



## General plant distribution as a tool for effective evacuation in emergency situations

### Distribución general de planta como herramienta para la evacuación efectiva en situaciones de emergencia

**Para citar este trabajo:**

Jácome Alarcón, L. F. ., Changoluisa Chusin, J. R. ., Romero Rosero, M. D. ., Zambrano Moreira, B. M. ., & Ortega Arreaga, M. T. . (2025). Distribución general de planta como herramienta para la evacuación efectiva en situaciones de emergencia. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*, 2(5), 1-15.  
[https://estrellaediciones.com/index.php/sciences\\_discoveries\\_and\\_society/article/view/313](https://estrellaediciones.com/index.php/sciences_discoveries_and_society/article/view/313)

**Autores:**

**Luis Fernando Jácome Alarcón**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo -Ecuador

[ljacomea@uteq.edu.ec](mailto:ljacomea@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1553-7591>

**Jefferson Rodrigo Changoluisa Chusin**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo -Ecuador

[jchangoluisac@uteq.edu.ec](mailto:jchangoluisac@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0007-7992-7472>

**Melanny Dayana Romero Rosero**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo -Ecuador

[melanny.romero2017@uteq.edu.ec](mailto:melanny.romero2017@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0002-0325-8966>

**Brithany Mayerly Zambrano Moreira**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo -Ecuador

[bzambranom2@uteq.edu.ec](mailto:bzambranom2@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0007-1523-9005>

**Mylena Thais Ortega Arreaga**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo - Ecuador

[thais-m15@hotmail.com](mailto:thais-m15@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-7540-620X>

**Autor de Correspondencia:** Melanny Dayana Romero Rosero, [melanny.romero2017@uteq.edu.ec](mailto:melanny.romero2017@uteq.edu.ec)

**RECIBIDO:** 13-Agosto-2025

**ACEPTADO:** 27-Agosto-2025

**PUBLICADO:** 10-Septiembre-2025



### Resumen

El diseño general de la planta física representa un elemento determinante para asegurar una evacuación eficiente durante situaciones de emergencia, ya que afecta directamente la rapidez y seguridad con la que las personas pueden acceder a las salidas. En este trabajo se presenta un análisis detallado de fuentes científicas y técnicas, resaltando la relevancia de una planificación espacial adecuada, que contemple rutas de escape accesibles, múltiples vías de salida y señalización comprensible. Se examina el uso de herramientas de simulación computacional como apoyo para predecir y mitigar posibles puntos críticos en el flujo de evacuación, así como el impacto del comportamiento humano bajo presión en dichos escenarios. También se subraya la importancia de una gestión de emergencias articulada, que incluya formación continua, ejercicios de evacuación periódicos y revisión constante de los procedimientos establecidos. Como propuesta, se plantea una perspectiva integral y multidisciplinaria que contemple elementos técnicos, humanos y organizativos, con el fin de robustecer la seguridad y la capacidad de respuesta de las infraestructuras. Los hallazgos apuntan a que la sinergia entre un diseño arquitectónico eficiente, estrategias de gestión adecuadas y el uso de tecnologías innovadoras es esencial para proteger la vida humana y garantizar la operatividad ante eventos críticos.

**Palabras clave:** distribución de planta; evacuación; emergencia; seguridad; simulación.

### Abstract

The overall layout of a facility plays a crucial role in ensuring effective evacuation during emergencies, as it directly affects how quickly and safely occupants can reach exits. This paper presents a thorough review of scientific and technical literature, emphasizing the importance of well-planned spatial design that includes accessible escape routes, multiple exit options, and clear signage. The use of computer simulation tools is explored as a means to anticipate and alleviate potential bottlenecks in evacuation flow, along with the influence of human behavior under stress in such situations. The study also highlights the necessity of a comprehensive emergency management approach, incorporating continuous training, regular evacuation drills, and ongoing updates to safety protocols. A holistic and multidisciplinary perspective is proposed, integrating technical, human, and organizational factors to enhance safety and resilience in buildings. Findings indicate that combining effective architectural design with sound management practices and advanced technologies is key to safeguarding lives and maintaining operational continuity in critical scenarios.

**Keywords:** layout; evacuation; emergency; safety; simulation.



## 1. Introducción

La protección de las personas ante emergencias dentro de edificaciones representa uno de los principales retos en el diseño y administración de espacios construidos. Situaciones como incendios, sismos, explosiones, liberaciones de sustancias peligrosas o fenómenos naturales extremos exigen una respuesta ágil y coordinada para reducir los peligros y preservar la vida humana. En este marco, la evacuación organizada se convierte en una medida esencial para resguardar la integridad física de los ocupantes y disminuir los impactos negativos de estos eventos.

La configuración espacial de una edificación, es decir, cómo se distribuyen accesos, pasillos, escaleras, salidas de emergencia y puntos de encuentro, tiene un papel determinante en el éxito de las evacuaciones. Un diseño arquitectónico apropiado no solo facilita el desplazamiento fluido de las personas hacia las salidas, sino que también contribuye a prevenir obstrucciones, amontonamientos o episodios de pánico que puedan incrementar los riesgos. La planificación debe tener en cuenta elementos como la accesibilidad universal, la visibilidad de las rutas de escape, una señalética adecuada y rutas redundantes, que permitan mantener la seguridad incluso bajo presión o en condiciones adversas.

