

Artículo Original/ Original Article

Análisis exploratorio de datos para la planificación de insumos en la Secretaría de Emergencia Nacional del Paraguay *Exploratory data analysis for input planning at Paraguay's National Emergency Secretariat*

Diego Rubén Villalba Centurión



¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica.
San Lorenzo, Paraguay.

<https://orcid.org/0009-0004-0036-3298>

Cora Sofia Isla González



²Universidad Comunera, Facultad de Informática. Asunción,
Paraguay.

<https://orcid.org/0009-0003-1013-8249>

Margarita Ruiz Olazar



³Universidad Comunera, Facultad de Informática. Asunción,
Paraguay.

<https://orcid.org/0000-0002-1917-7696>

Autor correspondal: margarita.ruiz@ucom.edu.py

Para citar este artículo:

Villalba Centurión, D. R., Isla González, C. S. y Ruiz Olazar, M. (2025). Análisis exploratorio de datos para la planificación de insumos en la Secretaría Nacional del Paraguay. *UCOM Scientia*, 3(2), 151-176.

Fecha de recepción: 07/08/2025

Fecha de aceptación: 16/09/2025

Resumen

La Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) de Paraguay tiene como misión gestionar y reducir los riesgos de desastres mediante políticas participativas, fundamentadas en el uso del conocimiento y la tecnología. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos en la planificación precisa de insumos humanitarios, debido a la dependencia de procesos manuales que aumentan la posibilidad de errores y dificultan la proyección presupuestaria. Este artículo presenta un análisis exploratorio de los datos históricos de asistencia humanitaria registrados por la SEN entre 2018 y 2023, como etapa inicial de un proyecto orientado al desarrollo de un sistema automatizado de previsión de necesidades. El estudio aborda tres dimensiones clave (temporal, geográfica y por tipo de evento), con el objetivo de identificar patrones operativos, tendencias estacionales y focos territoriales de intervención. Los hallazgos contribuyen a sentar las bases para una planificación más eficiente, basada en evidencia, que permita mejorar la toma de decisiones y optimizar la asignación de recursos en contextos de emergencia.

Palabras clave: Análisis exploratorio de datos; gestión de emergencias; toma de decisiones; datos; Secretaría de Emergencia Nacional.

Abstract

The National Emergency Secretariat (SEN) of Paraguay is responsible for managing and reducing disaster risk through participatory policies based on knowledge and technology. However, it faces significant challenges in accurately planning humanitarian supplies due to its reliance on manual processes, which increase the risk of errors and hinder effective budget forecasting and allocation. This article presents an exploratory data analysis of historical humanitarian assistance records from 2018 to 2023, as the initial stage of a broader project aimed at developing an automated needs forecasting system. The study examines three key dimensions—temporal, geographic, and by type of event—to identify operational patterns, seasonal trends, and territorial hotspots. The findings lay the groundwork for evidence-based planning, supporting improved decision-making and more efficient resource allocation in emergency contexts.

Keywords: Exploratory data analysis; emergency management; decision-making; data; National Emergency Secretariat.

1. Introducción

En las últimas décadas, los Estados enfrentan un conjunto creciente de amenazas complejas y sistémicas que exigen una transformación profunda en la forma en que se planifican y ejecutan las respuestas ante emergencias. Pandemias, incendios forestales, sequías prolongadas, eventos hidrometeorológicos extremos, crisis energéticas y desastres tecnológicos evidencian que los riesgos actuales son interdependientes, acumulativos y de alto impacto. Esta nueva realidad plantea la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales para la gestión integral del riesgo, especialmente en países con alta vulnerabilidad estructural como Paraguay. En este contexto, el presente estudio se centra en la gestión de emergencias a nivel nacional, con énfasis en el análisis técnico-operativo de la Secretaría de Emergencia Nacional [SEN], s.f. como órgano rector de la respuesta estatal frente a situaciones críticas de diversa índole.

El cambio climático, si bien no constituye el eje temático de este estudio, se presenta como una de las amenazas más representativas del nuevo paradigma de riesgos globales. Su carácter transversal, acumulativo e irreversible lo convierte en un caso emblemático de los desafíos que enfrentan los sistemas nacionales de gestión de emergencias. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), este fenómeno se define como “un cambio en el estado del clima que puede identificarse [...] y que persiste durante un período prolongado, típicamente décadas o más. Puede deberse a procesos naturales internos o a forzamientos externos, así como a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo” (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023, p. 75). La evidencia científica actual coincide en que el calentamiento global observado desde mediados del siglo XX se debe principalmente a la acción humana (IPCC, 2021, p. 11; NASA, s.f.).

