

# **Diseño de herramientas para la detección y atención temprana de emergencias en empresas de producción: Un caso de estudio**

Design of tools supporting the early detection and intervention of emergencies in production companies: A case study

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.12>

Fecha de Recepción: 23/03/2022. Fecha de Publicación: 21/06/22

**Dayanna-Patricia Aranda-Rúa**

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)  
[daranda1@cuc.edu.co](mailto:daranda1@cuc.edu.co)

**María-del Pilar Gómez-Fernández**

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)  
[mgomez95@cuc.edu.co](mailto:mgomez95@cuc.edu.co)

**Melissa Palacio-de la Cruz**

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)  
[mpalacio3@cuc.edu.co](mailto:mpalacio3@cuc.edu.co)

**Queisy-Alejandra Peralta-Núñez**

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)  
[qperalta1@cuc.edu.co](mailto:qperalta1@cuc.edu.co)

**Miguel Ortíz-Barríos, Eng., MSc, PhD.**

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)  
[mortiz1@cuc.edu.co](mailto:mortiz1@cuc.edu.co)

**Luz Borrero-López, MSc.**

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)  
[lborrero2@cuc.edu.co](mailto:lborrero2@cuc.edu.co)

## **Resumen**

Este artículo presenta el diseño e implementación de una herramienta tecnológica destinada a brindar respuestas ante eventos de emergencia en una empresa de producción. Estos se encuentran categorizadas en un software donde se despliegan como estrategias para minimizar los impactos de los riesgos que puedan materializarse y colocar en riesgo la vida, la continuidad del negocio y las finanzas de la planta de producción. Se utilizará una metodología tipo experimental con el fin de fundamentar de manera correcta el desarrollo de un prototipo de alerta temprana por medio de la implementación de las siguientes fases: la identificación y caracterización de los riesgos potenciales de generar emergencias potenciales en la organización, la descripción y diseño algorítmico del sistema operativo en un manual descriptivo el cual tendrá como objetivo dar a conocer el funcionamiento del software a través de los mandos de control y generar por ende, un impacto positivo en temas de prevención de riesgos. Para asegurar su buen funcionamiento, el software será sometido a pruebas piloto para realizar mejoras que minimicen los posibles eventos catastróficos evitando así pérdidas humanas y económicas.

## **Palabras clave**

Emergencia; Riesgo; Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

## **Abstract**

This article presents the design and implementation of a technological tool aimed at providing responses to emergency events in a production company. These are categorized in software where they are deployed as strategies to minimize the impacts of risks that may materialize and put the life at risk as well as the business sustainability. A pilot-type methodology will be used to properly inform the development of an early warning prototype through the implementation of the following phases: (i) identification and characterization of risks generating potential emergencies in the organization, (ii) the description and algorithmic design of the system. To ensure its proper functioning, pilot tests were undertaken to make improvements minimizing the consequences and severity of possible catastrophic events thus avoiding human and economic losses.

## **Keywords**

Emergency; Risk; Occupational Health and Safety (OHS).

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad todas las empresas deben contar con un sistema de respuesta eficaz y eficiente ante situaciones súbita de emergencia que podrían exponer la estabilidad y continuidad del sistema de la compañía, las cuales van desde las pérdidas materiales, económicas y humanas, afectación a la comunidad, daños al medio ambiente, impacto a la imagen de la organización o periodos de lucro cesante, entre otras (Ortíz-Barrios et al., 2022)

A nivel mundial la historia de desastres en las organizaciones lleva a la necesidad de actuar en forma oportuna y organizada ante las posibles amenazas, logrando resguardar la integridad física de las personas. En la cotidianidad de las empresas se pueden ver afectadas de manera repentina con los riesgos de origen: tecnológicos (incendios, explosiones, fallas eléctricas, fallas estructurales, etc.) y sociales (vandalismo, terrorismo, asonadas y otras acciones), sin dejar a un lado aquellos dados por cumplimiento de funciones laborales y que se ve expuesta la vida de quien lo ejecuta. Por lo anterior existen normatividades de carácter obligatorio e instituciones para el desarrollo e innovación en los sistemas de atención a emergencias.

