



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
PRODUCCIÓN.**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

PROTOCOLO DE RESPUESTA PARA INCIDENTES EN AUTOTANQUES DOT-406/MC-306 (CAMIONES CISTERNA) DE TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE DE 10000 GALONES, PARA LA UNIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor(a)

Pablo David Vega Robles

Tutor(a)

MSc. Pablo Eliseo Ron

QUITO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Pablo David Vega Robles, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “PROTOCOLO DE RESPUESTA PARA INCIDENTES EN AUTOTANQUES DOT-406/MC-306 (CAMIONES CISTERNA) DE TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE DE 10000 GALONES, PARA LA UNIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 19 días del mes de enero de 2023, firmo conforme:

Autor: Pablo David Vega Robles

Firma: 

Número de Cédula: 1721330114

Dirección: Pichincha, Quito, Carcelén, Carcelén Alto.

Correo Electrónico: pablo_vegarobles@hotmail.com

Teléfono: 0961060507

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “PROTOCOLO DE RESPUESTA PARA INCIDENTES EN AUTOTANQUES DOT-406/MC-306 (CAMIONES CISTERNA) DE TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE DE 10000 GALONES, PARA LA UNIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO” presentado por Pablo David Vega Robles, para optar por el Título de Ingeniería Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 19 de enero del 2023

.....

M.Sc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 19 de enero 2022



.....

Pablo David Vega Robles
C.I. 1721330114

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “PROTOCOLO DE RESPUESTA PARA INCIDENTES EN AUTOTANQUES DOT-406/MC-306 (CAMIONES CISTERNA) DE TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE DE 10000 GALONES, PARA LA UNIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial , reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 19 de enero del 2023

.....

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

VOCAL

.....

VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mi familia que siempre han tenido de la confianza de creer en mí e inculcarme los valores que me han servido para ser mejor persona.

A mis hermanos Daysi, Juan Carlos y Andreik por siempre amparar y secundar mis decisiones y ser la fortaleza para cumplir esta meta.

A mis amigos y compañeros por enseñarme el significado de la palabra lealtad y camaradería.

Pablo David

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Indoamérica por alimentar mi conocimiento académico y por sus sobresalientes docentes que han sabido ser la luz guía para formar las bases de un conocimiento técnico.

Al Cuerpo de Bomberos de Quito y en especial al Grupo de Respuesta a Emergencias con Materiales Peligrosos que han sido el pilar fundamental de este trabajo, sin su apoyo no hubiera sido logrado.

Al M.Sc. Pablo Ron por su amistad, paciencia y guía en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE IMAGEN	6
RESUMEN EJECUTIVO	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I	10
Introducción.....	10
Antecedentes.....	11
Requerimientos Legales	13
Justificación	15
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivo Específicos.....	17
CAPÍTULO II.....	18
INGENIERÍA DEL PROYECTO	18
Diagnóstico de la situación actual de la organización.....	18
Análisis de incidentes con autotanques ocurridos en Distrito Metropolitano de Quito	22
Guayllabamba, 2020	22
Loma de Puengasi, 2021.....	24
Nueva Aurora, 2022	27
Conclusión general de los incidentes.....	30
Herramientas de ingeniería para el desarrollo de la propuesta.....	31
Área de estudio	34
Modelo operativo.....	35
Desarrollo del modelo operativo	36

CAPÍTULO III	37
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	37
Presentación de la propuesta.....	37
Funciones de los respondedores	37
Autotankes DOT-406/MC-306.....	44
Protocolo de Respuesta a incidentes con autotankes de 10000 galones de combustible.....	45
Anexos del protocolo.....	53
Anexo 1: Dosificación de espumas para incendios en autotankes DOT406/MC306.....	53
Anexo 2: Técnicas defensivas y ofensivas para contención de derrames	59
Anexo 3: Inspección de daños en autotankes de transporte de combustible y enderezado del vehículo	60
Anexo 4: Procedimientos de descarga.....	62
Resultados esperados	65
Simulacro.....	65
Cronograma de actividades.	75
Análisis de costos	76
CAPÍTULO IV	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
Conclusiones.....	79
Recomendaciones	81
BIBLIOGRAFIA	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Incidentes con materiales peligrosos atendidos por el CBDMQ 2021 al 24/07/2022</i>	20
Tabla 2 <i>Matriz FODA</i>	33
Tabla 3 <i>Protocolo de autotanques</i>	49
Tabla 4 <i>Tasa de aplicación y tiempos</i>	56
Tabla 5 <i>Requerimiento de concentrado de espuma al 3%</i>	58
Tabla 6 <i>Requerimiento de concentrado de espuma al 1%</i>	59
Tabla 7 <i>Check list de técnicas defensivas y ofensivas para contención de derrames</i>	60
Tabla 10 <i>Cronograma de actividades</i>	75
Tabla 8 <i>Análisis de costos</i>	76
Tabla 9 <i>Logística</i>	77

ÍNDICE DE IMAGEN

Figura 1 <i>Ubicación de la estación Nro9</i>	18
Figura 2 <i>Ubicación de la Estación Nro19</i>	19
Figura 3 <i>Incidentes con materiales peligrosos atendidos por el CBDMQ 2021 al 24/07/2022</i>	21
Figura 4 <i>Análisis de incidentes con autotanques ocurridos en Distrito Metropolitano de Quito</i>	22
Figura 5 <i>Control de incendios de hidrocarburos</i>	23
Figura 6 <i>Control de incendios de hidrocarburos</i>	23
Figura 7 <i>Control de incendios de hidrocarburos</i>	24
Figura 8 <i>Parte de emergencias</i>	25
Figura 9 <i>Uso de espuma contraincendios</i>	25
Figura 10 <i>Enderezamiento a su posición normal al autotanque</i>	26
Figura 11 <i>Enderezado de autotanque</i>	27
Figura 12 <i>Parte de emergencias</i>	28
Figura 13 <i>Autotanque accidentado</i>	28
Figura 14 <i>Autotanque contra vivienda</i>	29
Figura 15 <i>Autotanques, aterrizaje de energía estática</i>	30
Figura 16	35
Figura 17 <i>Responsable de radio despacho UCE CBDMQ</i>	38
Figura 18 <i>Centinela de estación</i>	39
Figura 19 <i>Personal especializado en atención de emergencias</i>	40
Figura 20 <i>Operador de vehículo de emergencia</i>	40
Figura 21 <i>Bombero especialista</i>	41
Figura 22 <i>Bombero especialista</i>	42
Figura 23 <i>Bombero especialista</i>	42
Figura 24 <i>Bombero no especialista en materiales peligrosos</i>	43
Figura 25 <i>Bombero no especialista en materiales peligrosos</i>	43
Figura 26 <i>Autotanques DOT-406/MC-306</i>	44
Figura 27 <i>Vista trasera de autotanque DOT-406/MC-306</i>	44
Figura 28 <i>Vista lateral de autotanque DOT-406/MC-306</i>	44
Figura 29 <i>Vista diagonal de autotanque DOT-406/MC-306</i>	45
Figura 30 <i>Flujograma de implementación del procedimiento de respuesta a incidentes con autotanques de 10000 galones de combustibles</i>	46
Figura 31 <i>Simulacro de atención</i>	65
Figura 32 <i>Llamada de emergencia del incidente</i>	66
Figura 33 <i>Unidad de atención de emergencia</i>	67
Figura 34 <i>Objetivos y estrategias</i>	68
Figura 35 <i>Simulacro, análisis del incidente</i>	69
Figura 36 <i>Simulacro, presurización de líneas de agua</i>	70
Figura 37 <i>Simulacro, eliminación de vapores inflamables</i>	70
Figura 38 <i>Simulacro, designación de tareas</i>	71

Figura 39 <i>Simulacro, ingreso al escenario</i>	71
Figura 40 <i>Simulacro, técnicas defensivas y ofensivas</i>	72
Figura 41 <i>Simulación, terminación del incidente</i>	73
Figura 42 <i>Evaluación del simulacro</i>	74

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y PRODUCCION
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TEMA: PROTOCOLO DE RESPUESTA PARA INCIDENTES EN AUTOTANQUES DOT-406/MC-306 (CAMIONES CISTERNA) DE TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE DE 10000 GALONES, PARA LA UNIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

AUTOR: Pablo David Vega Robles

TUTOR: M.Sc Pablo Elicio Ron Valenzuela

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento de titulación se determinó que, en el Distrito Metropolitano de Quito existe la recurrencia de incidentes con materiales peligrosos, los mismos que han sido analizados desde enero del 2021 hasta julio del 2022, durante este periodo han ocurrido alrededor de 2068 incidentes con materiales peligrosos, y de ellos 3 con autotanques DOT-406/MC-306 los que han ocasionado daños a personas, bienes materiales y perjuicios ambientales; al analizar estos casos (Guayllabamba, Loma de Puengasi, Nueva Aurora), se reconoció escenarios de riesgos a los que los respondedores están expuestos ya sea por malas actuaciones o procedimientos empíricos, para lo cual se toma las recomendaciones de la NFPA 472-2018, “Estándar para las competencias de los respondedores a incidentes con materiales peligrosos/armas de destrucción masiva”, así se crea un protocolo de respuesta ante incidentes con autotanques DOT-406/MC-306, donde se determina las competencias de los respondedores y para la corroboración de que el protocolo cumple con los estándares recomendados, se ejecuta un simulacro con bomberos que poseen especialidad en manejo de emergencias con materiales peligrosos.

DESCRIPTORES: autotanques, bombero, dot-406, materiales peligrosos, mc306, nfpa, protocolo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y PRODUCCION
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

THEME: RESPONSE PROTOCOL FOR INCIDENTS IN DOT-406/MC-306 FUEL TRANSPORTATION TANKS (TANK TRUCKS) OF 10,000 GALLONS, FOR THE HAZARDOUS MATERIALS UNIT OF THE FIRE DEPARTMENT OF QUITO METROPOLITAN DISTRICT

AUTHOR: Pablo David Vega Robles

TUTOR: M.Sc Pablo Elicio Ron Valenzuela

ABSTRACT

In this titling document it was determined that, in the Metropolitan District of Quito there is a recurrence of incidents with hazardous materials, the same ones that have been analyzed from January 2021 to July 2022, during this period, there have been around 2,068 incidents with hazardous materials, and 3 of them with DOT-406/MC-306 tank trucks, which have caused harm to people, material goods and environmental damages; when analyzing these cases (Guayllabamba, Loma de Puengasi, Nueva Aurora), risk scenarios to which responders are exposed either due to bad actions or empirical procedures were recognized, for which the recommendations of NFPA 472-2018 are taken, “Standard for Competency of Responders to Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Incidents”, This is how a protocol for response to incidents with DOT-406/MC-306 tank trucks is created, where the competencies of the responders are determined and for the corroboration that the protocol complies with the recommended standards, a drill is carried out with firefighters who have a specialty in handling emergencies with hazardous materials.

KEYWORDS: dot-406, firefighter, hazardous materials, mc-306, nfpa, protocol, tank trucks

CAPÍTULO I

Introducción

A nivel mundial, el desarrollo socioeconómico en los últimos 100 años se ha logrado en base a la utilización de derivados de combustibles fósiles, es decir, estos se convirtieron en una necesidad de las sociedades para su crecimiento.

Siendo estos combustibles parte esencial para este mencionado progreso, las diferentes maneras de transporte de este siempre han supuesto un riesgo para las sociedades, y en base a eso la cualificación y tecnificación de los organismos de primera respuesta que atienden siniestros relacionados con esto, deben estar acordes para brindar una atención oportuna, técnica y eficaz.

Podemos citar varios eventos que han involucrado este tipo de combustibles a nivel latinoamericano que lamentablemente han terminado en tragedia:

- “93 muertos en la mayor tragedia por robo de combustible en la historia de México” (BBC News Mundo, 2019)
- “Siete personas murieron calcinas y otras 50 resultaron heridas en un accidente en Magdalena, al norte de Colombia.” (País, 2020)
- “Se elevó a 22 la cifra de fallecidos de la explosión del camión en Villa El Salvador” (France24, 2020)

Ahora entrando al ámbito nacional y sobre todo en el Distrito Metropolitano de Quito se han tenido diferentes incidentes que han involucrado vehículos que transportan combustibles, y esto ha representado un considerable daño en el aspecto ambiental, económico y social.

Entre los ejemplos más recientes ocurridos dentro del Distrito Metropolitano de Quito, podemos citar los siguientes:

- Año 2020, Guayllabamba, incendio de tanquero (10000 galones) (La Hora, 2020)
- Año 2021, Loma de Puengasi, volcamiento de tanquero (10000 galones) (El Comercio, 2021)
- Año 2022, Nueva Aurora, Estrellamiento de autotanque contra vivienda (10000 galones) (El Telegrafo, 2022)

Durante el desarrollo de estos incidentes los organismos de primera respuesta ante estas emergencias han podido solventar las mismas de una manera general, pero en el caso específico del Cuerpo de Bomberos de Quito a través de la Unidad de Materiales Peligrosos, requiere un protocolo de respuesta estandarizado para la actuación en dichos incidentes.

