

Gestión de riesgos de desastres municipal basado en las TIC: Caso de estudio Panamá

ITC-based Municipal Disaster Risk Management: Panama Case Study

Elvira Meléndez¹, José Iván Isaza-González², JM Castillo³, Ricardo González¹, Ignacio Chang⁵, Antony García⁶

^{1,4} Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

^{2,3} Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

^{5,6} Facultad de ingeniería eléctrica, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: jose.isaza@utp.ac.pa

RESUMEN. La expansión y el creciente dominio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la pandemia de COVID-19 han establecido un clima de cambio y reinención de las estructuras tradicionales de los gobiernos, dando paso a una nueva generación de servicios públicos modernizados o gobiernos electrónicos. Este caso de estudio presenta un sistema de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (GIRD) y la metodología para la realización de los planes de acción por cada riesgo potencial. La principal contribución radica en un modelo relacional basado en una plataforma informática que capta la evolución de cada riesgo de acuerdo con los niveles de probabilidad y severidad. Este modelo tiene un enfoque global e integrado que se centra en las condiciones subyacentes de las catástrofes (peligro y vulnerabilidad) y hace énfasis en la coordinación multinivel, multidimensional, y multidisciplinar entre las partes involucradas, utilizando la herramienta de panel de datos para visualización en la toma de decisiones y la inclusión ciudadana en las mismas.

Palabras clave. Gestión de riesgo, gobierno digital, peligro, severidad, probabilidad, Sistema de Gestión de la Seguridad.

ABSTRACT. The expansion and dominance growth of Information and Communication Technologies (ITC) and the COVID-19 pandemic have established a climate of change and reinvention of traditional government structures, creating a pathway for a new generation of modernized public services or e-governments. This paper aims to present an Integrated Disaster Risk Management (IDRM) system and the methodology for the implementation of action plans for each potential risk. The main contribution of this case study lies on a relational model based on a computer platform that captures the evolution of each risk according to the levels of probability and severity. The model is a comprehensive and integrated approach that focuses on the underlying conditions of disasters (hazard and vulnerability) and emphasizes multilevel, multidimensional, and multidisciplinary coordination among the parties involved, using dashboard tools as data visualization for decision making and citizen inclusion in those decisions.

Keywords. Risk Management, Digital government, hazard, severity, probability, Safety Management System.

1. Introducción

La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto el entorno variable del riesgo que afecta y amenaza a todos los sectores de la industria y a la sociedad, así como también, la necesidad de adoptar un enfoque de reducción del riesgo de desastres basado en la multiplicidad de peligros [1]. En este punto, también se deben tener en cuenta otros factores como los eventos climáticos extremos, asociados con una creciente

variabilidad y cambio climático, y el crecimiento demográfico originado por la migración y planificación urbana no organizada [2]. Estos eventos ocasionan pérdidas físicas, sociales y económicas, y en consecuencia, producen un impacto negativo a largo plazo en la sostenibilidad, principalmente de los países en desarrollo [3]. Por lo tanto, resulta necesario incorporar la Gestión Integral de Riesgos de Desastres (GIRD) y las acciones pertinentes para fortalecer la

Citación: E. Meléndez, J. Isaza, J. Castillo, R. González, I. Chang y A. García., Gestión de riesgos de desastres municipal basado en las TIC: Caso de estudio Panamá, *Revista de I+D Tecnológico*, vol. 18, no. 1, pp. (no modificar), 2022.

Tipo de artículo: Original. **Recibido:** 31 de agosto de 2021. **Recibido con correcciones:** 27 de febrero de 2022. **Aceptado:** 27 de febrero de 2022.

DOI:

Copyright: 2022 E. Meléndez, J. Isaza, J. Castillo, R. González, I. Chang y A. García. This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

resiliencia de las personas, para salvar vidas, proteger, restaurar, reconstruir los medios de vida y mantener los ecosistemas de los que dependen de manera sostenible [4].

En este escenario, se ha evidenciado no sólo en Panamá, sino a nivel internacional un incremento con respecto a la frecuencia y severidad de los desastres y las amenazas naturales. Debido en gran parte a factores relacionados con el cambio climático [2]. Ante este hecho, muchos países han puesto en marcha medidas políticas, legales, técnicas, económicas e institucionales para reducir los efectos destructivos en la vida y en los modos de vida de las personas y las comunidades.

Los desastres no se pueden eliminar, pero se pueden gestionar con mayor eficacia [5]. Por lo tanto, la gestión exitosa de las situaciones de emergencia requiere una planificación adecuada, una respuesta orientada y esfuerzos bien coordinados en todo el ciclo de vida de la gestión de desastres [6], [7]. Los responsables de la coordinación para dar respuesta a estos eventos se enfrentan a difíciles retos, lo que supone un esfuerzo complejo y dinámico que abarca la gestión de las prioridades, las capacidades, los lugares y las expectativas de los gobiernos y de la población. Además, la imprevisible naturaleza de las situaciones ocasionadas por el desastre, da lugar a una sobrecarga de información en las personas y en los sistemas de gestión, que puede obstaculizar la toma de decisiones [8].