Las consecuencias del cambio climático como el aumento de temperaturas, alteraciones en los patrones de lluvia, eventos extremos más frecuentes, impactos sobre la biodiversidad, la salud



y la seguridad alimentaria, están directamente relacionadas con el trabajo de las agencias de emergencia. En Paraguay, donde fenómenos como inundaciones, sequías e incendios forestales afectan regularmente a comunidades vulnerables, la SEN (2020) enfrenta crecientes desafíos para coordinar respuestas eficaces y equitativas. Las inundaciones severas ocurridas en Asunción y la región Occidental (Chaco) en 2019 y 2023 provocaron desplazamientos masivos y daños a la infraestructura urbana y rural. Entre 2020 y 2022, el país atravesó una de las sequías más prolongadas de las últimas décadas, con impactos críticos sobre la producción agrícola, especialmente en los departamentos de la región Oriental. A su vez, los incendios forestales registrados en el Chaco y Alto Paraguay durante 2020, intensificados por las altas temperaturas y la deforestación, representaron uno de los mayores desafíos operativos para las autoridades (González y Pereira, 2021).

Sin embargo, el cambio climático no es la única ni necesariamente la principal amenaza: otras crisis, como la pandemia de COVID-19 o los desplazamientos poblacionales por conflictos socioeconómicos, también han puesto a prueba la capacidad de respuesta del Estado. Por ello, este trabajo propone analizar el papel de la SEN en el contexto de una arquitectura institucional que debe enfrentar amenazas múltiples y simultáneas (Sosa, 2022). A partir de la revisión de modelos regionales, marcos jurídicos y estimaciones técnicas, se plantea la necesidad de una reorganización funcional y estratégica del sistema de gestión de emergencias en Paraguay. En particular, se argumenta a favor de fortalecer la capacidad operativa de la SEN, incluyendo la creación de unidades especializadas, mecanismos de asignación presupuestaria basados en evidencia, y estrategias de planificación multi amenaza y multisectorial.

Ante esta situación, el presente estudio propone un análisis espaciotemporal de los eventos de emergencia registrados en el país, con el objetivo de extraer información útil sobre las condiciones en que ocurren e identificar patrones en el uso de recursos por parte de la Secretaría de Emergencia Nacional. Esta perspectiva permite no solo comprender el comportamiento histórico de las asistencias, sino también generar insumos técnicos para una planificación estratégica más precisa y fundamentada.

Desde un enfoque de Ciencia de Datos aplicada a la gestión de emergencias, el estudio emplea técnicas de procesamiento, normalización y análisis de grandes volúmenes de datos operativos provenientes de la SEN. Para asegurar que estas herramientas respondan a las necesidades institucionales reales, se realizaron reuniones de trabajo con funcionarios clave de la Secretaría. Este proceso participativo fue fundamental para definir criterios de estandarización, categorización y georreferenciación de datos, asegurando su aplicabilidad a distintos niveles de planificación y operación. En definitiva, se busca avanzar hacia una gestión proactiva del riesgo, donde los datos, tratados con metodologías propias de la Ciencia de Datos y el análisis

predictivo, constituyan una herramienta clave para reducir la incertidumbre, anticipar escenarios y mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias multiamenaza.

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo de este estudio se adoptó la metodología CRISP/DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) (Wirth y Hipp, 2000) ampliamente utilizada en proyectos de ciencia de datos debido a su enfoque estructurado y flexible. Los principales procedimientos realizados que siguieron esta metodología fueron: entendimiento del problema, entendimiento de los datos, preparación de los datos, análisis exploratorio de los datos y evaluación de los resultados. Estos pasos se describen a continuación:

2.1 Entendimiento del problema

En el contexto del cambio climático como una amenaza sistémica que multiplica riesgos y expone a las poblaciones más vulnerables, Paraguay enfrenta crecientes desafíos en la gestión de emergencias. Fenómenos extremos como inundaciones, sequías prolongadas e incendios forestales han aumentado tanto en frecuencia como en intensidad, generando impactos significativos sobre la infraestructura, los ecosistemas y la seguridad humana. Si bien el país cuenta con un marco legal e institucional para la gestión del riesgo, con la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) como organismo rector establecido por la Ley N° 2615/2005, persisten limitaciones estructurales que obstaculizan una respuesta eficaz y planificada.