Antecedentes

La seguridad y salud en el trabajo comprende una serie de conceptos básicos relacionados con la prevención, entendida como el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo (Garcia, 2019)

La gestión de riesgos profesionales presupone la organización de la prevención en la empresa y está la elección de un modelo organizativo. Todo modelo organizativo ha de ser indicativo, puesto que la primera característica que debe reunir es la adecuación a la organización general de la empresa; y ello porque, como se ha dicho en determinadas ocasiones, la política de prevención de riesgos laborales no es algo independiente ni mucho menos marginal, sino que se integra como un todo en las restantes políticas de una empresa. (Gea, 2020)

No hay un criterio único para clasificar las emergencias. Aunque el método más comúnmente utilizado es el de clasificarlas en función de su gravedad, hay otros criterios que también se deben considerar como la disponibilidad de medios en función de los turnos de trabajo, el tipo de emergencia: natural y antrópica, ya sea de origen tecnológico o social, o el entorno en el que suceda. (Jordá, 2020)

Seguridad y salud en el trabajo es un campo de conocimiento amplio, que se nutre de múltiples disciplinas y profesionales y en el que convergen visiones sobre la salud y el impacto de los procesos productivos de la misma. El aspecto multidisciplinario del campo implica desafíos y retos en diversas áreas que van desde temas propios de la ingeniería hasta el desarrollo de políticas públicas que promuevan la salud en los lugares de trabajo. (Rosal, 2020)

Al abordar el término *prevención* en el marco de la salud de los trabajadores, se debe inicialmente hacer referencia a su etimología. En efecto, la raíz de la palabra *prevención* se deriva del latín *praevenire*, es prevenir, llegar antes, anticipar. (Castillo , 2020)

Conocer las causas que son origen de accidentes debido a esas condiciones de trabajo (Los lugares de trabajo, herramientas, etc.) y las técnicas de actuación frente a las mismas permitirá a las gestiones de la seguridad laboral identificar y evitar los accidentes y así conseguir reducir su frecuencia y consecuencias. (Navas, 2018)

A nivel mundial los accidentes con materiales peligrosos han dejado secuelas difíciles de remediar, razón por la cual poder contar con protocolos estandarizados y normados facilitan el trabajo para los respondedores que intervienen en el control y mitigación de dichos incidentes para ello la ONU clasifica a los materiales peligrosos en 9 clases según su riesgo, que son los siguientes. (U.S. Department of Transportation, 2016)

1. Explosivos
2. Gases
3. Líquidos
4. Sólidos
5. Peróxidos
6. Tóxicos o infecciosos
7. Radiactivos
8. Corrosivos
9. Misceláneos,

Teniendo la clasificación ya establecida de manera internacional se reconoce los tipos de riesgos que se producen con la manipulación de estos para lo cual se necesita una capacitación específica para manejarlos y mucho más técnica para solventar emergencias que involucren los mismos.

Si bien en Ecuador se cuenta con planes y normativas para el control y mitigación de este tipo de incidentes, como son las normativas INEN 2266 o la Ordenanza Municipal 147, estos son más integradores y generales, es decir tienen una perspectiva mucho más

general y no enfocadas a la respuesta a emergencias ; el Cuerpo de Bomberos posee un protocolo general para la respuesta para este tipo de incidentes, pero se requiere de una guía más específica que toque temas más detallados para la atención efectiva sin riesgo para las personas que responden a los mismos.

En los últimos años en el Ecuador y específicamente en Quito se han tenido eventos naturales y antrópicos que han involucrado directamente a los vehículos que transportan este tipo de material peligroso, donde se ha tenido la liberación o potencial liberación de los mismos, donde la intervención estrictamente necesaria ha sido por parte de los diferentes Cuerpos de Bomberos y obviamente del Cuerpo de Bomberos de Quito, en este caso el último siendo de los pocos Cuerpos de Bomberos que cuentan con una Unidad Especializada para la atención de emergencias con Materiales Peligrosos, contando con el personal técnico, logística y materiales necesarios para operaciones seguras.

Cabe mencionar que casos específicos como los acontecidos en los años 2020, 2021 y 2022, donde se evidencia 3 incidentes de magnitud relevante ocurridos cronológicamente, el mes de febrero del 2020 en el sector de Guayllabamba, el mes de mayo del 2021 en el sector de la Loma de Puengasi, y el mes de agosto del 2022 en el sector de la Nueva Aurora, por dicho siniestro ocurrido dejó sin servicio de agua potable a varias partes de la población de Quito y varias afectaciones a la flora y fauna del sector.

Requerimientos Legales

La presente fundamentación legal que rige en la República del Ecuador servirá para conocer cómo se encuentra normatizado obligaciones y derechos que procuran garantizar un ambiente sano.

El artículo 238 de la Constitución del Ecuador determina que:
“Los gobiernos autónomos descentralizados gozaran de autonomía política, administrativa y financiera”.(Asamblea Constituyente de Montecristi, 2008)

El artículo 140 del Código Organizo Territorial Autonomía y descentralización COOTAD, en su inciso tercero contempla que los cuerpos de bomberos del país serán considerados municipales, y funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019)

El artículo 274 del Código Orgánico de entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público, determina que los Cuerpos de Bomberos son entidades de derecho público adscritas a los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales o metropolitanos, que prestan el servicio de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, así como de apoyo en otros eventos adversos de origen natural o antrópico. Contaran con patrimonio y fondos propios, personalidad jurídica, autonomía administrativa, financiera, presupuestaria y operativa. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017)

Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios,

Acuerdo Ministerial 1257, Registro Oficial Edición Especial 114 de 02-abr.-2009, Estado: Vigente

Considerando: “Que, de acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador, son deberes primordiales del Estado Ecuatoriano proteger la vida y garantizar a sus habitantes el derecho a la protección integral; así como proteger a los habitantes, las colectividades y naturaleza antes, durante y después de los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación ante el desastre, la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el fin de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Acuerda:

Art. 1.- Expedir el "Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios", cuyo contenido certificado por esta Subsecretaría y la Dirección de Defensa Contra Incendios se anexa al presente; el mismo que entrará en vigencia y será de obligatorio cumplimiento a partir de su suscripción, manteniendo subordinación respecto de la Constitución de la República y concordancia con la Ley de Defensa Contra Incendios y su reglamento general de aplicación, y, demás normas conexas.

Art. 30.- El Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción, determinará el tipo de agente extintor que corresponda de acuerdo a la edificación y su funcionalidad, estos se instalarán en las proximidades de los sitios de mayor riesgo o peligro, de preferencia junto a las salidas y en lugares fácilmente identificables, accesibles y visibles desde cualquier punto del local, además no se debe obstaculizar la circulación (NFPA 10).

Justificación

En el Ecuador los diferentes Cuerpos de Bomberos del país atienden diferente tipo de emergencias que se han estandarizado a lo largo de los años, siendo los Cuerpos de Bomberos instituciones de derecho público que tienen una **importancia** en su accionar y es su deber y obligación es hacerlo de manera profesional que vaya acorde con el desarrollo residencial e industrial del país. El Cuerpo de Bomberos de Quito se encarga de atender diferentes tipos de siniestros que ocurren en la ciudad y también de brindar apoyo a cantones y provincias colindantes que requieran del apoyo técnico para solventarlos, siendo los 4 ejes fundamentales de atención los siguientes: Combate de incendios, rescate y salvamento, atención prehospitalaria y atención a emergencias con materiales peligrosos.

El realizar este protocolo servirá como una guía hacia los organismos de respuesta del país que podrán tomarlo como modelo y aplicarlo a su realidad local, ya que **impactara** de manera positiva hacia la profesionalización en las operaciones que se realizan, garantizando la tecnificación en la respuesta, ayudando también a la reducción de impactos ambientales que podría ocasionar los hidrocarburos en derrames en diferentes sectores.

La creación de este protocolo de respuesta servirá de **utilidad** para generar un modelo de respuesta por parte de la Unidad de Materiales Peligrosos, y así para el Cuerpo de Bomberos que basa sus operaciones bajo la normativa ISO 9001 y la ISO 45001, tiene que hacerlo bajo protocolos establecidos que impidan a los respondedores actuar de manera empírica sin fundamentos técnicos, para de esta manera garantizar; calidad, seguridad y salud a las personas implicadas en estos siniestros.

Los principales **beneficiarios** de este protocolo serán los respondedores que intervienen directamente en estos siniestros donde se pueden presentar; incendios, derrames, volcamientos entre otros. Al tener una guía detallada de las acciones a tomar podrán preservar su seguridad. Adicionalmente se beneficiará el DMQ ya que este tipo de incidentes pueden dejar secuelas muy fuertes a nivel de flora y fauna, así como la afectación a los ciudadanos.

El Cuerpo de Bomberos de Quito teniendo en cuenta este desarrollo y lo que implica, estableció la creación de la Unidad de Materiales Peligrosos en el año 2002 planificando el desarrollo del talento humano perteneciente a la unidad y coordinando la adquisición de equipos, herramientas y materiales que permitan la atención efectiva de incidentes que involucren este tipo de materiales. En el riesgo específico de protocolos de riesgos contra incendios internacionales dictan que se tiene que ser sumamente cautelosos y técnicos para responder ante estos incidentes, para lo cual el Cuerpo de Bomberos cree **factible** la creación de un protocolo con la intención de realizar acciones oportunas, técnicas y seguras para solventar emergencias que involucren vehículos de transportación (autotankes) de combustibles de 10000 galones.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un protocolo de respuesta para la atención de emergencias en autotanques DOT-406/MC-306 (Camiones cisterna) bajo las recomendaciones de la NFPA 472-2018 “Estándar para las competencias de los respondedores a incidentes con materiales peligrosos/armas de destrucción masiva”, para la Unidad de Respuesta a Emergencias con Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

Objetivo Específicos

- Analizar los casos ocurridos en incidentes que involucren autotanques DOT-406/MC-306 (Camiones cisterna) de transporte de combustible de 10000 galones, mediante una investigación de los incidentes con este tipo de autotanques dentro del Distrito Metropolitano de Quito, para determinar la frecuencia con que ocurren.
- Determinar los escenarios de riesgo que pueden ocurrir en incidentes con autotanques DOT-406/MC-306 (Camiones cisterna), aplicando procedimientos estándar de las normas NFPA, para desarrollar protocolos de mitigación de estos incidentes.
- Elaborar un flujograma y un protocolo donde se aplique la adaptación de las recomendaciones NPFA 472-2018 “Estándar para las competencias de los respondedores a incidentes con materiales peligrosos/armas de destrucción masiva”, capítulo 8 y 13, “Competencias para técnicos en Materiales Peligrosos con especialidad en Autotanques” y “Competencias para comandantes de incidentes” a la realidad local del Ecuador, para Unidad de Materiales Peligrosos.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la organización

Actualmente el Cuerpo de Bomberos de Quito cuenta con 24 estaciones de bomberos distribuidas estratégicamente por todo el Distrito Metropolitano de Quito, por el desarrollo industrial de la ciudad se han dispuesto 2 estaciones de bomberos especializadas en la atención a Emergencias con Materiales Peligrosos las mismas que se encuentran en los extremos norte y sur de la ciudad.

Estas estaciones cuentan en cierto sentido con un estándar a nivel del talento humano, equipamientos, vehículos y logística, el mismo que sirve para manejar la misma capacidad de respuesta en cualquiera de las dos.

Estación Nro 9 “Carcelén”

Ubicada en el sector norte de la ciudad en la parroquia de Carcelén entre las calles Francisco Ruiz y Alejandro Ponce, en el parque de Carcelén, ayuda a solventar emergencias que se suscitan en el sector del parque industrial.

Figura 1

Ubicación de la estación Nro9



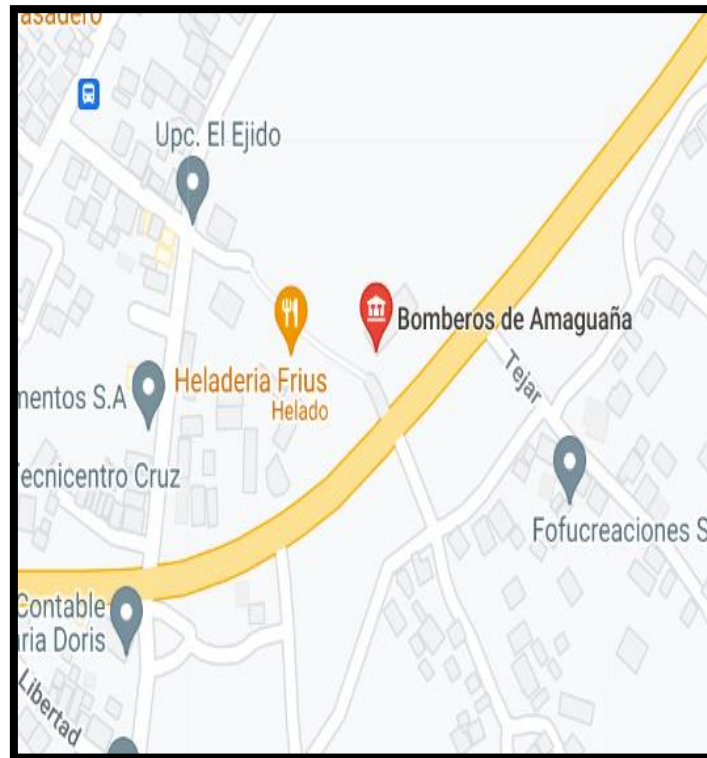
Nota: Esta imagen muestra la ubicación de la Estación Nro9. Adaptado de (Maps Google, 2022)

Estación Nro19 “Amaguaña”

La encontramos en el sector sur de la ciudad en la parroquia de Amaguaña, barrio El Ejido, entre las calles E35 y Fermín Castillo

Figura 2

Ubicación de la Estación Nro19



Nota: Esta imagen muestra la ubicación de la Estación Nro19. Adaptado de (Maps Google, 2022)

De esta manera se puede cubrir los puntos de mayores riesgos que existen en la ciudad donde se puedan presentar incidentes con materiales peligrosos, pero para poder responder de manera adecuada el talento humano tiene que ser profesionalizado de una manera técnica, para lo cual la norma NFPA 472 “Competencias del personal de respuesta a incidentes con materiales peligrosos/ADM” es la guía que tiene los siguientes niveles de profesionalización

- Competencias para el personal de nivel advertencia

- Competencias para el personal de nivel operaciones
- Competencias para técnicos en materiales peligrosos
- Competencias para supervisores del grupo de materiales peligrosos
- Competencias para asistentes del oficial de seguridad MATPEL/ADM
- Competencias para empleados especialistas, (NFPA. 2018)

Al momento esta Unidad tiene como estándar que todos sus miembros cuenten como mínimo con la capacitación *Competencias para el personal de nivel operaciones* y también tiene la formación de 10 personas en *Competencias para técnicos en materiales peligrosos*, y se espera continuar con estos procesos de formación al resto de la unidad.