Más allá del diseño físico, el proceso de evacuación se ve influido por variables humanas y conductuales, como las decisiones en contextos de estrés, la reacción frente al miedo, la interacción con otros ocupantes o las características individuales de la población presente. Por tanto, al desarrollar la organización espacial de los edificios, es necesario incorporar no solo criterios técnicos, sino también conocimientos provenientes de la psicología ambiental y del estudio del comportamiento colectivo, para prever y gestionar reacciones que puedan obstaculizar una evacuación segura.

En años recientes, las herramientas computacionales han avanzado significativamente, permitiendo mediante simulaciones con modelos basados en agentes y análisis de tránsito peatonal, evaluar la eficacia de distintas configuraciones arquitectónicas ante diversos escenarios de emergencia. Estas soluciones digitales permiten localizar zonas críticas, valorar diferentes diseños espaciales y proponer ajustes tanto en la estructura física como en los procedimientos de evacuación establecidos.

No obstante, para que estas estrategias resulten efectivas en la práctica, es imprescindible adoptar una visión interdisciplinaria que integre a profesionales de arquitectura, ingeniería, gestión del riesgo, psicología y seguridad. Igualmente, se requiere capacitar de manera constante tanto a usuarios como al personal responsable de la operación del edificio. Incorporar la distribución arquitectónica como parte central de la planificación para emergencias representa un componente estratégico fundamental para aumentar la capacidad de respuesta y proteger la vida en entornos construidos.

Este artículo tiene como objetivo examinar en detalle el papel que cumple la distribución espacial en la mejora de los procesos de evacuación, revisando tanto los avances científicos y tecnológicos disponibles como las buenas prácticas implementadas, con la finalidad de establecer un marco conceptual y metodológico útil para diseñar y gestionar espacios más seguros y resilientes.

## 2. Metodología

El desarrollo de este artículo se llevó a cabo a través de una investigación documental de tipo exploratorio y descriptivo, sustentada en la recopilación, análisis e interpretación crítica de fuentes bibliográficas secundarias especializadas. El propósito fue examinar el impacto que tiene la organización general de la planta arquitectónica en los procesos de evacuación durante



situaciones de emergencia. Esta metodología resulta especialmente pertinente para estudios de carácter teórico, cuyo objetivo es construir una base conceptual sólida mediante el análisis riguroso de literatura técnica y científica actualizada.

Para la obtención de información, se recurrió a bases de datos académicas de amplio reconocimiento internacional, como Scopus, ScienceDirect, Google Scholar y otras plataformas especializadas en ingeniería y seguridad ocupacional. Se priorizó la selección de documentos publicados entre los años 2020 y 2025, a fin de garantizar la vigencia de los contenidos. Se utilizaron términos clave vinculados con el tema, tales como “layout arquitectónico”, “evacuación de emergencia”, “seguridad en edificaciones”, “simulación de evacuación” y “diseño de rutas de escape”.

Los criterios de inclusión contemplaron artículos académicos, documentos técnicos, normas internacionales (como las emitidas por la NFPA e ISO), tesis universitarias y obras especializadas que abordaran aspectos relacionados con la arquitectura de emergencia, la distribución espacial, la psicología del comportamiento en evacuaciones y la aplicación de tecnologías para simular y optimizar trayectorias de salida. Se descartaron los textos que no estuvieran disponibles en su totalidad, aquellos que presentaran deficiencias metodológicas o que no aportaran datos relevantes para el estudio.

El proceso de análisis se realizó de forma estructurada, organizando la información en distintas áreas temáticas, tales como: el rol del diseño arquitectónico en los procesos de evacuación, el uso de simuladores computacionales, los factores conductuales que inciden en la evacuación y las estrategias aplicables para mejorar la planificación ante emergencias. Se aplicó una lectura crítica con el objetivo de contrastar distintas posturas teóricas y prácticas, identificar puntos comunes, vacíos en el conocimiento y tendencias emergentes.

Asimismo, se revisaron estudios de caso y experiencias aplicadas que muestran cómo se ha utilizado el diseño y la simulación para mejorar la disposición de los espacios y facilitar la evacuación segura. Este análisis permitió establecer una base teórica actualizada que respalda las conclusiones y propuestas formuladas en el artículo.

En resumen, la metodología documental empleada hizo posible integrar conocimientos actualizados desde diversas disciplinas, destacando el papel estratégico que tiene la distribución de planta en la evacuación eficiente. Esto contribuye tanto al avance académico en la materia como a su aplicación práctica en el diseño de entornos más seguros.

### 3. Resultados

A continuación, se presenta la Tabla 1 con la matriz de revisión bibliográfica, que compila los artículos más relevantes utilizados en esta investigación. Esta matriz ofrece un resumen detallado de los estudios consultados, destacando aspectos clave de cada uno, como el título, el año de publicación, los objetivos, hallazgos y conclusiones principales de cada trabajo. Su propósito es organizar y sintetizar la información más significativa obtenida de la revisión bibliográfica, facilitando la identificación de tendencias, enfoques y aportes teóricos en torno a la distribución espacial y su relación con la evacuación en situaciones de emergencia. Además, la matriz permite una comparación clara entre los diferentes estudios, lo que proporciona una visión integral de los avances alcanzados en este campo y de las implicaciones prácticas que tiene el diseño de la planta física en la seguridad de las personas.