Entre estas limitaciones se destaca la carencia de un sistema informatizado y estructurado para el análisis y uso de datos operativos. En la actualidad, las estimaciones de recursos que realiza la SEN para atender situaciones de emergencia se basan en un tratamiento manual de registros históricos. Este enfoque no solo es ineficiente y propenso a errores humanos, sino que también dificulta la detección de patrones temporales y espaciales en la demanda de insumos, afectando así la capacidad de anticipación y planificación estratégica.

En este sentido, el propósito del presente análisis es explorar y caracterizar los datos de asistencia registrados oficialmente por la SEN en el período comprendido entre 2018 y 2023 en la República del Paraguay. El análisis exploratorio se enfocó en identificar tendencias espacio temporales de los eventos de emergencia atendidos, cuantificar el uso de recursos materiales distribuidos (como kits de víveres, chapas, colchones, carpas, entre otros), y clasificar las asistencias según tipo de evento, localización geográfica y momento del año.

Este análisis buscó responder las siguientes preguntas clave:

¿Qué tipos de eventos de emergencia han sido atendidos con mayor frecuencia por la SEN en el periodo analizado?

¿Cómo varía la demanda de asistencia según la combinación de factores geográficos (departamento y distrito), temporales (mes y año) y climáticos?

¿Existen patrones recurrentes en la distribución y uso de insumos que puedan ser utilizados para la planificación futura?

¿Qué nivel de consistencia presentan los datos registrados y qué aspectos deben ser mejorados para su aprovechamiento institucional?

Para asegurar la pertinencia y aplicabilidad de los resultados, se realizaron reuniones con representantes técnicos de la SEN. Este proceso de diálogo fue fundamental para comprender las necesidades específicas de la institución y establecer criterios consensuados de estandarización, normalización y tratamiento de datos, de modo a garantizar su utilidad operativa.

Los resultados de este análisis están orientados a brindar herramientas prácticas a los tomadores de decisiones incluidos directores técnicos, planificadores institucionales y responsables logísticos que les permitan mejorar la asignación de recursos, anticipar escenarios críticos y diseñar estrategias de respuesta más eficaces. Asimismo, constituyen un paso inicial hacia la implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en evidencia y sustentado en metodologías de Ciencia de Datos.

La ausencia actual de un sistema integral de análisis de datos evidencia la necesidad urgente de pasar de un modelo predominantemente reactivo a uno proactivo, en el que la toma de decisiones se sustente en información confiable, actualizada y territorializada. Solo así será posible enfrentar con mayor eficacia los desafíos presentes y futuros que impone la crisis climática y otras amenazas sobre el sistema nacional de emergencias.

2.2 Entendimiento de los datos

Como parte fundamental del diseño metodológico, se identificaron y seleccionaron variables clave a partir de los documentos y archivos oficiales proporcionados por la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN). Estos materiales fueron sometidos a un proceso de revisión para evaluar su estructura, calidad y disponibilidad, con el fin de garantizar la viabilidad del análisis posterior.

En colaboración con representantes técnicos de la SEN, se definieron los criterios de priorización y los lineamientos para el uso de los datos, asegurando que el proceso de estandarización respondiera tanto a las necesidades operativas como al entendimiento institucional de la información. Este trabajo conjunto permitió establecer una base sólida para el tratamiento homogéneo de los registros y su posterior explotación analítica.

El análisis se centra en cuatro dimensiones principales:

- a) la cantidad de insumos distribuidos,
- b) la localización geográfica de las intervenciones,
- c) el tipo de evento que motivó la asistencia, y
- d) la dimensión temporal de las operaciones.

La fuente principal de información fue un archivo en formato Excel, compartido por la SEN, que contenía registros históricos de asistencias humanitarias realizadas entre los años 2018 y 2023. La selección del período de análisis (2018 a 2023) responde a la necesidad de contar con una muestra reciente, representativa y suficientemente amplia para identificar tendencias y patrones relevantes.