En este contexto, los factores ambientales externos, como la pandemia de COVID-19 y los progresivos avances tecnológicos, han impulsado un proceso de transformación digital en los diferentes sectores de la industria, entre ellos el sector público [9], [10]. La adopción de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los servicios gubernamentales y la gobernanza ha sido una de las estrategias de mayor relevancia de los diferentes gobiernos alrededor del mundo [11–13]. Las mismas suponen una oportunidad para incrementar la productividad y mejorar el nivel de vida de las personas [14]. Con el propósito de dirigir sus esfuerzos hacia una nueva generación de servicios públicos modernos, en donde el gobierno está enfocado en la integración orgánica y articulada de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos para promover una mayor interactividad y sensibilidad a las necesidades de la población [15], [16]. Sin embargo, esta visión de un gobierno centrado en los ciudadanos se ve a menudo reducida por el alcance de los cambios radicales

en los procedimientos administrativos públicos cruciales y fundamentales.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar la visualización integral de los esfuerzos técnicos y políticos en la búsqueda común por reducir los riesgos y promover las alianzas, coordinación estratégica e integración entre el gobierno local, la sociedad civil, la academia y el sector privado. En este sentido, el mismo presenta la implementación de la metodología de administración de peligro que plantea el Sistema de Gestión de la Seguridad (Safety Management System - SMS) [17], como soporte y plan piloto a la GIRD de los municipios para la realización y seguimiento de los planes de acción por cada riesgo potencial identificado en Panamá. Del mismo modo, está relacionado con la formulación de estrategias de prevención continua procurando ciudades cada vez más sostenibles, de manera que a través de este trabajo se fortalezcan las bases de un sistema como iniciativa para la gestión de un gobierno electrónico. Adicional, se incorporó un panel de datos (dashboard) que permite dar seguimiento visual en tiempo real a la información más relevante generada por las actividades gubernamentales en materia de gestión de riesgo de desastres.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La sección 2 describe el SMS y presenta el sistema de gestión de riesgos propuesto. A continuación, la sección 3 presenta el caso de estudio aplicado en Panamá. Por último, la sección 4 concluye el artículo y señala las directrices para futuros trabajos.

2. Sistema de gestión de riesgos propuesto

El sistema de gestión de riesgos propuesto contempla un conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la identificación del peligro en su etapa inicial, con el fin de aplicarle ciertos criterios de acuerdo con la naturaleza de la gestión de cada municipio. Por lo tanto, se puede analizar y valorar el nivel de riesgo que representa para la comunidad según la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes. Adicionalmente, el sistema desempeña un papel delimitador en la toma de decisiones, cuyo objetivo es intervenir principalmente ante la ocurrencia de un desastre, es decir, que contempla tanto los preparativos para la atención de emergencias, así como también la respuesta y la reconstrucción una vez que ocurra un suceso. De manera que permita articular los diferentes tipos de intervención, dándole un papel principal a la prevención-mitigación del riesgo.

Nuestra propuesta utiliza el Sistema de Gestión de la Seguridad (Safety Management Systems - SMS) [17] para la evaluación de riesgo de cada proyecto o situación que pueda ser capaz de introducir cambios que hagan vulnerable a las barreras definidas dentro de un municipio o región del país.

2.1 Sistema de Gestión de la Seguridad (SMS)

El SMS busca la identificación temprana de peligros y amenazas para definir planes de acción que ayuden a mantener un nivel de riesgo aceptable. Por eso, más que una metodología, un SMS debidamente implementado dentro de una organización se integra en su cultura como un elemento relevante a considerar en la toma de decisiones en los diferentes niveles de ésta [18].

Como sistema estructurado para la toma de decisiones en materia de gestión de riesgos de seguridad, el SMS es un proceso evolutivo en la gestión de la seguridad, con un enfoque formal de arriba abajo de toda la organización, para gestionar y garantizar la eficacia de los controles del riesgo de seguridad. Incluye procedimientos, prácticas y políticas sistemáticas para la gestión de los riesgos [19].

La figura 1 muestra las principales etapas del SMS y se describen a continuación.

- **Identificación de los peligros.** Permite definir los peligros potenciales y poner en práctica medidas de mitigación apropiadas para garantizar la existencia de un nivel aceptable de riesgo. Es importante la capacitación de los actores claves y la comunidad sobre el proceso de identificación de peligros.
- **Evaluación del Riesgo.** Esta etapa establece los criterios para evaluar los peligros y analizar su riesgo. Luego, se desarrolla una plataforma web con éstos, con el fin de estandarizar el proceso y procurar la objetividad a la hora de valorar el nivel de riesgo de los peligros identificados. Se capacita al personal en el uso de las herramientas disponibles.
- **Mitigar el Riesgo.** Luego de obtener una valoración del nivel de riesgo se necesitan definir planes de acción enfocados en minimizar el nivel de riesgo. Se recomienda a los gestores de riesgo periódicamente valorar si el nivel de riesgo a cambiado o se mantiene.