Los incidentes por materiales peligrosos en el Distrito Metropolitano de Quito están presentes diariamente, los datos que a continuación reflejan un importante número de emergencias atendidas durante el 2021 y el 2022

Tabla 1

Incidentes con materiales peligrosos atendidos por el CBDMQ 2021 al 24/07/2022

INCIDENTES CON MATERIALES PELIGROSOS ATENDIDOS POR EL CBDMQ 2021 AL 24/07/2022			
Mes	2021	2022	
Enero	122	91	
Febrero	100	99	
Marzo	122	126	
Abril	108	103	
Mayo	107	105	
Junio	85	89	
Julio	96	90	
Agosto	126	---	
Septiembre	112	---	
Octubre	120	---	
Noviembre	133	---	
Diciembre	134	---	
Total general	1365	703	

Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 3

Incidentes con materiales peligrosos atendidos por el CBDMQ 2021 al 24/07/2022



Nota: Sala de monitoreo y control del Cuerpo de Bomberos de Quito. Elaborado por: El investigador


Análisis de incidentes con autotanques ocurridos en Distrito Metropolitano de Quito

Guayllabamba, 2020

El 11 de febrero del año 2020, se produce un siniestro en el sector de Guayllabamba al norte del Distrito Metropolitano de Quito, un vehículo autotanque de transporte de combustible sufre un accidente producto del cual se tiene como consecuencia el volcamiento, liberación del producto e incendio, el peor escenario para este tipo de vehículos, en la activación de los recursos del Cuerpo de Bomberos de Quito se designan 6 vehículos para solventar el incidente.

Figura 4

Análisis de incidentes con autotanques ocurridos en Distrito Metropolitano de Quito

				BOMBEROS QUITO Salvamos vidas
No :300694 Estación: X17 Código: 1709 [Fecha :11/02/2020]				
Forma de Aviso a central:	CIUDADANIA (ECU911)	Fecha de Aviso :		
Especialidad:	INCENDIO VEHICULAR - CHOQUE/ESTRELLAMIENTO	Estado del Parte:		
Subespecialidad:	PICHINCHA	Prioridad:		
Provincia:	CALDERON	Cantón:		
Zona:	STA_ANITA	Parroquia:		
Barrio:	KM 10	Calle/Avenida Principal:		
Numero:	ANTES DEL PUENTE DE GUAYLLABAMBA	Calle/Avenida Secundaria:		
Punto de Referencia:	0996932134	Nombre Informante:		
Teléfono:	[BOMBERO 4] PARRA MUÑOZ EDWIN JOSELITO (8H)	Hora transferencia de llamada ECU:		
Personal al Mando del peloton 3,PF 2,PF 4:		Responsable de cabina:		
Responsable de despacho:		Doctor de turno:		
Responsable de creación:				
Procedimiento:	REFIERE INCENDIO DE UN CAMION QUE TRANSPORTABA COMBUSTIBLE			

Nota: (Quito, 2021)

En el desarrollo de la emergencia en el intento de brindar ayuda, personal de Bomberos Aeronáuticos del Aeropuerto Mariscal Sucre, institución independiente del Cuerpo de Bomberos de Quito, se accidenta con una autobomba que ya se encontraba trabajando, lo cual genero bomberos heridos.

Figura 5

Control de incendios de hidrocarburos



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Para el control de estos incendios de hidrocarburos es necesario realizar el cálculo de los recursos necesarios que se requieren; el agente espumante y agua, serán necesarios en gran cantidad por un tiempo específico, en tal virtud realizar los cálculos de aproximación para controlar el incidente es indispensable para no mal gastar los recursos y utilizarlos de manera efectiva.

Figura 6

Control de incendios de hidrocarburos



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

En estos casos cuando no se cuenta con los recursos como agentes espumantes (AFFF- Aqueous Film Forming Foam) (NFPA, 2018), lo más prudente es realizar un enfriamiento con agua al cuerpo del autotank con el fin de evitar posibles explosiones.

Figura 7

Control de incendios de hidrocarburos





Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Loma de Puengasi, 2021

El 10 de mayo del 2021 se produce un siniestro en la Av. Simón Bolívar a la altura de la Loma de Puengasi, frente al Cuartel de Policía Metropolitana del DMQ, en primera instancia, se despacha a la Estación Nro4 ubicada en la parroquia Ferroviaria, a la llegada a la escena de la primera unidad de respuesta y mediante un análisis de recursos, solicita a la Unidad de Materiales Peligrosos ya que se constata el volcamiento y liberación del combustible de un autotank de 10000 galones.

Figura 8

Parte de emergencias

		 BOMBEROS QUITO Salvamos vidas	
No :350542 Estación: X4 Código: 3340 [Fecha :10/05/2021]			
Forma de Aviso a central:	CIUDADANIA (ECU911)	Fecha de Aviso :	10/05/2021
Especialidad:	30 - MATERIALES PELIGROSOS	Estado del Parte:	CERRADO
Subespecialidad:	INCIDENTES CON DERRAME DE LÍQUIDOS	Prioridad:	ALTA
Provincia:	PICHINCHA	Cantón:	QUITO
Zona:	MANUELA SAENZ	Parroquia:	PUENGASI
Barrio:	LOMAS PUENGASI	Calle/Avenida Principal:	SIMON BOLIVAR
Numero:	NN	Calle/Avenida Secundaria:	NN
Punto de Referencia:	CUARTEL DE LA POLICIA METROPOLITANA	Nombre Informante:	BORIS JAYA
Teléfono:	0985478806	Hora transferencia de llamada ECU:	16:00
Personal al Mando del peloton 3,PF 2,PF 4:	[BOMBERO 4] SARZOSA MOSSOT JUAN PABLO (8H)	Responsable de cabina:	DE LA TORRE DIAZ JUAN FRANCISCO
Responsable de despacho:	[BOMBERO 1] BARRENO QUINCHA JOSE LUIS	Doctor de turno:	
Responsable de creación:	[BOMBERO 1] NANGO CISNEROS ORLANDO MANUEL		
Procedimiento:	REFEREN DE VOLCAMIENTO DE UN TANQUERO DE COMBUSTIBLE AL PARECER HAY PERSONA HERIDA		

Nota: (Quito, 2021)

En el primer ingreso de los respondedores, se constata una atmosfera explosiva producto de la gasificación del combustible, en este caso, gasolina, para lo cual se mitiga este riesgo con el uso de espuma contraincendios.

Figura 9

Uso de espuma contraincendios



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Mediante el análisis técnico de los respondedores se determina un daño en los manholes de los compartimentos del autotanque y se aplican maniobras de sellado para controlar la fuga de combustible.

Figura 10

Enderezamiento a su posición normal al autotanque



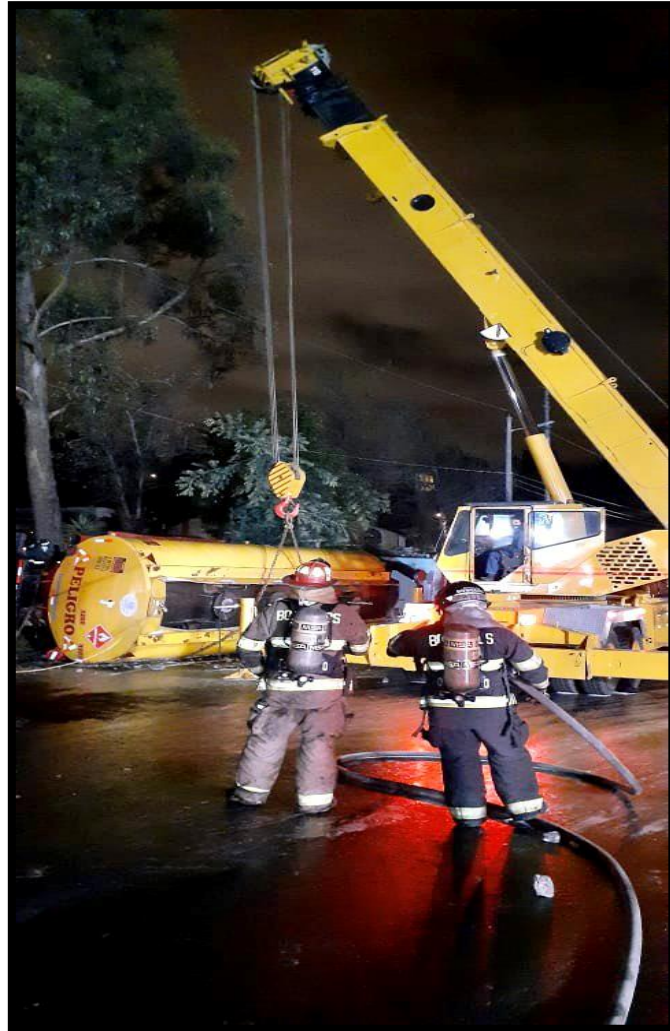
Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

En este caso, al controlar la fuga de combustibles se deben realizar las maniobras del enderezamiento a su posición normal al autotanque, para lo cual se requiere izar el mismo con maquinaria pesada, ya que en este caso las válvulas de carga y descarga se encontraban en el lado derecho e imposibilitaba el trasegado del líquido inflamable.

En este caso de análisis las tareas de controlar demoran entre 7 a 12 horas ya que se requiere que los estándares de seguridad sean los adecuados.

Figura 11

Enderezado de autotanque





Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Nueva Aurora, 2022

Otro caso de estudio es un incidente desarrollado el 18 de agosto del 2022, donde un autotanque abastecido en la planta de EP Petroecuador ubicada en el Beaterio, por una falla mecánica se accidenta contra una vivienda, en este caso la primera estación de bomberos en activarse fue la ubicada en el sector del Roció de Guamaní, quienes inician la solicitud de recursos hacia el lugar del incidente.

Figura 12

Parte de emergencias

			
BOMBEROS QUITO Salvamos vidas			
No :406808 Estación: X16 Código: 6121 [Fecha :18/08/2022]			
Forma de Aviso a central:	CIUDADANIA (ECU911)	Fecha de Aviso :	18/08/2022
Especialidad:	20. - RESCATE	Estado del Parte:	CERRADO
Subespecialidad:	RESCATE VEHICULAR	Prioridad:	ALTA
Provincia:	PICHINCHA	Cantón:	QUITO
Zona:	QUITUMBE	Parroquia:	GUAMANI
Barrio:	NUEVA AURORA II	Calle/Avenida Principal:	MALDONADO
Numero:	NN	Calle/Avenida Secundaria:	JULIO ANDRADE
Punto de Referencia:	EL TIA	Nombre Informante:	JOSELYN CHICAIZA
Teléfono:	0992999368	Hora transferencia de llamada ECU:	09:07
Personal al Mando del peloton -1:	[BOMBERO 4] NAVARRETE YANEZ CHRISTIAN ALBERTO (8H)	Responsable de cabina:	[BOMBERO 1] PEREZ PAZMIÑO EDISON RAFAEL
Responsable de despacho:	[BOMBERO 1] PEREZ PAZMIÑO EDISON RAFAEL	Doctor de turno:	
Responsable de creación:	[BOMBERO 1] URCO TIMBELA JUAN EUCLIDES		
Procedimiento:	INFORMAN DE UN ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE VEHICULO PESADO CONTRA UNA VIVIENDA CON PERSONAS ATRAPADAS		

Nota: (Quito, 2021)

Bajo el análisis fotográfico se determina que existe un compromiso estructural de la vivienda que fue afectada y en el autotanque se determina un daño total en la cabina y existe un signo de estrés en el autotanque que se representa como una fisura en la chaqueta de este ubicado en el segundo y tercer rompeolas.

Figura 13

Autotanque accidentado



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

En base a análisis realizados en el sitio no se constata una atmosfera explosiva ya que el producto derramado es diésel y el mismo no se gasifica como o hace la gasolina u otros combustibles.

Figura 14

Autotanque contra vivienda



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Al descartar mayores riesgos, se realiza la puesta a tierra del vehículo para mitigar la carga estática del autotanque para posteriormente realizar un trasegado un nuevo autotanque, el mismo se realiza con una bomba neumática.

Figura 15

Autotanques, aterrizaje de energía estática



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Conclusión general de los incidentes

En el análisis de los casos mencionados con base a los datos proporcionados por la base de datos del Cuerpo de Bomberos, se nos indica que la frecuencia de incidencia donde se requiere el despliegue de la Unidad de Materiales Peligrosos es de un incidente al año, si bien la incidencia es relativamente baja, el despliegue logístico y técnico debe ser adecuado para controlar estos incidentes.

Como se puede determinar en el análisis particular de cada uno de estos casos, las emergencias que se suscitan siempre van a ser diferentes y nunca se encontraran un escenario similar, ni un escenario bajo las mismas características, por lo que tener un protocolo que ayude a los respondedores es esencial, la misma que estará elaborada como se lo menciono en el objetivo general de este documento, bajo las recomendaciones de la NFPA 472-2018 capítulo 13 “Competencias para técnicos en materiales peligrosos con especialidad en autotanques” y anexar a la elaboración de este los 2 apéndices finales del

capítulo 8 de la misma norma “Competencias para comandante de incidentes” ya que de esta manera se complementara de manera más clara para una respuesta general ante este tipo de incidentes

- ✓ Analizando el incidente para autotankes DOT-406/MC-306 (Capitulo 13, NFPA 472-2018)
- ✓ Planificar la respuesta para autotankes DOT-406/MC-306 (Capitulo 13, NFPA 472-2018)
- ✓ Implementando la respuesta para autotankes DOT-406/MC-306 (Capitulo 13, NFPA 472-2018)
- ✓ Evaluación del progreso de la respuesta (Capitulo 8, NFPA 472-2018)
- ✓ Terminación del incidente (Capitulo 8, NFPA 472-2018). (NFPA, 2018)

Herramientas de ingeniería para el desarrollo de la propuesta

5W+1H

Con base a los casos analizados, se realizó un análisis con la herramienta 5W+1H para encontrar los factores que nos generan peligro.

Tema: Incidentes con autotankes DOT-406/MC-306 donde responden los integrantes de la Unidad de Atención a Emergencias con Materiales Peligrosos

- ✓ ¿Qué? (What?)

Maniobras de control no estandarizadas en labores de control en incidentes con autotankes DOT-406/MC306.

- ✓ ¿Quién? (What?)

Los miembros de la Unidad de Atención a Emergencias con Materiales Peligrosos involucrados en la atención de este tipo de siniestros.

- ✓ ¿Donde?

Como se ha verificado con base a los casos estudiados, pueden producirse dentro del Distrito Metropolitano de Quito, en cantones adyacentes o dentro del territorio nacional

✓ ¿Cuándo?

