

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SIMULACROS DE GABINETE: CAPACITACIÓN PARA  
EMERGENCIAS QUÍMICAS EN TIEMPOS DE PANDEMIA**

**TRABAJO ESCRITO**

Que para obtener el **DIPLOMA** de

**Especialización En Desarrollo Sustentable**

**Presenta:**

**Rafael Fabián Navarro Gautrín**

**Director de Tesina:**

**Dra. Clara Rosalía Álvarez Chávez**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



# CARTA DE APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL JURADO



## UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



COORDINACIÓN DE PROGRAMA DEL POSGRADO EN SUSTENTABILIDAD  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE / MAESTRÍA EN SUSTENTABILIDAD

Hermosillo, Sonora, a 9 de septiembre del 2021

**Dr. Javier Esquer Peralta**  
Coordinador del Posgrado en Sustentabilidad  
**PRESENTE.**

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el siguiente examen de posgrado:

|                  |                               |  |   |   |
|------------------|-------------------------------|--|---|---|
| Programa:        | Maestría en Sustentabilidad:  |  | Especialidad en Desarrollo Sustentable: | x |
| Alumno (a):      | Rafael Fabian Navarro Gautrín |  |   |   |
| Expediente:      | 212214954                     |  |   |   |
| Fecha:           | 10 de septiembre del 2021     |  |   |   |
| Hora:            | 11 a.m.                       |  |   |   |
| Edificio y Aula: | Plataforma virtual            |  |   |   |

### Relación de Jurados:

|             | NOMBRE                            | FIRMA |
|-------------|-----------------------------------|-------|
| PRESIDENTE: | Dra. Clara Rosalía Álvarez Chávez |       |
| SECRETARIO: | M.S. David Slim Zepeda Quintana   |       |
| VOCAL:      | Dr. Ricardo Pérez Enciso          |       |
| ASESOR:     | Ing. Luis Octavio Thomson Vázquez |       |

ATENTAMENTE

MIEMBROS DEL JURADO



## RESUMEN

Con el propósito de mejorar la capacidad de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora en tiempos de la pandemia COVID-19, se elaboró material para desarrollar un simulacro de gabinete virtual con base en la metodología utilizada por el Programa de Ejercicios y Evaluación de la Seguridad Nacional de los Estados Unidos. El escenario planteado se desarrolló considerando las necesidades de capacitación de los cuerpos de emergencia responsables de hacer frente a las emergencias químicas en el Estado de Sonora y de los accidentes registrados durante el periodo 2015-2020 que mostraron que los accidentes químicos relacionados con el transporte de diésel, ácido sulfúrico y amoníaco son los que ocurren con más frecuencia en esta región. Por tal motivo, se planteó como escenario del simulacro de capacitación el descarrilamiento de un ferrocarril que transporta ácido sulfúrico a causa de un choque en un cruce ferroviario en la ciudad de Nogales Sonora provocando el derrame de esta sustancia. Tal escenario toma en cuenta las necesidades de capacitación, antecedentes y aspectos importantes del Estado de Sonora, por lo cual tiene el gran potencial de mejorar la capacidad de respuesta de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas. La documentación del escenario con los requerimientos y formatos de capacitación fueron entregados como propuesta de capacitación a la Coordinación de Protección civil del Estado de Sonora y al Programa Frontera 2025. Lo anterior contribuye a los siguientes objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas: tres, Salud y Bienestar; once, Ciudades y Comunidades Sostenibles; o catorce, Vida Submarina; y quince, Vida de Ecosistemas Terrestres. Entre cuyas metas se busca el reducir el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos, reforzar la capacidad de todos los países en materia de alerta temprana, reducir y gestionar los riesgos para el medio ambiente y la salud nacional y mundial.

## **ABSTRACT**

In order to improve State of Sonora 's response capacity to chemical emergencies in times of the COVID-19 pandemic, the required material to develop a virtual tabletop exercise was created based on the methodology used by the United States Homeland Security Exercise and Evaluation Program. The scenario proposed in the mentioned exercise was developed considering the training needs of the emergency bodies responsible for dealing with the chemical emergencies in the state of Sonora and the registered accidents during the 2015-2020 period, which showed that the chemicals accidents related to the transportation of diesel, sulfuric acid, and ammonia are those that occur most frequently in the state of Sonora. For this reason, it was proposed as the scenario, a spill of sulfuric acid caused by the derailment of a railway that transported this substance due to a collision at a railroad crossing in the city of Nogales Sonora. Such a scenario takes into account the training needs, background and other important aspects of the State of Sonora, which is why it has the great potential to improve the response capacity of the State's chemical emergency response bodies. The documentation of the scenario with the requirements and training formats were delivered as a training proposal to the Civil Protection Coordination of the State of Sonora and the Border 2025 Program. This contributes to the following United Nations sustainable development goals: three, Health and Well-being; once, Sustainable Cities and Communities; or fourteen, Underwater Life; and quince, Life of Terrestrial Ecosystems. Its goals include reducing the number of deaths and illnesses caused by dangerous chemicals, strengthening the capacity of all countries in terms of early warning, reducing and managing risks to the environment and national and global health. Its goals include reducing the number of deaths and illnesses caused by dangerous chemicals, strengthening the capacity of all countries in terms of early warning, reducing and managing risks to the environment and national and global health.

# ÍNDICE

## Índice de Contenido.

| <u>Descripción</u>                | <u>Página</u> |
|-----------------------------------|---------------|
| <u>I. Introducción</u>            | 1             |
| <u>II. Objetivo Estratégico</u>   | 2             |
| <u>III. Objetivos Específicos</u> | 2             |
| <u>IV. Análisis Literario</u>     | 3             |
| <u>V. Metodología</u>             | 15            |
| <u>VI. Resultados</u>             | 17            |
| <u>VII. Discusión</u>             | 30            |
| <u>VIII. Conclusiones</u>         | 33            |
| <u>IX. Recomendaciones</u>        | 34            |
| <u>X. Referencias</u>             | 35            |

## Índice de Tablas

| <u>Tabla</u> | <u>Descripción</u>   | <u>Página</u> |
|--------------|--|---------------|
| 1            | Enfoque de los diferentes tipos de simulacros  | 9             |
| 2            | Temas del subindicador de capacidad del Indicador Integral del Riesgo (IIR).                           | 17            |
| 3            | Resultado de la aplicación del diagnóstico del subindicador de las capacidades para las tres empresas. | 17            |
| 4            | Resumen de las etapas que estructurarán el simulacro de gabinete virtual.                              | 25            |

## Índice de Figuras

| <u>Figura</u> | <u>Descripción</u>  | <u>Página</u> |
|---------------|---|---------------|
| 1             | Figura 1. Bloque de construcción de los diferentes tipos de simulacros                                      | 7             |
| 2             | Figura 2. Incidencia de emergencias químicas a causa de accidentes de tránsito en el Estado de Sonora       | 18            |
| 3             | Figura 3. Ciclo del Programa de Ejercicios y Evaluación de los EE.UU. (US. HSEEP por sus siglas en inglés). | 20            |



## I. INTRODUCCIÓN

Debido al amplio uso de materiales peligrosos, el Estado de Sonora, al igual que el resto del mundo, tiene la necesidad de contar con personal capacitado para hacer frente a las emergencias químicas que puedan ocurrir por el uso y manejo de estos materiales. Hoy en día, los simulacros de campo son unas de las principales herramientas de capacitación que ayudan a mejorar la respuesta de cualquier tipo de emergencia. Sin embargo, con el fin de evitar la propagación del COVID-19 se ha limitado su realización. Por tal motivo, es necesario buscar alternativas que se adapten a la pandemia y permitan seguir fortaleciendo la capacidad de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora.

En este trabajo de investigación se incluye un análisis literario sobre los simulacros de gabinete, su relevancia en tiempos de pandemia y tópicos relacionados a las emergencias químicas. Posteriormente se presenta la metodología planteada con la cual, se establecieron las necesidades de capacitación de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora y el procedimiento para llevar a cabo un simulacro de gabinete virtual con base a las necesidades de capacitación identificadas. En el apartado de resultados se muestra que en el Estado de Sonora ocurren emergencias químicas a causa de accidentes de tránsito; y que las que suceden con mayor frecuencia involucran el transporte de diésel, ácido sulfúrico y amoníaco. Seguidamente se discuten los resultados obtenidos donde se comparan estos con lo reportado en la literatura y otras investigaciones acerca del tema. Por último, se presentan las conclusiones, donde se menciona que los simulacros de gabinete virtuales tienen el potencial de ser una herramienta valiosa para capacitar a los cuerpos de respuesta a emergencias químicas en el Estado de Sonora en tiempos de la pandemia COVID-19.

Con el objetivo de contribuir potencialmente a la capacidad de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora, el presente trabajo de investigación también incluye como apéndice una propuesta a las autoridades correspondientes de la toma de decisiones y acciones de respuesta a emergencias químicas en el estado de Sonora que consiste en un plan para un simulacro de gabinete virtual sobre un derrame de ácido sulfúrico que ocurre en la ciudad de Nogales Sonora.

## **II. OBJETIVO ESTRATÉGICO**

Contribuir potencialmente al fortalecimiento de las capacidades de respuesta a emergencias químicas en el estado de Sonora.

## **III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Llevar a cabo un análisis literario sobre los simulacros de gabinete como herramientas de capacitación de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas y su importancia en tiempos de pandemia, así como tópicos relacionados.
- Diagnosticar las necesidades de capacitación para los cuerpos de respuesta a emergencias químicas en Sonora.
- Desarrollar un plan para un simulacro de gabinete virtual para los cuerpos de emergencia del estado de Sonora.
- Presentar la propuesta de simulacro de gabinete virtual a las autoridades responsables de la toma de decisiones y ejecución de acciones de respuesta a emergencias químicas en Sonora.

## IV. ANÁLISIS LITERARIO

### 4.1 Las emergencias químicas en tiempos de COVID-19

En el mes de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó que la enfermedad COVID-19 causada por el virus SARS-CoV-2 que había iniciado en China a finales del 2019, podía caracterizarse como una pandemia con base en las crecientes tasas de notificación de casos de contagio, la gravedad de ellos y su extensión entonces a 114 países (OMS, 2019). En marzo del 2021 México fue uno de los países con más casos confirmados y muertes (2 166 290 y 194 710, respectivamente) en la región de América Latina (Gobierno de México, 2021b). La problemática actual de la pandemia paralizó al mundo entero, por lo cual nació la necesidad de adaptarse a dichas circunstancias y buscar alternativas con el propósito de mantener el ritmo del rubro económico, laboral y social, y las actividades esenciales de la vida moderna protegiendo la salud de las personas (Semple y Cherrie, 2020).

Las emergencias sanitarias como la derivada de la pandemia COVID-19 suponen un riesgo sanitario, sin embargo, aún existe la necesidad de atender otras problemáticas que ponen en riesgo tanto la salud de los seres humanos como la del medio ambiente, entre ellas se encuentran las emergencias químicas (Naciones Unidas, 2020). El 96% de todos los productos manufacturados se basan en la química; inclusive, la industria química tiene un papel particularmente importante durante la pandemia, ya que los productos que elabora son necesarios para los procesos de sanitización y como medicamentos para tratar a las personas que padecen la COVID-19 (ANIQ, 2020). La industria química contribuye a \$ 5,7 billones al PIB global y está presente en casi todos aspectos de la economía mundial (ICCA, 2020). No obstante, a pesar de la esencialidad de los productos químicos, se tiene que su uso y manejo durante todo su ciclo de vida también representa un riesgo para la salud humana, para el ambiente y los bienes materiales (OCDE, 2012).

El incremento del uso de sustancias químicas ha contribuido significativamente al mejoramiento de la calidad de vida, salud y bienestar de los seres humanos, sin embargo, esto también ha aumentado el riesgo de accidentes que resultan durante su uso, transporte o almacenamiento (OMS, 2021). Los accidentes y emergencias químicas provocan daños

que pueden ser menores o graves, con efectos retardados o inmediatos reversibles o irreversibles, incluyendo la muerte a los seres vivos y la contaminación del medio ambiente (Mendoza Cantú y Ize Lema, 2017). Un ejemplo de ello es el encallamiento en Alaska del buque petrolero Exxon Valdez en cual se derramaron 37 000 toneladas de petróleo al mar (Peterson et al., 2003). Otro caso sería el desastre ambiental que sucedió en Sonora, México, en el río Sonora, donde se derramaron 40 000 m<sup>3</sup> de ácido sulfúrico a los ríos Bacanuchi y Sonora, donde la contaminación del agua repercutió principalmente a las actividades agrícolas y ganaderas de la zona (PROFEPA, 2014).