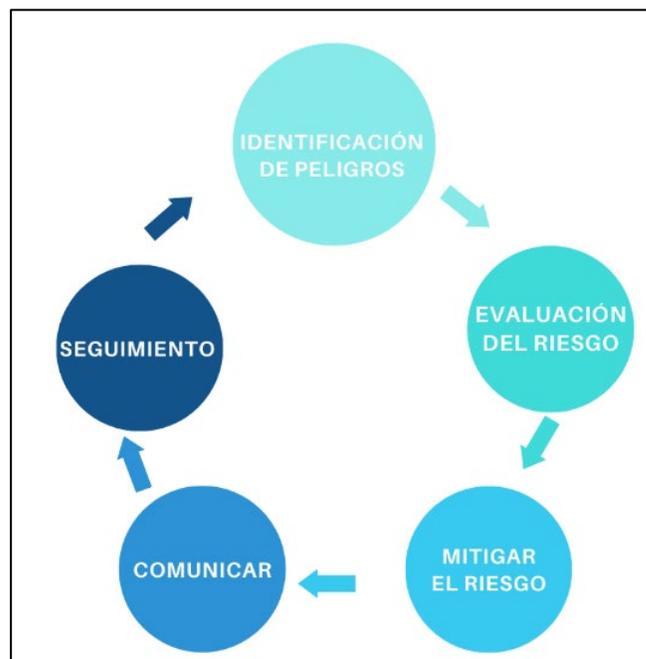


Figura 1. Etapas del Sistema de Gestión de la Seguridad.

Si se mantiene o a desmejorado se recomienda volver a definir planes de acción.

- **Comunicar.** Proceso que determina el éxito del modelo, informar a los involucrados las acciones implementadas y las lecciones aprendidas permite crear un entorno de colaboración y sentido de pertenencia de la comunidad dentro del sistema.
- **Seguimiento.** Se recomienda reuniones trimestrales o semestrales según lo defina la oficina de gestión para monitorear el desempeño del sistema.

2.2 Descripción de los componentes sistema de gestión de riesgo de desastre propuesto

El sistema propuesto cuenta con cuatro componentes principales, como se muestra en la figura 2, el Gestor de riesgos de desastre, el módulo de Evaluación del peligro, el módulo de Mitigación del riesgo y el módulo de monitorización y revisión. Cada uno de los componentes lleva a cabo una función específica, y en conjunto permiten realizar la evaluación de riesgo de desastre de la situación a evaluar. Se deben tener en cuenta actividades claves para que el modelo funcione, estos son:

- Capacitación del gestor de riesgo municipal.
- Identificación de los actores claves dentro del municipio.

- Levantar lista de eventos históricos en el municipio para tener un punto de partida.
- Comunicación de los eventos y los avances del sistema.

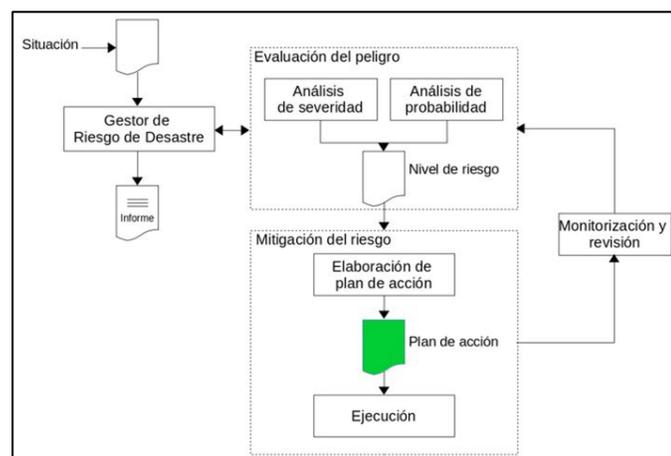


Figura 2. Sistema de gestión de riesgo de desastres propuesto.

A continuación, se explica con mayor detalle cada uno de los componentes. El Gestor de riesgos dirige la evaluación global de los peligros o amenazas identificadas para cada situación planteada, así como también la generación y clasificación de los resultados. El módulo de Evaluación del peligro determina el tipo de riesgo de acuerdo con los niveles de severidad y probabilidad establecidos. Una vez identificado el tipo de riesgo (que pueden ser *sin riesgo*, *riesgo bajo*, *riesgo medio* o *riesgo alto*), el módulo de Mitigación del riesgo elabora y pone en marcha el plan de acción de acuerdo con su clasificación. Por ejemplo, si la clasificación del tipo de riesgo resulta “*sin riesgos*” entonces no requiere plan de acción. Por su parte, en los casos en donde la clasificación resultante sea “*riesgo bajo*”, “*riesgo medio*” o “*riesgo alto*” las acciones a realizar pueden contemplar desde un plan de monitoreo hasta el establecimiento de planes de acción inmediato, que por lo general pueden contemplar un período de tiempo de tres a seis meses.

En cuanto al módulo de Monitorización y revisión es el encargado de dar seguimiento a la ejecución y cumplimiento de las medidas contenidas en los diversos planes acción. También, verifica y redirecciona hacia una nueva evaluación de riesgo en los casos en donde el plan de acción definido no esté dando los resultados esperados.