Por lo tanto, en Colombia para el año 2020 se presentaron 432 casos y 5 casos en el Departamento del Atlántico de desastres e incendios estructurales según (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2020) La Dirección Nacional de Bomberos de Colombia (DNBC) en cumplimiento a los establecido en la Ley 1562 de 2012, el Decreto 1072 de 2015, la Resolución 0312 de 2019 y normatividad vigente en SST, ha estructurado el SG-SST implementando planes, programas, protocolos, procedimientos y lineamientos para mantener y proporcionar óptimas condiciones de trabajo. A la fecha los eventos atendidos y clasificados son los siguientes: Se han realizado 44 informes estadísticos de emergencias, se han emitido 14 boletines informativos de temporadas por sala situacional, 30 alertas tempranas y 15 circulares, se ha

tramitado el 100% de los apoyos solicitados con las entidades que conforman el sistema nacional de gestión del riesgo, con un total de 83. Desde la sala situacional se han realizado 64 reportes de emergencias especiales. Se ha generado un total de 832 reportes de emergencias diarios, distribuidos entre emergencias en general, presentaciones de incendios forestales y reportes diarios de incendios forestales. Se han realizado un total de 31 informes semanales de las actividades bomberiles más relevantes y a raíz de la emergencia sanitaria, se realizó seguimiento a los casos covid-19 presentados a las unidades bomberiles del país, siendo afectados a la fecha 24 Departamentos, 65 Municipios, para un total de casos confirmados de 335 (Dirección Nacional De Bomberos De Colombia, 2020).

Por otro lado, la empresa de producción objeto de este proyecto, fue evaluada por una entidad de seguros y basado en el estudio de ingeniería conceptual realizado, actualmente busca mejorar sus sistemas de control de emergencias ya que consta de un sistema de seguridad obsoleto para el crecimiento que ha tenido la organización a nivel estructural, donde es importante resaltar lo siguiente:

1. Se cuenta con tres gabinetes de mangueras instalados en la salida del pasillo de los baños, en planta harina y en el pasillo de preparación y cocina, con el fin de atender a una emergencia de incendios en todas las áreas de la compañía. Obteniendo así una deficiencia del sistema al presentarse un incidente en otras áreas.
2. El sistema de Red no cumple con las normativas de la National Fire Protection Association (NFPA), actualmente esta red toma directamente el agua del río por lo cual es posible que esta tubería pueda tener sedimentación y ser ineficiente en el momento de su uso. ya que no cumple con las especificaciones como diámetro, caudal, presión, etc.

Es por ello, que se pretende reforzar el sistema de red contra incendios y se genera la siguiente pregunta problema, ¿Qué software se puede diseñar e implementar para la detección y atención oportuna de emergencias en la empresa de producción?

El presente proyecto pretende ejecutar bajo la necesidad que posee actualmente las instalaciones de la organización para responder ante situaciones de calamidad, desastre o emergencia; y lograr disminuir el impacto del riesgo, a través de la planificación y organización de un sistema de emergencias y contingencias que sea capaz de minimizar el daño a la institución. El diseño del plan de emergencias y contingencias es vital, ya que permitirá establecer las políticas, planes, procesos, procedimientos y estrategias propicias para asistir de manera eficiente y eficaz ante cualquier situación o eventualidad adversa de carácter natural, tecnológica o social que pueda afectar la tranquilidad de la empresa; por lo que con este proyecto se busca promover en todos los niveles organizacionales de la empresa incluyendo desde directivos, supervisores, operarios, un cambio en la cultura que permita dimensionar, entender y reaccionar asertivamente ante las situaciones de peligro, riesgo o desastre.