**Tabla 1**

**Matriz de revisión bibliográfica**

	<b>Título</b>	<b>Nombre del Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Resumen</b>	<b>DOI o URL completo</b>
1	Vulnerabilidades y ciberseguridad en sistemas SCADA: Análisis de riesgos y estrategias de protección en infraestructuras críticas	Andrade-Logroño, F., & Cobos-Torres, J. C.	2025	El artículo aborda los riesgos de ciberseguridad en sistemas SCADA, esenciales en la gestión de infraestructuras críticas. Se destacan las vulnerabilidades y medidas de protección frente a ataques que podrían afectar operaciones vitales, incluida la seguridad en situaciones de emergencia. La investigación contribuye a comprender cómo la seguridad tecnológica se relaciona con la continuidad operativa y la prevención de riesgos en evacuaciones.	<a href="https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e289">https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e289</a>
2	Mitigación de emergencias comunes en el Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, a través de respuestas oportunas por medio de metodologías innovadoras	Barros Chafla, C. G., Lalangui Oviedo, Y. E., Figueroa Endara, P. D., Noboa Aguirre, K. A., & Pilco Carrazco, J. F.	2024	Se analiza cómo la implementación de metodologías innovadoras fortalece la capacidad de respuesta en emergencias educativas. El estudio demuestra que la organización espacial y las estrategias de evacuación bien diseñadas permiten reducir riesgos y proteger a la comunidad académica en caso de siniestros.	<a href="https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3136">https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3136</a>
3	Análisis de la gestión de seguridad y prevención de riesgos laborales en el cuerpo de bomberos de la “agencia x-5 Luz de América” del GAD parroquial Luz de América 2024	Chica Zambrano, J., Sánchez Mecías, M. R., Campaña Chiriboga, W. F., & Jacome Sánchez, M. A.	2024	Se examinan los procesos de gestión de seguridad y prevención de riesgos en un cuerpo de bomberos. La investigación resalta la importancia de una adecuada distribución de espacios de trabajo y planificación en emergencias, lo cual mejora la capacidad de reacción y la seguridad del personal.	<a href="https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)1679-1696">https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)1679-1696</a>
4	Seguridad	Correa-	2013	El estudio presenta la	<a href="https://doi.org/10.21501">https://doi.org/10.21501</a>



	Energética y Protección de Infraestructuras Críticas	Henao, G. J., & Yusta-Loyo, J. M.		seguridad energética como un factor clave en la protección de infraestructuras críticas. Destaca cómo la vulnerabilidad de los sistemas puede generar riesgos masivos y la necesidad de una organización adecuada en las instalaciones para facilitar la evacuación de personal en casos de contingencia.	<a href="#">/21454086.1312</a>
5	Análisis de capacidad y distribución en planta para la instalación de una planta de molienda y panificación	Cruz-Cruz, B., Torres, J., & Acevedo-Urquiaga, A.	2020	Investiga el diseño de la distribución en planta para optimizar capacidad y flujos de trabajo en una instalación de producción. La metodología aplicada resulta útil para el diseño de espacios seguros, ya que permite que las rutas de evacuación se integren dentro del esquema de eficiencia operativa.	<a href="https://doi.org/10.52948/germina.v3i3.224">https://doi.org/10.52948/germina.v3i3.224</a>
6	Evacuation Optimization Strategy for Large-Scale Public Building Considering Plane Partition and Multi-Floor Layout	Han Fang, Wei Lv, He Cheng, Xiaolian Li, Bingjie Yu, Zhongwei Shen	2022	Este estudio aborda la optimización de la evacuación en edificios públicos de gran escala (como estadios u hospitales), considerando tanto la partición del plano como la distribución en múltiples niveles. Propone estrategias específicas para gestionar los flujos de evacuación en estructuras complejas, utilizando modelos que integran tanto el diseño arquitectónico (layout) como la dinámica de multitudes. Sus resultados permiten mejorar la eficiencia y seguridad en evacuaciones masivas, reforzando la idea de que una buena distribución espacial es clave para un escape rápido y ordenado.	<a href="https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.847399">https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.847399</a>
7	Comportamiento humano en la estructura	Hernández Tamayo, J. C.	2025	El trabajo analiza el comportamiento de los individuos dentro de las	<a href="https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1065">https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1065</a>



organizacional de las empresas

organizaciones, destacando la influencia de la cultura y la estructura organizacional. Estos factores son determinantes en la reacción ante emergencias, pues inciden en la disciplina, la percepción del riesgo y la eficacia en la evacuación.

8	Distribución en planta del laboratorio de pintura de la Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla"	Hoz, B. D. La, & Maldonado, C. P. C.	2018	Presenta un caso de rediseño de la distribución en planta de un laboratorio naval. La investigación subraya la importancia de la organización de espacios para mejorar la seguridad, eficiencia y accesibilidad, lo cual resulta directamente aplicable en la planificación de evacuaciones.	<a href="https://api.semanticscholar.org/CorpusID:194333078">https://api.semanticscholar.org/CorpusID:194333078</a>
9	Creencias básicas sobre los otros, el yo y el mundo, en emergencia sanitaria por COVID-19	Marcillo, C. del C.	2021	Explora las percepciones sociales y psicológicas durante una emergencia sanitaria. Estos factores influyen en la respuesta humana ante crisis y, por lo tanto, en la efectividad de los procesos de evacuación, ya que las creencias determinan la confianza y el cumplimiento de protocolos.	<a href="https://doi.org/10.33789/enlace.20.2.95">https://doi.org/10.33789/enlace.20.2.95</a>
10	Papel mediador de las redes sociales en la relación entre afrontamiento, ansiedad y depresión en situaciones de emergencia. Revista Iberoamericana de Psicología	Mestas-Hernández, L., Gordillo León, F., Robles-Aguirre, B., Cordero Juárez, V., & González López, J. E.	2024	Analiza cómo las redes sociales influyen en la gestión emocional en emergencias, favoreciendo o dificultando la calma colectiva. Comprender este aspecto es esencial para planificar evacuaciones efectivas en las que el comportamiento social juega un papel crítico.	<a href="https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.17201">https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.17201</a>
11	Análisis Integral del Manejo de Recursos Naturales en Microcuencas de Tecpán,	Orantes Caravantes, J. A.	2024	La investigación examina la sostenibilidad ambiental y la gestión de riesgos en microcuencas. Sus aportes permiten comprender la relación entre el manejo	<a href="https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10706">https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10706</a>