Al tratarse de incidentes, los mismos no están planificados ni contemplados.

✓ ¿Por qué?

No existe un protocolo establecido por parte de la Unidad de Atención a Emergencias con Materiales Peligrosos

✓ ¿Cómo?

Crear un protocolo de respuesta para incidentes en autotanques DOT-406/MC-306 (camiones cisterna) de transporte de combustible de 10000 galones, para la Unidad de Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito y difundirlo con los integrantes de dicha Unidad.

De igual manera se utiliza la herramienta FODA para ampliar la visión general del problema a tratar.

Tabla 2

Matriz FODA

Fortalezas	<ul style="list-style-type: none">• Los bomberos tienen conocimientos como primeros respondedores a incidentes con materiales peligrosos• La logística que posee el Cuerpo de Bomberos de Quito puede solventar estos incidentes• Existen protocolos generales ya establecidos que guían en la respuesta ante incidentes
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none">• Se pueden realizar planes de capacitación para que los respondedores conozcan la implementación del protocolo.• En el desarrollo del protocolo existen varias similitudes con diferentes tipos de autotanques (Semipresurizados, presurizados, corrosivos), lo cual puede dar una pauta para la creación de nuevos protocolos teniendo una base como la presente
Debilidades	<ul style="list-style-type: none">• Personal de Bomberos que pertenecen a otras Unidades Especializadas desconocen los protocolos implementados.• Este tipo de incidentes en sí, tienen factores diferentes y nunca se repiten entre sí los mismos escenarios, lo cual puede dificultar las evaluaciones iniciales para implementar el protocolo• En ocasiones pueden existir un déficit de agente espumogeno para solventar los incendios en autotanques.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none">• Al ingresar personas que desconocen los riesgos inherentes a un incidente de este tipo puede generar accidentes durante la respuesta

Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Área de estudio

Dominio: Tecnología y sociedad y habitad sostenible.

Línea de Investigación: Seguridad, salud laboral y ambiente.

Campo: Ingeniería Industrial

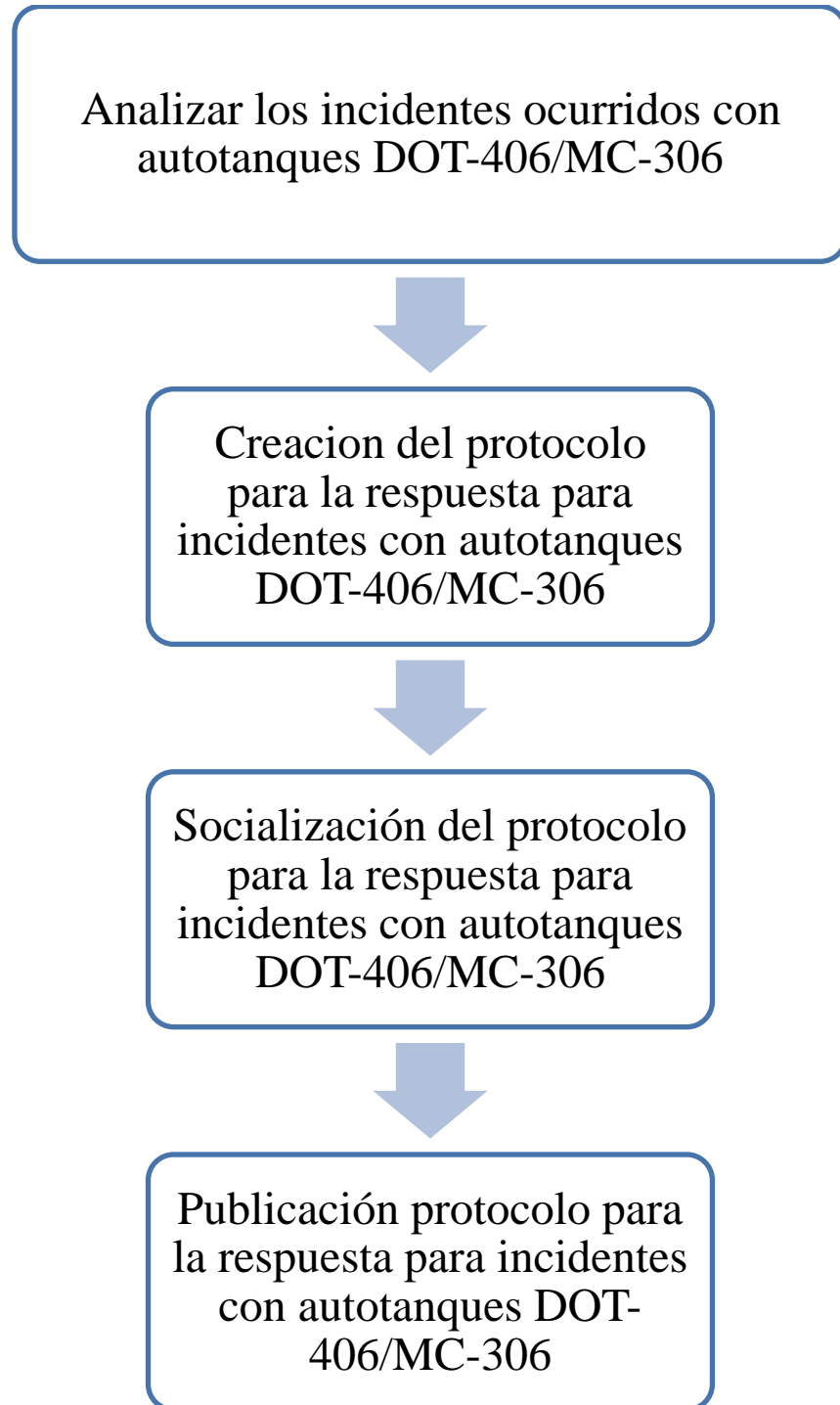
Área: Seguridad e Higiene Industrial

Objeto de estudio: Incidentes en autotanques DOT-406/MC306 (Camiones Cisterna) de transporte de combustible de 10000 galones, para la Unidad de Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito

Periodo de análisis: 2021-2022

Figura 16

Modelo operativo



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Desarrollo del modelo operativo

Analizar los incidentes ocurridos con autotankes DOT-406/MC-306

Para poder crear un protocolo primero debemos verificar cual es el antecedente de necesidad que se tiene para con base a aquello se deben determinar incidentes ocurridos en el Distrito Metropolitano de Quito que han ocasionado daños a los bienes y han causado pérdidas de vidas, para esto se debe estudiar los escenarios de riesgos que se tiene para los respondedores.

Creación del protocolo para la respuesta para incidentes con autotankes DOT-406/MC-306

Con la línea base obtenida y con los apoyos de las normativas NFPA donde se determina los protocolos de actuación, se crea el mismo aplicándolo a la realidad nacional y estableciendo detalladamente los anexos con información de apoyo para la toma de decisiones.

Socialización del protocolo para la respuesta para incidentes con autotankes DOT-406/MC-306

La socialización se realiza con el personal técnico de respondedores, miembros de la Unidad de Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos, y a su vez se realiza un simulacro con una empresa particular quien facilita la logística necesaria para poder crear un escenario real, de esta manera se logra determinar la eficacia del plan de actuación.

Publicación protocolo para la respuesta para incidentes con autotankes DOT-406/MC-306

Una vez obtenido el producto final se realiza una publicación en el gestor documental del Cuerpo de Bomberos de Quito.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta.

La creación de este protocolo de actuación responde a estandarizar las operaciones de la Unidad de Respuesta a Emergencias con Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, donde bajo la recomendación de la NFPA472-2018, se han tomado las consideraciones de creación e implementación de dicho protocolo, donde se brindan las directrices de tecnificación y respuesta para bomberos en diferentes tipos de incidentes. Al estandarizar este protocolo se evita que se manejen empirismos al momento de la respuesta que puedan generar actos y condiciones inseguras que puedan afectar la seguridad y salud de los involucrados.

Como se podrá evidenciar, al finalizar se entregará un documento donde se tenga en consideración los escenarios más extremos que se puede presentar en un incidente con un autotanke DOT406/MC306 (Incendio, volcamiento, derrame y demás), y se brindará una guía didáctica para establecer las maniobras de análisis, planificación, implementación, evaluación y terminación del incidente.

Funciones de los respondedores

Para poder solventar este tipo de incidentes hay que determinar las funciones y responsabilidades de cada uno de los respondedores para lo cual se han considerado a los siguientes responsables en base al procedimiento creado:

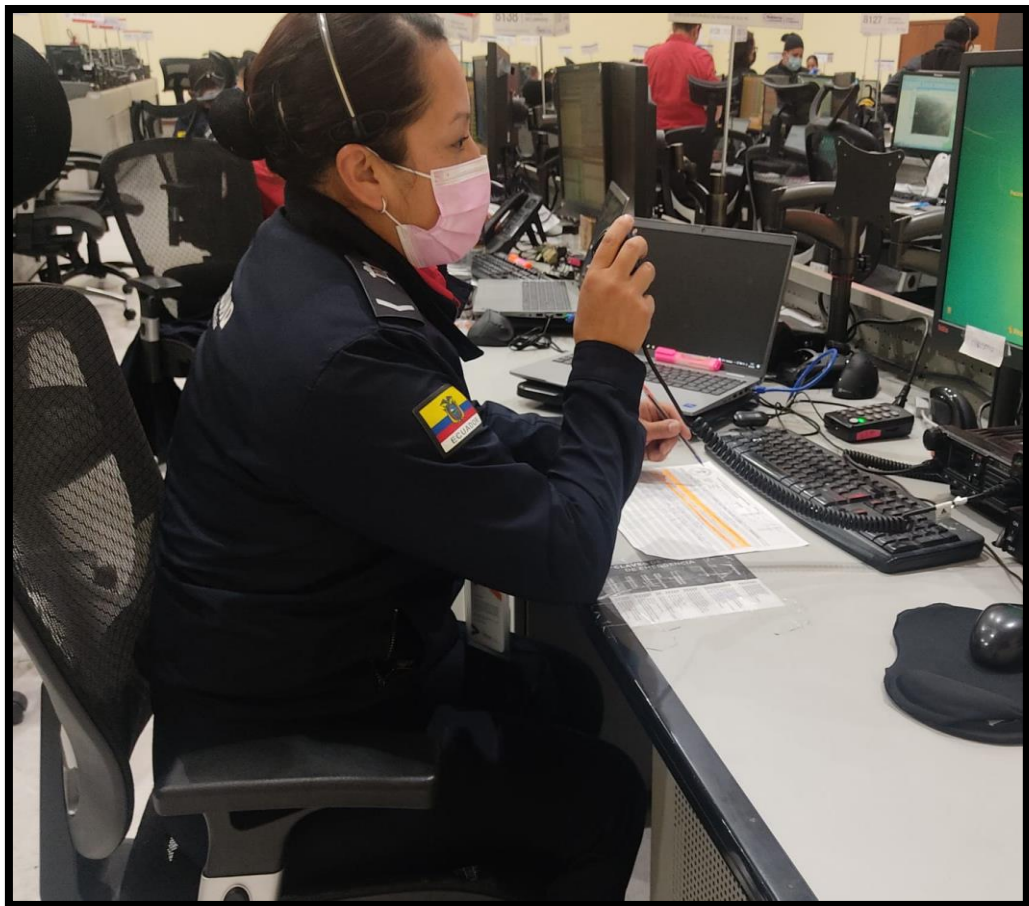
- Responsable de radio despacho UCE CBDMQ (Unidad de Central de Emergencias, Cuerpo de Bomberos Quito)
- Centinela de estación
- Responsable al mando
- Operador de vehículo de emergencias
- Bomberos especialistas
- Bomberos no especialistas

Responsable de radio despacho UCE CBDMQ

Es la persona designada al servicio de atención de emergencias ECU911, quienes son los responsables de analizar las llamadas de los usuarios y direccionar las emergencias hacia las estaciones de bomberos más cercanas y la activación de unidades especializadas mediante frecuencia radial, en este caso en particular realizar la activación de las estaciones de bomberos especializadas en atención y respuesta a incidentes con materiales peligrosos.

Figura 17

Responsable de radio despacho UCE CBDMQ



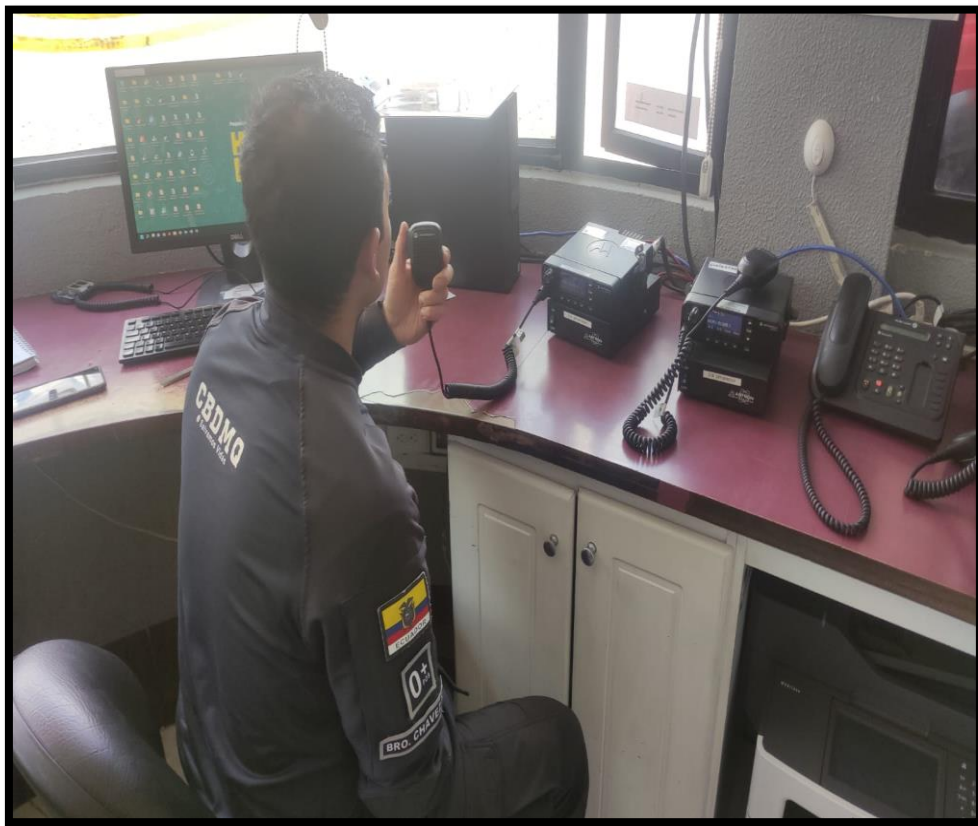
Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Centinela de estación

Persona de la estación de bomberos que se encuentra permanentemente a la vigía de la radio de alerta de emergencias, la misma que tiene comunicación directa con el responsable de radio despacho de la UCE CBDMQ, esta persona es la responsable del aviso al personal dentro de una estación de bomberos.