Tabla 1. Variables utilizadas en el estudio

Nombre	Descripción
FECHA	Fecha de la asistencia al evento
LOCALIDAD	Localidad geográfica donde se registró el evento
DISTRITO	Distrito geográfico donde se registró el evento.
DEPARTAMENTO	Departamento geográfico donde se registró el evento.
EVENTO	Tipo de evento de emergencia (ej. inundación, incendio o temporal, etc)
KIT_B	Cantidad de Kits de tipo B distribuidos.
KIT_A	Cantidad de Kits de tipo A distribuidos
CHAPA_FIBROCEMENTO	Cantidad de Chapas de Fibrocemento distribuidas.
CHAPA_ZINC	Cantidad de Chapas de Zinc distribuidas.
COLCHONES	Cantidad de Colchones distribuidos.
FRAZADAS	Cantidad de Frazadas distribuidas.
TERCIADAS	Cantidad de Terciadas distribuidas.
PUNTALES	Cantidad de Puntales distribuidos.
CARPAS_PLÁSTICAS	Cantidad de Carpas Plásticas distribuidas.

Fuente: Elaboración propia (2025)

El tratamiento de estos datos constituye la base empírica para el análisis espaciotemporal desarrollado en este estudio, orientado a generar evidencia útil para la toma de decisiones estratégicas en materia de planificación y asignación de recursos por parte del sistema nacional de gestión de emergencias.

2.3 Herramientas de Software utilizadas

El desarrollo de este proyecto requirió el uso de diversas herramientas de software y bibliotecas de programación orientadas al análisis de datos, modelado estadístico, procesamiento geoespacial y visualización interactiva. El entorno principal de trabajo fue Jupyter Notebook, lo que permitió una exploración iterativa, el prototipado de scripts de limpieza y transformación de datos, así como la integración de modelos de aprendizaje automático.

Toda la arquitectura de procesamiento, limpieza, modelado y visualización de datos fue desarrollada mediante herramientas de software libre. El repositorio del proyecto, que incluye el código fuente y documentación técnica, se encuentra disponible en: <https://github.com/Diegocent/dashboardTesisDjango> (véase README.md para detalles técnicos).

2.4 Preparación de los datos

En esta etapa se llevaron a cabo procesos de limpieza, transformación y estructuración de los datos, con el objetivo de adecuarlos para su análisis exploratorio y modelado posterior. Uno de los pasos iniciales consistió en transformar la columna de fechas al formato tipo datetime, lo que permitió descomponer esta variable en componentes útiles como año, mes y día de la semana. Esta transformación resultó clave para la identificación de patrones estacionales y tendencias temporales en la distribución de asistencias.

Durante la inspección inicial del conjunto de datos, se detectó una importante cantidad de valores ausentes en columnas vinculadas a la entrega de insumos. En coordinación con técnicos de la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN), se adoptó el criterio institucional de asumir que, en ausencia de registros, no se realizó entrega. En consecuencia, los valores faltantes fueron reemplazados por ceros, evitando así distorsiones en el análisis y respetando la lógica operativa de la fuente oficial.

Asimismo, todas las columnas que representaban cantidades de asistencia (alimentos, chapas, colchones, frazadas, etc.) fueron convertidas a formato numérico, con el fin de habilitar su procesamiento estadístico sin errores de tipado. Este paso fue complementado por un conjunto de técnicas de depuración que incluyó:

- **Unificación de valores categóricos:** Se estandarizaron los nombres de localidades, distritos y eventos, eliminando duplicados semánticos y corrigiendo inconsistencias tipográficas o de capitalización.
- **Eliminación de duplicados:** Se aplicaron filtros para evitar registros redundantes que pudieran inducir errores en la agregación y análisis cuantitativo.

- **Corrección de errores estructurales:** Se programaron rutinas específicas para corregir convenciones incoherentes en nombres geográficos y otras variables categóricas.
- **Manejo de valores atípicos:** Se identificaron e investigaron valores extremos mediante herramientas gráficas (como diagramas de caja) y procedimientos estadísticos, con el objetivo de evaluar si correspondían a errores de carga o a casos legítimos.
- **Imputación de datos faltantes:** En el caso de series temporales incompletas, se consideró la aplicación de técnicas de imputación múltiple (*Multiple Imputation*), las cuales permiten estimar valores plausibles para las observaciones ausentes, reflejando la incertidumbre y minimizando el sesgo.

Todos estos procedimientos fueron implementados y automatizados mediante un módulo propio programado en Python, denominado DataCleaner, que permitió aplicar las transformaciones de manera sistemática, reproducible y eficiente. Esta herramienta incluyó funciones específicas para cada tipo de limpieza y dejó trazabilidad de los cambios realizados en el conjunto de datos original.