Chimaltenango:  
Perspectivas y  
Desafíos para la  
Sostenibilidad  
Ambiental y la  
Gestión de  
Riesgos

territorial, la planificación  
espacial y la reducción de  
vulnerabilidades ante  
emergencias.

12	El liderazgo en el Cuerpo de Bomberos de Cuenca: su influencia en situaciones de emergencia	Parra Parra, M. J., Barbery Montoya, D. C., & Ramón Poma, G. M.	2023	El artículo resalta el papel del liderazgo en cuerpos de bomberos, donde la toma de decisiones rápidas y efectivas es vital en evacuaciones. La coordinación, comunicación y confianza del personal se convierten en factores que potencian la seguridad.	<a href="https://doi.org/10.46652/pacha.v4i12.212">https://doi.org/10.46652/pacha.v4i12.212</a>
13	Uso de los simuladores y modelos computacionales en el aprendizaje de la ingeniería	Roca García, J. L., Olaya Gil, D. G., & Guartatanga Faicán, M. D.	2024	El estudio describe el uso de simuladores como herramientas de aprendizaje en ingeniería. Estas tecnologías permiten modelar escenarios de emergencia y planificar rutas de evacuación, mejorando la preparación preventiva.	<a href="https://doi.org/10.56183/iberotechs.v4i2.647">https://doi.org/10.56183/iberotechs.v4i2.647</a>
14	Secuencia para la Generación de Modelos Computacionales de Flujo en Medios Porosos para Simulación Numérica Directa	Rossler, M., Battaglia, L., & Kler, P.	2024	Presenta un método para modelar flujos en medios porosos mediante simulación numérica. La metodología puede adaptarse al análisis de movimientos de personas y dinámica de multitudes en evacuaciones	<a href="https://doi.org/10.70567/rmc.v1i1.140">https://doi.org/10.70567/rmc.v1i1.140</a>
15	Elaboración del plan integral de gestión de riesgos en el Cuerpo de Bomberos Latacunga	Sandoval Barbosa, M. R., Obando Reinoso, J. A., Chasiliquin Vaca, A. E., Llamba Chicaiza, M. A., & Chacón Méndez, G. A.	2025	Desarrolla un plan integral de gestión de riesgos en bomberos. Se enfoca en la preparación, prevención y ejecución de estrategias que aseguran una respuesta rápida y efectiva ante emergencias, incluyendo evacuaciones organizadas.	<a href="https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/726">https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/726</a>

### 3.1. Distribución General de Planta

La distribución general de planta hace referencia a la disposición física y funcional de los espacios dentro de una edificación o instalación industrial, teniendo en cuenta la localización de áreas



operativas, accesos, pasillos, zonas de almacenamiento, salidas de emergencia y demás componentes esenciales (Hoz & Maldonado, 2018). Su finalidad principal es lograr un flujo eficiente de personas, materiales y recursos, reduciendo tiempos innecesarios de traslado, evitando interferencias entre procesos y minimizando riesgos, tanto en condiciones normales de operación como ante situaciones imprevistas.

En contextos industriales, una adecuada planificación y evaluación de la distribución de planta permite establecer de forma clara la estructura productiva, organizar de manera óptima los espacios disponibles y estimar con mayor precisión los recursos humanos necesarios para satisfacer los niveles de producción proyectados. Por ejemplo, al diseñar una planta dedicada a procesos como la molienda y panificación, la elección entre distintas configuraciones espaciales puede influir de manera directa en el rendimiento productivo y en la facilidad de evacuación ante un evento crítico. Herramientas como la Segunda Generalización del Cálculo de Capacidades (SGCC), junto con el empleo de diagramas de flujo y modelos digitales, permiten analizar diferentes alternativas organizativas y su repercusión tanto en la eficiencia operativa como en la seguridad (Cruz-Cruz et al., 2020).

Del mismo modo, se ha comprobado que la mejora de la distribución de planta representa una estrategia eficaz para incrementar la eficiencia y reducir riesgos en empresas de diversos sectores. El uso de metodologías como el análisis de Pareto, los diagramas de causa y efecto (Ishikawa), los diagramas de operaciones y el enfoque de Planificación Sistemática de la Distribución (SLP) facilita la identificación de zonas con deficiencias, la propuesta de rediseños espaciales y la evaluación de sus impactos. Reorganizar procesos y espacios no solo puede traducirse en un aumento de la productividad y en una mejor relación costo-beneficio, sino que también permite diseñar trayectorias de evacuación más accesibles, fluidas y seguras ante emergencias.