Figura 18

Centinela de estación



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Responsable al mando

Persona especializada en la atención a emergencias de materiales peligrosos, capacitado como mínimo en el nivel comandante de incidentes con materiales peligrosos con base a la normativa NFPA 472-2018, quien será el líder del grupo de respuesta y tomará las decisiones que ejecutará el personal operativo.

Figura 19

Personal especializado en atención de emergencias



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Operador de vehículo de emergencia

Persona designa a la conducción de los vehículos de emergencia, trasladara al personal desde la estación de bomberos hacia el lugar donde se suscite la emergencia.

Figura 20

Operador de vehículo de emergencia



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Bombero especialista

Persona especializada en la atención a emergencias de materiales peligrosos, capacitado como mínimo en el nivel operaciones de la NFPA 472-2018, quien ejecutara acciones ofensivas y defensivas que solicitara el responsable al Mando para mitigar, controlar y solventar los incidentes que involucren la liberación o potencial liberación de materiales peligrosos.

Figura 21

Bombero especialista



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 22

Bombero especialista



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 23 *Bombero especialista*



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Bombero no especialista en materiales peligrosos

Persona que no está capacitada en la atención a emergencia de materiales peligrosos, pero tiene la capacitación estándar de un bombero y que puede desempeñar funciones inherentes que involucra esta función (Combate de incendios, atención prehospitalaria, rescate y salvamento.)

Figura 24

Bombero no especialista en materiales peligrosos



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 25

Bombero no especialista en materiales peligrosos



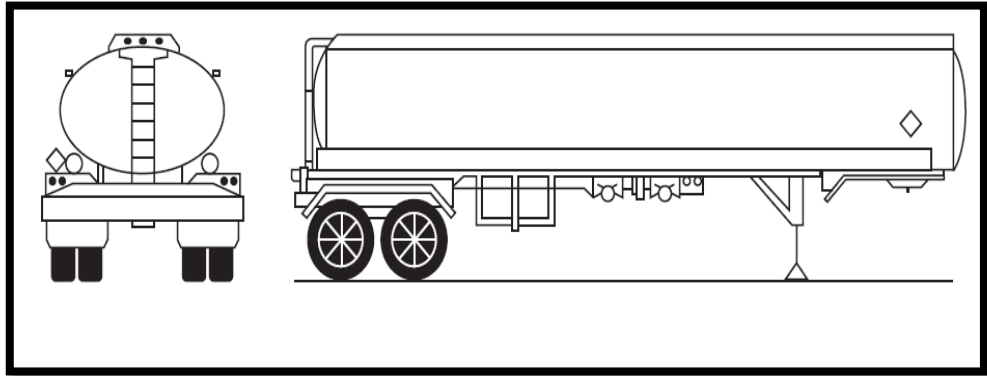
Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Autotanques DOT-406/MC-306

En el siguiente apartado se muestran varios planos de un autotanque para la familiarización con la estructura de este.

Figura 26

Autotanques DOT-406/MC-306



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 27

Vista trasera de autotanque DOT-406/MC-306



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 28

Vista lateral de autotanque DOT-406/MC-306



Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 29

Vista diagonal de autotanque DOT-406/MC-306

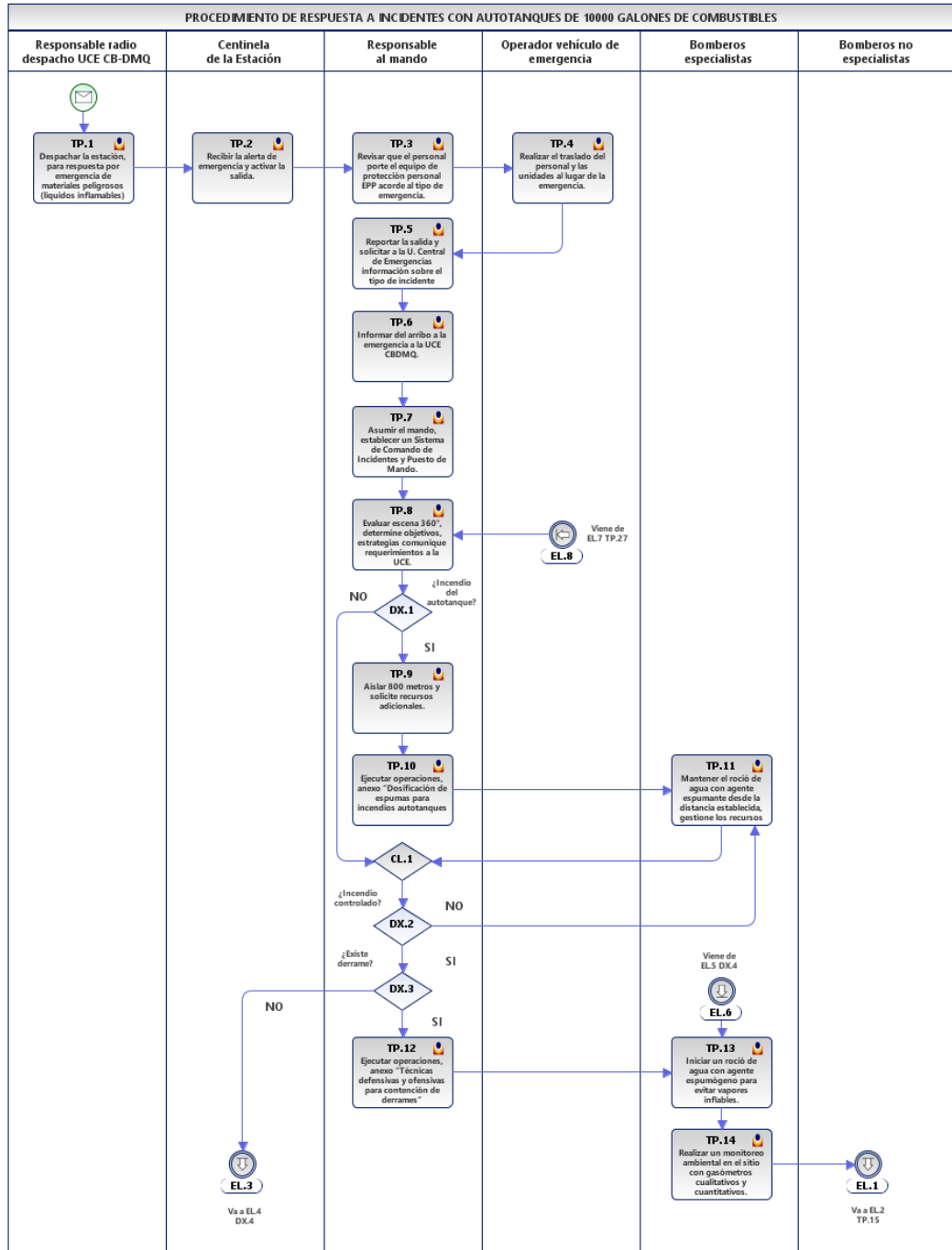


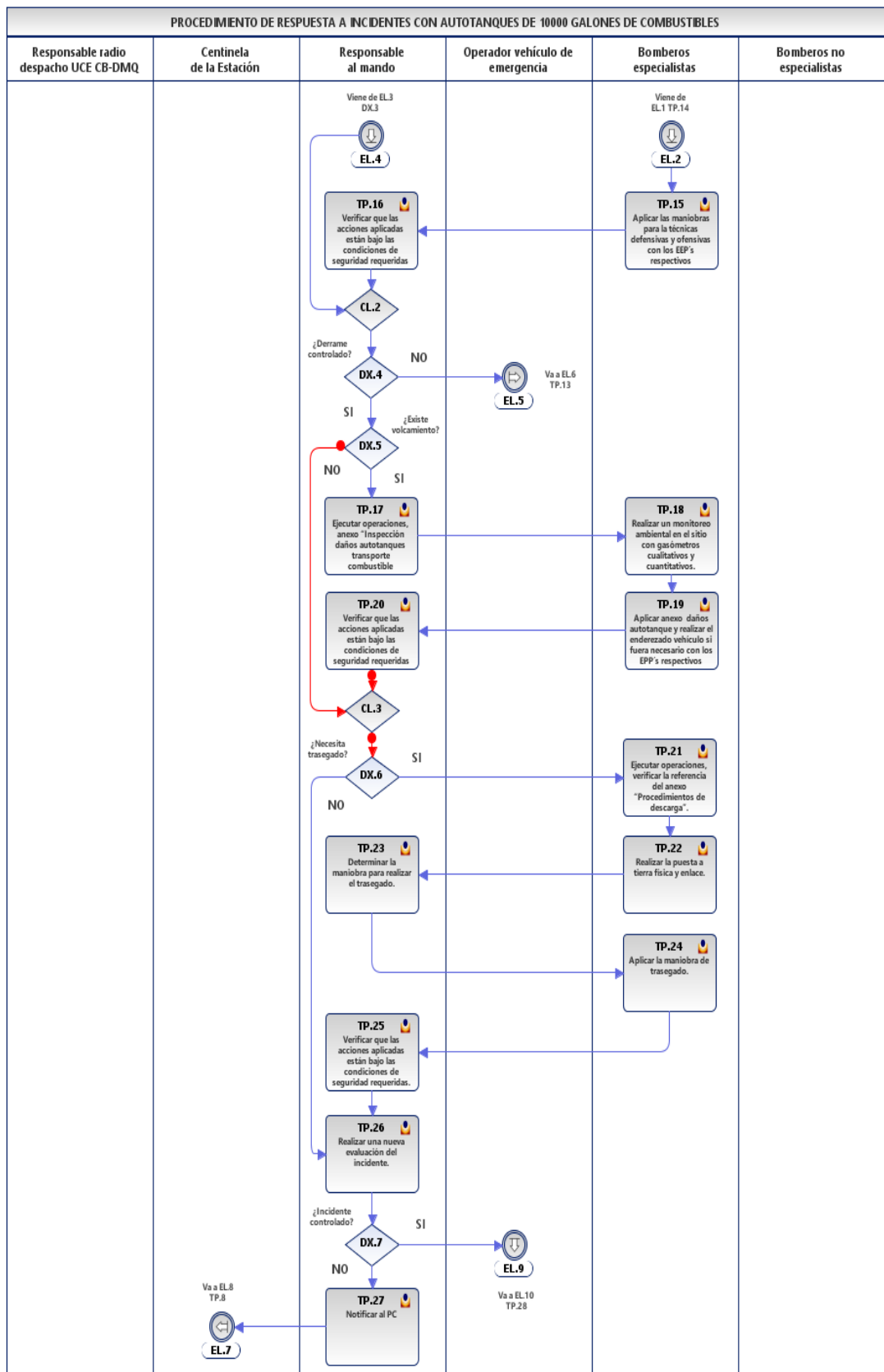
Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

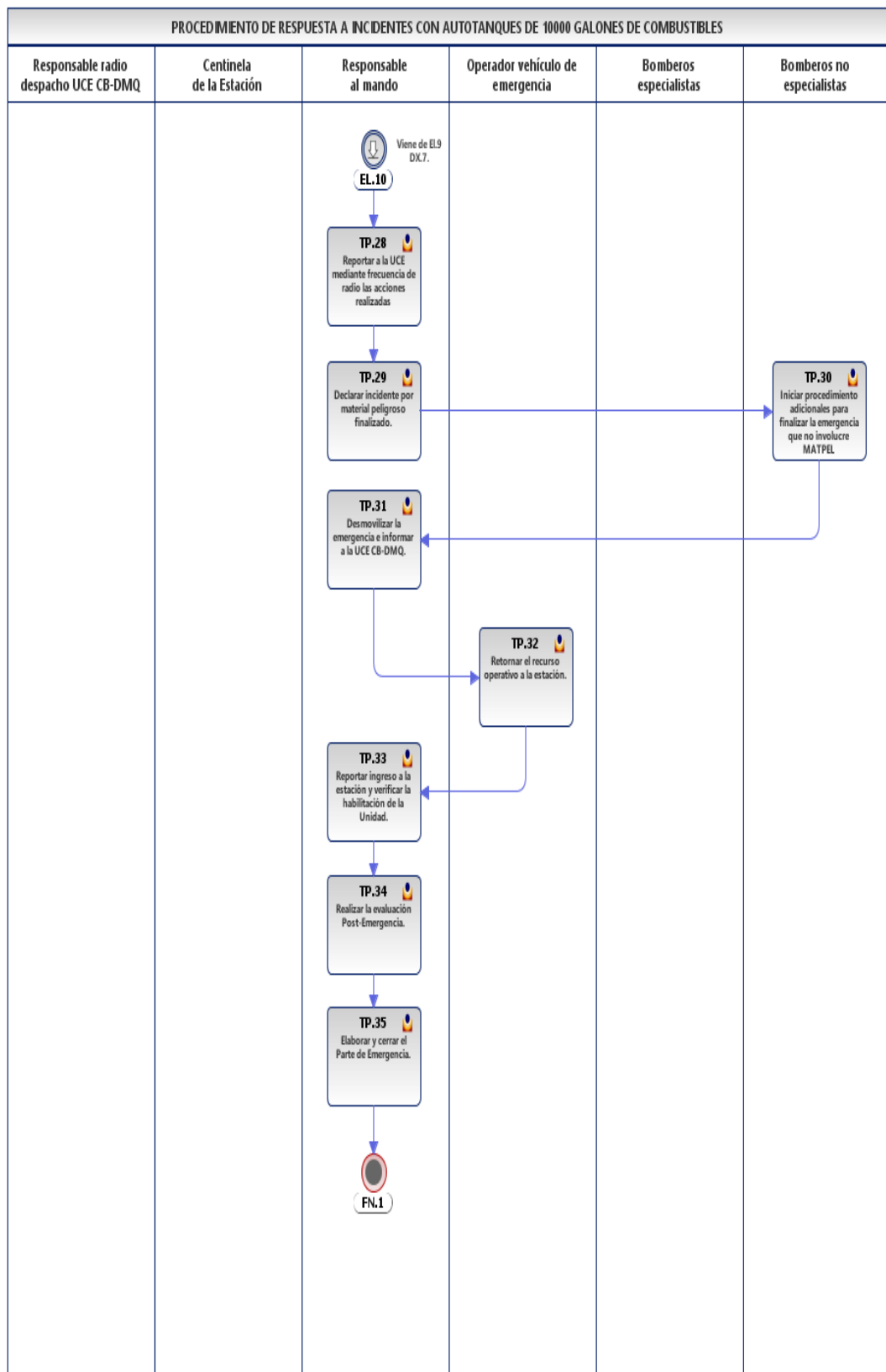
Protocolo de Respuesta a incidentes con autotanques de 10000 galones de combustible

Figura 30

Flujograma de implementación del procedimiento de respuesta a incidentes con autotanques de 10000 galones de combustibles.







Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Tabla 3*Protocolo de autotankes*

Detalle de las actividades especificadas en el flujograma

PROTOCOLO		
No.	ACTIVIDADES	RESPONSABLE
1	Despachar la estación, para respuesta por emergencia de materiales peligrosos (Incidente con un autotankes de transporte de combustible).	Responsable radio despacho UCE CB-DMQ
2	Recibir la alerta de emergencia y activar la salida.	Centinela de la Estación
3	Revisar que el personal porte el equipo de protección personal EPP acorde al tipo de emergencia.	Responsable al mando
4	Realizar el traslado del personal y las unidades al lugar de la emergencia.	Operador vehículo de emergencia
5	Reportar la salida y solicitar a la Unidad Central de Emergencias información adicional sobre el tipo de incidente y las características de este.	Responsable al mando
6	Informar del arribo a la emergencia a la UCE CBDMQ.	Responsable al mando
7	Asumir el mando, establecer un Sistema de Comando de Incidentes y Puesto de Mando.	Responsable al mando
8	Evaluar la escena 360°, determine objetivos, establezca estrategias y comunique requerimientos a la UCE.	Responsable al mando
Decisión	¿El autotankes se encuentra involucrado en un incendio?	
9	NO: Continuar operaciones con la siguiente decisión.	Responsable al mando

10	SI: Aislar 800 metros y solicite recursos adicionales.	Responsable al mando
11	Ejecutar operaciones, verificar el anexo “Dosificación de espumas para incendios de autotanques”, inicie el ataque.	Responsable al mando
12	Mantener el roció de agua con agente espumante desde la distancia establecida, gestione los recursos (Agua, espuma, eductor de espuma) para mantener el ataque constante.	Bomberos especialistas
Decisión	¿El incendio ha sido controlado?	
13	NO: Retornar a la Actividad N°12.	Responsable al mando
14	SI: Continuar ejecución de operaciones.	Responsable al mando
Decisión	¿Existe un derrame?	
15	NO: Continuar operaciones con la siguiente decisión.	Responsable al mando
16	SI: Ejecutar operaciones, verificar el anexo “Técnicas defensivas y ofensivas para contención de derrames”	Responsable al mando
17	Iniciar un roció de agua con agente espumógeno para evitar vapores inflables.	Bomberos especialistas
18	Realizar un monitoreo ambiental en el sitio con gasómetros cualitativos y cuantitativos.	Bomberos especialistas
19	Aplicar las maniobras para la técnicas defensivas y ofensivas con los EEP’s respectivos	Bomberos especialistas
20	Verificar que las acciones aplicadas están bajo las condiciones de seguridad requeridas	Responsable al mando
Decisión	¿Ha sido controlado el derrame?	
21	NO: Retornar a la Actividad N°17.	Responsable al mando
22	SI: Continuar ejecución de operaciones.	Responsable al mando
Decisión	¿Existe volcamiento total o parcial?	

23	NO: Continuar operaciones con la siguiente decisión.	Responsable al mando
24	SI: Ejecutar operaciones, verificar al anexo “Inspección de daños en autotankes de transporte de combustible y enderezado del vehículo”	Responsable al mando
25	Realizar un monitoreo ambiental en el sitio con gasómetros cualitativos y cuantitativos.	Bomberos especialistas
26	Aplicar los lineamientos del anexo para determinar los daños en el autotankes y realizar el enderezado del vehículo si fuera necesario con los EPP’s respectivos	Bomberos especialistas
27	Verificar que las acciones aplicadas están bajo las condiciones de seguridad requeridas	Responsable al mando
Decisión	¿Es necesario un trasegado?	
28	NO: Continuar a la Actividad N°34.	Responsable al mando
29	SI: Ejecutar operaciones, verificar la referencia del anexo “Procedimientos de descarga”.	Bomberos especialistas
30	Realizar la puesta a tierra física y enlace.	Bomberos especialistas
31	Determinar la maniobra para realizar el trasegado.	Responsable al mando
32	Aplicar la maniobra de trasegado.	Bomberos especialistas
33	Verificar que las acciones aplicadas están bajo las condiciones de seguridad requeridas.	Responsable al mando
34	Realizar una nueva evaluación del incidente.	Responsable al mando
Decisión	¿Incidente controlado?	
35	NO: Notificar al PC, retornar a la Actividad N° 8.	Responsable al mando
36	SI: Reportar a la UCE mediante frecuencia de radio las acciones realizadas.	Responsable al mando

37	Declarar incidente por material peligroso finalizado.	Responsable al mando
38	Iniciar procedimientos adicionales para finalizar la emergencia que no involucre materiales peligrosos.	Bomberos no especialistas
39	Desmovilizar la emergencia e informar a la UCE CB-DMQ.	Responsable al mando
40	Retornar el recurso operativo a la estación.	Operador vehículo de emergencia
41	Reportar ingreso a la estación y verificar la habilitación de la Unidad.	Responsable al mando
42	Realizar la evaluación Post-Emergencia.	Responsable al mando
43	Elaborar y cerrar el Parte de Emergencia.	Responsable al mando
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Anexos del protocolo

Anexo 1: Dosificación de espumas para incendios en autotanques DOT406/MC306

La mayoría de los incidentes con materiales peligrosos involucran líquidos inflamables y combustibles. Los incidentes varían desde el combustible derramado en accidentes automovilísticos hasta accidentes mayores que involucran tanques a granel. Los métodos de control de derrames utilizados dependerán del incidente. Siempre considere lo siguiente:

- La ropa de protección para respondedores puede absorber líquidos inflamables y combustibles, los cuales pueden encenderse más tarde si ellos se exponen a una fuente de ignición. Evite el contacto con piscinas, charcos o chorros de producto.
- Los vapores de líquidos inflamables y combustibles suelen ser más pesados que el aire.
- Los líquidos inflamables y combustibles son típicamente más livianos que el agua y, de ser así, flotarán en la superficie del agua.
- Los líquidos inflamables y combustibles son materiales de la clase B; el agua es un agente extintor ineficaz.
- Los vapores de líquidos inflamables y combustibles pueden ser tóxicos; por ejemplo, el benceno es un carcinógeno.

El control de los vapores es una prioridad en los derrames de líquidos inflamables y combustibles. La supresión de vapor con espumas contra incendios puede ser efectiva si el concentrado de espuma es compatible con el material peligroso. Antes de usar concentrados de espuma, los respondedores deben proporcionar (mezclar con agua) y airear (mezclar con aire) todos los concentrados de espuma. Los concentrados mecánicos de espuma se dividen en dos categorías generales basadas en la clasificación de los combustibles para los que son efectivos:

- Espumas para combustible clase A (para combustibles ordinarios).
- Espumas para combustible clase B (para líquidos inflamables y combustibles).

Los concentrados diseñados exclusivamente para incendios de hidrocarburos no extinguirán los incendios de solventes polares independientemente de la concentración a la que ellas sean utilizadas. Los materiales miscibles con agua, tales como alcoholes, ésteres y cetonas, destruyen las espumas normales contra incendios y requieren un agente espumante resistente a alcoholes, por lo que los respondedores no deben usar espuma fluoroproteínica regular y espuma formadora de película acuosa regular (AFFF) sobre esos materiales. Sin embargo, los respondedores pueden usar concentrados de espuma que están destinados a solventes polares en incendios de hidrocarburos. La Guía de Respuesta a Emergencia proporciona orientación sobre cuándo usar espuma resistente al alcohol para un material particular.

Los incendios de hidrocarburos (líquidos inflamables y combustibles) pueden ser desafiantes dado que el agua no es un agente extintor efectivo. El incendio puede propagarse rápidamente dependiendo del lugar donde viajen el producto en llamas y/o vapores. La dirección del viento y la topografía pueden desempeñar un papel importante en la propagación del fuego.

El uso adecuado de las líneas de mangueras, chorros maestros y de los agentes extintores es fundamental para controlar con seguridad los incendios de líquidos inflamables y combustibles. Si los respondedores aplican los agentes de extinción incorrectamente, ellos pueden empujar el combustible a lugares no deseados, poniendo en peligro personas o exposiciones. Además, si el agente incorrecto es aplicado, este puede colocar a los respondedores en lugares peligrosos sin la posibilidad de controlar el fuego.

ADVERTENCIA: El uso inapropiado de chorros de agua en fuegos de líquidos inflamables puede aumentar drásticamente el tamaño y la intensidad de un incendio. La aplicación de agentes de extinción a los tanques en combustión podría hacer que el contenido de los tanques se rebalse y amenace las exposiciones adyacentes. Los respondedores deben confinar la escorrentía de chorros de agua aplicadas a materiales peligrosos hasta que ellas puedan ser analizadas. Utilice represamiento, diqueo y retención para limitar el escurrimiento.

La espuma, químicos secos, y el agua son los agentes extintores comunes para los líquidos inflamables y líquidos combustibles. El personal debe seleccionar espuma cuando puede cubrir el combustible, separándolo de su suministro de aire. Al igual que al utilizar espuma para la supresión de vapores, la espuma debe ser compatible con el combustible que se quema y debe ser aplicada a una velocidad suficiente para extinguir el fuego.

La espuma proteínica, la fluoroproteínica y la espuma formadora de película acuosa (AFFF) han sido el pilar de la lucha contra incendios inflamables durante años. El aumento de la producción y el uso de combustibles alternativos, tales como el etanol, ha aumentado la demanda de espumas resistentes a alcoholes.

En atención a que no existe una fórmula específica para incendios que involucran tanques de carga DOT 406 durante el transporte de superficie, este informe utiliza las tasas mínimas de aplicación y tiempos de descarga indicados en el capítulo 5 “Low-Expansion Foam Tank, Fueling, and Spill Area Systems”, sección 5.8 “Nondiked Spill Areas” numeral 5.8.1 “Design Criteria for Protection of Spill Fires Involving Hydrocarbons or Flammable and Combustible Liquids Requiring Alcohol-Resistant Foam”, tabla 5.8.1.2 “Minimum Application Rates and Discharge Times for Nondiked Spill Fire Protection Using Portable Foam Nozzles or Monitors” de NFPA 11 edición 2022, con la finalidad de establecer los requerimientos de concentrado de espuma y agua en diferentes escenarios

NOTA: Para los propósitos de este documento, las áreas de derrame no diqueadas son áreas donde un derrame de líquido inflamable o combustible puede ocurrir, sin estar contenido por bordes, paredes de diques o paredes de una habitación o edificio. En tales casos, se asume que cualquier incendio se clasificaría como un incendio de derrame (es decir, uno en el cual el derrame de líquido inflamable tiene una profundidad promedio que no excede de 1 pulgada (25 mm) y está delimitado solo por el contorno de la superficie en la cual este tendido).

Para determinar la protección contra incendios de derrames, usted debe primero determinar la potencial área de derrame debe ser estimada. Una vez que esta área ha sido

determinada, la siguiente tabla puede ser utilizada para calcular los requerimientos que se utilizarán como criterio de diseño para boquillas portátiles o monitores.

Tabla 4

Tasa de aplicación y tiempos

Tasas mínimas de aplicación y tiempos de descarga para la protección contra incendios de derrames sin diques usando monitores o boquillas de espuma portátiles				
Tipo de espuma	Tasa mínima de aplicación		Tiempo mínimo de descarga (minutos)	Derrame de producto anticipado
	gpm/ft ²	mm/min*		
Proteínica y fluoroproteínica	0.16	6.5	15	Hidrocarburo
AFFF, FFFP y AFFF o FFFP resistente al alcohol	0.10	4.1	15	Hidrocarburo
Espumas resistentes al alcohol	Consulte al fabricante para obtener listados de productos específicos		15	Líquidos inflamables y combustibles que requieren espuma resistente al alcohol.
*L/min·m ² es equivalente a mm/min.				

Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Determinando requerimientos de concentrado de espuma y agua para incendios en camiones tanques de carga DOT-406/MC-306

Desarrollo de los cálculos:

Primero: Determinar el área potencial del derrame.

$$\text{Largo (metros)} \times \text{ancho (metros)} = \text{superficie en m}^2.$$

Segundo: determinar la cantidad de litros de solución de espuma (concentrado de espuma + agua) necesarios por minuto.

$$\text{Superficie en m}^2 \times \text{tasa mínima de aplicación} = \text{litros por minuto (LPM)} \\ \text{necesarios de solución de espuma.}$$

Tercero: determinar la cantidad de litros de concentrado de espuma al 1% o al 3% necesarios por minuto.

$$\text{Solución de LPM de espuma} \times .01 = \text{cantidad de LPM necesarios de} \\ \text{concentrado de espuma al 1\%}.$$

$$\text{Solución de LPM de espuma} \times .03 = \text{cantidad de LPM necesarios de} \\ \text{concentrado de espuma al 3\%}.$$

Cuarto: determinar la cantidad total necesaria de concentrado de espuma al 1% o al 3% necesario para el tiempo mínimo de descarga (minutos)

$$\text{Cantidad de LPM necesarios de concentrado de espuma al 1\% o al 3\%} \times \text{tiempo} \\ \text{mínimo de descarga} = \text{cantidad total de litros de concentrado.}$$

Quinto: determinar requerimientos necesarios de litros por minuto de agua

$$\text{Solución de espuma (agua + concentrado) necesarios por minuto} - \text{litros de} \\ \text{concentrado de espuma al 1\% o al 3\% por minuto.}$$

Sexto: determinar volumen total de agua necesario para el tiempo mínimo de descarga

Litros por minuto de agua x tiempo mínimo de descarga = volumen necesario de agua.