El resultado fue un conjunto de datos depurado, estructurado y listo para su análisis espacio-temporal, alineado con los estándares operativos y las prioridades técnicas de la SEN.

2.5 Ingeniería de características

Una fase crítica dentro del procesamiento de datos consistió en la estandarización semántica y estructural de las variables categóricas, en particular aquellas relacionadas con la geografía y el tipo de eventos registrados. Esta tarea fue necesaria debido a la significativa presencia de inconsistencias en los registros originales. Por ejemplo, los nombres de departamentos aparecían con errores ortográficos, uso irregular de mayúsculas, separaciones incorrectas en nombres compuestos e incluso confusiones entre niveles administrativos (como distritos registrados como departamentos).

Para abordar estas problemáticas, se desarrolló un sistema automatizado de validación y corrección, el cual contrastaba cada entrada con un catálogo oficial de nombres normalizados. Este proceso permitió unificar todas las denominaciones geográficas bajo una nomenclatura estandarizada. En los casos en que el distrito estaba correctamente registrado pero el departamento era incorrecto o faltante, se utilizó una tabla de correspondencias para completar la información de forma precisa.

El mismo procedimiento se aplicó a la variable correspondiente al tipo de evento. Se detectó una amplia variedad de formas de registrar un mismo suceso, incluyendo abreviaciones, errores de tipeo y denominaciones informales. Como medida correctiva, se agruparon todas las

variantes bajo etiquetas unificadas y claras, con el objetivo de evitar duplicaciones y facilitar su posterior análisis.

En los registros donde la categoría del evento se encontraba ausente, se incorporó una lógica de inferencia basada en el tipo de ayuda entregada. Por ejemplo, cuando se identificaban entregas de chapas de fibrocemento, se infería una inundación como causa probable; mientras que la presencia de chapas de zinc solía estar asociada a tormentas o temporales.

Además de la limpieza y estandarización, se diseñaron nuevas variables derivadas con el propósito de enriquecer el análisis exploratorio y los modelos predictivos posteriores. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Indicadores temporales:** Se extrajeron variables como el año, el mes, el día de la semana y la estación del año a partir del campo de fecha, lo que permitió identificar patrones estacionales y ciclos recurrentes en la ocurrencia de eventos.
- **Clasificación de eventos:** Los distintos tipos de emergencias fueron organizados en categorías superiores, tales como amenazas hidrometeorológicas, geológicas o biológicas, facilitando una segmentación más analítica del fenómeno.
- **Métricas de impacto:** Siempre que la disponibilidad de los datos lo permitió, se generaron indicadores como el número estimado de familias asistidas por evento y el costo aproximado por beneficiario, aportando una dimensión cuantitativa al impacto de las asistencias.
- **Geocodificación:** Las ubicaciones registradas (localidad, distrito y departamento) fueron transformadas en coordenadas geográficas mediante procesos de geocodificación, lo que posibilita representar los eventos sobre mapas digitales e integrar técnicas de análisis espacial.

Estas tareas de ingeniería de características no solo mejoraron la calidad y coherencia del conjunto de datos, sino que también ampliaron su potencial analítico, sentando una base robusta y confiable para el diseño de herramientas de apoyo a la toma de decisiones por parte de la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN).

2.6 Análisis Exploratorio de Datos

Una vez concluido el proceso de limpieza y estandarización, se procedió a realizar un análisis exploratorio de datos (Exploratory Data Analysis – EDA), con el propósito de identificar patrones, tendencias y comportamientos relevantes para el diseño del sistema de previsión. Este análisis se estructuró en torno a tres dimensiones principales: temporal, geográfica y por tipo de evento, utilizando entornos interactivos como Jupyter Notebook y bibliotecas de visualización de Python como *matplotlib* y *seaborn*.

- **Análisis Temporal:** Se examinó la distribución de las asistencias a lo largo del período 2018–2023, identificando variaciones en la frecuencia de eventos por año, mes y estación. El objetivo fue detectar ciclos o patrones estacionales asociados a fenómenos climáticos recurrentes, como inundaciones en épocas de lluvias o incendios durante períodos de sequía. Este enfoque permitió identificar periodos de mayor demanda operativa, lo cual resulta clave para una planificación anticipada de recursos.
- **Análisis Geográfico:** Se analizó la distribución espacial de las asistencias registradas, identificando los departamentos, distritos y localidades con mayor concentración de intervenciones. Esta exploración permitió detectar regiones con alta recurrencia de eventos y mayor vulnerabilidad, contribuyendo a la identificación de "zonas críticas" o *hotspots* donde se requiere una mayor preparación logística y atención prioritaria en la asignación de recursos.
- **Análisis por Tipo de Evento:** Se clasificaron los registros según la naturaleza del evento (inundaciones, sequías, incendios, tormentas, entre otros), cuantificando su frecuencia relativa y absoluta. Este análisis permitió determinar cuáles son las amenazas más prevalentes en el país, brindando un insumo esencial para orientar la estrategia de respuesta institucional.

