020.

Anexo 6. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “González”

ESTACIONES DE SERVICIO		"GONZÁLES"				Gravedad						
OBJETO	OPERACIÓN	PELIGRO	OBJETO DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	CONSECUENCIA	Vida	Ambiente	Propiedad	Velocidad del Evento	Prioridad	Probabilidad	Riesgo
Capacidad de los tanques de almacenamiento (EXTRA)	Almacenamiento	15600 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	2	3	3	4	3	2	1,5
				Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores. A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	4	3,3	1	0,8
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			Tanques	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	3	3	4	3,0	3	2,3
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
Capacidad de los tanques de almacenamiento (SUPER)	Almacenamiento	4200gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	1	3	3	3	2,5	2	1,3
				Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	4	3,3	1	0,8
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			tanques	Incendio	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	2	3	3	4	3,0	3	2,3

					Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.							
				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
Capacidad de los tanques de almacenamiento (DIESEL)	Almacenamiento	9000 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación en la garganta y estómago. La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar. Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	2	3	3	3	2,8	3	2,1
				Explosión	Irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. Pérdida de extremidades superiores / inferiores	3	3	3	4	3,3	4	3,3
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	3	3,0	2	1,5
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			tanques	Incendio	El líquido se evapora (emanaciones) que pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva. El vapor invisible se propaga fácilmente y lo pueden encender diversas fuentes de ignición tales como luces piloto, equipos de soldadura y motores e interruptores eléctricos.	2	3	3	4	3,0	3	2,3
				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
Tanques de almacenamiento con sus respectivos tubos y válvulas de venteo, identificados con sus respectivos colores.	Almacenamiento	Acumulación de gases - arresta flamas	Trabajadores	Incendio	Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	2	3	3	1	2,3	1	0,6
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	3	3	3	4	3,3	4	3,3
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Se puede incendiarse y arder con una violencia explosiva. Propagación de vapores.	2	3	3	2	2,5	2	1,3
				Explosión	Fisuras, aberturas.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
Los tanques de almacenamiento deben disponer de colores en las bocas de descarga.	Almacenamiento	Confusión del operador en el proceso de descarga de los combustibles.	Operador, Trabajadores	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia.	2	3	3	2	2,5	3	1,9
				Explosión	Lesiones graves.	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Tanquero	Incendio	Derrames grandes.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Mezclas de combustibles generando una explosión.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Los tanques de almacenamiento: horizontales y verticales, placas de acero al carbón, recubierta exteriormente con fibra	Almacenamiento	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	3	3	2,0	1	0,5
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	3	3	4	3,0	1	0,8
		Mantenimiento correctivo	Trabajadores	Incendio	Daños al EPP ERA (Equipo de Respiración Autónoma)	2	3	3	3	2,8	1	0,7
				Explosión	Caídas a distinto nivel. Riesgos de avería que se pueden multiplicar.	3	3	3	4	3,3	1	0,8

de vidrio, cilíndricos, atmosféricos.												
Dispensador / Surtidor de Diesel	Expendio	2600 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia, quemaduras, caídas	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Lesiones graves, pérdida de extremidades superiores / inferiores	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Propagación de ignición desde la cubierta del tanque de combustible hasta las pistolas de los dispensadores.	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Daños parciales en el automóvil	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Dispensador / Surtidor de Extra - Super	Expendio	8500 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras. Golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Número de islas	Expendio	2	Trabajadores, clientes	Incendio	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	2	1	3	2	2,0	4	2,0
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	3	2	3	4	3,0	4	3,0
Cantidad de Válvulas de descarga (pistolas)	Expendio	15 capuchones de pistolas	Trabajadores, cliente	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras. Golpes, inconciencia.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Diesel)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores,	4	4	3	4	3,8	4	3,8

					exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.							
Tanquero de combustible (Extra)	Descarga	2000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Super)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Canaleta perimetral	Descarga	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	3	3	2,0	4	2,0
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	1	3	4	2,5	4	2,5
		Mantenimiento Correctivo	Trabajadores	Incendio	Propagación del incendio por las fuentes de ignición.	2	1	3	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	3	1	3	4	2,8	4	2,8
Contenedores de derrames	Descarga	Cierre manual	Trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia.	2	1	3	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Quemaduras graves.	3	1	3	4	2,8	4	2,8
			Automóviles	Incendio	Propagación del incendio en el motor del automóvil. Asfixia de los ocupantes.	2	2	1	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Deterioro de las partes del automóvil. Inconciencia de los ocupantes.	3	3	4	4	3,5	4	3,5
Seguridad, pinza a tierra,	Descarga	Deteriorado	Operador, trabajador	Incendio	Fricción entre dos cuerpos en contacto generando incendio.	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	2	3	3	4	3,0	4	3,0
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Días de descarga	Descarga	A diario	Cliente, trabajadores	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	1	2	1,8	4	1,8

				Explosión	Destrucción de los vehículos	3	3	4	4	3,5	4	3,5
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Antes de proceder la descarga del combustible - Suspender el suministro de combustible y expendio	Descarga	No Cumple	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir todos los automóviles de la estación.	2	2	1	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Destrucción de los vehículos	3	3	4	4	3,5	4	3,5
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Bienes económicos	Oficina	Pérdida de dinero (Capital, Ganancias)	Dinero	Incendio	Perdida parcial del dinero	1	1	3	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Pérdida total del dinero.	2	1	4	3	2,5	4	2,5
Capacidad del parqueadero	Parqueadero	Número de autos (5 carga pesada)	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir los automóviles	2	2	1	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Destrucción de las partes del vehículo	3	3	4	4	3,5	4	3,5
Cableado eléctrico	Tienda	Cortocircuito	Vendedor	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios.	1	3	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Quemaduras graves.	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Congelador de helados, estanterías, mercadería	Incendio	Perdida de productos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Daños a la propiedad	3	4	3	4	3,5	4	3,5

Fuente: (Sánchez, Chemical Reduction Emergencies, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020.