En este contexto en particular, la Evaluación del Riesgo $ER(S_x)$ trata de medir el nivel de riesgo del

peligro identificado. Para ello, se tienen en cuenta dos factores: los niveles de severidad y la probabilidad de ocurrencia de un evento. Ambos factores se expresan mediante los términos correspondientes en la siguiente definición:

$$ER(S_x) = \frac{\sum S_n + P_n}{\sum n} \quad (1)$$

Como se define en la ecuación 1, el primer término está definido por el coeficiente S_n , y corresponde a la clasificación de los niveles de severidad del proyecto S_x . El segundo término, definido por el coeficiente P_n , describe el nivel de probabilidad. La $ER(S_x)$ es la rata evaluación de riesgo, el cual corresponde a la suma de los niveles de severidad y la probabilidad dividido entre la suma del número de niveles de ambos parámetros $\sum n$, siendo n el número de niveles.

2.3 Clasificación de los niveles de severidad y probabilidad

Las tablas 1 y 2 muestran la clasificación y ponderación de los niveles de severidad y probabilidad, respectivamente. En donde los niveles de severidad se analizan en base a cinco (5) factores que pueden verse afectados ante la ocurrencia de un evento provocado por un peligro no gestionado. Por otro lado, la probabilidad considera el número de veces que la amenaza ha causado un evento en el municipio.

Para la implementación del modelo SMS dentro de los municipios se considera un ambiente similar al de una organización, donde los ciudadanos representan a cada uno de los colaboradores de esta. Los ciudadanos tienen la misión de identificar y comunicar al municipio los peligros latentes en sus comunidades. El gestor de riesgos municipal debe promover los canales de comunicación y capacitar a la población para lograr la mayor participación posible en la GIRD.

En una primera etapa de implementación se considera a los representantes como los voceros de los ciudadanos, involucrando a cada uno de los actores principales de las GIRD (bomberos, hospitales, policías, SINAPROC, entre otros) en la valoración de la severidad y probabilidad de la situación presentada. A continuación, se describen los cinco factores contemplados en los niveles de severidad y los criterios que los define:

Tabla 1. Clasificación de los niveles de severidad del riesgo

Valor del índice	Daños al ciudadano	Daños a la infraestructura de la comunidad	Impacto al medio ambiente	Afectación económica	Daños a la imagen municipal
0	Sin lesiones	No hay daños	Sin impacto	Sin afectación	Sin implicaciones
1	Lesiones leves sin afectaciones de su calidad de vida	Daños menores	Impacto menor	Afectación menor	Atención Distrital
2	Lesiones o enfermedad con incapacidad personal	Daño Mayor	Impacto mayor	Afectación mayor	Atención Provincial
3	Uno o más muertes	Catastrófico	Catastrófico	Catastrófico	Atención Nacional

- **Daños al ciudadano.** Dentro de esta clasificación se selecciona la ponderación de cero (0) si la amenaza valorada no tiene las condiciones para afectar la calidad de vida del ciudadano. Para la clasificación uno (1) se establece lesiones leves si la amenaza valorada puede causar lesiones que no requiere de un tratamiento médico o quirúrgico para su sanación, sino solamente una asistencia facultativa, o de simple vigilancia o seguimiento. Para la clasificación dos (2) se establece lesiones mayores si la amenaza valorada considera lesiones que requieren de un tratamiento médico o quirúrgico para su sanación. Generalmente producen una debilitación permanente y funcional en la salud de quién la padece. La clasificación tres (3) una o más muerte se define cuando la amenaza es capaz de generar pérdida de la vida. Cabe resaltar que si se aplica la matriz a una situación de forma preventiva es importante considerar el histórico de eventos similares ocurridos en el municipio con elementos en común a la situación actual valorada.
- **Daños a la infraestructura de la comunidad.** La clasificación cero (0) no hay daños, se define cuando la amenaza valorada no es capaz de registrar daños materiales a la infraestructura de la comunidad. La clasificación (1) correspondiente a daños menores se establece cuando los daños que puede causar la amenaza valorada no requieren más de una semana para ser reparados y que la comunidad vuelva a la normalidad. La clasificación dos (2) correspondiente a daños mayores se seleccionada cuando la amenaza valorada involucra daños que requieren evaluación, seguimiento y en algunos casos corresponde a reubicación de afectados para reparar los daños estructurales por un período de tiempo. La clasificación tres (3) catastrófico, corresponde cuando la amenaza valorada tiene el potencial de causar daños

que no permiten habitar nuevamente el lugar a menos que se inviertan grandes sumas de dinero y se realicen estudios que aseguren que el lugar es habitable.