Este análisis exploratorio no solo permitió comprender el comportamiento histórico de las asistencias humanitarias, sino que también proporcionó la base para el diseño de modelos predictivos más robustos. Al reemplazar los métodos tradicionales de análisis manual por enfoques automatizados basados en datos, se avanzó hacia una gestión más proactiva, eficiente y basada en evidencia, fortaleciendo así la capacidad de respuesta de la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) ante futuros eventos adversos.

3. Resultados

En esta fase de resultados se presentan los principales hallazgos derivados del análisis exploratorio de los datos, estructurados en tres dimensiones clave: temporal, geográfica y por tipo de evento. Estas mismas dimensiones organizan la estructura y navegación del dashboard interactivo denominado *BA - Asistencia Humanitaria* (ver Figura 1 y acceso en <http://161.35.53.140:3900/>), concebido como una plataforma para la visualización y análisis dinámico de la información suministrada por la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) de Paraguay.

El objetivo fundamental de esta herramienta es centralizar y facilitar el acceso a los datos históricos de asistencia humanitaria, promoviendo una mejor comprensión y toma de

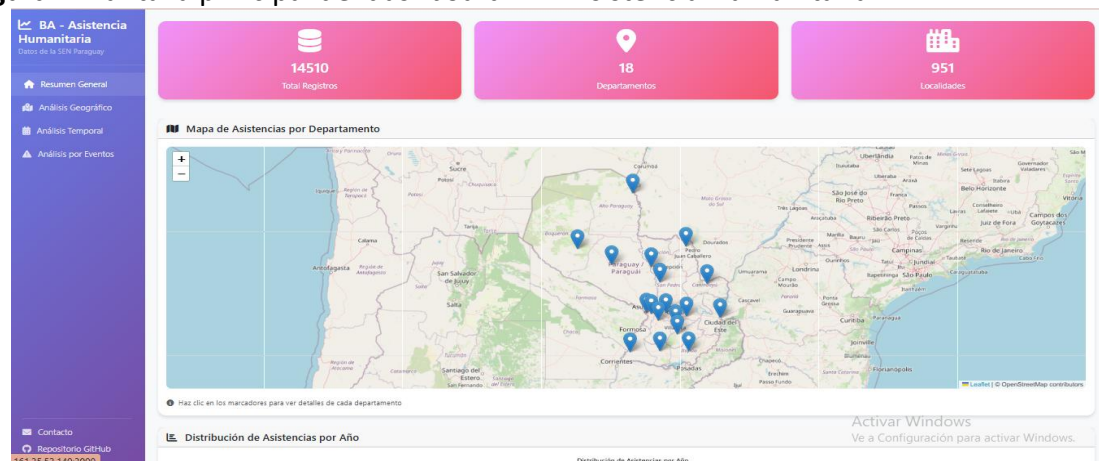
decisiones basada en evidencia. El dashboard integra métricas agregadas que resumen el alcance y la magnitud de las operaciones de la SEN, destacándose:

- Un total de 14.510 registros de asistencia contabilizados entre los años 2018 y 2023.
- Cobertura geográfica que abarca los 18 departamentos del país y 951 localidades diferentes, lo que refleja la extensa distribución territorial de las intervenciones.

La interfaz gráfica del sistema incluye un mapa interactivo por departamento, donde los usuarios pueden acceder a información detallada mediante marcadores georreferenciados. Por ejemplo, al seleccionar el departamento de Boquerón, el sistema despliega datos acumulados relativos a la cantidad de asistencias realizadas, así como un desglose preciso de los insumos distribuidos —incluyendo kits de ayuda, chapas de zinc, chapas de fibrocemento, colchones, entre otros elementos esenciales.