### **3.2. Seguridad y Protección en Infraestructuras Críticas**

La protección de instalaciones esenciales, tales como complejos industriales y edificaciones de uso público, implica una planificación rigurosa frente a escenarios de emergencia como incidentes radiológicos, incendios u otros eventos que demandan evacuaciones ágiles y seguras. En este contexto, la organización espacial de la planta adquiere un papel fundamental, ya que una disposición inadecuada de los espacios puede incrementar la exposición al riesgo y obstaculizar la capacidad de respuesta. Por esta razón, tanto las políticas de seguridad nacional como los planes de gestión ante emergencias reconocen la planificación física del entorno como un elemento estratégico clave para reducir vulnerabilidades y salvaguardar la vida humana (Andrade-Logroño & Cobos-Torres, 2025).

#### **Vulnerabilidades clave:**

- **Cibernéticas:**
  - Sistemas SCADA expuestos a ataques por autenticación débil, protocolos obsoletos y falta de segmentación de redes (Andrade-Logroño & Cobos-Torres, 2025).
  - Configuraciones inseguras y mala gestión de actualizaciones, facilitando accesos no autorizados o ataques de denegación de servicio (DoS) (Andrade-Logroño & Cobos-Torres, 2025).
- Humanas y operativas:
  - Errores en la gestión de actualizaciones y falta de capacitación del personal.
  - Ausencia de estrategias integrales que combinen tecnología, gestión y formación.



#### **Estrategias de protección:**

- **Tecnológicas:**

- Implementación de segmentación de red, autenticación multifactor y cifrado de comunicaciones.
- Sistemas de detección de intrusos y actualización continua de software.

- **Gestión estratégica:**

- Elevar la ciberseguridad al nivel estratégico nacional, con marcos normativos como la Directiva UE 2008/114/CE y leyes nacionales (ej. Ley 8/2011 en España) (Correa-Henao & Yusta-Loyo, 2013).
- Desarrollo de mapas de riesgos interconectados para identificar vulnerabilidades en infraestructuras eléctricas y energéticas.

- **Capacitación y cultura:**

- Formación especializada en ciberdefensa para personal técnico y operativo.
- Simulacros de respuesta ante incidentes y promoción de una cultura de seguridad integral.

#### **Enfoque necesario:**

La protección requiere un modelo disruptivo que integre:

- Complejidad multifactorial: Integración de medidas técnicas de defensa, estrategias proactivas de gestión del riesgo y mecanismos de cooperación entre distintas entidades.
- Resiliencia sistémica: Actualización tecnológica de las infraestructuras, fortalecimiento del compromiso organizacional y desarrollo de planes robustos para asegurar la continuidad de las operaciones.

" La administración de la ciberseguridad en infraestructuras críticas requiere ir más allá de los métodos convencionales, incorporando un enfoque integral que asegure la operación ininterrumpida de servicios fundamentales frente a amenazas emergentes."

### **3.3. Comportamiento Humano en Situaciones de Emergencia**

El comportamiento humano en contextos de emergencia constituye un factor clave que incide de manera directa en la efectividad de los procesos de evacuación y en la protección de los ocupantes. En situaciones críticas, los altos niveles de ansiedad y estrés alteran la capacidad de las personas para razonar con claridad y seguir instrucciones de forma organizada. Diversos estudios en el ámbito de la psicología han evidenciado que, ante la presión, es común que los individuos opten por rutas familiares o sigan el flujo de la multitud, lo que puede derivar en aglomeraciones y demoras que incrementan la probabilidad de accidentes o lesiones.

Asimismo, la forma en que se percibe el riesgo y las creencias personales influyen significativamente en las reacciones ante situaciones de peligro. Durante crisis prolongadas, como la vivida durante la pandemia por COVID-19, se ha identificado una reducción en las percepciones positivas respecto al entorno y a uno mismo, influenciada por el miedo y la incertidumbre. No obstante, también se ha observado una capacidad de resiliencia que permite afrontar de mejor manera los desafíos. Esta adaptación emocional resulta relevante para comprender cómo las emociones y la autoconfianza condicionan el comportamiento grupal en procesos de evacuación (Marcillo, 2021).

El avance de las tecnologías digitales, en particular el uso de redes sociales, también ha transformado la forma en que las personas actúan frente a emergencias. Una exposición constante



a información a través de estas plataformas puede incrementar la ansiedad y contribuir al desarrollo de síntomas depresivos, debido al exceso de contenido alarmante o contradictorio. Sin embargo, cuando se gestionan de forma adecuada, estas herramientas también pueden facilitar la circulación de información clave y el acceso a redes de apoyo social, lo cual representa una ventaja en la gestión de crisis (Mestas- Hernández et al., 2024).

Por otro lado, la presencia de un liderazgo efectivo dentro de los equipos de respuesta es crucial para organizar acciones coordinadas y reducir el caos. El liderazgo transformacional, caracterizado por generar confianza, inspirar a través de la motivación y mantener una comunicación clara, contribuye a una mejor toma de decisiones bajo presión y a una mayor cohesión del grupo, favoreciendo así una evacuación más ordenada y segura (Parra Parra et al., 2023).

Finalmente, la preparación organizacional y la formación previa desempeñan un papel esencial en la respuesta eficaz ante situaciones de emergencia. La definición precisa de funciones, la capacitación continua y la práctica mediante simulacros permiten disminuir la incertidumbre y aumentar la eficacia de las evacuaciones (Hernández Tamayo, 2025).