Dado que en la actualidad se registra un importante número de accidentes químicos que resultan en grandes pérdidas económicas, sociales y ambientales (Si, Ji y Zeng, 2012) y a pesar de las circunstancias originadas por la pandemia COVID-19, es importante avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos y las metas de la agenda 2030 (PNUD, 2021). Entre ellos y asociado al presente estudio se encuentra el objetivo número tres, Salud y Bienestar; el objetivo once, Ciudades y Comunidades Sostenibles; el objetivo catorce, Vida Submarina; y el objetivo quince, Vida de Ecosistemas Terrestres. Entre cuyas metas se busca el reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos; y reforzar la capacidad de todos los países (en particular los países en desarrollo) en materia de alerta temprana, reducción y gestión de los riesgos para medio ambiente y la salud nacional y mundial (Naciones Unidas, 2015).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México y la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC) de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (SSPC), establecieron un convenio de colaboración para reforzar el marco normativo e institucional en Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) y materia de resiliencia (Gobierno de México, 2020). Actualmente a nivel nacional, estatal y municipal la Coordinación de Protección Civil con el apoyo del PNUD, tiene el compromiso de impulsar programas para movilizar recursos por parte de la sociedad civil organizada y del sector privado en favor de la resiliencia ante los riesgos (PNUD México, 2020). Lo anterior tiene la finalidad de proteger la salud de los mexicanos y de continuar con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sustentable, principalmente el objetivo número tres relacionado a la salud de la población (Naciones Unidas, 2021).

El cumplimiento de este compromiso requiere del diseño y uso de herramientas que continúen la tarea de capacitar al personal encargado de hacer frente a los accidentes y emergencias ocurridos durante el uso y manejo sustancias químicas sin exponer a su personal al SARS-CoV-2 (Lasky, 2010; Dhawan, 2020). Los simulacros de gabinete en modalidad virtual, tienen el potencial de ser una herramienta que aproveche las tecnologías de la información y comunicación, así como sus propias fortalezas, con el objetivo de mejorar la capacidad de respuesta de accidentes químicos y de mantener a los participantes de las agencias mediante condiciones que controlen el riesgo de contraer la enfermedad COVID-19 (PNUD, 2020). Pese a la situación actual de la pandemia COVID-19 es necesario mantener en capacitación a los cuerpos de emergencias responsables de hacer frente a los accidentes causados por sustancias químicas (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016).

#### **4.2 La importancia de los simulacros de emergencias químicas en México y en el mundo**

El Sistema Nacional de Protección Civil en México (SINAPROC) tiene como propósito proporcionar asistencia y protección a los ciudadanos ante cualquier desastre con el fin de salvaguarda las vidas humanas, los bienes y el entorno en el que viven (SEGOB, 2014). Este sistema prevé y previene los riesgos, los desastres y sus daños mediante un enfoque integral que contribuye al desarrollo humano sustentable (DOF, 2018). Además, en este país se cuenta con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), organismo cuya misión es salvaguardar en todo momento la vida, los bienes e infraestructura de las y los mexicanos a través del manejo continuo de políticas públicas para la prevención y reducción de riesgos de desastres (Gobierno de México, 2021a).

La prevención es una de las mejores maneras para evitar o disminuir los efectos negativos que los desastres ocasionan en la sociedad, entre las acciones preventivas principales se encuentran los simulacros, que constituyen un recurso básico para el adiestramiento adecuado de los grupos especializados en atender emergencias y de quienes ocupan un inmueble (SEGOB y CENAPRED, 2010). Los simulacros son reconocidos como una de las herramientas de capacitación más valiosas contra cualquier emergencia (Spence, Whitley y Stormont Caitlin, 2011). Por lo tanto, siempre es importante y necesario diseñar y evaluar herramientas de capacitación, así como, evaluar también las capacidades de los

organismos a cargo de atender y responder a las emergencias químicas mediante cursos y simulacros (FEMA, 2005).

Según la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA por sus siglas en inglés), el término “simulacro” es entendido de diferentes maneras, puede significar capacitación y entrenamiento; o una manera de evaluar y confirmar la solidez de las políticas y los procedimientos para manejar diferentes tipos de incidentes como los desastres, mediante una discusión exhaustiva (FEMA, 2005). Por su parte, el CENAPRED, define a los simulacros de la siguiente manera: “son ensayos que permiten identificar qué hacer y cómo actuar en caso de una emergencia, al simular escenarios reales” (CENAPRED, 2019). Para efectos de la Ley de Protección Civil de Sonora se entiende por simulacro como la representación mediante una simulación de las acciones de respuesta previamente planeadas con el fin de observar, probar y corregir una respuesta eficaz ante posibles situaciones reales de emergencia o desastres (Gobierno del Estado de Sonora, 2018).

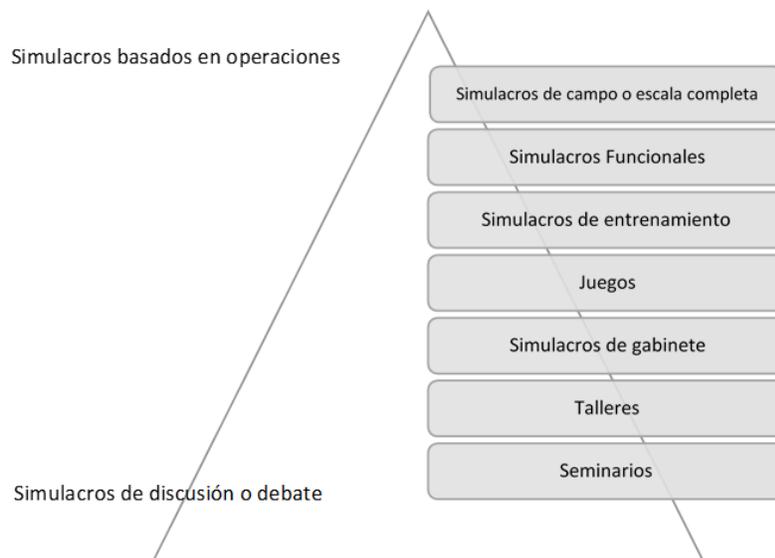
Los simulacros brindan a las comunidades, los estados y las regiones un conjunto de herramientas esenciales para la prevención, la preparación, la respuesta y la recuperación frente a los desastres (Bembibre, 2020), debido a que mejoran la gestión de emergencias, especialmente porque: aclaran las asignaciones de responsabilidad, los puntos de tiempo críticos, las estrategias de manejo y la preparación de recursos durante las etapas de preparación, concurrencia y retroalimentación (Fernandez, Daltuva y Robins, 2000). Así como también ayudan a mejorar el plan de respuesta, detectando fallas y deficiencias en la planeación y ejecución de los mismos (Xu, Wang y Wang, 2020). Los simulacros ayudan a conocer los grados de capacitación y formación conseguidos (Alim, Kawabata y Nakazawa, 2015).

Los simulacros son de suma importancia para hacer frente a las emergencias químicas, ya que son uno de los medios que mejoran la capacidad de respuesta a emergencias; y responder de manera oportuna y eficaz a los desastres naturales o provocados por el hombre reduce las muertes, las lesiones, las pérdidas económicas y las rupturas sociales resultantes; además, previene desastres secundarios (Xu, Wang y Wang, 2020). Por lo tanto, una respuesta de emergencia eficaz y oportuna es crucial para contener su impacto en el área más pequeña posible alrededor del lugar del accidente (Varma y Varma, 2005). Como se demostró en los accidentes ocurridos en Estados Unidos entre los años 1980-

2000, donde 17 de ellos esparcieron cantidades de sustancias tóxicas superiores a la cantidad de metilisocianato liberado en el accidente de Bhopal, India; sin embargo, los impactos de estos accidentes pudieron disminuirse considerablemente mediante la planeación y eficaz respuesta en el momento de la emergencia (SEDESOL, n.d).

### 4.3 Los tipos de simulacros de emergencias

Existen diferentes tipos de simulacros que varían ampliamente en costo, tamaño, alcance, complejidad, propósito y enfoque (FEMA, 2005). Esto se debe a que un plan de respuestas debe abarcar todos los procedimientos y acciones básicas para hacer frente a una emergencia (EMSI, 2018). Los diferentes tipos simulacros ponen en práctica diversas actividades que buscan preparar progresivamente al personal para que domine todo el alcance de la operación, esto se logra a través de varios ejercicios ordenados como bloques de construcción, donde cada ejercicio se forma a partir de las experiencias del bloque anterior y va aumentando en complejidad (ver Figura 1) (IPIECA & IOGP, 2018; Tseng et al., 2008). Es necesario evaluar y acreditar la viabilidad de los procedimientos planificados exponiéndolos a diferentes tipos de ejercicios o simulacros para aprobar los diferentes aspectos del plan de respuesta (IPIECA y IOGP, 2014).



**Figura 1. Bloque de construcción de los diferentes tipos de simulacros**  
Fuente: (IPIECA & IOGP, 2018).

En países como los Estados Unidos los tipos de ejercicios generalmente se dividen en aquellos basados en debates y los de tipo operacional, donde los seminarios, talleres y simulacros de mesa representan los primeros y los simulacros de operaciones, funcionales y de campo o de escala completa, representan los segundos (Zhang et al., 2017). Los simulacros operacionales son más complejos y requieren la ejecución de planes, políticas, y acuerdos y procedimientos, ponen a prueba el despliegue de recursos y su funcionamiento (OPS, 2010). En contraste, los ejercicios de tipo debate, a diferencia de los operacionales, tienen un enfoque primordial en el conocimiento de los participantes y en los ejercicios de planeación, y se pueden utilizar para evaluar planes de contingencia en un nivel más estratégico, así también, ofrecen posibilidades para desafiar las opciones de respuesta y ayudan a obtener acuerdos mutuos, por ejemplo, las prioridades de respuesta (UDHS, 2007).

Cada uno de los diferentes tipos de simulacros tienen diversos enfoques (véase tabla 1), así como sus respectivos puntos fuertes y débiles como se mostró en estudio realizado en el Lago Saimaa en Finlandia, donde se realizaron diversos tipos de simulacros con la participación de múltiples agencias (Halonen y Altarriba, 2019). Por ejemplo, los simulacros de entrenamiento ayudan a poner a prueba operaciones específicas en un entorno realista, sin embargo, esto también los hace ejercicios aislados (Gleason, 2003). Otro ejemplo son los simulacros operativos (funcionales), que ayudan a conocer las capacidades de reacción y acción para comprobar el nivel de capacitación y formación conseguida en las personas, la eficacia de los recursos y medios técnicos disponibles, así como verificar el tiempo de respuesta y la coordinación de los equipos internos (López, 2013). No obstante, este tipo de simulacros descuidan otros aspectos importantes, como el manejo financiero y la relación entre agencias (Gleason, 2003).

Entre los diferentes tipos de simulacros existen también los ejercicios de escala completa o simulacros de campo que involucran la distribución real de los recursos en una respuesta coordinada, como si hubiera ocurrido un incidente real, en los cuales participan múltiples agencias y jurisdicciones (FEMA, 2005). En este tipo de ejercicios se evalúan los planes, los procedimientos y las respuestas coordinadas en condiciones de crisis (Eygün et al., 2014). Los simulacros de campo tienen la gran ventaja de tocar casi todos aspectos de un plan de contingencias, no obstante, no se pueden realizar de manera continua debido a que tienen grandes costos operativos y requieren una gran cantidad de recursos para ejecutarse

(Hansen y Pounds, 2008). Por otro lado, este tipo de simulacro al igual que los otros ejercicios operativos que requieren de la movilización de capital humano, ante pandemias como la COVID-19, no pueden llevarse a cabo ya que su realización implicaría aumentar los riesgos de contagio (Hagerty Consulting, 2020).