RIESGO INCENDIO	2,15	Medio
RIESGO EXPLOSIÓN	3,37	Alto

Anexo 7. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “MEZA”

ESTACIONES DE SERVICIO		“MEZA”					Gravedad								
OBJETO	OPERACIÓN	PELIGRO	OBJETO DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	CONSECUENCIA	Vida	Ambiente	Propiedad	Velocidad del Evento	Prioridad	Probabilidad	Riesgo			
						Capacidad de los tanques de almacenamiento (EXTRA)	Almacenamiento	11500 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	2	2	3	3	2,5	3	1,9
Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores. A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	4	3	3	4					3,5	4	3,5			
automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3				3	2,5	2	1,3			
	Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3				4	3,5	4	3,5			
tanques	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	3	3				4	3,0	3	2,3			
	Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3				4	3,8	4	3,8			
Capacidad de los tanques de almacenamiento (SUPER)	Almacenamiento	6000 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.				2	2	3	3	2,5	3	1,9
				Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores. A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.				4	3	3	4	3,5	4	3,5
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	3	2,5	2	1,3			
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5			
			tanques	Incendio	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	2	3	3	4	3,0	3	2,3			

				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Capacidad de los tanques de almacenamiento (DIESEL)	Almacenamiento	8000 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación en la garganta y estómago. La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar. Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	2	2	3	3	2,5	3	1,9
				Explosión	Irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. Pérdida de extremidades superiores / inferiores	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	3	2,5	2	1,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			tanques	Incendio	El líquido se evapora (emanaciones) que pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva. El vapor invisible se propaga fácilmente y lo pueden encender diversas fuentes de ignición tales como luces piloto, equipos de soldadura y motores e interruptores eléctricos.	2	3	3	4	3,0	3	2,3
				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanques de almacenamiento o con sus respectivos tubos y válvulas de venteo, identificados con sus respectivos colores.	Almacenamiento	Acumulación de gases - arresta flamas	Trabajadores	Incendio	Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	1	3	3	2	2,3	3	1,7
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	3	3	3	4	3,3	4	3,3
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Se puede incendiarse y arder con una violencia explosiva. Propagación de vapores.	1	3	3	3	2,5	3	1,9
				Explosión	Fisuras, aberturas.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
Los tanques de almacenamiento o deben disponer de colores en las bocas de descarga.	Almacenamiento	Confusión del operador en el proceso de descarga de los combustibles.	Operador, Trabajadores	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia.	2	3	3	3	2,8	3	2,1
				Explosión	Lesiones graves.	3	4	4	4	3,8	4	3,8
			Tanquero	Incendio	Derrames grandes.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Mezclas de combustibles generando una explosión.	4	4	4	4	4,0	4	4,0
Los tanques de almacenamiento: horizontales y verticales, placas de acero al carbón, recubierta exteriormente con fibra de	Almacenamiento	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	2	3	3	2,3	2	1,1
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	3	3	4	3,0	4	3,0
		Mantenimiento correctivo	Trabajadores	Incendio	Daños al EPP ERA (Equipo de Respiración Autónoma)	2	3	3	3	2,8	1	0,7
				Explosión	Caídas a distinto nivel. Riesgos de avería que se pueden multiplicar.	3	3	3	4	3,3	2	1,6

vidrio, cilíndricos, atmosféricos.												
Dispensador / Surtidor de Diesel	Expendio	2600 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia, quemaduras, caídas	3	2	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Lesiones graves, pérdida de extremidades superiores / inferiores	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Propagación de ignición desde la cubierta del tanque de combustible hasta las pistolas de los dispensadores.	3	2	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Daños parciales en el automóvil	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Dispensador / Surtidor de Extra - Super	Expendio	8500 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras. Golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	2	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Número de islas	Expendio	3	Trabajadores, clientes	Incendio	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	3	2	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Cantidad de Válvulas de descarga (pistolas)	Expendio	12 capuchones de pistolas	Trabajadores, cliente	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	3	3	3	3,0	4	3,0
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras, Golpes, inconciencia.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Diesel)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	2	3	3	3	2,8	4	2,8
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8

Tanquero de combustible (Extra)	Descarga	2000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Super)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Canaleta perimetral	Descarga	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	3	3	2,0	4	2,0
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	1	3	4	2,5	4	2,5
		Mantenimiento Correctivo	Trabajadores	Incendio	Propagación del incendio por las fuentes de ignición.	2	1	3	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	3	1	3	4	2,8	4	2,8
Contenedores de derrames	Descarga	Cierre manual	Trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia.	2	1	3	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Quemaduras graves.	3	1	3	4	2,8	4	2,8
			Automóviles	Incendio	Propagación del incendio en el motor del automóvil. Asfixia de los ocupantes.	2	2	1	4	2,3	4	2,3
				Explosión	Deterioro de las partes del automóvil. Inconciencia de los ocupantes.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
Seguridad, pinza a tierra,	Descarga	Poco uso	Operador, trabajador	Incendio	Fricción entre dos cuerpos en contacto generando incendio.	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Días de descarga	Descarga	A diario	Cliente, trabajadores	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	2	2	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción de los vehículos	3	3	4	4	3,5	4	3,5
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.	4	4	3	4	3,8	4	3,8

					Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.							
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
			Tanquero	Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Antes de proceder la descarga del combustible - Suspende el suministro de combustible y expendio	Descarga	No Cumple	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	4	4	4	4,0	4	4,0
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir todos los automóviles de la estación.	3	2	2	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción de los vehículos	4	3	4	4	3,8	4	3,8
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	3	2	3	3	2,8	4	2,8
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Bienes económicos	Oficina	Pérdida de dinero (Capital, Ganancias)	Dinero	Incendio	Pérdida parcial del dinero	1	1	3	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Pérdida total del dinero.	2	1	4	3	2,5	4	2,5
Capacidad del parqueadero	Parqueadero	Número de autos (5 carga pesada)	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	3	4	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir los automóviles	2	3	1	2	2,0	4	2,0
				Explosión	Destrucción de las partes del vehículo	3	4	4	4	3,8	4	3,8

Fuente: (Sánchez, Chemical Reduction Emergencies, 2018)

Elaborado por: Amangandí L. & Ramos E, 2020.

RIESGO INCENDIO	2,32	Medio
RIESGO EXPLOSIÓN	3,51	Alto

Anexo 8. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “SIETE COLINAS”

OBJETO	OPERACIÓN	PELIGRO	OBJETO DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	CONSECUENCIA	Gravedad									
						Vida	Ambiente	Propiedad	Velocidad del Evento	Prioridad	Probabilidad	Riesgo			
Tanques de almacenamiento (EXTRA)	Almacenamiento	8450 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	3	3	3	2	2,75	2	1,4			
				Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores. A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	4	4	4	4	4	4	4,0			
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	2	2	4	2,8	2	1,4			
				Explosión	Dstrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8			
			tanques	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	3	2	3	2,5	3	1,9			
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8			
			Tanques de almacenamiento (SUPER)	Almacenamiento	2850 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	2	3	2	3	2,5	2	1,3
							Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	3	4	3	4	3,5	4	3,5
automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos				2	2	2	3	2,3	4	2,3			