#### **3.4. Simulación y Modelos Computacionales**

Las simulaciones y los modelos computacionales se han consolidado como herramientas esenciales para el estudio, diseño y mejora de la distribución general de planta con el objetivo de optimizar los procesos de evacuación en situaciones de emergencia. Estas tecnologías posibilitan la replicación del comportamiento dinámico de los usuarios, la evaluación de múltiples escenarios y la identificación anticipada de posibles obstáculos en las rutas de escape, aspectos fundamentales para garantizar una evacuación segura y eficiente.

En particular, los modelos aplicados a la evacuación suelen fundamentarse en simulaciones de flujo peatonal y modelos basados en agentes individuales, donde cada persona es representada con atributos y conductas específicas. Dichos modelos incorporan variables tales como la velocidad de movimiento, la reacción ante barreras, el efecto del pánico y las interacciones sociales, permitiendo así una representación fiel del desplazamiento colectivo en contextos críticos. A través de la simulación, es posible detectar cuellos de botella, áreas de congestión y puntos conflictivos en el diseño espacial, facilitando la propuesta de ajustes tanto físicos como operativos para mejorar el flujo y acortar los tiempos de evacuación.

Adicionalmente, técnicas avanzadas como la simulación numérica directa (DNS), aunque originarias de disciplinas como la dinámica de fluidos o la ingeniería estructural, ofrecen metodologías adaptables para modelar flujos humanos complejos en entornos arquitectónicos. Por ejemplo, la construcción de mallas tridimensionales y la definición precisa de las condiciones de frontera permiten analizar detalladamente el comportamiento de las multitudes en espacios reales, incrementando la precisión de las predicciones y la eficacia de las soluciones diseñadas (Rossler et al., 2024).

En el campo de la formación académica, el empleo de simuladores y modelos digitales ha demostrado ser una herramienta valiosa para la comprensión de conceptos complejos relacionados con la dinámica de sistemas y la simulación de procesos, contribuyendo a preparar profesionales capacitados para planificar y gestionar espacios seguros (Roca García et al., 2024). Esta incorporación tecnológica también facilita la realización de prácticas virtuales que complementan la experiencia en laboratorios físicos, optimizando recursos y mejorando la preparación práctica de los estudiantes.

#### **3.5. Gestión Integral de Emergencias**



La gestión integral de emergencias se configura como un enfoque multidisciplinario y estructurado orientado a preparar, responder y recuperarse de manera eficaz ante situaciones críticas, con el objetivo de minimizar riesgos y salvaguardar vidas, bienes y el medio ambiente. Este modelo abarca la planificación estratégica, la formación continua, la colaboración interinstitucional y la administración eficiente de recursos, elementos fundamentales para robustecer la capacidad de reacción de organizaciones y comunidades.

Una investigación reciente sobre el Cuerpo de Bomberos de Latacunga evidenció que la carencia de un plan integral de gestión de riesgos limita considerablemente la operatividad y resiliencia de la institución frente a amenazas tanto naturales como humanas. El estudio resaltó que las deficiencias en la infraestructura, la ausencia de protocolos actualizados y la falta de capacitación adecuada constituyen factores críticos que afectan la capacidad de respuesta. Por ello, se enfatizó la necesidad de implementar un plan integral fundamentado en la prevención, la formación continua y la modernización de las infraestructuras para asegurar una respuesta efectiva y sostenible (Sandoval Barbosa et al., 2025).

Asimismo, la gestión integral implica una coordinación estrecha entre instituciones y la participación activa de la comunidad, aspectos esenciales para enfrentar desastres naturales y emergencias complejas. Por ejemplo, en el análisis de la gestión de recursos naturales en microcuencas de Tecpán, Guatemala, se identificó que la falta de coordinación interinstitucional y la baja implicación ciudadana dificultan la ejecución de políticas ambientales y planes de emergencia, incrementando la vulnerabilidad ante fenómenos climáticos extremos (Orantes Caravantes, 2024). Este caso subraya la importancia de fortalecer la colaboración entre actores y fomentar una cultura de prevención y preparación.

Por otra parte, la capacitación del personal y la aplicación de metodologías innovadoras constituyen pilares fundamentales para optimizar la gestión de emergencias. Un estudio realizado en un ámbito académico demostró que la formación en primeros auxilios y la realización periódica de simulacros mejoraron significativamente la capacidad de respuesta ante emergencias médicas, evidenciando la relevancia de la preparación constante y la existencia de protocolos claros (Barros Chafla et al., 2024).

Finalmente, la actualización continua de políticas y recursos, junto con la promoción de una cultura organizacional orientada a la mejora continua, son elementos clave para garantizar una gestión eficiente. Un análisis en el Cuerpo de Bomberos “Agencia X-5 Luz de América” reveló deficiencias en la formación y los recursos disponibles, recomendando la modernización de políticas y programas de capacitación ajustados a las necesidades cambiantes para optimizar la respuesta y proteger tanto al personal como a la comunidad (Chica Zambrano et al., 2024).

### **3.6. Enfoque Sistémico y Multidisciplinario**

El abordaje sistémico y multidisciplinario resulta esencial para enfrentar la complejidad inherente a la planificación y gestión de la distribución general de planta destinada a facilitar una evacuación eficiente en situaciones de emergencia. Este paradigma entiende que una edificación o instalación no es simplemente un conjunto de espacios físicos aislados, sino un sistema integrado conformado por diversos subsistemas interrelacionados, tales como la arquitectura, la ingeniería, el comportamiento humano, la gestión operativa y la tecnología, que interactúan dinámicamente para influir en la seguridad y eficacia del proceso evacuatorio.