**Tabla 1. Enfoques de los diferentes tipos simulacros**

| Objetivo                                   | Simulacro de gabinete | Simulacro funcionales y de entrenamiento | Simulacro de campo/escala completa |
|--|-----------------------|--|------------------------------------|
| Notificaciones                             | X                     | X  | X*                                 |
| Identificación de recursos                 | X                     | X  | X                                  |
| Disponibilidad de recursos                 | X*                    | X*                                       | X                                  |
| Verificación de competencias/brechas       |                       | X  | X                                  |
| Responsabilidades y roles                  | X                     |  | X                                  |
| Validación de plan de contingencias        | X                     |  | X                                  |
| Relación interinstitucional                | X                     |  | X                                  |
| Comunicación                               | X                     | X*                                       | X                                  |
| Vigilancia y previsión                     | X*                    | X*                                       | X*                                 |
| Priorización de protección                 | X                     |  | X                                  |
| Tácticas y estrategias de respuesta        | X                     |  | X                                  |
| Medidas y técnicas de respuesta            |                       | X  | X                                  |
| Tiempos y trámites de movilización         |                       | X  | X                                  |
| Tiempos y procedimientos de implementación |                       | X  | X                                  |
| Funcionalidad del equipo                   |                       | X  | X                                  |
| Soporte logístico                          | X*                    | X*                                       | X                                  |
| Condiciones locales                        |                       | X  | X                                  |
| Mantenimiento de equipo                    | X*                    | X  | X*                                 |
| Gestión de la eliminación de residuos      | X*                    | X*                                       | X                                  |
| Operaciones a largo plazo                  | X*                    |  |                                    |
| Gestión financiera y reclamaciones         | X*                    |  |                                    |
| * Enfoque a ese objetivo en específico     |                       |  |                                    |

Fuente: Halonen y Altarriba (2019)

Como se aprecia en los párrafos anteriores, los diversos tipos de simulacros son herramientas que permiten dar prioridad a diferentes aspectos que se deben tomar en cuenta en una respuesta eficiente a una emergencia química, cada uno con sus respectivas cualidades, fortalezas y limitaciones (SEGOB y CENAPRED, 2010). Sin embargo, debido a que la “nueva realidad” se enfoca en prevenir la propagación de la enfermedad COVID-19, no todos los tipos simulacros pueden realizarse, por lo tanto, es necesario adaptarse y encontrar nuevas formas para seguir planeando y evaluando los procedimientos y acciones de respuesta a emergencias químicas (Hagerty Consulting, 2020). Entre ellos el ya mencionado simulacro de gabinete, cuya flexibilidad de diseño y fácil disposición permite

que se pueda realizar de manera virtual, por lo cual tiene la ventaja de capacitar a las autoridades correspondientes de hacer frente a emergencias químicas en un entorno de baja amenaza, mediante simulaciones basadas en hechos reales (OPS, 2010).

#### **4.4 Características de los simulacros de gabinete como herramienta de capacitación**

Los simulacros de gabinete son ejercicios de tipo debate normalmente dirigidos por un grupo de facilitadores, en los cuales se recrea una situación hipotética de desastre frente al cual los participantes deberán tomar decisiones basadas en la información que reciben durante el ejercicio (Husna et al., 2020). Este es un método de aprendizaje específico a través de una simulación diseñada para probar la competencia y la capacidad de un grupo para responder a desastres (Mirzaei et al., 2020). Dicho tipo de simulacros pone a prueba la efectividad del trabajo en equipo, lo que permite que se desarrolle el proceso de obtención de conocimientos y determinación de la actitud adecuada (High et al., 2010). En contraste con los simulacros operativos, los simulacros gabinete son un método de aprendizaje que es fácil y rentable; varios estudios han demostrado que estos son unos de los medios con más costo eficiencia para habilitar y probar la capacidad de respuesta de salud pública frente a los desastres (Butler et al., 2002).

Los simulacros de gabinete abordan la necesidad de coordinar las respuestas de las múltiples agencias y organizaciones que participan en una respuesta a una emergencia (Husna et al., 2020). Estos brindan oportunidades importantes para que los miembros de las agencias públicas y privadas se reúnan en un entorno de colaboración de baja amenaza, para establecer contacto entre sí, aprender sobre las perspectivas de los demás, discutir lo que se debe hacer en un tipo específico de desastre y para resolver problemas entorno a cuestiones identificadas (IPIECA y IOGP, 2014). Se considera que los simulacros de gabinete son muy eficaces para desempeñar los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo de gestión de desastres, aumentando así la capacidad de los participantes para responder a dicho tipo de suceso (Spence, Whitley y Stormont Caitlin, 2011). De esa manera, los participantes se vuelven más competentes en la gestión de desastres (Nilsson et al., 2016).

Los simulacros de gabinete también ayudan identificar brechas, superposiciones y problemas imprevistos que surgen en un desastre, ya que permiten desarrollar una

comprensión más compleja de la preparación en los individuos, la cual desarrolla una evaluación más realista de sus propias debilidades y de las limitaciones de la organización a la que pertenecen (High et al., 2010). En un simulacro de gabinete realizado por el departamento de preparación y respuesta de salud pública de Carolina del Norte, más de la mitad de los participantes se sintieron más seguros sobre cómo su agencia interactuaría con otras agencias en caso de un desastre químico (FEMA, 2021a). Este método, por lo tanto, mejora el conocimiento y la actitud de los participantes hacia la preparación y respuesta ante emergencias (Lauren et al., 2018).

Debido a las ventajas ya mencionadas los simulacros de gabinete han sido utilizados ampliamente por diversas organizaciones para mejorar la capacidad de sus miembros en múltiples áreas; se usan por múltiples instituciones en los Estados Unidos (Por ejemplo: La Fuerza Armada) para poner a prueba los planes de emergencia sin necesidad de activar o parar operaciones durante el ejercicio; son utilizados por empresas para poner en práctica diferentes tipos de procedimientos y llegar acuerdos para resolver incidentes (Razzetti, 2017; Brunner y Lewis, 2006). Es un método de entrenamiento recomendado por el departamento de Educación de los Estados Unidos para mejorar la preparación de los miembros de las escuelas para que sean capaces de responder a diversos tipos de emergencias (Mirzaei et al., 2020). Son un método de aprendizaje usado para mejorar el conocimiento y la actitud de los estudiantes de enfermería en los simulacros (Lurie, Wasserman y Nelson, 2006).

El simulacro de gabinete como se puede apreciar, es un ejercicio cuyas características y fortalezas se adaptan y cubren la necesidad de continuar con la capacitación de las autoridades encargadas de hacer frente a los accidentes químicos en tiempos de pandemia (FEMA, 2021a). Este tipo de simulacro en modalidad virtual, ósea en combinación con las tecnologías de la información y comunicación, es una herramienta que permita tocar aspectos claves de un plan de contingencias cumpliendo con las medidas sanitarias para evitar contagios por COVID-19 (Tavangarian et al, 2020; Bernardes et al., 2015). Sin embargo, como se mencionó en la sección anterior, es muy importante tomar en cuenta que estos no cubren todos los aspectos a considerar en un plan de contingencia (High et al., 2010); es necesario validar los procedimientos de una manera más realista con otros simulacros más complejos (en cuanto sea posible), de lo contrario se pueden crear supuestos pocos realistas del plan de contingencia (Halonen y Altarriba, 2019).

#### **4.5 Las emergencias químicas en el Estado de Sonora, atención y preparación mediante simulacros de gabinete**

Sonora es uno de los Estados fronterizos de México con un importante número de maquiladoras extranjeras donde se utilizan materiales y generan residuos peligrosos (INECC, 2016). La industria minera es también una de las principales actividades económicas de este, siendo el líder minero de la República Mexicana (SE del Estado de Sonora., 2020). Si bien esto ha traído muchos beneficios económicos al Estado, esto también ha causado que ocurran múltiples accidentes químicos a lo largo de la historia en Sonora, por lo cual en 1996 la Comisión Nacional del Agua, PROFEPA, Protección Civil Estatal y Mexicana del Cobre crean un organismo para analizar las causas de accidentes y diseñar programas de capacitación preventivos y correctivos, nace entonces el Comité de Atención a Contingencias por Ácido Sulfúrico con el fin de disminuir los accidentes químicos (Protección Civil Sonora, 2019).

El Comité de Atención a Contingencias por Ácido Sulfúrico dio origen posteriormente al Comité Técnico Consultivo en Materiales Peligrosos del Estado de Sonora, el cual coordina y opera bajo la supervisión de la Coordinación Estatal de Protección Civil (CEPC) y cuya función principal es mantener acciones preventivas en cuanto a todo lo relacionado con el uso y manejo de materiales peligrosos, como es brindar capacitación a través de herramientas y simulacros (Gobierno del Estado de Sonora, 2018). Otra de las funciones principales del Comité es mejorar la colaboración entre las diferentes unidades de emergencia, dependencias y organismos que atienden a una emergencia química, es por esta razón que el Comité también trabaja con organismos del Estado de Arizona, con los cuales ha realizado simulacros binacionales en colaboración (SEMARNAT, 2016). En el periodo de 2009-2019 el Comité realizó más de 100 reuniones, en las cuales se han realizado cursos de capacitación y simulacros (Protección Civil Sonora, 2019).

Sonora trabaja con agencias y organizaciones de los Estados Unidos de América que están encargadas de la planeación y respuesta de las emergencias químicas, como lo es la FEMA y la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) (US EPA, 2020; SEMARNAT, 2018). Lo anterior permite hacer frente de manera coordinada y binacional a las emergencias químicas que puedan ocurrir en lugares que involucren el territorio de ambos países, y en los cuales los dos salgan afectados (SEMARNAT, 2016; Sandoval Silva

et al., 2008). También es necesario evaluar los protocolos de actuación ante una emergencia química del Plan de Contingencias y emergencias químicas suscrito entre México y Estados Unidos para fortalecer la cultura de preparación y respuesta de ambos países (Secretaría de Transporte, 2020), con el fin de cuidar al medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México-Estados (US EPA y SEMARNAT, 2012).

A nivel estatal en Sonora existen organizaciones encargadas de atender las emergencias químicas que ponen en riesgo la salud de los ciudadanos y del medio ambiente; entre ellas se encuentran: la Unidad Estatal Interna de Protección Civil (UEPC), la Cruz Roja, los cuerpos de policía (municipal, estatal y de ser necesario Federal), los bomberos Hermosillo, Secretaría de Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Salud y el Centro Nacional de Prevención de Desastres, entre otras organizaciones gubernamentales, privadas y sociales que se encargan de la gestión de riesgos la salud a nivel municipal, estatal y federal (Protección Civil Sonora, 2019; Gobierno del Estado de Sonora, 2016). Así también, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), da especial atención a las emergencias químicas debido alto riesgo que implica transportar sustancias químicas peligrosas (Secretaría de Economía de Sonora, 2020).

A pesar de las diferentes medidas para prevenir los desastres químicos de las múltiples organizaciones que participan en la respuesta de emergencias químicas en el Estado Sonora; el crecimiento industrial y económico de los últimos años ha dado lugar a tragedias que involucran sustancias químicas peligrosas (SEDESOL, n.d.). Según datos de la PROFEPA entre el periodo de 2000 a 2018 en el estado de Sonora ocurrieron aproximadamente 397 emergencias químicas (PROFEPA, 2019a). Tal sería el caso de la tragedia ecológica que sucedió en Guaymas donde se vertieron accidentalmente 3000 litros de ácido sulfúrico en el Mar de Cortés, provocando múltiples daños al medio ambiente, que se reflejaron inmediatamente al observarse animales marinos muertos en la zona costera de Guaymas (PROFEPA, 2019b). Otro caso ocurrió en el parque industrial sur de Hermosillo, en donde debido a una reacción química de los materiales de desecho, se generó un incendio que resulto en grandes daños de tipo económico (Vallejo, 2020).

Debido al considerable riesgo presente de una emergencia química, en lo que compete a nivel estatal, la CEPC, ejecuta y evalúa los programas de prevención, auxilio y recuperación de desastres para toda comunidad (Gobierno del Estado de Sonora, 2018). Protección Civil

Sonora, a través de y en conjunto con los organismos especializados en materiales peligrosos como lo es el Comité Técnico Consultivo en Materiales Peligrosos del Estado de Sonora, capacita y orienta a todos los actores de la comunidad que hacen frente a las emergencias químicas (Gobierno del Estado de Sonora, 2018). Entre dichos actores se encuentran: autoridades gubernamentales, empresarios (sector privado), trabajadores, la población en riesgo, las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, las instituciones de educación y capacitación, y principalmente los servicios de apoyo a emergencias, tales como bomberos, policías, defensa (fuerza militar), equipos de rescates, hospitales, medios de comunicación, entre otros (FEMA, 2021a).

Por lo mencionado en los párrafos anteriores de esta sección y recordando la relevancia de los simulacros en lo referente a la respuesta de emergencias, es recomendable que las autoridades de Sonora encargadas de capacitar a la comunidad en temas de respuesta de emergencias químicas contemplen el uso de simulacros de gabinete virtuales como herramientas de capacitación en tiempos de pandemia (FEMA, 2021b). Como se mencionó previamente estos son ejercicios mejoran la capacidad de respuesta de sus participantes y cuya flexibilidad y fácil disposición permiten respetar y llevar a cabo los protocolos de riesgo ante la COVID-19, (Ritchter et al., 2005). Esto debido a que son ejercicios que tienen una modalidad de entrenamiento virtual que otorga oportunidades para ejercitar y organizar los eventos de alto riesgo, como los desastres, en entornos seguros y de bajo estrés a través del uso de las tecnologías de la información y comunicación (Gardner et al., 2016).

## V. METODOLOGÍA

### 5.1 Tipo de estudio

La presente investigación fue de tipo descriptivo, documental y transversal.

### 5.2 Diseño metodológico

Se dividió en las siguientes etapas:

**Etapas I.** Para el diagnóstico de las necesidades de capacitación se recopilaron los datos de las emergencias químicas registradas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente ocurridas en el periodo de 2015 a 2020 en el Estado de Sonora. Así también se consideró los resultados de una investigación donde se realizó un diagnóstico de las capacidades de tres empresas transportistas de materiales peligrosos del Estado de Sonora a través de un subindicador de la herramienta IIR (Indicador Integral del Riesgo).