Actualmente el software empleado en el análisis de emergencias requiere de una alta inversión económica, las cuales limitan a los diseñadores que están iniciando en el campo, estos softwares contienen un formato de entrega de resultados basados en las normas existentes. Debido al alto costo de los softwares especializados en el diseño de redes de emergencia provoca la importancia de analizar el funcionamiento de dichos programas existentes que radica en encontrar o relacionar dicho funcionamiento con el objetivo de salvaguardar vidas y activos de la organización, ofreciendo los siguientes beneficios:

- En cuanto a Seguridad y Salud en el Trabajo, el desarrollo de este proyecto permitirá que la empresa de producción mejore y optimice sus actividades y procedimientos en temas de prevención de emergencias, promoción del bienestar de los trabajadores y protección de las instalaciones de la organización. Este software será una herramienta que ayudará a detectar cualquier tipo de emergencia para poder atender de forma rápida, implementando todas las medidas establecidas en el sistema de gestión.
- A nivel tecnológico, el proyecto permitirá incorporar nuevas tecnologías en los procesos de prevención y respuesta a emergencias, brindando elementos de asertividad en la mitigación o en el control de adversidades.
- Con respecto al ámbito económico, desarrollar este proyecto permitirá reducir al mínimo las posibles pérdidas o daños producidos una vez haya ocurrido un incidente que afecte a la salud y la integridad de las personas,

teniendo en cuenta que el nivel de satisfacción, seguridad y bienestar rebosa en empresas más productivas como respuesta a lo que un individuo busca en su trabajo y, realmente consigue, así como plantea en su artículo (Carrillo-García et al., 2015; Ortíz-Barrios et al., 2018)

Por lo anterior, es de vital importancia realizar el diseño y la implementación de un software para la oportuna detección y atención frente a una emergencia, en donde la protección de las vidas humanas, la protección de las instalaciones, maquinaria y equipos, la continuidad de las operaciones y la protección del medio ambiente, son los principios fundamentales para el control del riesgo de emergencias.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera: La Sección 2 presenta la revisión literaria basada en las experiencias de emergencias que se han presentado en distintas áreas del mercado y en el uso de nuevas aplicaciones tecnológicas que permita caracterizar las potenciales situaciones de emergencia y consolidar rutas de respuesta para la toma de decisiones oportunas. Luego, la Sección 3 describe la metodología haciendo énfasis en las fases del proyecto, actividades que se desarrollan en cada fase, técnicas que se aplican y el tiempo de ejecución de cada una. Seguido, la Sección 4 presenta los resultados parciales obtenidos mientras que la Sección 5 enuncia las conclusiones.

## **II. REVISIÓN LITERARIA**

El uso de dispositivos móviles se ha incrementado considerablemente, esto posibilita el acceso a diferentes aplicaciones o herramientas complementarias que facilitan resolver necesidades. El diseño de un software que facilite enviar información en tiempo real a los celulares desde los tableros de control, existiendo el riesgo que las componentes principales para tal fin fallen o cambien, haciéndolo conveniente para el apoyo. En caso de que se materialice alguna emergencia, este mecanismo es primordial cuando el tiempo empieza a correr y se debe tomar la decisión para salvar vidas y preservar bienes para la continuidad del negocio. Las estrategias que impulsan a darle continuidad de negocio estarán siempre atadas a la identificación de los riesgos existentes y la manera oportuna como ellas se abordan ante la potencial amenaza de acuerdo con lo planteado en el artículo “*Evolución y modelos de implementación de sistemas de gestión de continuidad del negocio del negocio*”, (Becerra-Acevedo et al., 2021)

Entendiendo que la continuidad de negocio es aquella capacidad estratégica y táctica que tiene la organización para anticiparse a dar respuestas ante posibles ocurrencias de incidentes e interrupciones del negocio para continuar con las operaciones a un nivel definido previamente, es como lo define

Para la construcción del estado del arte se investigó en distintos referentes académicos, resaltando a Scopus y Web of Science. Dentro de estas se destaca el uso de la tecnología como herramienta para desarrollo y creación de instrumentos que apoyen el plan de contingencias para permitir a las empresas administrar y gestionar el riesgo, según *Malykhina et al. (2017)* en su artículo, *Prevención temprana de incendios en la planta*, menciona que el sistema de alarma contra incendios multisensorial permite monitorear la temperatura, composición del humo y el gas en las instalaciones de la planta de manera simultánea, este enfoque permite detectar incendios en sus primeras etapas.