				Explosión	Destrucción del vehículo	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			tanques	Incendio	Puede inflamarse por calor, chispas, electricidad estática o llamas.	2	3	2	4	2,8	3	2,1
				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
				Incendio	Irritación en la garganta y estómago. La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar. Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	2	2	2	3	2,3	3	1,7
Tanques de almacenamiento (DIESEL)	Almacenamiento	7000 gl	Trabajadores, cliente	Explosión	Irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. Pérdida de extremidades superiores / inferiores	3	3	3	4	3,3	4	3,3
				Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	3	2	4	2,8	2	1,4
			automóviles	Explosión	Destrucción del vehículo	3	4	3	4	3,5	4	3,5
				Incendio	El líquido se evapora (emanaciones) que pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva. El vapor invisible se propaga fácilmente y lo pueden encender diversas fuentes de ignición tales como luces piloto, equipos de soldadura y motores e interruptores eléctricos.	2	3	2	3	2,5	3	1,9
			tanques	Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
				Incendio	Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	2	3	2	1	2,0	1	0,5
Tanques de almacenamiento con sus respectivos tubos y válvulas de venteo, identificados con sus respectivos colores.	Almacenamiento	Acumulación de gases - sin aristas flameas	Trabajadores	Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	3	3	3	4	3,3	4	3,3
				Incendio	Se puede incendiarse y arder con una violencia explosiva. Propagación de vapores.	2	3	2	3	2,5	1	0,6
			Tanques de almacenamiento	Explosión	Fisuras, aberturas.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
				Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia.	2	3	2	3	2,5	4	2,5
Los tanques de almacenamiento deben disponer de colores en las	Almacenamiento	Confusión del operador en el proceso de descarga de los combustibles.	Operador, Trabajadores	Explosión	Lesiones graves.	3	4	3	4	3,5	4	3,5
				Incendio	Derrames grandes.	4	3	3	3	3,3	4	3,3
			Tanquero	Incendio	Derrames grandes.	4	3	3	3	3,3	4	3,3

bocas de descarga.				Explosión	Mezclas de combustibles generando una explosión.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Los tanques de almacenamiento: horizontales y verticales, placas de acero al carbón, recubierta exteriormente con fibra de vidrio, cilíndricos, atmosféricos.	Almacenamiento	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	2	3	1,8	2	0,9
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	3	2	4	2,8	2	1,4
		Mantenimiento correctivo	Trabajadores	Incendio	Daños al EPP ERA (Equipo de Respiración Autónoma)	2	3	3	3	2,8	1	0,7
				Explosión	Caídas a distinto nivel. Riesgos de avería que se pueden multiplicar.	3	4	3	4	3,5	1	0,9
Dispensador / Surtidor de Diesel	Expendio	2600 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia, quemaduras, caídas	2	2	2	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Lesiones graves, pérdida de extremidades superiores / inferiores	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			Automóviles	Incendio	Propagación de ignición desde la cubierta del tanque de combustible hasta las pistolas de los dispensadores.	2	2	2	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Daños parciales en el automóvil	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Dispensador / Surtidor de Extra - Super	Expendio	8500 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	3	3	2	3	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras. Golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	2	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Número de islas	Expendio	3	Trabajadores, clientes	Incendio	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	3	2	3	3	2,8	4	2,8
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	4	4	4	4	4,0	4	4,0
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	2	3	3	2,8	4	2,8
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	4	4	4,0	4	4,0
Válvulas de descarga (pistolas)	Expendio	12 capuchones de pistolas	Trabajadores, cliente	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	2	2	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras, Golpes, inconciencia.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	2	2	3	2,5	4	2,5

				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Diesel)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Extra)	Descarga	2000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Super)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Canaleta perimetral	Descarga	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	2	2	1,5	2	0,8
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	1	3	4	2,5	4	2,5
		Mantenimiento Correctivo	Trabajadores	Incendio	Propagación del incendio por las fuentes de ignición.	2	1	2	2	1,8	1	0,4
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	3	1	3	4	2,8	4	2,8

Contenedores de derrames	Descarga	Rejillas de derrame	Trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia.	2	1	3	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Quemaduras graves.	3	1	3	4	2,8	4	2,8
			Automóviles	Incendio	Propagación del incendio en el motor del automóvil. Asfixia de los ocupantes.	2	2	1	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Deterioro de las partes del automóvil. Inconciencia de los ocupantes.	3	3	4	4	3,5	4	3,5
Seguridad, pinza a tierra,	Descarga	Poco uso	Operador, trabajador	Incendio	Fricción entre dos cuerpos en contacto generando incendio.	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	2	3	3	4	3,0	4	3,0
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Días de descarga	Descarga	A diario	Cliente, trabajadores	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	1	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Destrucción de los vehículos	3	3	4	4	3,5	4	3,5
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Antes de proceder la descarga del combustible - Suspender el suministro de combustible y expendio	Descarga	No Cumple	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	2	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir todos los automóviles de la estación.	3	3	2	3	2,8	4	2,8
				Explosión	Destrucción de los vehículos	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	2	3	2,3	4	2,3
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.	4	4	4	4	4,0	4	4,0

					Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.							
Bienes económicos	Oficina	Pérdida de dinero (Capital, Ganancias)	Dinero	Incendio	Perdida parcial de dinero	1	1	3	3	2,0	4	2,0
				Explosión	Pérdida total de dinero	2	1	4	4	2,8	4	2,8
Capacidad del parqueadero	Parqueadero	Número de autos	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir los automóviles	2	2	1	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Destrucción de las partes del vehículo	3	3	4	4	3,5	4	3,5
Cableado eléctrico	Tienda	Cortocircuito	Vendedor	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios.	1	1	2	3	1,8	4	1,8
				Explosión	Quemaduras graves.	2	2	3	4	2,8	4	2,8
			Congelador de helados, estantería, mercadería	Incendio	Perdida de productos	2	1	2	3	2,0	4	2,0
				Explosión	Daños a la propiedad	3	2	3	4	3,0	4	3,0

Fuente: (Sánchez, Chemical Reduction Emergencies, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

RIESGO INCENDIO	2,12	Medio
RIESGO EXPLOSIÓN	3,43	Alto

Anexo 9. HAZARD IDENTIFICATION AND EVALUATION “Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar”