**Etapas II.** De acuerdo con la información recopilada y considerando aquellas emergencias ocurridas con mayor frecuencia se eligió un escenario a desarrollar para el simulacro de gabinete virtual.

**Etapas III.** Desarrollo del escenario y requerimientos para llevar a cabo el simulacro de gabinete virtual propuesto bajo los estándares y directrices del Programa de Ejercicios y Evaluación de la Seguridad Nacional (U.S.Homeland Security Exercise y Evaluation Program en inglés) y la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA; por sus siglas en inglés) (FEMA, 2021b).

### 5.3 Alcance

El presente estudio se efectuó desde agosto del 2020 hasta agosto del 2021 considerando el contexto actual del Estado de Sonora.

### 5.4 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las necesidades de capacitación de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas en Sonora?
2. ¿Qué tipo de escenario puede utilizarse en el simulacro de gabinete virtual para aumentar la capacidad de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas en el Estado de Sonora?

3. ¿Cómo puede llevarse a cabo un simulacro de gabinete virtual para los cuerpos de emergencia de Sonora?

### **5.5 Objeto de estudio**

El objeto de estudio fueron las características y cualidades de los simulacros de gabinete, así como el tipo de escenario a incluir según las necesidades de capacitación de los cuerpos de atención a emergencias químicas del estado de Sonora.

### **5.6 Selección del objeto de estudio o del lugar donde se ubica el objeto de estudio**

Determinístico considerando que el objeto de estudio se enfocó a las necesidades de capacitación de atención a emergencias identificadas en el estado de Sonora.

### **5.8 Instrumento de recolección y manejo de datos**

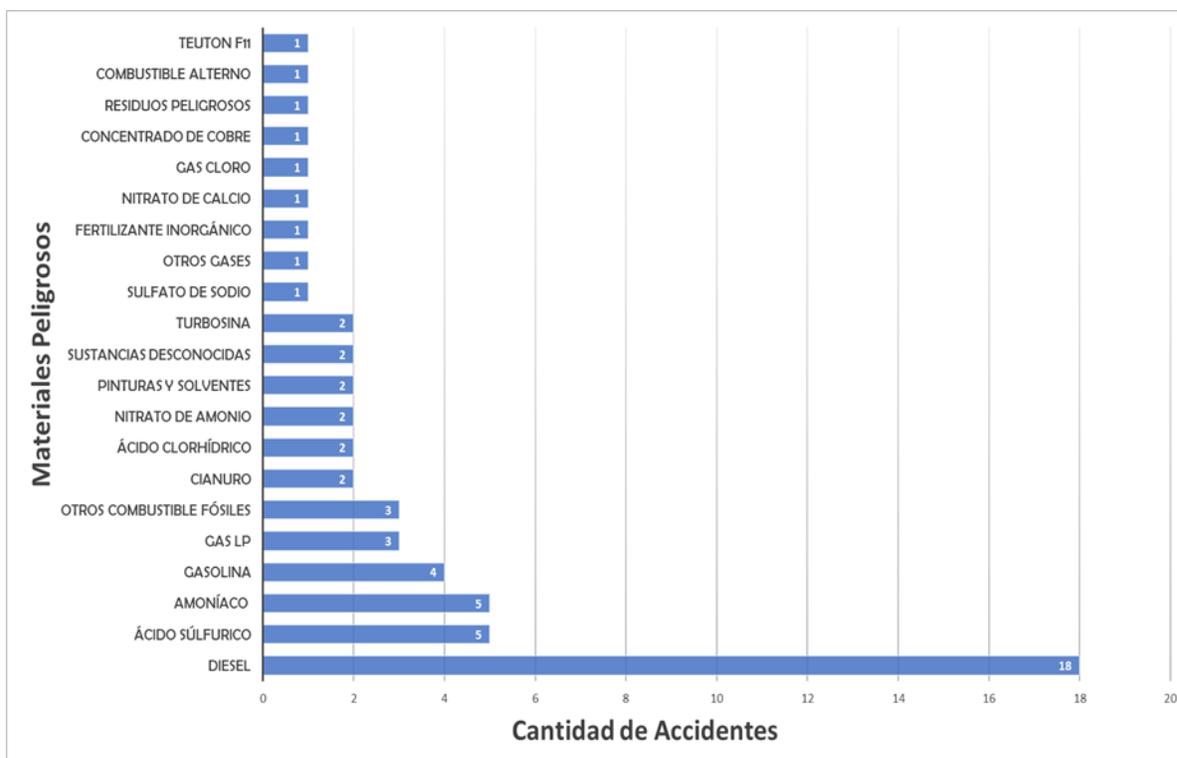
La presente investigación utilizó información documental de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) donde se registran los accidentes y emergencias químicas que ocurren en el Estado de Sonora. Se elaboraron tablas y gráficos de Excel para ordenar los datos y analizar la información. Para la selección y elaboración del escenario se usaron datos disponibles del INEGI y datos de la Unidad de Protección Civil del Estado de Sonora.

Una vez definido el escenario del simulacro de gabinete e identificada y elegida la sustancia y escenario a utilizar, se usó el Software ALOHA de CAMEO® y el Software Google Earth Pro para modelar y visualizar el posible comportamiento de la sustancia seleccionada en el escenario elegido (Google, 2021; US EPA, 2021). También dichas herramientas se usaron para determinar las zonas de peligro y las áreas afectadas por el accidente y otros datos importantes acerca del mismo. La información estadística y geográfica del lugar seleccionado se obtuvo a partir del uso de la plataforma MxSig que ofrece el INEGI para generar información geográfica, como el número de habitantes, tipo de terreno, número de establecimientos, entre otros datos más a considerar en caso de una contingencia (INEGI, 2021).

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Diagnóstico de las necesidades de temas de capacitación para emergencias químicas en el Estado de Sonora

Los datos del registro de la incidencia de las emergencias químicas en el Estado de Sonora de PROFEPA, permitió conocer la frecuencia de estos accidentes y las sustancias involucradas durante el periodo de 2015-2020. En este periodo se registraron un total de 135 accidentes relacionados con el manejo y transporte de sustancias químicas peligrosas y 61 (45%) de estos ocurrieron mientras se transportaban dichas sustancias. La figura 2 muestra las emergencias ocurridas y las sustancias químicas transportadas durante estos eventos. Se logra apreciar que el mayor número de emergencias sucedieron durante el transporte de diésel, con un total de 18 accidentes, seguido del ácido sulfúrico y el amoníaco con una incidencia de 5 para ambas sustancias.



**Figura 2. Incidencia de emergencias químicas a causa de accidentes de tránsito en el Estado de Sonora en el periodo 2015-2020.**

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los resultados del estudio de Placencia (2021) sobre la gestión integral del riesgo en empresas transportistas de materiales y residuos peligrosos en Sonora revelaron la necesidad de capacitación en los temas que se muestran en la tabla 2. El porcentaje de incumplimiento en cuanto al tema de capacidades de las empresas estudiadas fue del 40% al 62% al momento de hacer la evaluación inicial (ver tabla 3).

**Tabla 2. Temas del subindicador de capacidad del Indicador Integral del Riesgo (IIR).**

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Capacidad</b> | Comprensión del riesgo de desastre                    |
|                  | Gobernanza para la gestión de riesgos de desastres    |
|                  | Reducción del riesgo de desastres para la resiliencia |
|                  | Preparación para la respuesta de y recuperación       |

Fuente: Placencia (2021)

**Tabla 3. Resultado de la aplicación del diagnóstico del subindicador de las capacidades para las tres empresas.**

| <b>Subindicador de las Capacidades</b> |                |                  |                |                  |                |
|--|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| <b>Empresa 1</b>                       |                | <b>Empresa 2</b> |                | <b>Empresa 3</b> |                |
| Cumplimiento                           | Incumplimiento | Cumplimiento     | Incumplimiento | Cumplimiento     | Incumplimiento |
| <b>38%</b>                             | <b>62%</b>     | <b>60%</b>       | <b>40%</b>     | <b>54%</b>       | <b>46%</b>     |

Fuente: Placencia (2021)

Los datos del registro de la incidencia de las emergencias químicas en el Estado de Sonora proporcionados por la PROFEPA, permitió conocer la frecuencia de estos accidentes y las sustancias involucradas durante el periodo de 2015-2020. En este periodo se registraron un total de 135 accidentes relacionados con el manejo y transporte de sustancias químicas peligrosas y 61 (45%) de estos ocurrieron mientras se transportaban dichas sustancias. La figura 2 muestra las emergencias ocurridas y las sustancias químicas transportadas durante estos eventos. Se logra apreciar que el mayor número de emergencias sucedieron durante el transporte de diésel, con un total de 18 accidentes, seguido del ácido sulfúrico y el amoníaco con una incidencia de 5 para ambas sustancias.

La recopilación de datos que realizó la PROFEPA durante el periodo 2015-2020, acerca de las emergencias químicas registradas en el Estado de Sonora, muestra que aún siguen

ocurrieron incidentes de este tipo; los cuales, debido a la peligrosidad de las sustancias involucradas, representan un peligro para el Estado de Sonora y cuyas consecuencias podrían causar grandes repercusiones sociales, económicas y ambientales. Tal fue el caso ocurrido recientemente el domingo primero de agosto del 2021, donde un tráiler que transportaba materiales peligrosos y gas se volcó y se incendió en el kilómetro 147 del tramo carretero Ímuris-Cananea; provocando una situación de peligrosidad para los conductores, el ecosistema y las zonas alrededor del incidente (Proyecto Puente, 2021).

El motivo de que un gran porcentaje de estos incidentes ocurran a causa del transporte de materiales peligrosos representa un mayor riesgo de resultar en una catástrofe química, debido a que sus características los hacen presentar más dificultades de respuesta (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2012). También, es importante agregar el hecho de que las empresas transportistas de materiales peligrosos del Estado requieren de mejoras en su capacidad para sobreponerse ante un desastre químico, como se mostró en el estudio de Placencia (2021), donde se desarrolló e implementó la herramienta IRR (Instrumento Integral del Riesgo), la cual sirve para evaluar el porcentaje de riesgo de una emergencia química en este tipo de empresas. Tomando en cuenta todo lo mencionado anteriormente y el compromiso de cumplir con las metas de los objetivos del desarrollo sustentable, como reducir sustancialmente el número de muertes por uso y manejo de productos químicos (Naciones Unidas, 2021); en el Estado de Sonora existe la necesidad de capacitar a los cuerpos que se hacen cargo de atender las emergencias químicas, para que sean capaces de responder eficazmente a este tipo de eventos, principalmente aquellos que ocurren con más frecuencia (los ocurridos durante el transporte de diésel, ácido sulfúrico y amoníaco), con el fin de mitigar y prevenir los daños que estos puedan causar.

## **6.2 Desarrollo del simulacro de gabinete virtual**

El simulacro de gabinete se desarrolló con base a una adaptación a la presente investigación de la metodología utilizada por el Programa de Ejercicios y Evaluación de la Seguridad Nacional de los EE.UU. (HSEEP por sus siglas en inglés) para desarrollar un plan de ejercicios de simulacros, la cual consta de cinco etapas que forman parte de un ciclo (ver figura 3): la programación donde se desarrolló el plan de manejo, la conducción, la evaluación y la mejora de planeación. Cada una de las etapas anteriores requieren del uso y desarrollo de diferentes tipos de herramientas como: formatos para registrar observaciones, evaluaciones, notas; presentaciones para llevar a cabo las reuniones

correspondientes y dirigir los ejercicios; cartas de aviso para el público; entre otras cosas. A continuación, se describe cómo se adaptó cada una de las etapas del ciclo de HSEEP a la presente investigación y se presenta las herramientas y material necesario para llevar a cabo cada una. Para información más detallada de cómo se desarrolla un plan de ejercicios con base en este ciclo, se sugiere consultar el manual HSEEP (U.S. HSEEP, 2021).



**Figura 3. Ciclo de HSEEP**

Fuente: (U.S. HSEEP, 2020)

### **6.2.1 Desarrollo de las prioridades de preparación para el ejercicio (Programa de manejo):**

El Taller de Planeación para desarrollar el Plan Integrado de Preparación (Integrated Preparedness Planning Workshop Plan, (IPW)) es una reunión donde participan los representantes de las organizaciones que colaborarán en el programa a desarrollar. En esta reunión se establece la estructura y estrategia del programa de ejercicios, así como los esfuerzos de preparación mientras se determina la base para la planificación, realización y evaluación de los ejercicios individuales. El propósito del IPW es usar la guía de los líderes de las organizaciones participantes para identificar y establecer las prioridades, así como desarrollar un plan de actividades de preparación para el plan de ejercicios. Para el Estado de Sonora dichas organizaciones son las siguientes: Bomberos de Estados Unidos y México, Cruz Roja, Protección Civil Estatal y Municipal, FERROMEX, Policía Federal, Policía Estatal, Policía Municipal, Secretaría de Salud, SEDENA, Grupo Beta, Aduanas México, APSA Nogales, EPA, PROFEPA, entre otras. Sin embargo, este taller se omitió y las prioridades de preparación se establecieron con base a las necesidades de capacitación

de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora identificadas en el diagnóstico realizado, en la situación actual de la pandemia COVID-19 y de acuerdo a lo reportado en la literatura para ambos temas.