Como resultado del proyecto, los sensores inalámbricos permitieron implementar rápidamente el sistema y configurar fácilmente su topología en las instalaciones de la empresa. Ellos optaron por un método adaptativo que permite ajustar el sistema y detectar no solo un hecho, sino también la posición de la fuente de fuego. El sistema propuesto emplea sensores de temperatura, concentración de gas y sensores de visibilidad. Los métodos y el software desarrollados se han verificado sobre la base del modelo de incendio. La simulación de incendios en las instalaciones de la empresa se llevó a cabo dentro del Centro de Supercomputación “Politécnico” utilizando el Simulador de Dinámica de Incendios. La diferencia entre los sistemas de incendio propuestos y los existentes es la aplicación de sensores en lugar de detectores.

El artículo mencionado anteriormente cuenta con un sistema de multisensor a baterías, los cuales pueden detectar los incendios en lugares pequeños con un radio de 1,9 metros, limitando su funcionamiento. Además, no cuenta con un preaviso para cambio de baterías lo cual puede dejar de funcionar en cualquier momento. En tal caso que se necesite

implementar este proyecto en áreas grandes, implicaría instalar más sensores, generando más costos.

Por otro lado, *Sourav et al. (2018)* en su artículo *Detección de fallas basada en red definida por software en Redes de Sensores Inalámbricos Industriales (RSII)*, propone un método de detección de fallas basado en una red definida por software para RSII. Este método juega un papel importante para controlar todo el sistema estableciendo un algoritmo de detección de fallas. El algoritmo de detección de fallas utiliza un método estadístico para detectar los sensores defectuosos. También, menciona que los resultados de la simulación muestran que su método propuesto funciona mejor que el método de detección de fallas de Ji en términos de precisión de detección y tasa de falsas alarmas. Además, se diseña un prototipo de IWSN para evaluar el rendimiento del método propuesto.

Existe también una elevada producción de literatura científica que fundamenta la importancia de implementar tecnología, dentro de las operaciones que se desarrollan al interior de las empresas, sobre todo por lo ocurrido durante la pandemia por el COVID-19, como lo propone Ramos et al. (2021).

Como aspecto de mejora, el artículo solo tiene como referencia las temperatura altas y bajas, dejando atrás otros aspectos como el humo y la visibilidad de la situación que se llegue a presentar para evitar los datos erróneos que el sistema nos pueda presentar para su buen funcionamiento. Por otra parte, el número de fallas a detectar es muy mínimo, y tampoco se podría identificar el sensor que esté presentando la falla en el sistema.

En esta revisión se encontró una literatura que propone la importancia en la valoración del perfil del técnico que desplegará las acciones a realizar durante las respuestas ante emergencias y, ello permite robustecer el software para mayor impacto y continuidad de negocio, como es propuesto en el artículo “perfil del técnico de emergencias sanitarias en España” El objetivo fue conocer las características sociodemográficas, laborales, de salud del técnico y formativas en emergencias sanitarias (Martínez-Isasi et al., 2017).

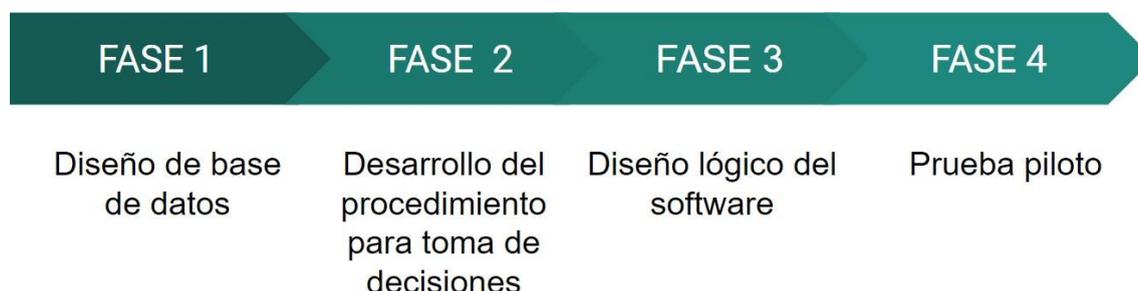
Es relevante la revisión de la norma técnica ISO 22301 del 2019 la cual propone un plan de continuidad del negocio mediante la valoración de los peligros que se afrontan en las diferentes circunstancias y la manera como las organizaciones pueden ser resilientes y certificar sus acciones mediante la norma. Además, la reglamentación descrita tiene una vida reciente y está apoyada en el ciclo PHVA, permitiendo así evidenciar las fallas existentes y procurar por un plan de mejora, mediante estrategias innovadoras y de mayor impacto, como es lo propuesto en la creación de un software de detección temprana ante las emergencias, siendo así garantía en el oportuno desarrollo de las organizaciones (ISO\_22301, 2019).