Desde la perspectiva de la teoría general de sistemas, un sistema se define como una entidad estructurada internamente cuyas partes o subsistemas están interconectados y forman parte de sistemas de nivel superior. Esta concepción permite abordar el diseño y evaluación de la distribución de planta considerando no solo los elementos físicos, sino también las relaciones con



los usuarios, los protocolos de emergencia, las tecnologías de simulación y los procedimientos organizativos. La naturaleza imprevisible y compleja de las emergencias demanda un enfoque holístico que trascienda los modelos deterministas tradicionales, facilitando la adaptación a condiciones variables y cambiantes.

El enfoque multidisciplinario implica la colaboración coordinada de especialistas de diversas áreas, como arquitectos, ingenieros, psicólogos, expertos en seguridad, gestores de emergencias y tecnólogos. La integración de estos saberes y habilidades favorece la identificación integral de riesgos desde múltiples ópticas y la creación de soluciones que optimicen la distribución espacial, mejoren el comportamiento humano y fortalezcan la gestión operativa. Por ejemplo, la combinación de análisis arquitectónicos con estudios sobre la dinámica de multitudes y simulaciones digitales permite diseñar rutas de evacuación que consideren tanto las características físicas como las conductas humanas durante crisis.

Asimismo, la planificación de emergencias y evacuaciones bajo un marco sistémico fomenta la coordinación entre instituciones y la participación activa de la comunidad, factores cruciales para garantizar la resiliencia y sostenibilidad. La experiencia práctica de organismos como fuerzas armadas y cuerpos de bomberos ha evidenciado que la adopción de modelos sistémicos incrementa la capacidad de respuesta al integrar procesos, recursos y actores en un sistema coherente y flexible.

Finalmente, este enfoque también abarca la formación y cultura organizacional, promoviendo un liderazgo adaptable, la capacitación constante y la actualización de protocolos en función de los avances tecnológicos y sociales. La transformación digital y la gestión basada en procesos, fundamentadas en principios sistémicos, contribuyen a construir estructuras operativas ágiles y versátiles, aptas para enfrentar la complejidad y variabilidad de las emergencias contemporáneas.

#### **4. Discusión**

La distribución general de planta se posiciona como un elemento fundamental para garantizar una evacuación eficaz durante emergencias, no solo por su impacto directo en la movilidad y seguridad de los ocupantes, sino también por su función integradora de factores humanos, tecnológicos y organizacionales que influyen en la capacidad de respuesta ante situaciones críticas. Las evidencias analizadas demuestran que un diseño espacial cuidadosamente planificado, utilizando metodologías estructuradas como el Systematic Layout Planning (SLP), favorece la optimización del flujo de personas y la reducción de tiempos de desplazamiento, aspectos clave para disminuir riesgos durante una evacuación.

El empleo de tecnologías de simulación computacional representa un avance significativo en la planificación de la distribución de planta, ya que permite replicar escenarios reales y anticipar posibles puntos de congestión o áreas problemáticas. Estas herramientas ofrecen una perspectiva dinámica que supera las limitaciones de los enfoques tradicionales, integrando variables conductuales y espaciales para diseñar rutas de escape más seguras y eficientes. Sin embargo, la efectividad de estas soluciones depende en gran medida de la correcta interpretación de los datos obtenidos y de su adecuada incorporación en la gestión operativa y la formación del personal.

El comportamiento humano, condicionado por factores psicológicos y sociales, es un aspecto determinante que debe contemplarse en el diseño y administración de las evacuaciones. La evidencia apunta a que una señalización clara, la accesibilidad adecuada y la capacitación continua son complementos esenciales para que la disposición física de la planta cumpla su rol protector. En este sentido, la gestión integral de emergencias, que incluye simulacros, protocolos



actualizados y un liderazgo eficaz, fortalece la capacidad de respuesta y reduce la vulnerabilidad de los ocupantes.

No obstante, existen desafíos relevantes para la implementación exitosa de estas estrategias, especialmente en infraestructuras complejas o con restricciones presupuestarias. La coordinación multidisciplinaria y la constante actualización de protocolos son imprescindibles para superar estas limitaciones y asegurar que la distribución general de planta funcione como una herramienta flexible y adaptable, capaz de ajustarse a las particularidades de cada contexto.

Finalmente, se destaca la importancia de adoptar un enfoque sistémico y multidisciplinario que abarque dimensiones físicas, humanas, tecnológicas y organizacionales. Solo mediante esta integración será posible maximizar la seguridad y eficiencia en los procesos de evacuación, contribuyendo a la resiliencia y sostenibilidad de las edificaciones. Este enfoque integral no solo mejora la capacidad de respuesta inmediata, sino que también fortalece la preparación y adaptación frente a futuras emergencias, alineándose con las mejores prácticas internacionales en gestión de riesgos y seguridad.

## 5. Conclusión

La distribución general de planta representa un elemento clave para asegurar una evacuación eficaz durante emergencias, al permitir la movilidad rápida y segura de los ocupantes mediante un diseño espacial optimizado. Una planificación meticulosa de accesos, salidas, rutas alternativas y señalización clara contribuye no solo a reducir los tiempos de evacuación, sino también a prevenir la formación de cuellos de botella y congestiones, factores que pueden comprometer la seguridad de las personas en situaciones críticas.