EJERCICIO DE APLICACIÓN

Incendio de tanque de gasolina con derrame que involucra una superficie de 45 metros de largo por 25 metros de ancho, completamente en llamas.

Tabla 5

Requerimiento de concentrado de espuma al 3%

REQUERIMIENTO DE CONCENTRADO DE ESPUMA AL 3%
$45 \times 25 = 1125 \text{ m}^2$
$1125 \text{ m}^2 \times 4.1 \text{ LPM/m}^2 = 4613 \text{ LPM solución de espuma}$
$4613 \text{ LPM solución de espuma} \times .03 = 138,4 \text{ LPM concentrado de espuma}$
$138,4 \text{ LPM concentrado de espuma} \times 15 \text{ minutos (tiempo mínimo de descarga)} = 2076 \text{ litros de concentrado de espuma al 3\%}.$
REQUERIMIENTO DE AGUA
$4613 \text{ litros de solución de espuma} - 138,4 \text{ LPM de concentrado de espuma} = 4475 \text{ LPM de agua}$
$4475 \text{ LPM} \times 15 \text{ minutos (tiempo mínimo de descarga)} = 67.125 \text{ litros de agua para los 15 minutos}.$

Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Tabla 6

Requerimiento de concentrado de espuma al 1%

REQUERIMIENTO DE CONCENTRADO DE ESPUMA AL 1%
$45 \times 25 = 1125 \text{ m}^2$
$1125 \text{ m}^2 \times 4.1 \text{ LPM/m}^2 = 4613 \text{ LPM solución de espuma}$
$4613 \text{ LPM solución de espuma} \times .01 = 46,13 \text{ LPM concentrado de espuma}$
$46,13 \text{ LPM concentrado de espuma} \times 15 \text{ minutos (tiempo mínimo de descarga)}$ $= 692 \text{ litros de concentrado de espuma al 1\%}.$
REQUERIMIENTO DE AGUA
$4613 \text{ litros de solución de espuma} - 46,13 \text{ LPM de concentrado de espuma} =$ 4567 LPM de agua
$4567 \text{ LPM} \times 15 \text{ minutos (tiempo mínimo de descarga)} = 68.503 \text{ litros de agua}$ para los 15 minutos.

Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Anexo 2: Técnicas defensivas y ofensivas para contención de derrames

En esta hoja de control la persona responsable al mando se encargará de determinar el tipo de estrategia a implementar, la misma que serán realizadas por los bomberos especialistas en el orden de prioridad que el responsable al mando determine, siendo las ofensivas las que se realizarán de manera principal y las defensivas secundarias.

Tabla 7

Check list de técnicas defensivas y ofensivas para contención de derrames.

El comandante del incidente será el responsable de determinar las acciones a tomar en el lugar.

Técnica	Ofensiva	Defensiva
Absorción		
Adsorción		
Cobertura		
Represamiento		
Dique		
Dilución		
Dispersión		
Desviación		
Sobre empaque atmosférico		
Neutralización		
Parchado		
Taponado		
Aislamiento y reducción de presión		
Transferencia		
Aspiración		
Control de vapores		

Nota: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Anexo 3: Inspección de daños en autotanques de transporte de combustible y enderezado del vehículo

El respondedor debe iniciar un proceso de evaluación del daño.

- Identificar el contenedor dañado

- Determinar el tipo de daño
- Determinar la extensión y severidad del daño
- Identificar el estrés en el contenedor
- Evaluar el significado del daño

Identificar el contenedor dañado

Esto es simplemente formándose a un juicio para identificar daños a todos y cada una de las partes del autotanque, incluyendo:

- ✓ Válvulas y accesorios: Los accesorios fugan porque están deteriorados, dañados o no son seguros
- ✓ Tanque: El daño es provocado debido a corrosión por productos químicos mecánicos o incidentes térmicos
- ✓ Estructura del tanque: La extensión del daño depende en las especificaciones de construcción y al metal del tanque
- ✓ Tanques aislados: Si los productos se fugan por debajo de la chaqueta esto indica daño en el tanque.

Tipo de daños:

Grietas: Son Escisiones o roturas estrechas en el metal del tanque. Ellas se encuentran normalmente en áreas de tensión y pueden crecer bajo estrés, la progresión de las grietas es más rápida en el acero frágil y más lentas en el acero dúctil.

Cualquier grieta encontrada en la base de metal de un tanque no importa lo pequeño, justifica el descargar el tanque tan pronto como sea posible. Cuando una grieta esta junto a una abolladura, rayadura o fisura, el tanque debe ser descargado tan pronto como sea posible sin moverlo.

Abolladuras: Son un cambio en el contorno del tanque debido a un impacto de un objeto sin puntas. Las abolladuras agudas pueden resultar en grietas que terminan en la falla del tanque. Las fisuras y abolladuras incrementan el estrés en el metal del tanque y consecuentemente causan que el tanque falle.

Rayones: Es la reubicación del metal del tanque o soldadura de tal manera que el metal se empuja a lo largo de la línea de contacto con otro objeto. Las rayas o fisuras que cruzan una soldadura y remueven solo aquella que es de refuerzo, no es crítica. Aun si

resulta una soldadura de refuerzo rayada en una grieta no detectada completamente a través del cordón de soldadura la situación es relativamente segura.

Fisura: Es la remoción del metal del tanque o soldadura de tal manera que el metal se empuja a lo largo de la línea de contacto con otro objeto punzante. Esto resulta en la reducción del espesor del metal y en la posibilidad de falla del tanque.

Perforaciones: Son agujeros en la pared del tanque que traspasa hacia el interior del tanque. En muchas instancias se fugará por la perforación.

Enderezado del vehículo

Factores tales como velocidad, impacto, terreno, niveles de la superficie y peso de la carga directamente contribuyen a la integridad del tanque. Estos factores pueden no ser visibles o medidos. Adicionalmente el movimiento del líquido en el tanque hace difícil cambiar el centro de gravedad. Esto puede causar que el autotanque se desvíe del punto pivotable (de giro), en el cual el autotanque se endereza (se pone derecho). En muchos casos esto ha sido en la parte superior del equipo que levanta el operador.

El equipo para enderezar un autotanque incluye:

- ✓ 2 camiones grúas y bolsas de aire

Las bolsas de aire no pueden enderezar un autotanque por si solas, pero se utilizan en combinación con los camiones de remolque y grúas para estabilizar el levantamiento y minimizar el estrés en el tanque y soporte. Una zona de seguridad debe ser establecida al menos en el radio del cable del cabestrante, porque el cable puede estallar o resbalar. El estrés del accidente y volcadura impone tensión en el tanque y soportes. Deben usarse las precauciones normales de seguridad en el sitio, con énfasis en la ley, proporcionando la señalización y otras medidas de seguridad.

Anexo 4: Procedimientos de descarga

Puesta a tierra

Cualquier autotanque con productos inflamables necesita ser conectado a tierra

física y enlazado, antes de cualquier transferencia o reparación tenga lugar. La siguiente información describe estos procesos:

- ✓ Todos los generadores, compresores y suministros de poder hidráulico, deben estar localizados a distancia segura del autotanque involucrado en el proceso de transferencia. Estos equipos deben también colocarse en dirección del viento (con viento en la espalda) del sitio de transferencia. Si las condiciones del viento cambian durante la operación de transferencia y el equipo no queda en dirección del viento, la operación debe ser suspendida y el equipo reubicado a una ubicación a favor del viento.
- ✓ Establecer un terreno para la tierra física y verifique la resistencia con medidor de resistencia. El objetivo es una resistencia menor que 25 Ohms.
- ✓ Conecte cada cable de conexión al campo de tierra física en la siguiente secuencia:
 - Conecte el autotanque dañado al campo de tierra física
 - Conecte el autotanque que va a recibir el producto al campo de tierra física.
 - Espere 15 minutos antes de poner los cables de conexión. En temperaturas bajo 0 grados centígrados y cuando la humedad es menor que 20% espere un mínimo de 30 minutos.
 - Conecte el autotanque dañado al autotanque que va a recibir el producto
 - Conecte todos los equipos a la tierra física del campo
 - Verifique cada conexión con el medidor de resistencia. Esta debe ser 0.03 Ohms o menos para cada conexión
 - Proceda con la descarga

Procedimiento de descarga

El autotanque debe ser descargado antes de intentar enderezarlo. El método para transferir el material de un autotanque dañado se basaría en la construcción del autotanque, el material de construcción del tanque, accesibilidad a las válvulas y accesorios, la mercancía que se transporta y la configuración del autotanque después del accidente. El monitoreo continuo debe ser realizado durante el proceso de descarga.

- ✓ líneas de descarga: Bombear el producto a través de las líneas de descarga puede

ser utilizado si esta esta accesible. El sistema de recuperación de vapores debe ser activado en tanto se bombea el producto.

- ✓ Válvulas internas: El método preferido de descarga de un autotanque que se ha volcado sobre su parte superior es a través de las válvulas internas de la parte de debajo del autotanque. Después de la transferencia la válvula debe ser reensamblada completamente antes de enderezar y mover la unidad.
- ✓ Transferencia de tapa de limpieza: el producto puede ser descargado a través de descarga de la tapa de limpieza localizada en la parte superior del autotanque.

Resultados esperados

Simulacro

Para la evaluación del protocolo se realiza un simulacro en colaboración con la empresa TOCARVI y se simula un escenario donde un autotanque DOT-406/MC-306.

Escenario: Choque entre un Cabezal y autotanque DOT-406, sin incendio con fuga de producto.

Figura 31

Simulacro de atención



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

El personal de la empresa realiza la llamada de emergencia e inicia el protocolo para la atención del incidente, ellos se encargan en primera instancia de cercar la escena y mantener la zona de peligro aislada, este es un protocolo interno de la empresa que ha colaborado con el simulacro y en el cual no tiene injerencia este documento.

Figura 32

Llamada de emergencia del incidente



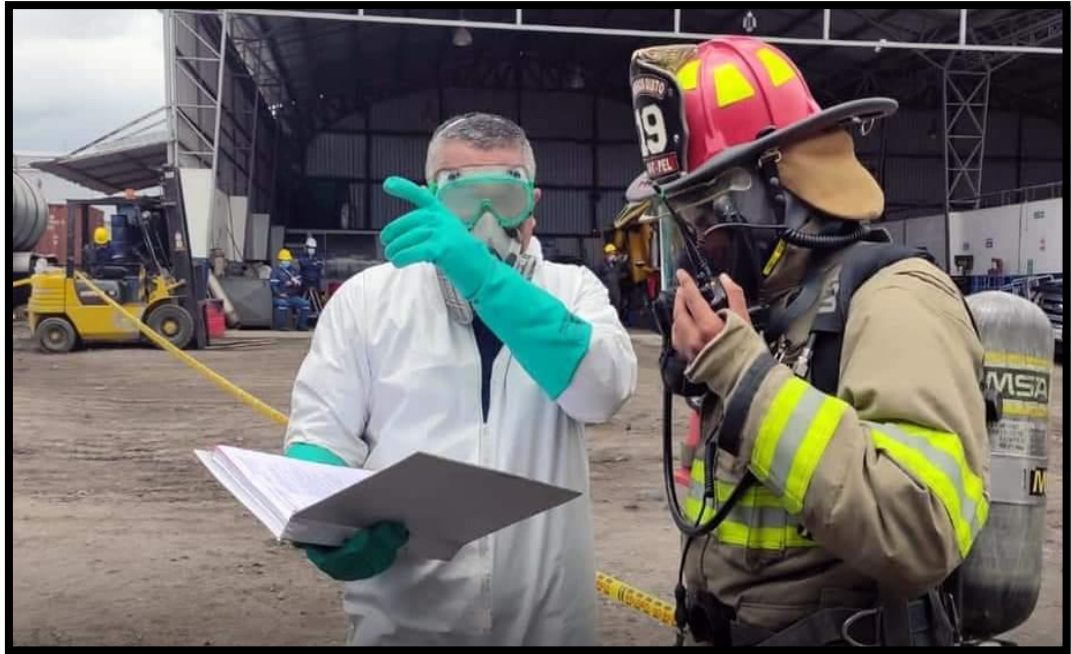
Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Al llegar el personal del Cuerpo de Bomberos, los miembros de la Unidad de Atención a Emergencias con Materiales Peligrosos toman procedimiento en la escena, se asume el mando del incidente por parte de la persona al mando del equipo, se inicia con el protocolo descrito en este documento.

Paso Nro1-Nro6: Al tratarse de un simulacro se omiten los pasos mencionados.

Figura 33

Unidad de atención de emergencia



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

En este momento se cumple con los puntos Nro7 al Nro8 de la **Tabla 3** *Protocolo de autotanques*, se determinan los objetivos y estrategias.

Paso Nro7: Al llegar a la escena se toma contacto con el chofer responsable del vehículo, quien comparte la guía del producto, las hojas de seguridad del producto y menciona la dinámica del accidente.

En la escena el jefe de la unidad de bomberos asume el mando del incidente conociendo todas las aristas de la emergencia, establece un comando de incidente para la administración de la emergencia y el puesto de mando desde donde dirigirá las operaciones será la autobomba.

Figura 34

Objetivos y estrategias



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Realizado un análisis 360 en la escena se socializan los objetivos y estrategias con el personal involucrado en la atención de la emergencia

Paso Nro8:

Objetivo; Controlar la fuga que tiene el autotanque DOT406, aplicando maniobras ofensivas con técnicos calificados, para reducir el riesgo de incendio y emanación de vapores inflamables.

Estrategias; Enviar a dos técnicos en materiales peligrosos con un KIT de control de derrames para controlar el liqueo del material peligroso.