- **Impacto al medio ambiente.** La clasificación cero (0) correspondiente sin impacto la amenaza no tiene las condiciones para causar cambios o una alteración al medio ambiente. La clasificación uno (1) impacto menor se refiere cuando la amenaza puede causar un impacto temporal, que durante un tiempo determinado no tiene consecuencias graves y el medio ambiente se puede recuperar relativamente rápido. La clasificación dos (2) impacto mayor se refiere a cambios persistentes al medio ambiente que tienen influencia a largo plazo. La clasificación tres (3) catastrófico se aplica cuando el impacto en el medio ambiente es irreversible, tiene tanta gravedad y trascendencia que impide por completo que el medio ambiente pueda recuperarse de los daños causados.
- **Afectación económica.** La clasificación cero (0) sin afectación se considera cuando la amenaza no requiere inversión económica para la recuperación de su impacto. La clasificación uno (1) afectación menor se selecciona cuando se requiere inversión para la recuperación del impacto de la amenaza en la comunidad. La clasificación dos (2) afectación mayor se considera cuando la amenaza puede causar pérdidas de ingresos para las familias en la comunidad. La clasificación tres (3) catastrófico el impacto es tal que aumenta las condiciones de pobreza en la comunidad.
- **Daños a la imagen municipal.** La clasificación cero (0) sin implicaciones significa que la amenaza no tiene el potencial de afectar la imagen del municipio. La clasificación uno (1) atención distrital se selecciona cuando el impacto es tal que sólo requiere acción de las autoridades del municipio para su recuperación. La clasificación dos (2) atención provincial se selecciona cuando el impacto es tal que necesita el soporte y la intervención de las autoridades de la provincia para su recuperación. La clasificación tres (3) atención nacional se define cuando el impacto es tal que se necesita que e presidente de la república nombre una comisión para atender los efectos de la amenaza.

En cuanto a los criterios de la probabilidad del riesgo estos se contemplan considerando el histórico de los eventos que han tenido lugar en la localidad de cada municipio bajo el principio que si ya ocurrió una vez significa que las condiciones del municipio son propicias

para su ocurrencia. En este sentido, la clasificación cero (0) desconocido pero posible en el país, significa que el evento posible ante la amenaza analizada no ha tenido ocurrencia, pero se está dando en países bajo condiciones similares a Panamá. La clasificación uno (1) conocido en el país, corresponde cuando la amenaza ha causado eventos similares al que se quiere evitar en el municipio en otras regiones del país. La clasificación dos (2) se produjo en el distrito, significa que dentro del histórico de eventos del municipio se tiene evidencia de por lo menos un evento similar al que se busca evitar. La clasificación tres (3) reportado más de tres veces al año en el municipio, se seleccionada cuando se tiene registros de un evento recurrente.

Tabla 2. Clasificación de los niveles de probabilidad del riesgo

Valor del índice	Probabilidad del riesgo
0	Desconocido pero posible en el país
1	Conocido en el país
2	Se produjo en el distrito
3	Reporte más de tres veces por año en el municipio

3. Plan piloto: Municipio de Las Tablas

El estudio se centró en la identificación de los peligros más relevantes, en la evaluación de la amenaza y recomendación de tiempo estimado para definir y cerrar plan de acción para mitigación del riesgo. Estos puntos fueron evaluados en conjunto con la comisión de Gestión Integral de Riesgo de Desastre y Desarrollo Comunitario (CGIRDDC-AMUPA) para garantizar las metas requeridas. Del mismo modo, la identificación de los actores claves para la gestión de riesgo y su reducción en el municipio de Las Tablas que usualmente forman parte de éstos: organismos sindicales, organizaciones no gubernamentales y empresariales como Cruz Roja, SINAPROC, Policía Nacional, MIDES, MEDUCA, Fuerza de Tarea Conjunta, MINSA, Club de Leones, entre otros. En el caso del Municipio de Las Tablas, se recopilaron algunos datos de contacto, de los actores claves identificados, como el teléfono, correo y dirección de esas instituciones para que estén dentro de la base de datos del gestor de riesgo municipal. Luego, se procedió con la adecuación y actualización de la arquitectura del sistema de gestión de riesgo, así como también el diseño

de una plataforma tecnológica como soporte del gestor de riesgo.

3.1 Arquitectura del sistema de gestión de riesgo

Para la implementación del sistema diseñado para el municipio de Las Tablas se tomaron en cuenta diversos factores que contemplan desde la arquitectura informática hasta la capacitación y seguimiento del personal dedicado a la GIRD. En este sistema, la Plataforma Municipal para la Gestión de Información Territorial denominada en Reducción de Riesgo de Desastre (RRD) llamada PLAMUNGIT, tiene como propósito permitir de forma colaborativa la recolección de data, su procesamiento y gestión, a fin de satisfacer las necesidades de información geográfica, ambiental, social y territorial, requerida por las instituciones municipales, sociedad civil, universidades y empresa privada, para de esta manera colaborar en el fortalecimiento de la agenda de reducción de riesgo a desastre.

La figura 3 muestra la arquitectura de la Plataforma PLAMUNGIT, se trata de una arquitectura cliente-servidor, en donde el acceso al sistema se puede realizar desde las estaciones de trabajo de forma local o desde cualquier dispositivo de forma remota. La base datos está alojada en la nube con una copia de seguridad localmente.

3.2 Plataforma Tecnológica de soporte al Gestor de Riesgo

La plataforma PLAMUNGIT funge como herramienta de soporte al gestor de riesgo municipal de manera proactiva en la mitigación de los riesgos antes que éstos resulten en accidentes o incidentes.

Por lo tanto, el enfoque es evaluar el posible impacto que tendrá la amenaza al convertirse en un evento. Sin embargo, se puede utilizar para evaluar los eventos que han pasado dentro del municipio con el fin de motivar un análisis crítico que permita identificar la causa raíz del evento y que permita definir planes de acción que garanticen minimizar la probabilidad de ocurrencia.