**El Plan Integrado de Preparación, (IPP por sus siglas en inglés, Integrated Preparedness Plan)**. Este es un documento donde se describe y muestra las consideraciones con base en las cuales se establecieron las prioridades de preparación, que servirán como guía para planificar, organizar/equpar, ejercitar, evaluar/ mejorar el programa de ejercicios. Este documento fue adaptado a esta investigación y se encuentra en el Apéndice A1.

### **6.2.2 Etapa de diseño y desarrollo del ejercicio:**

Los elementos centrales del diseño incluyen aclarar el propósito, establecer el alcance del ejercicio, establecer objetivos, desarrollar parámetros de evaluación, crear un escenario, desarrollar documentación y determinación de la orientación de los medios y asuntos públicos (U.S. HSEEP, 2021). Para lograr lo anterior se llevan a cabo reuniones de planificación que sirven como mecanismo principal para completar los pasos principales del diseño del ejercicio. En el presente documento se adaptaron las plantillas de diseño de las reuniones como se muestra a continuación para el caso que se requieran o se deseen llevar a cabo para futuros ejercicios o para reforzar el presente ejercicio.

- **Reunión de Objetivos y Conceptos (Concept and Objectives, C&O Meeting)**: Esta reunión es el inicio formal del proceso de planificación del ejercicio. Se lleva a cabo para identificar el alcance y objetivos del ejercicio. Para ejercicios menos complejos y para organizaciones con recursos limitados, la reunión de C&O se puede llevar a cabo junto con la reunión de planificación inicial (IPM). El formato para desarrollar el material para ejercicios se encuentra en el Apéndice B1.
- **Reunión Inicial de Planeación (IPM, Initial Planning Meeting)**: Se usa para afinar la visión y los objetivos del ejercicio. El formato para desarrollar el material para ejercicios se encuentra en el Apéndice B2.
- **Reunión de Planificación Intermedia (MPM, Midterm Planning Meeting)**: Su función principal es la creación del escenario del ejercicio y también sirve como una revisión de los requerimientos durante el desarrollo del ejercicio. El formato para desarrollar el material para ejercicios se encuentra en el Apéndice B3.

- **Reunión final de planeación (FPM, Final Planning Meeting)**: Reunión final que se usa para concluir de manera formal el proceso de planeación; en esta se reciben los borradores de todo el material necesario para llevar a cabo los ejercicios. El formato para desarrollar el material para ejercicios se encuentra en el Apéndice B4.

En el presente estudio también se omitieron las reuniones anteriores y como se mencionó en las prioridades establecidas en el **Plan Integrado de Preparación (IPP)**, el programa de ejercicios se desarrolló con base a una situación de pandemia, por lo cual se seleccionó al simulacro de gabinete virtual como el ejercicio a llevar a cabo para continuar con la capacitación de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas. La información presente en esta investigación puede servir como base o complemento para el desarrollo de estas reuniones en caso que sea necesario o se desee llevar a cabo estas.

#### **6.2.2.1 Selección y desarrollo del escenario**

Para el desarrollo del escenario de este ejercicio se establecieron los objetivos con base en la prioridad de planeación general desarrollada en el Plan Integrado de Planeación, la cual se elaboró a partir de las necesidades de capacitación identificadas en el diagnóstico realizado en este estudio. Por ello y considerando información proporcionada por PROFEPA donde se muestra que no se ha realizado ningún simulacro binacional de ácido sulfúrico desde 2017 (PROFEPA, 2019), se decidió al ácido sulfúrico como la sustancia a utilizar para la creación del escenario del simulacro. Esta decisión se realizó tomando en cuenta que la sustancia con más incidencia de emergencias es el diésel, sin embargo, la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), el nuevo órgano encargado de regular y supervisar la seguridad industrial, seguridad operativa y protección al ambiente respecto a las actividades del sector de los hidrocarburos, es una institución desconcentrada de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Gobierno de México, 2021). Por tal razón, la ASEA no forma parte de las instituciones que participan en el Comité Técnico Consultivo de Materiales Peligrosos del Estado de Sonora, organismo con el cual la Universidad tiene colaboración para el tema capacitación y respuesta a emergencias químicas. Otros factores que se tomaron en cuenta para el desarrollo del escenario, es el hecho de que para el ácido sulfúrico existen antecedentes de accidentes con esta sustancia en el estado y la disponibilidad de recursos que facilitan el desarrollo del escenario que permiten darle mayor realidad al ejercicio. Entre estos recursos se encuentra el material desarrollado en simulacros binacionales previos con Estados Unidos realizados en el

Estado de Sonora, cuyos objetivos fueron utilizados junto con algunos otros empleados en simulacros de gabinete de emergencia químicas de la FEMA como referencia para el desarrollo de los objetivos del presente ejercicio.

#### **6.2.2.2 Objetivos específicos del ejercicio:**

1. Reforzar y mejorar la capacidad de respuesta para emergencia químicas ocurridas durante el transporte de ácido sulfúrico practicando y evaluando protocolos para atender accidentes químicos.
  - Capacidad de análisis y respuesta: saber analizar las circunstancias y con base en estas llevar a cabo los procedimientos correspondientes de una manera eficaz y oportuna.
    - Aplicar el concepto de ANIDAR, este acrónimo significa aislar la emergencia, notificar, identificar la emergencia, determinar que hacer, actuar y restablecer (más detalles en el Apéndice L1) (Razynskas, 2021), de acuerdo a las circunstancias y características de la emergencia y usando los procedimientos correspondientes a la Guía de Respuesta en Caso de Emergencias de Norteamérica 2020 (GRENA 2020) antes de transcurrir las 48 horas posteriores del accidente (U.S. Department of Transportation, Transport Canada y SCT, 2020).
  
2. Practicar los protocolos de actuación ante una emergencia química del Plan Conjunto de Contingencias y Emergencias suscrito entre México y Estados Unidos. Así como observar y evaluar las capacidades de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas de Sonora y Nogales Arizona (Protección Civil Sonora, 2019).
  - Capacidad de cooperación, organización y comunicación entre ambos países.
    - Implementar correctamente los protocolos de respuesta conjunta a emergencias químicas entre México y Estados Unidos: esto es llevar a cabo las operaciones notificación necesarias, conocer los procedimientos y estructura de organización conjunta, solicitar asistencia técnica de equipos especializados y de expertos, etc.;

según el Plan Terrestre Fronterizo (U.S. EPA, SEMARNAT y SEGOB, 2009).

3. Mejorar y fomentar la interacción entre los participantes de las diferentes organizaciones; permitir que estos trabajen en equipo compartiendo soluciones de preparación, respuesta y recuperación relacionadas en tiempo real (FEMA, 2019).
  - Capacidad de comunicación y trabajo en equipo: Saber solicitar apoyo e interactuar con los participantes de otras agencias cuando es requerido.
    - Interactuar con los participantes de los diferentes equipos, formados por los integrantes de las diferentes organizaciones, para solicitar apoyo, información, guía, entre otras cosas.
4. Poner a prueba y ejecutar los protocolos que establezcan una estructura común y versátil donde puedan trabajar todas las agencias en conjunto para manejar diferentes tipos de incidentes, como lo es una emergencia química (FEMA, 2019).
  - Capacidad de planeación y manejo de incidentes:
    - Llevar a cabo un proceso sistemático que involucre a toda la comunidad, según corresponda, en el desarrollo de enfoques ejecutables a nivel estratégico, operativo y / o táctico para cumplir con los objetivos definidos.

Las características, narrativa y ubicación del escenario de este ejercicio se establecieron tomando en cuenta que Sonora es un Estado fronterizo, los objetivos establecidos, los recursos disponibles ya mencionados (simulacros binacionales, antecedentes de accidentes de ácido sulfúrico, etc.) y los protocolos para manejar incidentes de la FEMA. Como resultado de lo anterior se planteó el siguiente escenario para el simulacro:

- **Resumen del escenario:** Un día domingo de verano en la ciudad de Nogales Sonora, un tren de carga con 240 toneladas de ácido sulfúrico (6 vagones con 40 toneladas cada uno), propiedad de una minera, dirigiéndose hacia el norte con dirección a la frontera con los Estados Unidos choca con un carro particular (Tipo sedán: Ford Mustang 2000); en el cruce ferroviario ubicado en la calle Providencia entre Ímuris-Heroica de Nogales y la Avenida Ruiz Cortínez Eje Sur.

El choque ocasiona el descarrilamiento de varios vagones del tren, lo que provocó el derrame de ácido de sulfúrico de uno de los vagones que lo transportaba. El conductor del vehículo alcanza a alejarse de la zona y salir ileso, sin embargo, uno de los vagones alcanzó un camión de pasajeros modelo Mercedes Benz Torino 2006, que se encontraba pasando justamente por el cruce ferroviario, lo que resulto en varios heridos y la muerte de varios pasajeros.

El simulacro de gabinete virtual de ácido sulfúrico fue desarrollado con base a la guía y estructura propuesta por la plantilla de diseño y desarrollo del manual situacional de la HSEEP. El [manual situacional del simulacro de gabinete virtual de ácido sulfúrico](#) se encuentra en el Apéndice C1, y su plantilla de diseño en el Apéndice C2. La tabla 4 muestra la estructura del simulacro a desarrollar. Este consta de una introducción y tres módulos que se llevan a cabo a través de una serie de eventos en un orden cronológico: la respuesta inicial, la respuesta extendida y la recuperación. Al final de cada módulo se plantean cuestiones clave para abordar un debate acerca de estas y también cada uno tiene una sección de preguntas que sugieren temas que tal vez se deseen abordar a medida que avanza dicho debate.

**Tabla 4. Resumen de las etapas que estructurarán el simulacro de gabinete virtual.**

| Actividad                       | Descripción general  |
|---------------------------------|--|
| Introducción                    | Se mencionan las reglas y objetivos, y se definen los supuestos y artificialidades del ejercicio (el escenario es plausible y los eventos ocurren como son presentados).   |
| Módulo 1: La respuesta inicial  | Se describe el escenario (ubicación, características, etc.) y la manera en la que ocurre el accidente; se mencionan los daños iniciales causados y los primeros procedimientos de respuesta a dicha emergencia (como informar a las autoridades correspondientes acerca de dicho accidente, etc.). |
| Módulo 2: La respuesta ampliada | Se describen los hechos, procedimientos y actividades posteriores a la respuesta inicial (protocolos de evacuación y aislamiento según la sustancia y la situación, participación de las autoridades correspondientes, equipos especializados y medios de comunicación, etc.)                      |
| Módulo 3: Recuperación          | La mayoría de las operaciones de respuesta se han completado y se mencionan los procedimientos de limpieza y recuperación (se hace un recuento e informe de los daños y pérdidas totales, se realizan reuniones por parte de la comunidad para analizar riesgos, etc.)                             |

Fuente (FEMA, 2021b)

A través del Software ALOHA de CAMEO® y Google Earth Pro se realizó una simulación del comportamiento del derrame descrito en el escenario, los resultados obtenidos de dicha simulación se incluyeron en la [hoja de datos del escenario](#) (Apéndice E1), así como información estadística y geográfica del escenario adquirida por medio de la plataforma MxSig del INEGI. Por lo tanto, la hoja de datos contiene la siguiente información: ubicación del accidente (coordenadas), dirección, clima; zona (áreas de aislamiento y evacuación), calles, avenidas, aproximación del número de negocios, hogares y personas afectadas por el accidente; entre otros datos relevantes a tomar en cuenta al momento de realizar el simulacro.

### **6.2.3 Conducción del ejercicio:**

Para la conducción del ejercicio se desarrollaron los siguientes documentos según las plantillas de diseño y desarrollo del HSEEP: Manual situacional del simulacro de gabinete virtual, la hoja de datos del escenario, el manual del facilitador, la presentación para la conducción del simulacro de gabinete y el folleto del jugador. A continuación, se presenta un listado de los documentos ya mencionados con su respectiva descripción y apéndice.