Esta visualización espacial, combinada con filtros temporales y categorización por tipo de evento, facilita la identificación de zonas con mayor concentración de intervenciones y recursos asignados, permitiendo optimizar la planificación y respuesta en función de las demandas reales detectadas. El dashboard *BA - Asistencia Humanitaria* representa un avance significativo para la 2020, al transformar datos crudos en información procesable, apoyando la transición de una gestión reactiva a una proactiva, basada en análisis cuantitativos y visualizaciones intuitivas.

Figura 1. Pantalla principal del dashboard BA - Asistencia Humanitaria



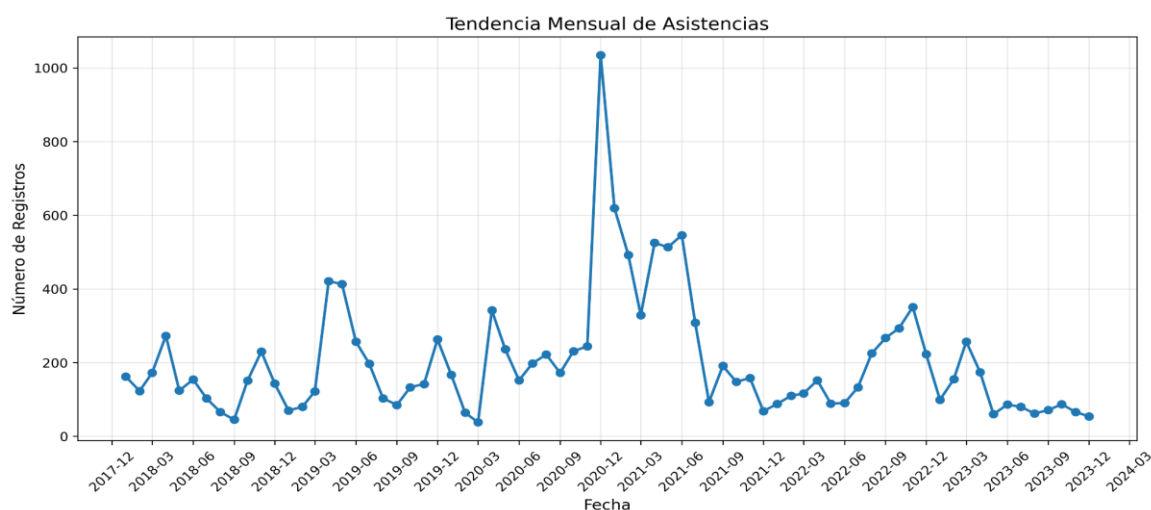
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

3.1. Dimensión Temporal

En esta sección se analiza la evolución temporal de las asistencias humanitarias brindadas por la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) de Paraguay, con el objetivo de identificar tendencias, patrones estacionales y momentos críticos que hayan requerido una mayor movilización de recursos. El estudio se realiza en una escala multi temporal que abarca análisis tanto mensual como anual, permitiendo así comprender con mayor detalle la dinámica operativa a lo largo del periodo evaluado.

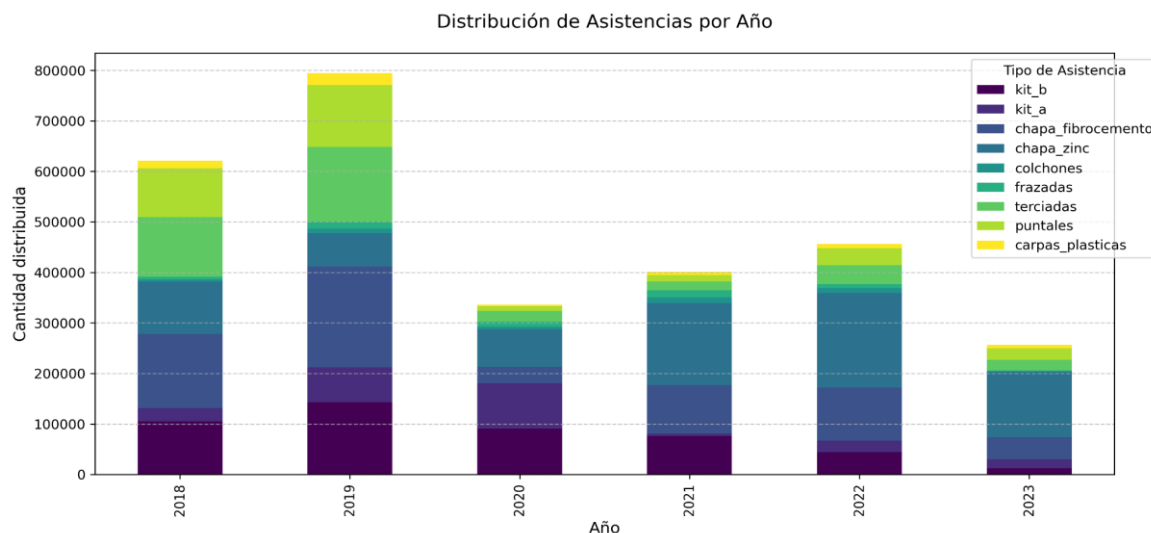
Como se observa en la Figura 2, el gráfico de líneas presenta la evolución mensual del número de asistencias entregadas entre 2018 y 2023. Se destaca un pico significativo en julio de 2018, asociado probablemente a un evento excepcional de gran magnitud, como una inundación, un desplazamiento masivo o una emergencia climática, que generó una alta demanda de insumos y apoyo logístico. A lo largo del periodo analizado, se identifican ciclos de mayor y menor actividad, evidenciando una marcada estacionalidad posiblemente vinculada a fenómenos climáticos recurrentes como lluvias intensas durante el verano o sequías en ciertas temporadas. Este patrón temporal es de gran utilidad para la Secretaría, ya que permite anticipar picos de demanda y optimizar la planificación de recursos humanos, logísticos y materiales.