Es por esto que, en relación a nuestra investigación, los artículos anteriormente expuestos muestran la importancia de poder reportar los riesgos o desastres con respecto a la mejora en la capacidad preventiva y velocidad de atención de estos acontecimientos (Ortíz-Barrios et al., 2017). Además, se busca que con el diseño e implementación del software para la detección y atención de emergencias, impacte en la cultura preventiva de la empresa productiva y futuras organizaciones que quieran llevar a cabo este proyecto teniendo en cuenta la falla de los anteriores proyectos similares realizados teniendo en cuenta que todo el circuito de sensores que se llevará a cabo el proyecto será lo último en tecnología, con sensores de máximo 12 metros en radio con 180° y 4,5 de altura máxima donde se podrá cubrir todas las áreas de la organización. También el sistema se encontrará conectado a la subestación eléctrica que tenga la planta para evitar fallas por falta de corriente y así tener un sistema óptimo 24/7. Por lo anterior se contará con personal capacitado para el manejo del sistema y reacción al momento de alguna emergencia si se llega a presentar.

### **III. METODOLOGÍA**

La presente propuesta se basa en el diseño e implementación de un software para la detección y atención de emergencias en la empresa de producción caso de estudio. Se utilizará una metodología tipo experimental con el fin de fundamentar de manera correcta el desarrollo de un prototipo de alerta temprana. Las actividades y procesos para el desarrollo de los objetivos para la ejecución del prototipo de un sistema de alerta temprana y comunicación con las entidades de seguridad,

riesgos y emergencias. Para ello, será necesaria la ejecución de 4 fases representativas, las cuales se muestran en la Ilustración 1 y se describen detalladamente en el anexo 1:



**Ilustración 1.** Metodología propuesta para el Diseño e Implementación de un Software para la detección y atención de Emergencias en empresa de producción.

#### Fase 1: Diseño de base de datos

Descripción de actividades: En esta fase, la actividad inicial que se realizará es caracterizar la información requerida para la elaboración de la base de datos, por medio de un Análisis de Modo y Efectos de Fallo, seguido a esto, se va a diseñar el formato estándar para la base de datos y hacer el registro de la información con base el formato estándar diseñado.

Resultados: Documento con caracterización de la base de datos de las situaciones de emergencia.

#### Fase 2: Desarrollo del procedimiento para toma de decisiones

Descripción de actividades: Implementar las categorías de direccionamiento de acuerdo con la clasificación de eventos de emergencia, diseñar algoritmos que relacionen la información registrada en la base de datos con los conductos de respuesta y diseñar comandos de respuesta según la categoría de la base de datos, a través de técnicas de inteligencia artificial.

Resultados: Procedimiento con rutas de respuesta ante las diferentes emergencias.

#### Fase 3: Diseño lógico del software

Descripción de actividades: En esta etapa, se desarrollará el sistema de operación de acuerdo con lo establecido en el procedimiento por medio de un manual; luego, se procede a aplicar prueba con el fin de evaluar el funcionamiento del diseño de respuesta.

Resultados: Software con las especificaciones funcionales del sistema de alertas

#### Fase 4: Prueba piloto

Descripción de actividades: Por último, se va a desarrollar un simulacro de prueba que permita evaluar la operacionalización del procedimiento de respuesta a emergencias con soporte del software a través de una prueba de error toma y análisis de tiempos, segundo, se evaluarán los resultados obtenidos e implementar las acciones correctivas aplicables.