- [Manual Situacional de Simulacro de Gabinete Virtual de Ácido Sulfúrico](#): proporciona a los participantes del ejercicio todas las herramientas necesarias para desempeñar sus roles en el ejercicio. Todos los participantes del ejercicio pueden ver el manual situacional (Apéndice C1).
- [Hoja de datos del escenario](#): Documento que proporciona los datos relevantes del escenario (Apéndice D1).
- [Manual del Facilitador/Evaluador](#): Es un documento que sirve como guía para ayudar al facilitador y a los evaluadores del ejercicio que no debe brindarse a los jugadores durante el ejercicio. Este manual indica la duración aproximada de cada diapositiva utilizada como material de apoyo, los puntos de conversación, las preguntas o problemas a plantear durante la realización del simulacro de gabinete, así como la orientación de su evaluación (Apéndice E1).
- [Presentación para el simulacro de gabinete](#): Presentación utilizada por el facilitador para dirigir el ejercicio (Apéndice F1).
- [Folleto del jugador](#): Proporciona a los jugadores una guía rápida del ejercicio (Apéndice G1).

#### **6.2.4 Evaluación del ejercicio**

Con la función de proponer un criterio de evaluación general para el ejercicio, a cada objetivo se le alinearon capacidades a evaluar; y con base en estas se definieron metas u objetivos de capacidad, las cuales se tienen que cumplir mediante la realización de ciertas tareas críticas durante el ejercicio. De esta manera mediante el cumplimiento o incumplimiento de dichas metas se desarrolló un criterio de evaluación para el desempeño de los jugadores (U.S. HSEEP, 2021). Dichas metas y capacidades se encuentran adjuntas a los objetivos del ejercicio. En el Apéndice H1 se encuentra la [guía de evaluación del ejercicio \(Exercise Evaluation Guide, EGG\)](#) con las tareas críticas como una propuesta o base para una futura evaluación general de este simulacro

Para recopilar los comentarios de los participantes acerca del ejercicio, se elaboró el [formulario de comentarios del participante](#) a partir de la plantilla de estructura y diseño de éste proporcionada por el HSEEP (Apéndice C1; ubicado al final del manual situacional). Este documento brinda soporte al reporte posterior al ejercicio de acciones y mejoras.

#### **6.2.5 Mejora de planeación:**

Se desarrolló una adaptación del [informe posterior a la acción/ plan de mejora](#) (After Action Report/ Improvement Plan (ARR/IP)) del HSEEP (Apéndice I1), el cual es un documento que incluye un resumen del ejercicio, un análisis de las capacidades y una lista de las acciones correctivas, así como un resumen del desempeño en el cumplimiento de las metas a cumplir. La información y las observaciones recopiladas en este documento son discutidas por los líderes y organizadores del ejercicio en una reunión para desarrollar planes de mejora e implementar acciones correctivas para futuros ejercicios.

#### **6.2.6 Otros recursos y formatos necesarios para la ejecución del simulacro de gabinete virtual desarrollados para llevar a cabo el ejercicio**

- Carta de notificación al público sobre la realización del ejercicio: este se distribuye a los residentes que rodean el lugar del ejercicio para informarles de la próxima realización del evento (Apéndice J1).
- Comunicado de prensa (Press release): es un documento que se difunde a los medios de comunicación antes de la realización del ejercicio y les brinda

la siguiente información: descripción general, intención y alcance del ejercicio; y una sinopsis del escenario de que será utilizado (Apéndice K1).

### **6.2.7 Material y requerimientos para realizar participar en la videoconferencia del simulacro de gabinete virtual**

El simulacro de gabinete virtual se lleva a cabo a través de un sistema de videoconferencias para el cual se requieren los siguientes elementos:

- Software para realizar videoconferencias: Para este tipo de videoconferencias donde participan una gran cantidad de personas se recomienda el software Zoom, debido a que este tiene la posibilidad de incluir hasta 1000 participantes, es una plataforma intuitiva y fácil de usar, también cuenta con un servicio para realizar en vivos (streaming) en las redes sociales (ZOOM, 2021).
- Conectividad: conexión a Internet: banda ancha con cable o inalámbrica (3G o 4G/LTE)
- Micrófono y audífonos: altavoces y un micrófono: integrados o con enchufe USB o Bluetooth inalámbricos.
- Cámara web: cámara web o cámara web HD: integrada o con enchufe USB

Computadora/Tablet/Celular: se recomienda como mínimo tener un equipo con Doble núcleo de 2 GHz o superior (i3/i5/i7 o equivalente AMD) y 4 GB de RAM (Según los requerimientos para correr el software Zoom).

### **6.2.8 Propuesta de un simulacro de gabinete virtual (SGV) para una emergencia con ácido sulfúrico.**

Sonora realiza simulacros de campo para capacitar a sus cuerpos de respuesta constantemente a través de estos. Sin embargo, debido a la presente situación de la pandemia COVID-19 la aplicación de este tipo de simulacros se encuentra limitada, ya que su realización implicaría riesgos por contagio de COVID-19. Por tal motivo, con el objetivo de contribuir potencialmente a la capacidad de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora, sin poner en riesgo la salud de los cuerpos encargados de hacer frente a las emergencias químicas por contagio de COVID-19, el presente trabajo de investigación propone la realización del Simulacro de Gabinete Virtual- Ácido Sulfúrico como una alternativa para atender las necesidades de capacitación del Estado.

La propuesta se realizó a través de un reporte técnico que contiene todo el material necesario para desarrollar el Simulacro de Gabinete Virtual de Ácido Sulfúrico, el cual se entregó el 6 de Septiembre del 2021 al Programa Frontera 2025 y al Comité Técnico Consultivo en Materiales Peligrosos de Sonora, conformado por PROFEPA, Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Comunicaciones y Transporte Sonora, Grupo México, FERROMEX, UNISON, Cruz Roja Mexicana, Express Milac S.A. de C.V., RECIKLAN, Departamento de Bomberos Sonora, Canacintra Hermosillo, IQUISA Hermosillo, Química Pima, Secretaría del Trabajo ICATSON, Secretaría de Salud/COEPRA, Posabro S.A. de C.V., MOLYMEX, Gobierno del Estado de Sonora, JUGUER División de Residuos Industriales, Glúster Minero de Sonora, Protección Civil Municipal de Hermosillo, Cobre del Mayo, AMSAC, Grupo México, PC Nogales, PC Moctezuma, Tomza Hermosillo, ZETA Gas, DIEGAS, Ayuntamiento de Moctezuma, CENEGAS, UTH, EVONIK, GEN, Minera Penmont, CEPC, PROAES, Mundo Minero, CMPGRyPC, PJP4 y coordinado por Protección Civil Sonora.

## VII. DISCUSIÓN

El análisis literario realizado en la presente investigación muestra que los simulacros de gabinete son herramientas flexibles que mejoran la capacidad de respuesta a emergencias; cuyas características les permiten combinarse con las tecnologías de información y comunicación y realizarse de manera remota. Lo anterior resulta de gran relevancia en una pandemia, debido a que esto permite respetar los protocolos y medidas para evitar más contagios (FEMA, 2021a). Por ello, esta opción los convierte en una alternativa viable para capacitar a los cuerpos de respuesta a emergencias químicas en la actual pandemia de COVID-19. Hay que mencionar que la literatura también señala que estos son herramientas que, si bien, son eficientes y mejoran la capacidad de respuesta través de un enfoque estratégico, no tocan los aspectos operativos de una respuesta a una emergencia, por lo cual, es recomendable darles seguimiento con ejercicios operativos para evitar supuestos pocos realistas del plan de contingencias (Halonen y Altarriba, 2019).

Respecto al establecimiento de las necesidades de capacitación de los cuerpos de respuestas a emergencias químicas. Los resultados recopilados (ver figura 2) que se muestran en el análisis estadístico revelaron que el diésel es la sustancia con más incidencia de emergencias químicas relacionadas con el transporte de materiales peligrosos en Sonora, seguido del ácido sulfúrico y el amoníaco. Estos resultados concuerdan con los presentados en un estudio previo que reportó que el diésel, la gasolina y el ácido sulfúrico presentaron más incidencia de emergencias en Sonora, durante el periodo 2010-2017 (Placencia, 2017). Esto indica que existe una gran probabilidad de ocurrir nuevamente emergencias químicas que involucren éstas dos sustancias (diésel y ácido sulfúrico). Lo mencionado anteriormente indica que es necesario tomar acciones de prevención que simulen este tipo de emergencias relacionados con el transporte de materiales peligrosos, como lo son los simulacros, que como lo muestra la literatura estos han sido de gran ayuda para responder de manera eficaz y oportuna a las emergencias químicas (Varma y Varma, 2005). Los resultados presentados también concuerdan con la literatura presentada acerca de Sonora en la presente investigación, donde se menciona que gran parte de los accidentes químicos ocurridos en Sonora están relacionados con sus actividades económicas principales, las cuales producen y utilizan ampliamente estas sustancias (Protección Civil Sonora, 2019; Secretaría de Economía del Estado de Sonora, 2020). Esto demuestra que Sonora requiere brindarle prioridad a la prevención de

accidentes químicos debido a sus características distintivas (como ser Estado líder en minería en México y con gran actividad industrial) aumentan el riesgo de este tipo de eventos (Secretaría de Economía del Estado de Sonora, 2020).

En relación al escenario desarrollado para el simulacro de gabinete virtual que plantea la situación de un derrame de ácido sulfúrico en ciudad de Nogales, Sonora, a causa del descarrilamiento del ferrocarril que lo transportaba, toca varios aspectos importantes para mejorar la capacidad de los cuerpos de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora. El cruce del ferrocarril a través del área urbana de la ciudad de Nogales, Sonora, representa un gran riesgo para cientos de ciudadanos todos los días. Según datos proporcionados por el Acuerdo 29, se calcula que el tren de carga transita a través de la ciudad al menos 6 veces al día, y en ocasiones transporta grandes cantidades de materiales peligrosos como el ácido sulfúrico, amoníaco, arsénico, entre otros químicos (Gutiérrez, 2015). Tal fue el caso, que sirvió como base para el presente escenario, ocurrido en 2014, donde un tren cargado con 240 toneladas de ácido sulfúrico se volcó a solo 10 metros del río Santa Cruz, poniendo en riesgo fuentes de abastecimiento de agua de la ciudad de Nogales (Excelsior, 2014). Como se puede apreciar el escenario planteado en el simulacro de gabinete virtual está basado en hechos reales y en una problemática existente en la ciudad de Nogales. Por tales motivos se espera que dicho escenario, permita a los cuerpos de respuesta practicar y evaluar sus protocolos de respuesta para emergencias químicas.

Es relevante resaltar que el material desarrollado para realizar el simulacro de gabinete virtual, fue creado a partir de la metodología presentada en el HSEEP (Programa de Ejercicios y Evaluación de la Seguridad Nacional de los EE.UU.), la cual está aprobada por el Instituto de Manejo de Emergencias de los EE.UU. (U.S. Emergency Management Institute, EMI); y ha sido utilizada ampliamente por diferentes organizaciones alrededor de los EE.UU. para crear diferentes programas de ejercicios (FEMA 2021; Hagerty Consulting, 2020). Esto le da sustento al material creado para la realización de ejercicios futuros y del Simulacro de Gabinete Virtual de Ácido Sulfúrico propuesto a las autoridades correspondientes de la toma de decisiones y acciones de respuesta a emergencias químicas del Estado de Sonora.

## VIII. CONCLUSIONES

Los resultados del diagnóstico referenciado y el análisis de los datos recopilados, muestran que en el Estado de Sonora a pesar de que es común la incidencia emergencias químicas durante el transporte de materiales peligrosos, aún existe la necesidad de mejorar la capacidad de respuesta de los responsables de hacer frente a este tipo de incidentes, sobre todo en relación a aquellas emergencias químicas que ocurren con más frecuencia (durante el transporte de diésel, ácido sulfúrico y amoníaco) y que están relacionados con características distintivas del Estado de Sonora, como son sus actividades económicas.

La realización de un simulacro de gabinete virtual desarrollado a través la metodología propuesta por el Programa de Ejercicios y Evaluación de la Seguridad Nacional de los Estados Unidos; que tenga como tema, un escenario que plantea la hipótesis de un derrame de ácido sulfúrico por el descarrilamiento de un tren, tiene el potencial de fortalecer las capacidades de respuesta de los cuerpos encargados de atender las emergencias químicas que ocurren en el Estado de Sonora en tiempos de pandemia, y contribuir con los objetivos del desarrollo sustentable principalmente con el objetivo número tres de salud y bienestar.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Una de las fortalezas de los simulacros de gabinete es que fomentan la interacción entre agencias en entornos de bajo estrés. Por lo tanto, dan la oportunidad de entablar discusiones e identificar brechas en los protocolos y capacidades de respuesta, sin algún tipo de consecuencia real. Sin embargo, no hay que olvidar que se están evaluando temas de vital importancia y seriedad, que en caso de no prestarles la atención debida podrían resultar graves consecuencias al momento de ocurrir un hecho real. Por tal motivo, se recomienda a los participantes de este tipo de ejercicios tomar la actitud debida y darle prioridad a todo aquello que mejore la calidad y los resultados ejercicio.