<i>ESTACIONES DE SERVICIO</i>		<i>"NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR"</i>				Gravedad						
OBJETO	OPERACIÓN	PELIGRO	OBJETO DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	CONSECUENCIA	Vida	Ambiente	Propiedad	Velocidad del Evento	Prioridad	Probabilidad	Riesgo
Capacidad de los tanques de almacenamiento (EXTRA)	Almacenamiento	7000 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	2	3	3	3	2,75	2	1,4
				Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores. A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	3	3,0	2	1,5
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			tanques	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	3	3	4	3,0	3	2,3
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Capacidad de los tanques de almacenamiento (SUPER)	Almacenamiento	7000 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación a las vías respiratorias.	2	3	3	3	2,75	2	1,4
				Explosión	Perdida de extremidades superiores / inferiores A esto pueden seguir vómitos, diarrea, mareos e intoxicación. La aspiración de gasolina a los pulmones puede producir edema pulmonar.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	3	3	3	3,0	2	1,5
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	3	3	4	3,5	4	3,5

			tanques	Incendio	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	2	3	3	4	3,0	3	2,3
				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	2	3	3	3	2,75	2	1,4
Capacidad de los tanques de almacenamiento (DIESEL)	Almacenamiento	7000 gl	Trabajadores, cliente	Incendio	Irritación en la garganta y estómago. La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar. Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
				Explosión	Irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. Pérdida de extremidades superiores / inferiores	3	3	3	3	3,0	2	1,5
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	4	3	3	4	3,5	4	3,5
				Explosión	Destrucción del vehículo	2	3	3	4	3,0	3	2,3
			tanques	Incendio	El líquido se evapora (emanaciones) que pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva. El vapor invisible se propaga fácilmente y lo pueden encender diversas fuentes de ignición tales como luces piloto, equipos de soldadura y motores e interruptores eléctricos.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
				Explosión	Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos.	4	3	3	4	3,5	4	3,5
Tanques de almacenamiento con sus respectivos tubos y válvulas de venteo, identificados con sus respectivos colores.	Almacenamiento	Acumulación de gases - arresta flamas	Trabajadores	Incendio	Irritación cutánea, puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	1	3	3	2	2,3	2	1,1
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	3	3	3	4	3,3	4	3,3
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Se puede incendiarse y arder con una violencia explosiva. Propagación de vapores.	1	3	3	3	2,5	2	1,3
				Explosión	Fisuras, aberturas.	3	3	3	4	3,3	4	3,3
Los tanques de almacenamiento deben disponer de colores en las bocas de descarga.	Almacenamiento	Confusión del operador en el proceso de descarga de los combustibles.	Operador, Trabajadores	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia.	2	3	3	3	2,8	3	2,1
				Explosión	Lesiones graves.	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Tanquero	Incendio	Derrames grandes.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Mezclas de combustibles generando una explosión.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Los tanques de almacenamiento : horizontales y verticales,	Almacenamiento	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	3	3	2,0	2	1,0
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	3	3	4	3,0	4	3,0
			Trabajadores	Incendio	Daños al EPP ERA (Equipo de Respiración Autónoma)	2	3	3	3	2,8	1	0,7

placas de acero al carbón, recubierta exteriormente con fibra de vidrio, cilíndricos, atmosféricos.		Mantenimiento correctivo		Explosión	Caídas a distinto nivel. Riesgos de avería que se pueden multiplicar.	3	3	3	4	3,3	1	0,8
Dispensador / Surtidor de Diesel	Expendio	2600 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Acumulación de vapores, problemas respiratorios, asfixia, quemaduras, caídas	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Lesiones graves, pérdida de extremidades superiores / inferiores	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Propagación de ignición desde la cubierta del tanque de combustible hasta las pistolas de los dispensadores.	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Daños parciales en el automóvil	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Dispensador / Surtidor de Extra - Super	Expendio	8500 galones	Trabajadores, clientes	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras. Golpes, inconciencia	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Número de islas	Expendio	2	Trabajadores, clientes	Incendio	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Los vapores y nieblas pueden irritar las vías respiratorias.	2	1	3	2	2,0	4	2,0
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	3	2	3	4	3,0	4	3,0
Cantidad de Válvulas de descarga (pistolas)	Expendio	12 capuchones de pistolas	Trabajadores, cliente	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras, Golpes, inconciencia.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Destrucción del vehículo	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Tanquero de combustible (Diesel)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3
				Explosión	Quemaduras, golpes, lesiones, golpes, inconciencia	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas. La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques, etc.).	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.	4	4	3	4	3,8	4	3,8

					Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.								
Tanquero de combustible (Extra)	Descarga	2000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3	
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8	
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5	
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores.	4	4	3	4	3,8	4	3,8	
Tanquero de combustible (Super)	Descarga	1000 gl	Operador, trabajador	Incendio	Daños al EPP	3	4	3	3	3,3	4	3,3	
				Explosión	Lesiones, daños a la salud.	4	4	3	4	3,8	4	3,8	
			Tanque de almacenamiento	Incendio	Los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a nivel del suelo y se concentrarán en las áreas bajas o confinadas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5	
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Puede explotar por calor, choque, fricción o contaminación.	4	4	3	4	3,8	4	3,8	
Canaleta perimetral	Descarga	Mantenimiento preventivo	Trabajadores	Incendio	Quemaduras graves	1	1	3	3	2,0	4	2,0	
				Explosión	Gran acumulación de gases inflamables.	2	1	3	4	2,5	4	2,5	
		Mantenimiento Correctivo	Trabajadores	Incendio	Propagación del incendio por las fuentes de ignición.	2	1	3	3	2,3	4	2,3	
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	3	1	3	4	2,8	4	2,8	
Contenedores de derrames	Descarga	Cierre manual	Trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia.	2	1	3	3	2,3	4	2,3	
				Explosión	Quemaduras graves.	3	1	3	4	2,8	4	2,8	
			Automóviles	Incendio	Propagación del incendio en el motor del automóvil. Asfixia de los ocupantes.	2	2	1	4	2,3	4	2,3	
				Explosión	Deterioro de las partes del automóvil. Inconciencia de los ocupantes.	3	3	3	4	3,3	4	3,3	
Seguridad, pinza a tierra,	Descarga	Deteriorado, Poco uso.	Operador, trabajador	Incendio	Fricción entre dos cuerpos en contacto generando incendio.	2	2	3	2	2,3	4	2,3	
				Explosión	Averías que se pueden multiplicar.	3	3	3	4	3,3	4	3,3	
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5	
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8	
Días de descarga	Descarga	A diario	Cliente, trabajadores	Incendio	Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	3	3	2	2,8	4	2,8	
				Explosión	Por el contacto en los ojos se produce irritación, conjuntivitis y quemaduras	4	4	3	4	3,8	4	3,8	
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir un automóvil completo en 2 minutos	3	2	2	2	2,3	4	2,3	
				Explosión	Destrucción de los vehículos	3	3	4	4	3,5	4	3,5	