Los avances en tecnologías de simulación computacional han revolucionado la evaluación y mejora de la distribución de planta, posibilitando la modelación de escenarios complejos y la detección anticipada de posibles problemas con alta precisión. Estas herramientas, junto con un análisis detallado del comportamiento humano en contextos de estrés, proporcionan una perspectiva integral que fortalece la seguridad y eficacia en los procesos de evacuación.

Por otra parte, la gestión integral de emergencias –que contempla la capacitación continua, la realización de simulacros y la actualización permanente de protocolos– resulta esencial para complementar el diseño físico y garantizar una respuesta coordinada y efectiva. La colaboración multidisciplinaria entre arquitectos, ingenieros, psicólogos y gestores de emergencias fortalece la capacidad de adaptación y resiliencia de las infraestructuras frente a distintas amenazas.

Finalmente, se destaca la importancia de adoptar un enfoque sistémico y dinámico que integre aspectos técnicos, humanos, tecnológicos y organizativos, orientando la planificación arquitectónica y la gestión de emergencias hacia soluciones innovadoras y sostenibles. Este enfoque integral no solo mejora la seguridad inmediata, sino que también impulsa la preparación ante desafíos futuros, abriendo nuevas vías para la investigación y el desarrollo en el ámbito de la evacuación y la protección civil.

## Referencias Bibliográficas

- Andrade-Logroño, F., & Cobos-Torres, J. C. (2025). Vulnerabilidades y ciberseguridad en sistemas SCADA: Análisis de riesgos y estrategias de protección en infraestructuras críticas. *MQRInvestigar*, 9(1), e289. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e289>
- Barros Chafla, C. G., Lalangui Oviedo, Y. E., Figueroa Endara, P. D., Noboa Aguirre, K. A., & Pilco Carrasco, J. F. (2024). Mitigación de emergencias comunes en el Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, a través de respuestas oportunas por medio de metodologías innovadoras. *LATAM*



*Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6).  
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3136>

- Chica Zambrano, J. J., Sánchez Mecías, M. R., Campaña Chiriboga, W. F., & Jacome Sánchez, M. A. (2024). Análisis de la gestión de seguridad y prevención de riesgos laborales en el cuerpo de bomberos de la “agencia x-5 Luz de América” del GAD parroquial Luz de América 2024. *Reincisol.*, 3(6), 1679–1696. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)1679-1696](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)1679-1696)
- Correa-Henao, G. J., & Yusta-Loyo, J. M. (2013). Seguridad Energética y Protección de Infraestructuras Críticas. *Lámpsakos*, 10, 92. <https://doi.org/10.21501/21454086.1312>
- Cruz-Cruz, B., Torres, J., & Acevedo-Urquiaga, A. (2020). Análisis de capacidad y distribución en planta para la instalación de una planta de molienda y panificación. *Germina*, 3(3), 89–108. <https://doi.org/10.52948/germina.v3i3.224>
- Fang, H., Lv, W., Cheng, H., Li, X., Yu, B., & Shen, Z. (2022). Evacuation optimization strategy for large-scale public building considering plane partition and multi-floor layout. *Frontiers in Public Health*, 10, 847399. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.847399>
- Hernández Tamayo, J. C. (2025). Comportamiento humano en la estructura organizacional de las empresas. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1065>
- Hoz, B. D. La, & Maldonado, C. P. C. (2018). *Distribución en planta del laboratorio de pintura de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla.”* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:194333078>
- Marcillo, C. del C. (2021). CREENCIAS BÁSICAS SOBRE LOS OTROS, EL YO Y EL MUNDO, EN EMERGENCIA SANITARIA POR COVID-19. *Revista de Investigación Enlace Universitario*, 20(2), 36–54. <https://doi.org/10.33789/enlace.20.2.95>
- Mestas- Hernández, L., Gordillo León, F., Robles-Aguirre, B., Cordero Juárez, V., & González López, J. E. (2024). Papel mediador de las redes sociales en la relación entre afrontamiento, ansiedad y depresión en situaciones de emergencia. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 17(2), 1–10. <https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.17201>
- Orantes Caravantes, J. A. (2024). Análisis Integral del Manejo de Recursos Naturales en Microcuencas de Tecpán, Chimaltenango: Perspectivas y Desafíos para la Sostenibilidad Ambiental y la Gestión de Riesgos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 2703–2715. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10706](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10706)
- Parra Parra, M. J., Barbery Montoya, D. C., & Ramón Poma, G. M. (2023). El liderazgo en el Cuerpo de Bomberos de Cuenca: su influencia en situaciones de emergencia. *Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos Del Sur Global*, 4(12), e230212. <https://doi.org/10.46652/pacha.v4i12.212>
- Roca García, J. L., Olaya Gil, D. G., & Guartatanga Faicán, M. D. (2024). Uso de los simuladores y modelos computacionales en el aprendizaje de la ingeniería. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 4(2), 16–22. <https://doi.org/10.56183/iberotecs.v4i2.647>
- Rosler, M., Battaglia, L., & Kler, P. (2024). Secuencia para la Generación de Modelos Computacionales de Flujo en Medios Porosos para Simulación Numérica Directa. *Resúmenes de Mecánica Computacional*, 1(1), 15–15. <https://doi.org/10.70567/rmc.v1i1.140>
- Sandoval Barbosa, M. R., Obando Reinoso, J. A., Chasiliquin Vaca, A. E., Llamba Chicaiza, M. A., & Chacón Méndez, G. A. (2025). Elaboración del plan integral de gestión de riesgos en el Cuerpo de Bomberos Latacunga. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E1), 933–952. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/726>

**Conflicto de Intereses:** Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.