Resultados: Informe de la prueba piloto

#### IV. RESULTADOS

Se realiza un análisis a través de una serie de preguntas clasificadas por componentes: Natural-Biológico, Natural-Hidrometeorológico, Natural-Geológico, Tecnológica y Social. Lo anterior para identificar los riesgos potenciales a través de la valoración, interpretando los puntajes y así conocer la probabilidad de impacto en el desarrollo económico de la organización (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de emergencias

ORIGEN	AMENAZA	TIPO DE AMENAZA (INTERNA Y/O EXTERNA)	ÁREA DE AFECTACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Natural - Biológico</b>	Brotos epidémicos (varicela, rubeola, zika, chikunguña)	Interna/Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	
	Pandemia, exposición al virus SARS-CoV 2.	Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	Contagio COVID-19
	Accidentes con animales (abejas, avispas, reptiles, aves, roedores, accidentes con animales)	Interna/Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	Temporada de invierno
<b>Natural - Hidrometeorológico</b>	Lluvias Fuertes y Granizadas	Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	Temporada de invierno
	Vientos Fuertes y Vendavales	Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	Temporada de invierno
	Tormentas eléctricas (caída de rayos).	Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	Temporada de invierno
	Inundaciones (por desbordamiento de cuerpos de agua como ríos, quebradas, mar, o por avenidas torrenciales).	Externa	Taller de mantenimiento	Temporada de invierno
<b>Natural - Geológico</b>	Movimientos Sísmicos	Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	
	Caída de árbol o ramas	Interna	Taller de mantenimiento, Pasillo patio	Caída de ramas y partes de árboles por vientos fuertes y lluvias ubicados en
				la zona exterior de taller de mantenimiento

Tecnológica	Operaciones originados por fallas estructurales, fallas en equipos o instalaciones eléctricas, líquidos o gases inflamables y almacenamiento de sólidos combustibles).	Interna/Externa	Toda la empresa/ áreas cercanas	Deterioro, malas conexiones eléctricas
	Explosiones	Interna	Sala de máquinas	Equipos de alta presión autoclaves, calderas
	Intoxicaciones (Alimentaria)	Interna	Comedor	Alimentos mal preparados, suministrados a través de empresa contratada.
	Intoxicaciones (Química)	Interna	Sala de máquinas	Fuga de gas Amoniaco
	Fallas estructurales (columnas, muros, pórticos, vigas, techos, colapso de la estructura, represas, diques, desprendimientos de tierra en excavaciones	Interna	Toda la empresa	Daños en infraestructura de la organización columnas, paredes, vigas por deterioro y/o falta de mantenimiento
	Fallas de elementos no estructurales (caída de vidrios, lámparas, estanterías, goteras, humedad, techos falsos, cornisas)	Interna	Patio, Descongelación	Caída de tinas empleadas para almacenamiento y transporte interno de atún
	Accidentes de tránsito	Interna/Externa	Todas las áreas de la organización	Daños en los sistemas de control de calderas, bombas, generadores
	Fallas en Equipos y/o Sistemas (cortocircuito, daños en maquinarias y equipos)	Interna/Externa	Todas las áreas de la organización	Daños en los sistemas de control de calderas, bombas, generadores
	Inundación por deficiencias en las instalaciones hidráulicas de la edificación o redes de acueducto y alcantarillado	Interna	Todas las áreas de la organización	Taponamiento de sistemas de drenaje, canales de desagüe

	Emergencias con sustancias químicas (Derrames, escapes y vertimientos)	Interna	Sala de máquinas	Fuga de amoniaco empleado en el sistema de enfriamiento de cavas de congelación, Soda caustica empleada en tinas de desinfección.
<b>Social</b>	Asonadas, protestas o manifestaciones, agresión a funcionarios	Interna	Todas las áreas de la organización	
	Hurto, robo, atraco	Interna	Toda la empresa/ áreas cercanas	
	Terrorismo (ecológico, cibernético, nuclear, biológico y químico; situación de rehenes, hospedamiento)	Externa	Todas las áreas de la organización	