			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
			Tanquero	Incendio	Pueden incendiarse y arder con una violencia explosiva.	4	4	3	3	3,5	4	3,5
				Explosión	Afectación a la estación y viviendas aledañas	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Antes de proceder la descarga del combustible - Suspendir el suministro de combustible y expendio	Descarga	No Cumple	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	3	3	3	2	2,8	4	2,8
				Explosión	Quemaduras graves.	4	4	4	4	4,0	4	4,0
			automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir todos los automóviles de la estación.	3	2	2	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Dstrucción de los vehículos	3	3	4	4	3,5	4	3,5
			Tanques de almacenamiento	Incendio	Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.	2	2	3	3	2,5	4	2,5
				Explosión	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.	4	4	3	4	3,8	4	3,8
Bienes económicos	Oficina	Pérdida de dinero (Capital, Ganancias)	Dinero	Incendio	Pérdida parcial del dinero	1	1	3	2	1,8	4	1,8
				Explosión	Pérdida total del dinero.	2	1	4	3	2,5	4	2,5
Capacidad del parqueadero	Parqueadero	Número de autos (5 carga pesada)	Cliente, trabajadores	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	2	3	3	2	2,5	4	2,5
				Explosión	Quemaduras graves.	4	3	4	4	3,8	4	3,8
			Automóviles	Incendio	Incendio voraz que puede consumir los automóviles	2	3	1	2	2,0	4	2,0
				Explosión	Dstrucción de las partes del vehículo	3	4	4	4	3,8	4	3,8
Cableado eléctrico	Tienda	Cortocircuito	Vendedor	Incendio	Quemaduras leves, lesiones, golpes, asfixia, problemas respiratorios.	1	3	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Quemaduras graves.	3	4	3	4	3,5	4	3,5
			Congelador de helados, estanterías, mercadería	Incendio	Pérdida de productos	2	2	3	2	2,3	4	2,3
				Explosión	Daños a la propiedad	3	4	3	4	3,5	4	3,5

Fuente: (Sánchez, Chemical Reduction Emergencies, 2018)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020.

RIESGO INCENDIO	2,36	Medio
RIESGO EXPLOSIÓN	3,33	Alto

Anexo 10. Meseri "González"

ESTACIONES DE SERVICIO

"GONZÁLES"

Código:

PBCG - ES 001

Dirección:

Vía Ambato y convención de 1994

Coordenadas:

X: 722610.00 m E

Y: 9823107.00 m S

Fecha:

04/12/2020

Analistas:

Evelin Ramos

Lorena Amangandi

FACTORES DE CONSTRUCCION		
Número de plantas	1 ó 2 (Inferior a 6m)	3
Superficie total quemada	De 0 a 500 m2	5
Estructura combustible	Resistente al fuego (hormigón)	10
Techos	Sin falsos techos	5
Localización		
Distancia de los bomberos	Menor de 5km (5 min)	10
Accesibilidad a los edificios	Buena	5
PROCESO/OPERACIÓN		
Peligro de activación	Medio	5
Carga térmica	Moderada (entre 1.000 y 2.000)	5
Combustibles	Alta	0
Orden, limpieza y mantenimiento	Medio	5
Almacenamiento en altura	Menor de 2 m	3
VALOR ECONOMICO		
Concentración de valores	Más de 1500	0
DESTRUCTIBILIDAD		
Por calor	Media	5
Por corrosión	Alta	0
Por agua	Baja	10
PROPAGABILIDAD		
Propagabilidad vertical	Baja	5
Propagabilidad horizontal	Media	3
	X	79
FACTORES DE PROTECCIÓN		
Extintores	Con vigilancia humana	2
Bocas de incendio	Con vigilancia humana	2

Columnas hidratantes	Sin vigilancia humana	1
Detección automática	Sin vigilancia humana	1
Rociadores automáticos	Sin vigilancia humana	1
Extinción por gases	Sin vigilancia humana	1
Brigadas contra incendios	No	0
Y		8

SUBTOTAL X	3,06
SUBTOTAL Y	1,54

INDICE DE VULNERABILIDAD DE INCENDIO	4,60	Alto
--------------------------------------	------	------

Nivel de Intervención	Nivel de Riesgo	SIGNIFICADO
Muy alto	< 3	Situación Crítica Se requiere corrección inmediata
Alto	De 3 a 5	Corregir adoptado medidas de control.
Medio	De 5 a 8	Mejora si es posible.
Bajo	> 8	No requiere intervención salvo que análisis más precisos posteriores, indiquen lo contrario.

Fuente: Ing. Paul Sánchez, 2016 (ISU) & Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo, 2020. (MESERI)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

Anexo 11. Meseri "Meza"

ESTACIONES DE SERVICIO	"MEZA"	CÓDIGO PBCG - ES 002
Dirección:	Km 1 - Vía Ambato	
Coordenadas:	X: 723284.00 m E	Y: 9824748.00 m S
Fecha:	04/12/2020	
Analistas:	Evelin Ramos	Sonia Amangandi

FACTORES DE CONSTRUCCION		
Número de plantas	1 ó 2 (Inferior a 6m)	3
Superficie total quemada	De 1501 a 2500 m2	3
Estructura combustible	Resistente al fuego (hormigón)	10
Techos	Sin falsos techos	5
Localización		
Distancia de los bomberos	Entre 10 y 15(entre 10 y 15min)	6
Accesibilidad a los edificios	Buena	5
PROCESO/OPERACIÓN		
Peligro de activación	Medio	5
Carga térmica	Moderada (entre 1.000 y 2.000)	5
Combustibles	Alta	0
Orden, limpieza y mantenimiento	Medio	5
Almacenamiento en altura	Entre 2 y 6 m	2
VALOR ECONOMICO		
Concentración de valores	Más de 1500	0
DESTRUCTIBILIDAD		
Por calor	Media	5
Por corrosión	Media	5
Por agua	Baja	10
PROPAGABILIDAD		
Propagabilidad vertical	Media	3
Propagabilidad horizontal	Alta	0
	X	72
FACTORES DE PROTECCIÓN		
Extintores	Con vigilancia humana	2
Bocas de incendio	Con vigilancia humana	2
Columnas hidratantes	Con vigilancia humana	2
Detección automática	Sin vigilancia humana	1
Rociadores automáticos	Sin vigilancia humana	1

Extinción por gases	Con vigilancia humana	2
Brigadas contra incendios	No	0
Y		10

SUBTOTAL X	2,79
SUBTOTAL Y	1,92

INDICE DE VULNERABILIDAD DE INCENDIO	4,71	Ato
--------------------------------------	------	------------

Nivel de Intervención	Nivel de Riesgo	SIGNIFICADO
Muy Alto	< 3	Situación Crítica Se requiere corrección inmediata
Alto	De 3 a 5	Corregir adoptado medidas de control.
Medio	De 5 a 8	Mejora si es posible.
Bajo	> 8	No requiere intervención salvo que análisis más precisos posteriores, indiquen lo contrario.