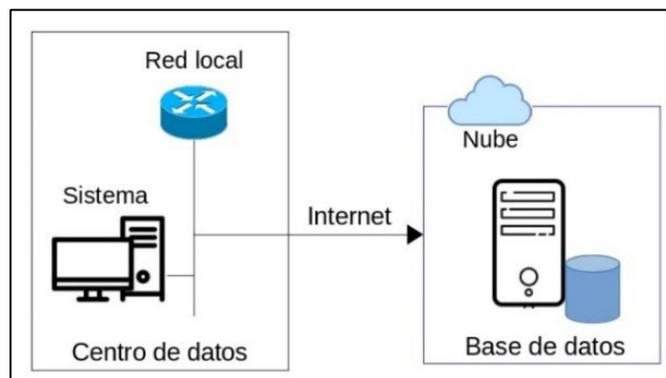


Figura 3. Arquitectura de la Plataforma Municipal para la Gestión de Información Territorial en RRD (PLAMUNGIT).

Esta herramienta utiliza el modelo de sistema de gestión de riesgo de desastres propuesto, descrito anteriormente (Ver figura 2), lográndose estandarizar y definir criterios unificados para establecer el nivel de afectación que tiene un peligro. El gestor de Riesgos Municipal accede al sistema y junto a los actores involucrados en la GIRD evalúan la situación y analizan la severidad de la misma basada en los criterios mencionado anteriormente en la tabla 1 y 2. Al seleccionar una de las opciones para cada criterio el sistema establece una valoración matemática dentro del rango del valor del índice de 0 a 3, lo que permite el cálculo del nivel de riesgo que tiene la amenaza analizada.

La probabilidad es el otro elemento que se evalúa en el modelo, según los criterios de la tabla 2, que representa la posibilidad de que la amenaza se convierta en un evento dentro del municipio. Inicialmente, se propone utilizar los datos históricos empíricos que se tengan sobre los eventos registrados según corregimiento del municipio de Las Tablas para el cálculo de la probabilidad. En otras palabras, según eventos previos y su nivel de ocurrencia, tiene impacto directo sobre el incremento de la ocurrencia del valor esperado.

Por otro lado, es importante aclarar que los peligros no se eliminan, sólo podemos mitigarlos y definir planes de acción que ayuden a mantener su riesgo en un nivel aceptable. Considerando que la herramienta desarrollada es dinámica, el equipo del proyecto capacitó al personal que designó la CGRDC.

Como se muestra en la figura 5 se incorporó un panel de datos (dashboard) que permite dar seguimiento visual en tiempo real a la información más relevante generada por las actividades gubernamentales. Por lo tanto, la

visualización inteligente de los datos de acuerdo con la información municipal en tiempo real ofrece datos específicos para todos los actores involucrados en la GIRD, incluyendo al ciudadano, lo que constituye un paso importante hacia una organización eficiente y centrada en el ciudadano.

La plataforma considera características como: definición de la entrada de datos, amigable e intuitiva, actualización sencilla, diseño con enfoque al crecimiento continuo, accesibilidad a la ciudadanía, fuente de datos que permita actividades de I+D+i, y fuente de información para caracterización de cada situación.

Para acceder al panel de datos, se tomó como punto de entrada la página web www.siglosrrd.org. Desde este sitio web, mostrado en la En la figura 4, los gestores de riesgo pueden compartir información sobre actividades de RRD por municipio, ingresar información de las amenazas y/o eventos que afectan a los municipios, evaluar su impacto y nivel de riesgo, alimentar el panel de datos, y acceso al mismo.

La página web mostrada en la figura 4 y el panel de datos de la figura 5 brindan a la ciudadanía la visualización de las acciones de gestión de riesgo por municipio, la información sobre el nivel de riesgo de las principales amenazas que afectan a su área y los diferentes planes de acción enfocados en mitigar su impacto y minimizar su nivel de riesgo, y el acceso a los contactos del personal clave del municipio relacionado a la gestión de riesgo y poder contactarle en caso de requerir alertar sobre una posible amenaza que se identifique.

Este sitio web ha sido construido utilizando el sistema de gestión de contenidos Wordpress. Esto hace posible agregar información de manera sencilla, a través de entradas asociadas a los municipios por medio del sistema de meta tags.



Figura 4. Página WEB de la Comisión de Gestión Integral de Riesgos de Desastre y Desarrollo comunitario.

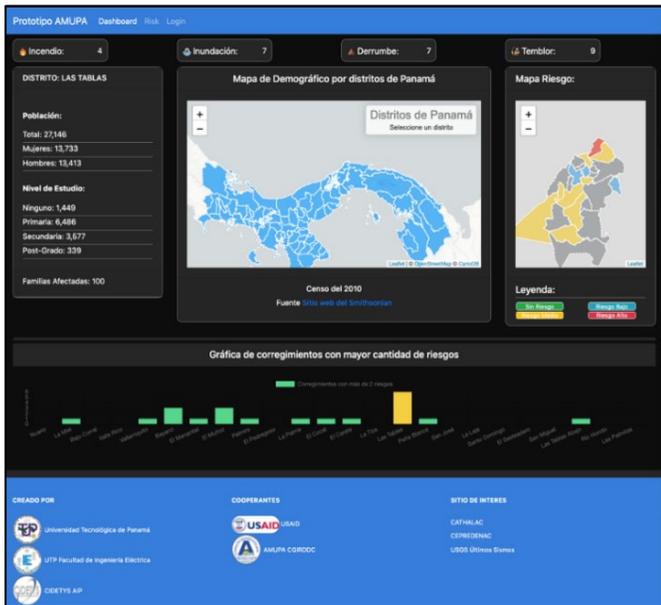


Figura 5. Panel de dato de soporte para la gestión integral de riesgo de desastre en los municipios de Panamá.