Se obtuvieron las siguientes interpretaciones:

VULNERABILIDAD							
AMENAZA	Nivel de Amenaza	Personas	Recursos	Procesos	Vulnerab. general	Valoración vulnerabilidad General	GRADO DE RIESGO
Brotos epidémicos (varicela, rubeola, zika, chikunguña)	Medio	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	MEDIO
Pandemia, exposición al virus SARS-CoV2.	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Accidentes con animales (abejas, avispas, reptiles, aves, roedores, accidentes con animales)	Medio	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	MEDIO
Lluvias Fuertes y granizadas	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO

Vientos Fuertes y Vendavales	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Tormentas eléctricas (caída de rayos).	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Inundaciones (por desbordamiento de cuerpos de agua como ríos, quebradas, mar, o por avenidas torrenciales).	Bajo	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	BAJO
Movimientos sísmicos	Medio	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	MEDIO
Caída de árbol o ramas	Bajo	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	BAJO
Incendios (originados por fallas estructurales, fallas en equipos o instalaciones eléctricas, líquidos o gases inflamables y almacenamiento de sólidos combustibles).	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Explosiones	Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Intoxicaciones (Alimentaria)	Bajo	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	BAJO
Fallas estructurales (columnas, muros, pórticos, vigas, techos, colapso de la estructura, represas, diques, desprendimientos de tierra en Excavaciones	Medio	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	MEDIO
Fallas de elementos no estructurales (caída de vidrios, lámparas, estanterías, goteras, humedad, techos falsos, cornisas)	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Accidentes de tránsito	Bajo	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	BAJO
Fallas en Equipos y/o Sistemas (corto circuito, daños en maquinarias y equipos)	Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO

Inundación por deficiencias en las instalaciones hidráulicas de la edificación o redes de acueducto y alcantarillado	Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Emergencias con Sustancias Químicas (Derrames, escapes y vertimientos)	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Asonadas, protestas o manifestaciones, agresión a funcionarios	Bajo	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	BAJO
Hurto, robo, atraco	Muy Alto	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	ALTO
Terrorismo (ecológico, cibernético, nuclear, biológico y químico; situación de rehenes, hostigamiento)	Bajo	1,64	0,85	0,71	3,20	Medio	BAJO

## V. CONCLUSIONES

Las situaciones de emergencias pueden presentarse en cualquier momento sobre todo en aquellas empresas que aún no se encuentran blindadas para disminuir por lo menos las consecuencias que puedan suceder. Es por esto la idea del diseño de un software para la detección y atención de emergencias, uno de los objetivos de esta propuesta es permitir que esto suceda. En la búsqueda de una solución completa y sencilla se analizaron diversas alternativas, las cuales se fueron refinando hasta llegar al sistema propuesto en desarrollar un nuevo sistema de alerta y gestión que permita abarcar el proceso de comunicación y aviso de emergencias, desde la emisión de un mensaje de ayuda hasta la recepción por parte del personal especializado e incorporar aplicaciones multidisciplinarias para la prevención, asistencia y rescate dándole valor agregado.

De este modo, se puede afirmar que esta propuesta es muy aceptable por las mejoras y beneficios que se pueden obtener en la empresa a nivel general, ya que tiene como objetivo la disminución de vulnerabilidad ante la emergencia que se presente y minimización de las consecuencias y severidad de los posibles eventos tanto catastróficos evitando así pérdidas humanas y económicas. Por lo tanto, este diseño también es favorable empezando por el área de Salud y Seguridad en el Trabajo brindando la facilidad de dar respuesta oportuna a una atención inmediata y asimismo blindarse y fortalecerse en auditorías internas y externas dando a demostrar que se cumple con toda la implementación del SGSST.