Fuente: Ing. Paul Sánchez, 2016 (ISU) & Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo, 2020. (MESERI)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Anexo 12. Meseri "Siete Colinas"

ESTACIONES DE SERVICIO "SIETE COLINAS" CÓDIGO PBCG - ES 003

Dirección:	Km 1 Vía Ambato (sector la Umberdina)
Coordenadas:	X: 722406.00 m E Y: 9825078.00 m S
Fecha:	04/12/2020
Analistas:	Evelin Ramos Sonia Amangandi

FACTORES DE CONSTRUCCION		
Número de plantas	1 ó 2 (Inferior a 6m)	3
Superficie total quemada	De 501 a 1500 m2	4
Estructura combustible	Resistente al fuego (hormigón)	10
Techos	Sin falsos techos	5
Localización		
Distancia de los bomberos	Entre 5 y 10(entre 5 y 10min)	8
Accesibilidad a los edificios	Buena	5
PROCESO/OPERACIÓN		
Peligro de activación	Bajo	10
Carga térmica	Moderada (entre 1.000 y 2.000)	5
Combustibles	Alta	0
Orden, limpieza y mantenimiento	Medio	5
Almacenamiento en altura	Menor de 2 m	3
VALOR ECONOMICO		
Concentración de valores	Más de 1500	0
DESTRUCTIBILIDAD		
Por calor	Media	5
Por corrosión	Baja	10
Por agua	Baja	10
PROPAGABILIDAD		
Propagabilidad vertical	Media	3
Propagabilidad horizontal	Baja	5
X		91
FACTORES DE PROTECCIÓN		
Extintores	Con vigilancia humana	2
Bocas de incendio	Con vigilancia humana	2
Columnas hidratantes	Con vigilancia humana	2
Detección automática	Sin vigilancia humana	1
Rociadores automáticos	Sin vigilancia humana	1

Extinción por gases	Con vigilancia humana	2
Brigadas contra incendios	No	0
Y		10

SUBTOTAL X	3,53
SUBTOTAL Y	1,92

INDICE DE VULNERABILIDAD DE INCENDIO	5,45	Medio
--------------------------------------	------	--------------

Nivel de Intervención	Nivel de Riesgo	SIGNIFICADO
Muy Alto	< 3	Situación Crítica Se requiere corrección inmediata
Alto	De 3 a 5	Corregir adoptado medidas de control.
Medio	De 5 a 8	Mejora si es posible.
Bajo	> 8	No requiere intervención salvo que análisis más precisos posteriores, indiquen lo contrario.

Fuente: Ing. Paul Sánchez, 2016 (ISU) & Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo, 2020. (MESERI)
Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Anexo 13. Meseri "Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar"

ESTACIONES DE SERVICIO	"NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR"	
Código:	PBCG - ES 004	
Dirección:	km 3 1/2 VÍA a Ambato	
Coordenadas:	X: 722063.00 m E	Y: 9825742.00 m S
Fecha:	04/12/2020	
Analistas:	Evelin Ramos	Lorena Amangandi

FACTORES DE CONSTRUCCION		
Número de plantas	1 ó 2 (Inferior a 6m)	3
Superficie total quemada	De 0 a 500 m2	5
Estructura combustible	Resistente al fuego (hormigón)	10
Techos	Con falsos techos incombustibles	3
Localización		
Distancia de los bomberos	Menor de 5km (5 min)	10
Accesibilidad a los edificios	Media	3
PROCESO/OPERACIÓN		
Peligro de activación	Medio	5
Carga térmica	Moderada (entre 1.000 y 2.000)	5
Combustibles	Alta	0
Orden, limpieza y mantenimiento	Medio	5
Almacenamiento en altura	Menor de 2 m	3
VALOR ECONOMICO		
Concentración de valores	Más de 1500	0
DESTRUCTIBILIDAD		
Por calor	Media	5
Por corrosión	Alta	0
Por agua	Baja	10
PROPAGABILIDAD		
Propagabilidad vertical	Media	3
Propagabilidad horizontal	Media	3
	X	73
FACTORES DE PROTECCIÓN		
Extintores	Con vigilancia humana	2

Bocas de incendio	Con vigilancia humana	2
Columnas hidratantes	Sin vigilancia humana	1
Detección automática	Sin vigilancia humana	1
Rociadores automáticos	Sin vigilancia humana	1
Extinción por gases	Sin vigilancia humana	1
Brigadas contra incendios	No	0
Y		8

SUBTOTAL X	2,83
SUBTOTAL Y	1,54

INDICE DE VULNERABILIDAD DE INCENDIO	4,37	Alto
--------------------------------------	------	-------------

Nivel de Intervención	Nivel de Riesgo	SIGNIFICADO
Muy alto	< 3	Situación Crítica Se requiere corrección inmediata
Alto	De 3 a 5	Corregir adoptado medidas de control.
Medio	De 5 a 8	Mejora si es posible.
Bajo	> 8	No requiere intervención salvo que análisis más precisos posteriores, indiquen lo contrario.

Fuente: Ing. Paul Sánchez, 2016 (ISU) & Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo, 2020. (MESERI)

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020

Anexo 14. Cronograma de trabajo – Actividades

MES	FECHAS	ACTIVIDAD	LUGAR DE LA ACTIVIDAD	PRESUPUESTO
OCTUBRE	03/10/2020 - 05/10/2020	Entrega de oficios a los propietarios para la recopilación de información	Estaciones de Servicios del Casco Urbano Guaranda	\$ 40
	17/10/2020 - 20/10/2020	Investigación de campo para la respectiva identificación y georreferenciación de las estaciones de servicio.	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 50
Noviembre	06/11/2020 - 07/11/2020	Aplicación de encuesta semiestructurada para la obtención de información requerida.	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 30
	10/11/2020 - 12/11/2020	Visita #1 a la estación de Servicio "Norte del Sindicato de Choferes de Bolívar".	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 50
	14/11/2020 - 16/11/2020	Visita #2 a la estación de Servicio "Siete Colinas"	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 50
	18/11/2020 - 20/11/2020	Visita #3 a la estación de Servicio "Mesa"	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 50
	22/11/2020 - 24/11/2020	Visita #4 a la Estación de Servicio "González"	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 50
Diciembre	10/12/2020 - 12/12/2020	Visualización de Datos atmosféricos actualizados de páginas oficiales.	Reunión Online	\$ 35
	15/12/2020 - 19/12/2020	Modelamiento individual de las 4 estaciones de servicio, en el software ALOHA.	Reunión Online	\$ 100