La capacitación sobre el uso de esta página web se puede hacer por medio de un video tutorial o de una sesión virtual. Es importante documentar ciertos datos relacionados a los eventos, por lo que se ha considerado que por cada evento se registre cierta información que ayudará a futuras investigaciones o medir el nivel de impacto cuantitativo del evento y soporte la evaluación de los criterios definidos para valorar el nivel de afectación usando la plantilla de la figura 6.

Por último, para mejorar la especificidad y sensibilidad del modelo y su variable respuesta que aparecen en la figura 7, es necesario definir los objetivos en materia de gestión de riesgo, capacitar al personal, establecer indicadores y realizar auditorías o evaluaciones a la gestión de riesgo que se hace en cada municipio.

The form includes the following sections:

- Instrucciones:** Llene la siguiente matriz pensando en los efectos del impacto que tendría la materialización del peligro en un evento.
- Conceptos:**
 - Peligro:** Condición u objeto que potencialmente puede causar lesiones o daños al equipamiento o estructuras.
 - Evento:** Resultado potencial de un peligro, es una consecuencia del peligro.
 - Riesgo:** Evaluar el peligro y el evento en función de la severidad del daño y la probabilidad de que vuelva a suceder.
- Evaluación de Riesgo:**
 - Peligro Identificado: [Input field]
 - Descripción: [Input field]
 - Corregimiento: [Dropdown menu: Las Tablas]
 - Fecha del Evento: [Date picker: mm/dd/yyyy]
 - Cantidad de Casas Afectadas: [Input field: 0]
 - Cantidad de Familias Afectadas: [Input field: 0]
 - Cantidad de Mujeres Afectadas: [Input field: 0]
 - Cantidad de Niños Afectadas: [Input field: 0]
 - Cantidad de Hombres Afectadas: [Input field: 0]
 - Cantidad de Personas con discapacidad Afectadas: [Input field: 0]
 - Cantidad de Adultos Mayores Afectadas: [Input field: 0]

Figura 6. Formulario de Recolección de datos para evaluar riesgos diseñado para los municipios de Panamá.

Además, con los objetivos específicos se debe identificar las amenazas, evaluarlas, utilizando el modelo propuesto, definir planes de acción para todos los riesgos con un nivel de riesgo medio y alto, y monitorear que estos planes de acción se cierran en el periodo establecido por la coordinación nacional.

The interface shows the following elements:

- Daños a la infraestructura de la comunidad:** No hay daños
- Impacto al medio ambiente:** Sin impacto
- Afectación Económica:** Sin afectación
- Daños a la Imagen municipal:** Sin implicaciones
- Clasificación del Riesgo:**
 - Nivel de Riesgo: [Dropdown menu]
 - Buttons: Sin Riesgo, Riesgo Bajo, Riesgo Medio, Riesgo Alto
- Plan de Acción:**
 - Buttons: No requiere, Monitorear, PDA a 6 meses, PDA a 3 meses
- Buttons:** Salvar, Limpiar

Figura 7. Vista de pantalla de la plataforma para clasificación de Riesgos en municipio de Las Tablas.

4. Conclusiones

La implementación de las TIC en la Gestión Integral de Riesgo de Desastres en el Municipio de Las Tablas es un caso de estudio de transferencia de conocimiento e innovación, que ofrece la posibilidad de conectar grandes redes de personas y organizaciones a lo largo de extensas distancias geográficas dando lugar a rápidos flujos de información y comunicación en todo el país. Al implementar herramientas similares, se reduce el tiempo de respuesta y se mejora la toma de decisiones en respuesta del gobierno y los protocolos de actuación ante situaciones de emergencia.

La contribución a la Asociación de Municipios de Panamá (AMUPA) fue la adaptación de la metodología del SMS a su realidad, buscando proveerles una herramienta que les permita de forma proactiva

identificar sus peligros, analizar su nivel de riesgo y según esta valoración determinar cuáles peligros identificados requieren de un plan de acción a corto mediano y largo plazo. Este modelo permitirá a los municipios administrar sus recursos y dedicarlos a áreas de prioridad. Además, las capacitaciones brindadas a los gestores de Riesgos y el diseño de la plataforma facilitará la recolección de datos de los peligros, valoración de riesgo y planes de acción.