Figura 35

Simulacro, análisis del incidente



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

En el análisis de este simulacro, como se ha mencionado, era un incidente que no involucraba incendio, sino la fuga del producto del choque.

Decisión: ¿El autotank se encuentra involucrado en un incendio?

Respuesta: No

Decisión: ¿Existe un derrame?

Respuesta: Si

Determinado que existe derrame aplicamos lo que indica en el paso Nro16 a la Nro20 de la Tabla 3

Protocolo de autotankes, como se puede evidenciar en las imágenes mostradas a continuación.

Figura 36

Simulacro, presurización de líneas de agua



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 37

Simulacro, eliminación de vapores inflamables



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 38

Simulacro, designación de tareas



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 39

Simulacro, ingreso al escenario



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Figura 40

Simulacro, técnicas defensivas y ofensivas



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Control del liqueo del material peligroso.

Figura 41

Simulación, terminación del incidente



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Decisión: ¿Existe volcamiento total o parcial?

Respuesta: No

Decisión: ¿Es necesario un trasegado?

Respuesta: No

Paso Nro 34: Realizar una nueva evaluación del incidente

Decisión: ¿Incidente controlado?

Respuesta: SI

Una vez controlado el incidente se procede a continuar con los pasos Nro36 y Nro37 de la Tabla 3
Protocolo de autotanques.

Figura 42

Evaluación del simulacro



Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Se procede con los pasos Nro 37 al Nro 40 de la Tabla 3 *Protocolo de autotanques*; en este caso al tratarse de un simulacro se determinan las acciones realizadas por las personas involucradas en el incidente y se verifican que los protocolos de respuesta se hayan aplicado de manera correcta.

Cronograma de actividades.

En la siguiente tabla se indican las actividades desarrolladas para la implementación del protocolo.

Tabla 8

Cronograma de actividades.

Ítem	Actividades	Inicio	Duración en días	Final
1	Presentación del proyecto al jefe de la Unidad de Materiales Peligrosos.	10/06/2022	1	11/06/2022
2	Aprobación de la Propuesta.	11/06/2022	6	17/06/2022
3	Socialización con el personal de la Unidad de Materiales Peligrosos.	7/07/2022	5	11/07/2022
4	Planificación del simulacro.	7/08/2022	5	11/08/2022
5	Ejecución del simulacro.	21/08/2022	1	21/08/2022
6	Análisis del simulacro.	22/08/2022	4	25/08/2022
7	Corrección e implementación de sugerencias al protocolo.	04/09/2022	18	22/09/2022
8	Solicitar la autorización para ingresar el documento al gestor documental del Cuerpo de Bomberos de Quito.	01/10/2022	1	01/10/2022
9	Publicación del Protocolo en el gestor documental ubicado en la intranet institucional del Cuerpo de Bomberos.	06/10/2022	1	06/10/2022
10	Socialización del protocolo actualizado con los miembros de la Unidad de Materiales Peligrosos.	18/10/2022	5	22/10/2022

Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Análisis de costos

Talento humano

En la implementación de este protocolo se consideró la capacitación al talento humano; se considera que un bombero de línea que se incorpora a la línea operativa de la institución tiene con un nivel de conocimiento “Advertencia en emergencias con Materiales Peligrosos”, razón por la cual deberá continuar con su especialización en los siguientes niveles, para de esta manera tener los conocimientos y destrezas solicitados por la norma bajo la cual se ha basado este documento.

Tabla 9

Análisis de costos

Capacitación del talento humano	Costo
Certificación nivel operaciones, NFPA 472-2018	900 dólares americanos
Certificación nivel técnico, NFPA 472-2018	900 dólares americanos
Certificación nivel especialista, NFPA 472-2018	900 dólares americanos
Certificación nivel comandante de incidentes, NFPA 472-2018	900 dólares americanos
Costo total	3600 dólares americanos

Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Nota: En esta tabla cabe mencionar que el curso de certificación solo se realizara una vez, en las siguientes ocasiones se procedería con un reentrenamiento y actualización de conocimientos que ya podría ser solventado por la Academia de Bomberos sin costo.

Logística

En el sentido de que en el sector público existen bienes de control y bienes fungibles para el cálculo de estos costos se ha considerado solamente los bienes fungibles para tener un estimado del costo logístico, ya que los bienes de control ya se encuentran a disposición y no se considera la implementación de estos.

Para tener a consideración de este cálculo, cabe mencionar que en la planificación anual del Cuerpo de Bomberos se pueden ingresar como propuesta para una respuesta operativa, la misma que entrara en una revisión para su posterior aprobación y ejecución.

Tabla 10

Logística

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
100	Sacos de material absorbente para hidrocarburos	\$20	\$2000
3	Cajas de 4 Salchichas absorbentes para hidrocarburos con anclajes.	\$478	\$1,434
3	Cajas de 4 salchichas absorbentes para hidrocarburos sin anclaje	\$450	\$1350
5	Cajas de 4 Salchichas absorbentes universales sin anclajes	\$450	\$1350
50	Canecas de 5 galones al 3%	\$482.16	\$24,108
Total			\$30,242

Fuente: Elaborado por Pablo David Vega Robles

Nota: Esta tabla serviría como una guía para establecer un presupuesto anual por parte del Cuerpo de Bomberos, específicamente para la atención de emergencias de involucren autotankes DOT-406, si bien la proyección se basa en las estadísticas de los eventos ocurridos, no se puede asegurar la cantidad de incidentes anuales, razón por la cual, entre las especificaciones técnicas de estos insumos descritos se cuenta con una garantía técnica por varios años y en el caso de la espuma en ocasiones por lustros, razón por la cual esta proyección se determinara anualmente con base a la demanda.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Durante la temporada de estudio desde enero del 2021 hasta julio del 2022, se investigó los incidentes con materiales peligrosos que atendió el Cuerpo de Bomberos de Quito, siendo estos 2068 incidentes (Tabla 1, figura 3), se analizaron 3 incidentes con autotanques DOT406/MC306; en este estudio se determinó que la ciudad es propensa a sufrir estos accidentes por la presencia de la carretera panamericana que atraviesa de sur a norte la ciudad que es por donde comúnmente circulan los autotanques, que la presencia de la planta de abastecimiento de combustibles de Petroecuador en el Beaterio dentro de la zona urbana del DMQ ocasiona que los autotanques deban ingresar a las zonas residenciales del sur de Quito, específicamente por los sectores de Cutuglagua, Turubamba, Quitumbe; y que debido a las gasolineras ubicadas en todo el DMQ y las zonas industriales sur y norte demandan abastecimiento de los combustibles, ocasionan el tránsito de estos autotanques por las vías periféricas de la ciudad como también de las calles en la parte interna; esto origina los incidentes con los autotanques que han ocasionado pérdida de vidas, personas heridas, daños materiales y perjuicios ambientales en el DMQ.

- En los casos analizados (Guayllabamba, Loma de Puengasi, Nueva Aurora) se han reconocido los diferentes escenarios de riesgo a los que pueden estar expuestos los respondedores y de los cuales se identifican malas actuaciones y procedimientos empíricos entre los cuales se puede mencionar lo siguiente:
 - Incidente en Guayllabamba, 2020(Numero de parte generado por el Cuerpo de Bomberos: 300694): Al producirse un incendio del autotanque, el procedimiento para la sofocación del mismo fue ineficiente, ya que para este caso particular se requería una dosificación de espumas para incendios no diqueados, lo cual no se realizó y demoro el control del incidente.

- Incidente en Loma de Puengasi, 2021 (Numero de parte generado por el Cuerpo de Bomberos: 350542): Existe un volcamiento total del autotanque, para lo cual los respondedores realizan un procedimiento de levantamiento de cargas empírico que no era el adecuado para el autotanque.
- Incidente en Nueva Aurora, 2022 (Numero de parte generado por el Cuerpo de Bomberos: 406808): En este caso se produce un choque frontal de un autotanque contra una vivienda lo cual ocasiona que se deba realizar un trasegado en el sitio, dentro de este caso los respondedores desconocen el procedimiento de aterrizaje y eliminación de energía estática para evitar chispas, condición de seguridad que se debe aplicar siempre en la carga y descarga del combustible de los autotanques.

Al identificar los diferentes escenarios se toman los protocolos indicados por la norma NFPA 472-2018, de esta manera se cubren los escenarios de riesgo que se han identificado y se brinda la guía para solventarlos de manera correcta y segura.

- Se ha creado un flujograma y un protocolo de respuesta ante incidentes con autotanques DOT-406/MC-306 (Camiones cisterna) con las recomendaciones de la NFPA 472-2018 “Estándar para las competencias de los respondedores a incidentes con materiales peligrosos/armas de destrucción masiva” los mismos que se encuentran explicados en la Figura 31 y Tabla 3 donde se indicó las competencias del Comandante del Incidente (Capitulo 13 de la NFPA 472-2018), como las competencias para técnicos en materiales peligrosos con especialidad en autotanques (Capitulo 8 de la NFPA 472-2018), cuenta con anexos explicativos del procedimiento dependiendo de los escenarios como es el caso del Anexo 1: Dosificación de espumas para incendios en autotanques DOT406/MC306 que se apoya de la NFPA 11, capítulo 5 “Tanques de espuma de baja expansión; y otros anexos que estandarizan procedimientos donde se garantiza la seguridad de los respondedores, este documento se difundió y

socializo mediante un Simulacro desarrollado el 21 de agosto del 2022 para que los integrantes de la Unidad de Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito conozcan y sepan la correcta aplicación del mismo.

Recomendaciones

Al obtener el dato estadístico de las emergencias con materiales peligrosos dentro del Distrito Metropolitano de Quito se determina que los incidentes con autotanques DOT406/MC306 son de baja frecuencia, pero de existir, los mismos ocasionan gran daño a la ciudadanía, para lo cual se podría recomendar establecer un plan piloto para que se realice una socialización con empresas involucradas en el transporte de combustibles, ya que ellos al ser los primeros respondedores, deben iniciar de manera correcta las acciones de respuesta para posteriormente direccionar a las instituciones que tengan competencia en solventar estos incidentes como se mencionó en este caso la institución responsable es el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, de esta manera si la primera respuesta es adecuada los daños se podrían reducir.

- Los diferentes escenarios de riesgos están ligados al entorno donde se produce el incidente con los autotanques, que pueden ser: en zonas urbanas, rurales, residenciales, industriales, periferias, etc., razón por la cual, saber conocer e interpretar los riesgos asociados de estas emergencias, harán establecer medidas de control adecuadas, así como también si los respondedores no tienen el conocimiento técnico para responder a estos incidentes pueden ocasionar diferentes percances, para lo cual se recomienda que solamente las personas con la capacitación técnica respectiva sean quienes realicen las labores de control y mitigación.
- Al publicar el protocolo de respuesta se debe tener en consideración que el mismo se debe revisar y actualizar cada 3 años con las recomendaciones de la NPFA 472-2018 “Estándar para las competencias de los respondedores a

incidentes con materiales peligrosos/armas de destrucción masiva”, para poder renovar de manera oportuna este documento y mantenerse a la vanguardia de los procedimientos y protocolos establecidos por la norma adoptada, de igual manera manejar simulacros periódicamente con el personal de respondedores para que mantener actualizados y socializados los protocolos establecidos por parte de las autoridades del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito y se recomienda certificar con el aval de una entidad competente a los miembros de la Unidad en competencias del Comandante del Incidente (Capitulo 13 de la NFPA 472-2018) y competencias para técnicos en materiales peligrosos con especialidad en autotanques (Capitulo 8 de la NFPA 472-2018).

BIBLIOGRAFIA

Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público. *Registro Oficial Suplemento 19 de 21-Jun.-2017, 19.*

Asamblea Nacional del Ecuador. (2019). Código Orgánico De Organización Territorial, Cootad. *Cpccs.*

BBC News Mundo. (19 de Enero de 2019). Explosión en ducto de Pemex en Hidalgo: 93 muertos en la mayor tragedia por robo de combustible en la historia de México. *BBC News Mundo*, pág. 1.

Castillo , J. (2020). *La arquitectura de la prevencion: la ergonomia prospectiva y el analisis de los riesgos en el trabajo*. Bogota: Editorial Universidad del Rosario.

El Comercio. (10 de Mayo de 2021). Tanquero que se accidentó a las 16:32 en la av. Simón bolívar provocxa congestion que se mantiene pasado el toque de queda. *El Comercio.*

El Telegrafo. (18 de Agosto de 2022). Un tanquero de gasolina se impactó contra una casa al sur de Quito. *El Telegrafo.*

France24. (02 de Febrero de 2020). France 24. *Aumentan a 22 los muertos por explosion de camion cisterna en Lima*, pág. 1.

Garcia, R. (2019). *Seguridad y salud. MF0075*. Logroño: Editorial Tutor Formacion.

Gea, E. (2020). *Seguridad y salud en el trabajo*. Quito: Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Jordá, A. (2020). *Emergencias y Proteccion Civil: fundamentos para la gestión de emergencias en la empresa*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

La Hora. (11 de Febrero de 2020). Tanquero de combustible se vuelva en Guayllabamba; un muerto. *La Hora.*

- Navas, E. (2018). *Prevención de riesgos laborales: nivel básico en el sector químico*. Málaga: Editorial ICB.
- NFPA. (2018). *NFPA 11 Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam*. Quincy, Massachusetts: NFPA.
- NFPA. (2018). *Standard for Competence of Responders to Hazardous Material/Weapons of Mass Destruction Incidents*. Quincy: NFPA.
- País, E. (06 de Julio de 2020). El País. *El saqueo de una camion con combustible accidentado en Colombia deja 7 muertos y 50 heridos.*, pág. 1.
- Quito, B. d. (30 de Julio de 2021). *www.QUITOINFORMA.GOB.EC*. Obtenido de www.QUITOINFORMA.GOB.EC:
<http://www.QUITOINFORMA.GOB.EC/2020/03/27/bomberos-quito-trabaja-bajo-normas-de-bioseguridad/>
- Rosal, G. (2020). *Avances y tendencias de la seguridad y salud en el trabajo*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- U.S. Department of Transportation. (2016). “Guía de Respuesta en caso de emergencia, GRE-2012.” *Revista de Química*, 26(1–2).