	21/12/2020 22/12/2020 23/12/2020	Utilización de los resultados del software ALOHA en Google Earth, para obtener una mejor visualización de las zonas de amenazas que son representadas por colores.	Reunión Online	\$ 80
	28/12/2020 29/12/2020	Se contará con mapas de modelamiento matemático de dispersión Gaussiano y las recomendaciones respectivas de las medidas de prevención y mitigación ante la ocurrencia de incendio y explosión en las estaciones de servicio.	Reunión Online	\$ 30
Enero	05/01/2021 06/01/2021 07/01/2021 08/01/2021 09/01/2021	Sistematización información.	Estaciones de Servicios del Casco Urbano de Guaranda	\$ 25
	11/01/2021 12/01/2021 13/01/2021	Realización de las recomendaciones de medidas de prevención y mitigación ante la ocurrencia de incendio y explosión.	Reunión Online	\$ 25
TOTAL				\$ 615

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E, 2020 - 2021

Anexo 15. Costos Económicos aproximados de los elementos expuestos - Estación de Servicio GONZÁLEZ

MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO BLEVE	ESTACIÓN DE SERVICIO GONZÁLEZ									
	Extra					Super		Diesel		
Galones	6600	Costos Aproximados	9000	Costos Aproximados	15600	Costos Aproximados	4200	Costos Aproximados	9000	Costos Aproximados
Elementos Expuestos Relevantes	Viviendas	\$ 3.640.000,00	Viviendas	\$ 5.805.000,00	Viviendas	\$ 6.600.000,00	Viviendas	\$ 5.220.000,00	Viviendas	\$ 5.475.000,00
	Hospital Básico Becerra	\$ 15.000.000,00	Hospital Básico Becerra	\$ 15.000.000,00	Hospital Básico Becerra	\$ 15.000.000,00	Hospital Básico Becerra	\$ 15.000.000,00	Hospital Básico Becerra	\$ 15.000.000,00
	Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez	\$ 1.550.000,00	Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez	\$ 1.550.000,00	Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez	\$ 1.550.000,00	Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez	\$ 1.550.000,00	Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez	\$ 1.550.000,00
	Unidad Educativa Guaranda	\$ 1.950.000,00	Unidad Educativa Guaranda	\$ 1.950.000,00	Unidad Educativa Guaranda	\$ 1.950.000,00	Unidad Educativa Guaranda	\$ 1.950.000,00	Unidad Educativa Guaranda	\$ 1.950.000,00
	Unidad Educativa de Inicial - Fiscal "Teresa León de Noboa"	\$ 1.000.000,00	Unidad Educativa de Inicial - Fiscal "Teresa León de Noboa"	\$ 1.000.000,00	Unidad Educativa de Inicial - Fiscal "Teresa León de Noboa"	\$ 1.000.000,00	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Unidad Educativa de Inicial - Fiscal "Teresa León de Noboa"	\$ 1.000.000,00
	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	..	..	Vía panamericana	\$ 10.102,84
	Talleres del GAD	\$ 40.000,00	Talleres del GAD	\$ 40.000,00	Talleres del GAD	\$ 40.000,00	..	..	Talleres del GAD	\$ 40.000,00
	Distrito de Educación	\$ 30.000,00	Distrito de Educación	\$ 30.000,00	Distrito de Educación	\$ 30.000,00	..	..	Distrito de Educación	\$ 30.000,00
TOTAL	\$ 23.220.102,84		\$ 25.385.102,84		\$ 26.180.102,84		\$ 23.720.000,00		\$ 25.055.102,84	

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Anexo 16. Costos Económicos aproximados de los elementos expuestos - Estación de Servicio MEZA

MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO BLEVE	ESTACIÓN DE SERVICIO MEZA									
	Extra					Super		Diésel		
Galones	5500	Costos Aproximados	6000	Costos Aproximados	11500	Costos Aproximados	6000	Costos Aproximados	8000	Costos Aproximados
Elementos Expuestos Relevantes	Viviendas	\$ 1.005.000,00	Viviendas	\$ 1.065.000,00	Viviendas	\$ 1.830.000,00	Viviendas	\$ 1.065.000,00	Viviendas	\$ 1.215.000,00
	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84
	Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería	\$ 253.000,00	Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería	\$ 253.000,00	Parrilladas el Gaucho Restaurante & Pizzería	\$ 253.000,00	..	..	..	..
	Local de enderezada y pintura	\$ 15.000,00	Local de enderezada y pintura	\$ 15.000,00	Local de enderezada y pintura	\$ 15.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Almacén Pelikan Guaranda (madera)	\$ 62.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Lubricentro Yambombo	\$ 54.000,00	..	..	..	..
TOTAL		\$ 1.283.102,84		\$ 1.343.102,84		\$ 2.224.102,84		\$ 1.075.102,84		\$ 1.225.102,84

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Jj

Anexo 17. Costos Económicos aproximados de los elementos expuestos - Estación de Servicio Siete Colinas

MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO BLEVE	ESTACIÓN DE SERVICIO SIETE COLINAS									
	Extra					Super			Diesel	
Galones	5600	Costos Aproximados	2850	Costos Aproximados	8450	Costos Aproximados	2850	Costos Aproximados	7000	Costos Aproximados
Elementos Expuestos Relevantes	Viviendas	\$ 7.965.000,00	Viviendas	\$ 4.500.000,00	Viviendas	\$ 9.600.000,00	Viviendas	\$ 4.500.000,00	Viviendas	\$ 8.400.000,00
	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84
	La mitad del Estadio Centenario de Guaranda	\$ 520.000,00	Parte del del Estadio Centenario de Guaranda	\$ 120.000,00	Estadio Centenario de Guaranda	\$ 1.500.000,00	Parte del del Estadio Centenario de Guaranda	\$ 120.000,00	La mitad del Estadio Centenario de Guaranda	\$ 520.000,00
	Federación Deportiva de Bolívar	\$ 32.000,00	Federación Deportiva de Bolívar	\$ 32.000,00	Federación Deportiva de Bolívar	\$ 32.000,00	Federación Deportiva de Bolívar	\$ 32.000,00	Federación Deportiva de Bolívar	\$ 32.000,00
	Iglesia ubicada en la Primero de Mayo	\$ 80.000,00	Iglesia ubicada en la Primero de Mayo	\$ 80.000,00	Iglesia ubicada en la Primero de Mayo	\$ 80.000,00	Iglesia ubicada en la Primero de Mayo	\$ 80.000,00	Iglesia ubicada en la Primero de Mayo	\$ 80.000,00
	Iglesia de la Umberdina	\$ 54.000,00	Iglesia de la Umberdina	\$ 54.000,00	Iglesia de la Umberdina	\$ 54.000,00	Iglesia de la Umberdina	\$ 54.000,00	Iglesia de la Umberdina	\$ 54.000,00
	Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo	\$ 760.000,00	Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo	\$ 760.000,00	Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo	\$ 760.000,00	Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo	\$ 760.000,00	Hospital IESS Guaranda Dr. Humberto del Pozo	\$ 760.000,00
	..	..	..	..	Parque de la Niñez	\$ 14.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Corporación Nacional de Electricidad	\$ 1.200.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Hotel Tambo Libertador	\$ 120.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Comando de Policía de la Sub Zona Bolívar N° 2	\$ 50.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Coliseo	\$ 1.000.000,00	..	..	..	..
	..	..	..	..	Hotel 7 Colinas	\$ 200.000,00	..	..	..	..
..	..	..	..	Radio Guaranda	\$ 350.000,00	..	..	..	..
TOTAL	\$ 9.421.102,84		\$ 5.556.102,84		\$ 14.970.102,84			\$ 5.556.102,84		\$ 9.856.102,84