Es importante resaltar lo importante que es este proyecto en las áreas de SGSST de cualquier empresa debido a que es un área de crecimiento e innovaciones constantes y este proyecto es una alternativa para lograr una diferenciación preventiva en un mundo tan competitivo en el que las habilidades y competencias diferenciadoras hacen de vital importancia el conocimiento de las nuevas prácticas que son demandadas por las organizaciones para dar un bienestar seguro a cada empleado. Como trabajo futuro, se pretende integrar técnicas de toma de decisiones multicriterio (Ortíz-Barrios et al., 2020) y analítica de datos por machine learning que permitan predecir la posibilidad de aparición de una de las emergencias anteriormente identificadas con el fin de desplegar planes de acción apoyados en el software de decisión a diseñar.

## VI. FINANCIAMIENTO

Este proyecto contó con el apoyo total de los autores y la Universidad de la Costa CUC.

**REFERENCIAS:**

- Becerra-Acevedo, R., Benavides-Muñoz, J. R., Camacho-Camacho, H., & Obando, C. J. (2021). Evolución y modelos de implementación de sistemas de gestión de continuidad del negocio. In *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión* (Vol. 13, Issue 2). <https://doi.org/10.15332/24631140.6669>
- Bhoi SK, Obaidat MS, Puthal D, Singh M, Hsiao K-F (2018) Software defined network based fault detection in industrial wireless sensor networks. In: 2018 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), (pp1 - 6) <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2018.8647321>
- Carrillo-García, C., Ríos-Rísquez, M. I., Fernández-Cánovas, M. L., Celdrán-Gil, F., Vivo-Molina, M. D. C., & Martínez-Roche, M. E. (2015). La satisfacción de la vida laboral de los enfermeros de las unidades móviles de emergencias de la Región de Murcia. *Enfermería Global*, 14(4), 266. <https://doi.org/10.6018/eglobal.14.4.198161>
- ISO\_22301. (2019). *Guía de implementación de la continuidad del negocio*. Icontec. [https://www.icontec.org/eval\\_conformidad/certificacion-iso-223012019-sistemas-de-gestion-de-continuidad-de-negocio/](https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-iso-223012019-sistemas-de-gestion-de-continuidad-de-negocio/)
- Malykhina, G. F., A. I. Guseva, and A. V. Militsyn. "Early fire prevention in the plant." In *2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, pp. 1-4. IEEE, 2017.
- Martínez-Isasi, S., Rodríguez-Lorenzo, M. J., Vázquez-Santamariña, D., Abella-Lorenzo, J., Castro-Díaz, D. J., & Fernández-García, D. (2017). Perfil del técnico de emergencias sanitarias en España. *Revista Espanola de Salud Publica*, 91.
- Ortiz-Barrios, M. A., Aleman-Romero, B. A., Rebolledo-Rudas, J., Maldonado-Mestre, H., Montes-Villa, L., De Felice, F., & Petrillo, A. (2017). The analytic decision-making preference model to evaluate the disaster readiness in emergency departments: The ADT model. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 24(5-6), 204-226.
- Ortiz-Barrios, M.A., Herrera-Fontalvo, Z., Rúa-Muñoz, J., Ojeda-Gutiérrez, S., De Felice, F. and Petrillo, A. (2018), "An integrated approach to evaluate the risk of adverse events in hospital sector: From theory to practice", *Management Decision*, Vol. 56 No. 10, pp. 2187-2224. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2017-0917>
- Ortiz-Barrios, M., Gul, M., López-Meza, P., Yucesan, M., & Navarro-Jiménez, E. (2020). Evaluation of hospital disaster preparedness by a multi-criteria decision making approach: The case of Turkish hospitals. *International journal of disaster risk reduction*, 49, 101748.
- Ortiz-Barrios, M., Silvera-Natera, E., Petrillo, A., Gul, M., & Yucesan, M. (2022). A multicriteria approach to integrating occupational safety & health performance and industry systems productivity in the context of aging workforce: A case study. *Safety Science*, 152, 105764.
- Ramos, A., Torres-Ramos, E., Alonso-Reyes, A., & Segundo-Gil, L. (2021). Continuidad de negocio, análisis de la exposición al riesgo cibernético en empresas micro y pequeñas de la región Atlautla, Ozumba y Amecameca. *Revista Relayn*, Vol 5-Nu, 148–166.