Este caso de estudio sienta las bases de un sistema de información integrado de gestión y reducción de riesgo de desastres en todos los municipios del país en miras de servir de referencia para otros municipios alrededor del mundo, lo que implica una selección oportuna del personal y la asignación de tareas, así como también, la creación de los mecanismos de organización y los espacios de discusión respectivos. Adicional, brinda una herramienta para la toma de decisiones en función de cada estrategia establecida por las autoridades, con base en la visualización inteligente de los datos de acuerdo con la información municipal en tiempo real. Por último, el factor de creación y aporte colectivo que se genera en este tipo de innovaciones ofrece una visión específica de la información para todos los actores involucrados en la GIRD y a su vez, lo que constituye un paso importante hacia una organización eficiente y centrada en el ciudadano.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Oficina de Asistencia Humanitaria de USAID (USAID/BHA) del Programa Regional de Asistencia para Desastres RDAP con el proyecto “AMUPA ASISTE: Hacia un modelo municipal más cercano con sus ciudadanos” (Ref: AID-OAA-C-15-00125).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN Y APROBACIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

FUTURAS INVESTIGACIONES

Se puede utilizar esta base para investigaciones orientadas hacia la experiencia de usuario y gestión de la calidad de herramientas de interacción con el ciudadano

para la gestión integral del riesgo municipal. Por otro lado, el modelo SMS pudiera considerarse para un modelo de optimización con el fin de minimizar el riesgo a través de la inclusión de otros factores y la revisión de restricciones matemáticas.

Por último, la investigación en sistemas similares a este para la toma de decisión asistida por inteligencia artificial éticamente responsivo con el uso de datos de ciudadanos que decidan compartir información certificada, denuncias ciudadanas y otros insumos de parte de los gestores de riesgo municipal.

REFERENCIAS

- [1] W. Khim, “Disaster risk reduction in times of COVID-19: What have we learned?,” *Disaster risk Reduct. times COVID-19 What have we Learn.*, no. August, pp. 2018–2021, 2020, doi: 10.4060/cb0748en.
- [2] S. Baas, S. Ramasamy, J. D. De Prick, and F. Battista, *Una Guía Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres*. 2009.
- [3] B. Pandey and K. Okazaki, “Community Based Disaster Management: Empowering Communities to Cope with Disaster Risks,” 2005.
- [4] W. Thomas, Matthew, J., “A Systematic Review of Insert Document Title the Effectiveness of Safety Management Systems,” *Aust. Transp. Saf. Bur.*, 2011.
- [5] S. Choe and F. Leite, “Assessing Safety Risk among Different Construction Trades: Quantitative Approach,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 143, no. 5, p. 04016133, May 2017, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001237.
- [6] Omar Darío Cardona Arboleda, “Medición de la gestión del riesgo en América Latina,” *Rev. Int. Sostenibilidad, Tecnol. y Humanismo.*, no. Número 3, pp. 1–20, 2008.
- [7] PNUD, “Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contexto del País Experiencias y Herramientas de aplicación a nivel regional y local,” *Cuadernillos Gestión del Riesgo Desastr. a Niv. Reg. y local Conceptos*, pp. 1–28, 2012, [Online]. Available: https://www.preventionweb.net/files/38050_38050conceptosbsicos.pdf.
- [8] M. GUNDUZ and H. LAITINEN, “Construction safety risk assessment with introduced control levels,” *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 24, no. 1, pp. 11–18, Mar. 2018, doi: 10.3846/jcem.2018.284.
- [9] R. P. Dameri and C. Rosenthal-Sabroux, “Smart City and Value Creation,” in *Smart City: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, R. P. Dameri and C. Rosenthal-Sabroux, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 1–12.
- [10] C. Kim and K. Kim, “The Institutional Change from E-Government toward Smarter City; Comparative Analysis between Royal Borough of Greenwich, UK, and Seongdong-gu, South Korea,” *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 7, no. 1, p. 42, Jan. 2021, doi: 10.3390/joitmc7010042.
- [11] S. Bouton et al., *How to make a city great*. New York, USA, 2013.
- [12] M. D. Hossain, J. Moon, J. K. Kim, and Y. C. Choe,

- “Impacts of organizational assimilation of e-government systems on business value creation: A structuration theory approach,” *Electron. Commer. Res. Appl.*, vol. 10, no. 5, pp. 576–594, Sep. 2011, doi: 10.1016/j.elerap.2010.12.003.
- [13] R. G. Hollands, “Will the real smart city please stand up?,” *City*, vol. 12, no. 3, pp. 303–320, Dec. 2008, doi: 10.1080/13604810802479126.
- [14] F. Wahid, “The Current State of Research on eGovernment in Developing Countries: A Literature Review,” 2012, pp. 1–12.
- [15] J. Millard, J. Havlíček, I. Tichá, and J. Hron, “Strategies for the future eGovernment,” *Agric. Econ. (Zemědělská Ekon.*, vol. 50, no. No. 1, pp. 20–28, Feb. 2012, doi: 10.17221/5162-AGRICECON.
- [16] Y. Yun and M. Lee, “Smart City 4.0 from the Perspective of Open Innovation,” *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 5, no. 4, p. 92, Nov. 2019, doi: 10.3390/joitmc5040092.
- [17] D. Maurino, “Why SMS: An introduction and overview of safety management systems,” 2017, doi: 10.1787/31ebb8a3-en.
- [18] OACI, *Manual de gestión de la seguridad operacional (SMM)*. 2013.
- [19] FAA, “Safety Management System (SMS),” 2019. <https://www.faa.gov/about/initiatives/sms/>.