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Anexo 18. Costos Económicos aproximados de los elementos expuestos - Estación de Servicio NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR

MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN GAUSSIANO BLEVE	ESTACIÓN DE SERVICIO NORTE DEL SINDICATO DE CHOFERES DE BOLÍVAR					
	Extra		Super		Diesel	
Galones	7000	Costos Aproximados	7000	Costos Aproximados	7000	Costos Aproximados
Elementos Expuestos Relevantes	Viviendas	\$ 4.140.000,00	Viviendas	\$ 4.140.000,00	Viviendas	\$ 4.140.000,00
	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84	Vía panamericana	\$ 10.102,84
	Carpintería	\$ 30.000,00	Carpintería	\$ 30.000,00	Carpintería	\$ 30.000,00
	Almacenes de enderezada y pintura	\$ 25.000,00	Almacenes de enderezada y pintura	\$ 25.000,00	Almacenes de enderezada y pintura	\$ 25.000,00
	Tiendas	\$ 10.000,00	Tiendas	\$ 10.000,00	Tiendas	\$ 10.000,00
TOTAL		\$ 4.215.102,84		\$ 4.215.102,84		\$ 4.215.102,84

Elaborado por: Amangandi L. & Ramos E.

Anexo 19. Memorias fotográficas Estación de servicio “González”

Fotografía 1. Inspección de la manguera contra incendio



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 2. Verificación del gabinete contra incendios



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 3. Visualización de la cantidad de galones en los tanques



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 4. Visualización de las válvulas de venteo



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 5.Cable a Tierra



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 6.Contenedores de Desechos Contaminantes



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 7. Cuarto de Maquinas



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 8. Equipo de Protección Personal



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 9. Islas de Expendio



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 10. Revisión del cuarto de máquinas



Tomado por: Lorena A, 2020.

Anexo 20: Memorias fotográficas Estación de servicio “MEZA”

Fotografía 11.Revisión de los tanques de almacenamiento



Tomado por: Lorena A, 2020.

Fotografía 12. Revisión de los extintores portátiles en los surtidores



Tomado por: Evelin R, 2020.

Fotografía 13. Gabinete contra incendio



Tomado por: Mayra N, 2020.

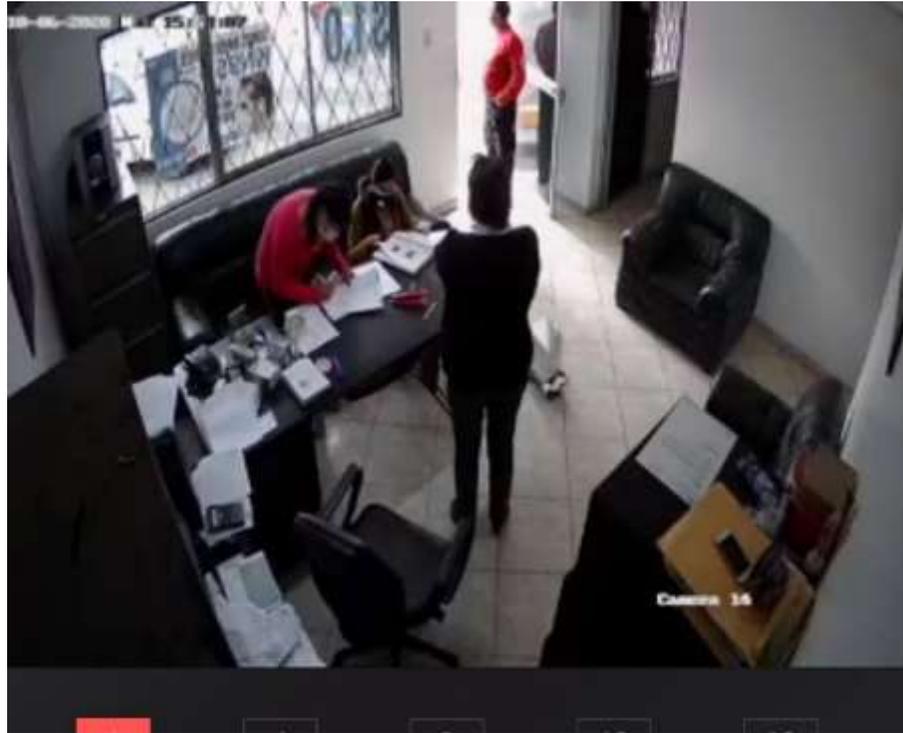
Fotografía 14. Desechos Peligrosos



Tomado por: Evelin R, 2020.

Anexo 21: Memorias fotográficas Estación de servicio “SIETE COLINAS”

Fotografía 15. Revisión de planes de contingencia



Tomado por: Captura de la Cámara #14

Fotografía 16. Entrada a la Estación de Servicio



Tomado por: Lorena A, 2020.

Fotografía 17. Manguera del Gabinete Contra Incendio



Tomado por: Lorena A, 2020.

Fotografía 18. Revisión del Gabinete Contra Incendio



Tomado por: Lorena A, 2020.

**Anexo 22: Memorias fotográficas Estación de servicio “NORTE DEL SINDICATO DE
CHOFERES DE BOLÍVAR”**

Fotografía 19. Área de almacenamiento



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 20. Cantidad de almacenamiento de los tanques



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 21. Observación junto al Tutor



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 22. Tanque de almacenamiento



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 23. Baños y Reciclaje de desechos peligrosos



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 24. Cuarto de Máquinas



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 25. Sistema de agua contra incendios



Tomada por: Amangandi L, 2020

Fotografía 26. Isla de expendio del combustible



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 27. Almacenamiento de desechos peligrosos



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 28. Tienda de la Estación de Servicio



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 29. Estacionamiento



Tomada por: Ramos E, 2020

Fotografía 30. Gabinete contra incendio y Equipo de Protección Personal



Tomada por: Ramos E, 2020