En caso que se desee realizar un nuevo simulacro de gabinete virtual se recomienda llevar a cabo las reuniones de planificación presentadas en la sección de resultados para establecer los elementos centrales de diseño como: los objetivos, parámetros de evaluación, escenario y evaluación de la orientación de medios y asuntos públicos, entre otras cosas. Una vez realizadas dichas reuniones también se recomienda usar las plantillas de diseño que se encuentran en los apéndices C2, E2, H2, I2 (Manual situacional, guía del facilitador, guía de evaluación y plan de mejora) para elaborar con base en lo establecido en estas reuniones el material principal para llevar a cabo el simulacro de gabinete virtual. Hay que recordar que todo el material desarrollado en el presente trabajo es para un plan de ejercicios que solo realiza simulacros de gabinete, por lo cual, no toma en cuenta las cuestiones operativas, ni el desarrollo de planes que continúen con la capacitación con otro tipo de ejercicios.

## X. REFERENCIAS

- Alim, S., Kawabata, M. y Nakazawa, M., 2015. Evaluation of disaster preparedness training and disaster drill for nursing students. *Nurse Education Today*, 35(1), pp.25–31.
- ANIQ, 2020. *Acciones De ANIQ Para Atender La Emergencia Por COVID-19*. [En línea] Disponible en: <<https://aniq.org.mx/webpublico/notas/acciones-emergencia-COVID.asp>> [Fecha de acceso: 7 Marzo 2021].
- Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente, 2016. ¿Qué es ASEA y qué regula? [En línea] Disponible en: <<https://www.gob.mx/asea/es/articulos/que-es-asea-y-que-regula?idiom=es>> [Fecha de acceso: 29 Agosto 2021].
- Bembibre, C., 2020. *Simulacros*. [En línea] Disponible en: <<https://www.importancia.org/simulacros.php>> [Fecha de acceso: 29 Marzo 2021].
- Bernardes, S.M.F., Rebelo, F., Vilar, E., Noriega, P. y Borges, T., 2015. Methodological Approaches for Use Virtual Reality to Develop Emergency Evacuation Simulations for Training, in Emergency Situations. *Procedia Manufacturing*, 3, pp.6313–6320.
- Brunner, J. y Lewis, D., 2006. *Tabletop Exercises Can Train All the Staff for Safety*. [En línea] Disponible en: <<https://www.jstor.org/stable/20720486>> [Fecha de acceso: 16 Marzo 2021].
- Butler, J.C., Cohen, M.L., Friedman, C.R., Scripp, R.M. y Watz, C.G., 2002. Collaboration between Public Health and Law Enforcement: New Paradigms and Partnerships for Bioterrorism Planning and Response. *Emerging Infectious Diseases* •, 8(10).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2019. ¿Para qué sirven los simulacros? [En línea] Disponible en: <<https://www.gob.mx/cenapred/articulos/para-que-sirven-los-simulacros?idiom=es#:~:text=Los%20simulacros%20son%20ensayos%20que,respuesta%20probada%20de%20c%C3%B3mo%20atenderla.>>> [Fecha de acceso: 16 Marzo 2021].
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2016. ¿Qué es el SINAPROC y cómo se consolidó en nuestro país? ¡Entérate! [En línea] Disponible en: <<https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-es-el-sinaproc-y-como-se-consolido-en-nuestro-pais-enterate>> [Fecha de acceso: 23 Marzo 2021].
- Dhawan, S., 2020. Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), pp.5–22.
- DOF, 2018. ACUERDO por el que se emite el Manual de Organización y Operación del Sistema Nacional de Protección Civil. [En línea] Disponible en: <[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5531489&fecha=13/07/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5531489&fecha=13/07/2018)> [Fecha de acceso: 13 Abril 2021].
- Emergency Management Services International (EMSI), 2018. Types of Exercises. [En línea] Disponible en: <<http://www.emsics.com/exercises/types-of-exercises/>> [Fecha de acceso: 14 Abril. 2021].
- Eygun, C., Cazes, L., Michel, C., Angola, P., Huet, J. y Page-Jones, L., 2014. *SPE-170233-MS Response to a major oil spill from a blow-out incident: the Very Full-Scale Exercise “LULA.”*
- Excelsior, 2014. Se Descarrila tren de Grupo México cargado con ácido sulfúrico en Sonora. [En línea] Disponible en: <<https://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/08/25/978118>> [Fecha de acceso: 16 Junio 2021].
- FEMA, 2005. *IS-120.A Una introducción a los simulacros*. [En línea] Disponible en: <[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/212/1/is-120.a\\_una\\_introduccion\\_a\\_los\\_simulacros.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/212/1/is-120.a_una_introduccion_a_los_simulacros.pdf)> [Fecha de acceso: 24 Marzo 2021].
- FEMA, 2021a. *Emergency Management Institute (EMI) Virtual Table Top Exercise (VTTX)*. [En línea] Virtual Table Top Exercise (VTTX). Disponible en: <<https://training.fema.gov/programs/emivttx.aspx>> [Fecha de acceso: 15 Marzo 2021].

- FEMA, 2021b. Homeland Security Exercise and Evaluation Program. [En línea] 2021. Disponible en: <<https://www.fema.gov/es/emergency-managers/national-preparedness/exercises/hseep>> [Fecha de Acceso: 5 Abril 2021].
- Fernandez, J.A., Daltuva, J.A. and Robins, T.G., 2000. Industrial Emergency Response Training: An Assessment of Long-Term Impact of a Union-Based Program. *Am. J. Ind. Med*, 38, pp.598–605.
- Gardner, A.K., DeMoya, M.A., Tinkoff, G.H., Brown, K.M., Garcia, G.D., Miller, G.T., Zaidel, B.W., Korndorffer, J.R., Scott, D.J. y Sachdeva, A.K., 2016. Using simulation for disaster preparedness. In: *Surgery (United States)*, 160(3), Mosby Inc.pp.565–570.
- Gobierno de México, 2020. *Protección Civil y PNUD promueven acuerdo orientado hacia Gestión Integral de Riesgos y Prevención*. [En línea] Disponible en: <<https://www.gob.mx/sspc/prensa/proteccion-civil-y-naciones-unidas-promueven-acuerdo-orientado-hacia-gestion-integral-de-riesgos-y-prevencion>> [Fecha de acceso: 9 Marzo 2021].
- Gobierno de México, 2021a. *Centro de Nacional de Prevención de Desastres ¿Qué hacemos?* [En línea] Disponible en: <<https://www.datos.gob.mx/busca/organization/about/cenapred>> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- Gobierno de México, 2021b. *Covid-19*. [En línea] Disponible en: <<https://datos.covid-19.conacyt.mx/>> [Fecha de acceso: 13 Marzo 2021].
- Gobierno del Estado de Sonora, 2016. *Sonora en paz y tranquilidad*. [En línea] Primer informe de gobierno. Disponible en: <[http://sspsonora.gob.mx/images/SONORA\\_EN\\_PAZ\\_TRANQUILIDAD.pdf](http://sspsonora.gob.mx/images/SONORA_EN_PAZ_TRANQUILIDAD.pdf)> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- Gobierno del Estado de Sonora, 2018. *Ley de Protección Civil del Estado de Sonora*. [En línea] Boletín Oficial. Disponible en: <<http://www.proteccioncivil.sonora.gob.mx/images/ley-de-proteccion-civil-11062018.pdf>> [Fecha de acceso: 24 Marzo 2021].
- Google, 2021. *Google Earth Software*. [En línea] Disponible en: <<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- Hagerty Consulting, 2020. Exercises 2.0: Virtual Tabletops as part of the “New normal.” [En línea] Disponible en: <<https://hagertyconsulting.com/about-us/blog/exercises-2-0-virtual-tabletops-as-part-of-the-new-normal/>> [Fecha de acceso: 14 Abril 2021].
- Halonen, J. y Altarriba, E., 2019. Improving preparedness for shipborne oil pollution – highlights of tabletop exercises at saimaa inland waters. *TransNav*, 13(1), pp.221–228.
- Hansen, K. y Pounds, L., 2008. Beyond the hit-and-run tabletop exercise. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 3(2), pp.137–144.
- High, E.H., Lovelace, K.A., Gansneder, B.M., Strack, R.W., Callahan, B. y Benson, P., 2010. Promoting Community Preparedness: Lessons Learned From the Implementation of a Chemical Disaster Tabletop Exercise. *Health Promotion Practice*, 11(3), pp.310–319.
- Husna, C., Kamil, H., Yahya, M., Tahlil, T. y Darmawati, D., 2020. Does Tabletop Exercise Enhance Knowledge and Attitude in Preparing Disaster Drills? *Nurse Media Journal of Nursing*, [En línea] 10(2), pp.182–190. Disponible en: <<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/medianers>>.
- ICCA, 2020. *Support of the International Council of Chemical Associations (ICCA) for G20 Trade Actions to Respond to COVID-19*. [En línea] Disponible en: <<https://aniq.org.mx/webpublico/notas/assets/docs/FINAL%20ICCA%20Letter%20to%20G20%20Leaders%20on%20COVID-19%20Trade%20Actions%20-%2020200421.pdf>> [Fecha de acceso: 8 Marzo 2021].
- INECC, 2016. *Perfil Nacional de Sustancias Químicas Base 2014, Contaminación y Salud Ambiental*. [En línea] Ciudad de México. Disponible en: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/208068/PERFIL\\_NACIONAL\\_DE\\_SUSTANCIAS\\_QU\\_MICA\\_S\\_final.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/208068/PERFIL_NACIONAL_DE_SUSTANCIAS_QU_MICA_S_final.pdf)> [Fecha de acceso: 8 Marzo 2021].

- INEGI, 2021. *MxSIG*. [En línea] Disponible en: <<https://www.inegi.org.mx/servicios/mxsig.html>> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- IPIECA & IOGP, 2018. *Oil spill exercises. Good practice guidelines for the development of an effective exercise programme*. pp.5, 12, 13, 19.
- IPIECA & IOGP, 2014. *Oil spill exercises good practice guidelines for the development of an effective exercise programme*. [En línea] London. Fecha de acceso: <<https://www.iogp.org/bookstore/product/oil-spill-preparedness-and-response-an-introduction/>>.
- Gutiérrez Jiménez, J. 2015. Acuerdo 29. [En línea] Disponible en: <<http://www.congresoson.gob.mx:81/Content/InformacionPublica/Articulo17bisA/5/LXI/Dictámenes15/ACUERDO29.pdf>> [Fecha de acceso: 16 Julio 2021].
- Gleason, J. 2003. TAKING A STEP BACK. EXERCISES AS TRAINING OPPORTUNITIES. In: *International Oil Spill Conference Proceedings*. [En línea] Boston. pp.1055–58. Disponible en: <<http://meridian.allenpress.com/iosc/article-pdf/2003/1/1055/2350317/2169-3358-2003-1-1055.pdf>>.
- Lasky, M., 2010. The value of tabletop exercises and one-page planning documents. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 4(2).
- Lauren, W., Shane, K., Alex, S., Michael, D., James, O. y Eric, G., 2018. Disaster training in 24 hours: Evaluation of a novel medical student curriculum in disaster medicine. *Journal of Emergency Medicine*, 57(11), pp.723–733.
- López, T., 2013. *Simulacros de evacuación*. [En línea] Disponible en: <<https://comunicaciones.utp.edu.co/noticias/20387/importancia-de-los-simulacros#:~:text=%E2%80%9CLos%20simulacros%20tienen%20una%20gran,de%20los%20medios%20%C3%A9nicos%20y>> [Fecha de acceso: 27 Marzo 2021].
- Lurie, N., Wasserman, J. y Nelson, C.D., 2006. Public health preparedness: Evolution or revolution? *Health Affairs*, 25(4), pp.935–945.
- Martin Razynskas, 2021. Acrónimo ANIDAR para respuesta a emergencias de materiales peligrosos. Carta (Comunicación personal, 31 Julio 2021).
- Mendoza Cantú, A. y Ize Lema, I.A.R., 2017. *Las sustancias químicas en México. perspectivas para un manejo adecuado*. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 33(4), pp. 719-745.
- Mirzaei, S., Eftekhari, A., Mohammadinia, L., Dehghani Tafti, A.A., Norouzinia, R. y Nasiriani, K., 2020. Comparison of the Effect of Lecturing and Tabletop Exercise Methods on Level of Preparedness of Nurses against Natural Disasters. *Journal of Holistic Nursing And Midwifery*, pp.17–26.
- Naciones Unidas, 2021. *Los ODS son más importantes que nunca*. [En línea] Resurgir más mejores y más fuertes. Disponible en: <[https://feature.undp.org/emerging-stronger-and-better/es/?utm\\_source=web&utm\\_medium=homepage&utm\\_campaign=12lessonsfromCOVID19#11](https://feature.undp.org/emerging-stronger-and-better/es/?utm_source=web&utm_medium=homepage&utm_campaign=12lessonsfromCOVID19#11)> [Fecha de acceso: 26 Marzo 2021].
- Naciones Unidas, 2015. *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. [En línea] Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>> [Fecha de acceso: 7 Marzo 2021].
- Naciones Unidas, 2020. *Gestión Ecológicamente Racional de los Productos Químicos Tóxicos, Incluida la Prevención del Tráfico Internacional*. [En línea] Programa 21: Capítulo 19. Disponible: <<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter19.htm>> [Fecha de acceso: 9 Marzo 2021].
- Nilsson, J., Johansson, E., Carlsson, M., Leksell, J., Lepp, M., Lindhoolm, C. y Gardulf, A., 2016. Disaster nursing: Self-reported competence of nursing students and registered nurses, with focus on their readiness to manage violence, serious events and disasters. *Nurse Education in Practice*, 17(1), pp.102–108.

- OCDE, 2012. *Gobernanza Empresarial para la Seguridad de los Procesos Directrices para los altos Cargos de las Industrias de Alto Riesgo OCDE Medio Ambiente, Salud y Seguridad Programa de Accidentes Químicos*. [En línea] Disponible en: <[https://www.oecd.org/env/ehs/chemical-accidents/ES\\_Corporate%20Governance%20for%20Process%20Safety\\_with%20cover.pdf](https://www.oecd.org/env/ehs/chemical-accidents/ES_Corporate%20Governance%20for%20Process%20Safety_with%20cover.pdf)> [Fecha de acceso: 6 Abril 2021].
- OMS, 2019. *COVID-19: cronología de la actuación de la OMS*. [En línea] Disponible en: <<https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>> [Fecha de acceso: 8 Marzo 2021].
- OMS, 2021. Seguridad de las sustancias químicas. [En línea] Temas de Salud. Disponible en: <[https://www.who.int/topics/chemical\\_safety/es/#:~:text=La%20seguridad%20de%20las%20sustancias,human a%20y%20el%20medio%20ambiente.](https://www.who.int/topics/chemical_safety/es/#:~:text=La%20seguridad%20de%20las%20sustancias,human a%20y%20el%20medio%20ambiente.)> [Fecha acceso: 4 Abril 2021].
- OPS, 2010. *Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres*. 1st ed. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Peterson, C.H., Rice, S.D., Short, J.W., Esler, D., Bodkin, J.L., Ballachey, B.E. y Irons, D.B., 2003. Long-Term Ecosystem Response to the Exxon Valdez Oil Spill. *Science*, [En línea] 302(2082). Disponible en: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14684812/>>.
- Placencia, A., 2021. Fortalecimiento de la seguridad en el transporte de materiales peligrosos. Máster. Universidad de Sonora.
- Plascencia, A. 2017. Transporte Sustentable de Materiales Peligrosos: Escenarios Históricos en Carreteras de Sonora.
- PNUD, 2020. *Protección Civil y PNUD promueven acuerdo orientado hacia gestión integral de riesgos y prevención*. [En línea] Disponible en: <<https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/presscenter/pressreleases/2020/01/gestion-integral-de-riesgos-y-orientacion-a-la-prevencion--objet.html>> [Fecha de acceso: 26 Marzo 2021].
- PNUD, 2021. *Resurgir mejor y más fuertes*. [En línea] Objetivos del Desarrollo Sostenible. Disponible en: <<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>> [Fecha de acceso: 21 Marzo 2021].
- PNUD México, 2020. *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en México*. [En línea] Conoce nuestros proyectos. Disponible en: <<https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home.html>> [Fecha de acceso: 8 Marzo 2021].
- PROFEPA, 2014. *Ordena PROFEPA Remediación por Derrame de Ácido Sulfúrico en Río Sonora*. [En línea] Disponible en: <[https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6211/1/mx.wap/ordena\\_profepa\\_remediacion\\_por\\_derrame\\_de\\_acido\\_sulfurico\\_en\\_rio\\_sonora.html](https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6211/1/mx.wap/ordena_profepa_remediacion_por_derrame_de_acido_sulfurico_en_rio_sonora.html)> [Fecha de acceso: 8 Marzo 2021].
- PROFEPA, 2019a. *Emergencias químicas en México*. [En línea] Disponible: <<https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- PROFEPA, 2019b. *Inicia Profepa procedimiento de inspección por derrame de ácido sulfúrico en la API de Guaymas, Sonora*. [En línea] Disponible en: <<https://www.gob.mx/profepa/prensa/inicia-profepa-procedimiento-de-inspeccion-por-derrame-de-acido-sulfurico-en-la-api-de-quaymas-sonora-208405>> [Fecha de acceso: 21 Marzo 2021].
- Protección Civil Sonora, 2019. *Toma de Protesta y Reunion Ordinaria del Comité Técnico Consultivo en Materiales Peligrosos del Estado de Sonora. Antecedentes 1985-2019*, Cursos de capacitación para emergencias químicas. Protección Civil Sonora, no publicado.
- Proyecto Puente, 2021. *Vuelca pipa que transportaba gas y materiales peligrosos en carretera Ímuris- Cananea, suspenden circulación*. [En línea] Disponible en: <<https://proyectopuente.com.mx/2021/08/02/vuelca-pipa-que-transportaba-gas-y-materiales-peligrosos-en-carretera-imuris-cananea-suspenden-circulacion/>> [Fecha de acceso: 3 Agosto. 2021].

- Química Pima, 2015. Hoja de Seguridad de Materiales Peligrosos- ácido sulfúrico. [En línea] Disponible en: [http://www.quimicapima.com/industrial/Acido\\_Sulfurico\\_HDS.pdf](http://www.quimicapima.com/industrial/Acido_Sulfurico_HDS.pdf) [Fecha de Acceso: 16 Agosto 2021].
- Razzetti, E.A., 2017. Tabletop Exercises for Added Value in Affordable Acquisition. *Defense AT & L Magazine*, pp.26–31.
- Ritcher, J., Livet, M., Stewart, J., Feigley, C.E., Scott, G. y Richter, D., 2005. Coastal terrorism: Using tabletop discussions to enhance coastal community infrastructure through relationship building. *Journal of Public Health Management and Practice*, pp.45–49.
- Sandoval Silva, M., del Carmen Hernández Moreno, M., Celina Soto Soto, A. y Ángel Vázquez Ruiz, M., 2008. *Impacto subregional del tlcán Sonora en el contexto de la frontera norte\**. [En línea] FRONTERA NORTE. Disponible en: [http://sspsonora.gob.mx/images/SONORA\\_EN\\_PAZ\\_TRANQUILIDAD.pdf](http://sspsonora.gob.mx/images/SONORA_EN_PAZ_TRANQUILIDAD.pdf) [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- Secretaría de Desarrollo Social, 2021. Prevención y Preparación de la Respuesta en Caso de Accidentes Químicos en México y el Mundo. [En línea] Serie Monografías No. 5. Disponible en: [http://centro.paot.org.mx/documentos/sedesol/preve\\_prepa\\_mundo.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/sedesol/preve_prepa_mundo.pdf) [Fecha de acceso: 6 Abril. 2021].
- Secretaría de Economía de Sonora, 2020 (SE de Sonora). *Sonora en la Minería*. [En línea] Disponible en: <https://www.economiasonora.gob.mx/portal/minero#:~:text=Sonora%20es%20el%20estado%20%C3%ADder,el%20%C3%BAnico%20productor%20de%20molibdeno.&text=Sonora%20gracias%20a%20su%20potencial,estados%20mineros%20del%20territorio%20mexicano> [Fecha de acceso: 25 Marzo 2021].
- Secretaría de Economía (SE) del Estado de Sonora., 2020. *Sonora en la Minería*. [En línea] Sonora en la Minería. Disponible en: <http://economiasonora.gob.mx/portal/minero#:~:text=Sonora%20es%20el%20estado%20%C3%ADder,el%20%C3%BAnico%20productor%20de%20molibdeno> [Fecha de acceso: 3 Marzo 2021].
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 2020. *Centros de Capacitación*. [En línea] Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/centros-de-capacitacion/> [Fecha de acceso: 3 Marzo 2021].
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2012. *Vulnerabilidad de las Carretas por el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos*. [En línea] Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt364.pdf> [Fecha de acceso: 17 Julio 2021].
- SEGOB, 2014. *Programa Nacional De Protección Civil 2014-2018*. [En línea] Diario Oficial de la Federación. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5343076&fecha=30/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343076&fecha=30/04/2014) [Fecha de acceso: 23 Marzo 2021].
- SEGOB y CENAPRED, 2010. Guía Práctica de Simulacros de Evaluación en Inmuebles. 3a ed. [En línea] Disponible en: <http://www.proteccioncivil.tijuana.gob.mx/pdf/guias/guias/Guia%20Practica%20de%20Simulacros%20de%20Evacuacion%20en%20Inmuebles%20CENAPRED%202009.pdf> [Fecha de acceso: 6 Abril 2021].
- SEMARNAT, 2016. *El Programa Frontera 2020 es el más reciente programa ambiental implementado en el marco del Acuerdo de La Paz de 1983*. [En línea] Introducción Frontera 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/introduccion-frontera-2020> [Fecha de acceso: 27 Marzo 2021].
- SEMARNAT, 2018. *Programa Frontera 2020*. [En línea] Asuntos Internacionales. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-frontera-2020> [Fecha de acceso: 25 Marzo 2021].
- Simple, S. y Cherrie, J.W., 2020. Covid-19: Protecting Worker Health. *Annals of Work Exposures and Health*, 64(5), 24 Jun., pp.461–464.
- Si, H., Ji, H. y Zeng, X., 2012. Quantitative risk assessment model of hazardous chemicals leakage and application. *Safety Science*, 50(7), pp.1452–1461.

- Spence, S., Whitler, J. y Stormont Caitlin, 2011. Security and Preparedness. *American Water Works Association*, [En línea] 103(12), pp.25–27. Disponible en: <<http://water.epa.gov/infrastructure/watersecurity/>>.
- Tavangarian, D., Leypold, M.E., Nölting, K., Röser, M. y Voigt, D., n.d. *Is e-Learning the Solution for Individual Learning?* [En línea] Disponible en: <<https://ur.booksc.eu/book/69697879/39bde3>>.
- Tseng, J.M., Liu, M.Y., Chang, R.H., Su, J.L. and Shu, C.M., 2008. Emergency response plan of chlorine gas for process plants in Taiwan. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21(4), pp.393–399.
- U.S. Department of Homeland Security (UDHS), 2007. Homeland Security Exercise and Evaluation Program. *HSEEP overview and exercise program management*, 1.
- U.S. Department of Transportation, Transport Canada y SCT, 2020. Guía de respuesta en caso de emergencia. [En línea] Disponible en: <<https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2020-07/GRE2020-WEB.pdf>> [Fecha de acceso: 5 Agosto 2021].
- US EPA, 2020. *Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2020*. [En línea] Disponible en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001674.pdf>> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- US EPA, 2021. *Aloha Software*. [En línea] Disponible en: <<https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>> [Fecha de acceso: 30 Marzo 2021].
- US EPA y SEMARNAT, 2012. *Frontera 2012*. [En línea] Programa Ambiental México-Estados Unidos. Disponible en: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182393/Programa\\_Frontera\\_2012.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182393/Programa_Frontera_2012.pdf)> [Fecha de acceso: 27 Marzo 2021].
- U.S. Homeland Security Exercise y Evaluation Program (HSEEP), 2020. Exercise Type. [En línea] Disponible en: <<https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-04/Homeland-Security-Exercise-and-Evaluation-Program-Doctrine-2020-Revision-2-2-25.pdf>> [Disponible en: 27 Marzo 2021].
- U.S. EPA, SEMARNAT y SEGOB, 2009. Plan Conjunto de Contingencias y Emergencias México- Estados Unidos. [En línea] Disponible en: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182374/PCC\\_MX\\_US\\_esp.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182374/PCC_MX_US_esp.pdf)> [Fecha de Acceso: 5 Agosto 2021].
- Vallejo, J., 2020. *Arrasa incendio con bodega en Hermosillo*. [En línea] Disponible en: <<https://www.expreso.com.mx/seccion/hermosillo/189539-arrasa-incendio-con-bodega-en-hermosillo.html>> [Fecha de acceso: 25 Marzo 2021].
- Varma, R. y Varma, D.R., 2005. The Bhopal disaster of 1984. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 25(1), pp.37–45.
- Xu, H., Wang, S. y Wang, L., 2020. Quality Evaluation Method for Airport Emergency Plan by Virtual Drill Simulation. In: *Proceedings - 2019 6th International Conference on Dependable Systems and Their Applications, DSA 2019*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.pp.450–454.
- Zhang, J.H., Liu, H.Y., Zhu, R. y Liu, Y., 2017. Emergency evacuation of hazardous chemical accidents based on diffusion simulation. *Complexity*, 2017, pp.1–16.
- ZOOM Video Communications Inc., 2021. Reuniones de Zoom y Chat. [En línea] Disponible en: <<https://explore.zoom.us/es-es/meetings.html>> [Fecha de acceso: 11 Julio 2021].