Figura 2. Tendencia mensual de asistencia



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

Figura 3. Distribución de asistencias por año

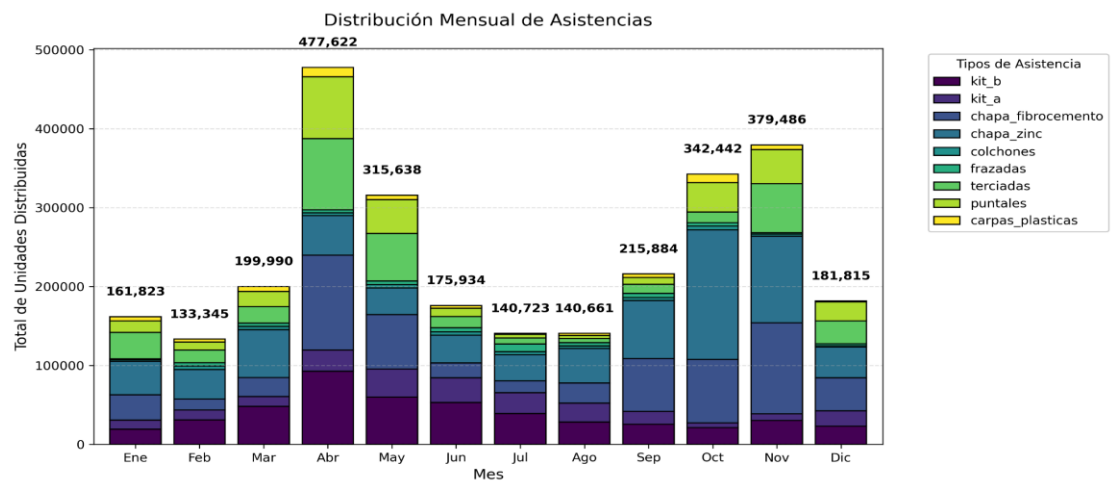


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

La Figura 3 muestra un gráfico de barras apiladas con la cantidad total de asistencias por año, desagregadas según el tipo de ayuda entregada (kits de alimentos, chapas de zinc, chapas de fibrocemento, colchones, entre otros). Se destacan los años 2018 y 2019 como los periodos con mayor volumen total de asistencia, mientras que en años posteriores se observa una disminución relativa, que podría responder a cambios en la estrategia institucional, variaciones presupuestarias o menor incidencia de eventos críticos. Este análisis anual permite evaluar la intensidad de las operaciones y detectar impactos derivados de políticas públicas o eventos externos, como la pandemia de COVID-19 en 2020 (Sosa, 2022).

Por otro lado, la Figura 4 profundiza en la distribución mensual de las asistencias, mostrando no solo el volumen sino también la composición de las ayudas entregadas en cada mes. Se observa que abril, mayo, octubre y noviembre concentran los mayores volúmenes, lo que sugiere una concentración de intervenciones en ciertos meses clave del año, probablemente asociados a la temporada de lluvias, crecidas de ríos o campañas institucionales específicas. La diversidad de tipos de ayuda en algunos meses también puede reflejar la respuesta a emergencias más complejas.

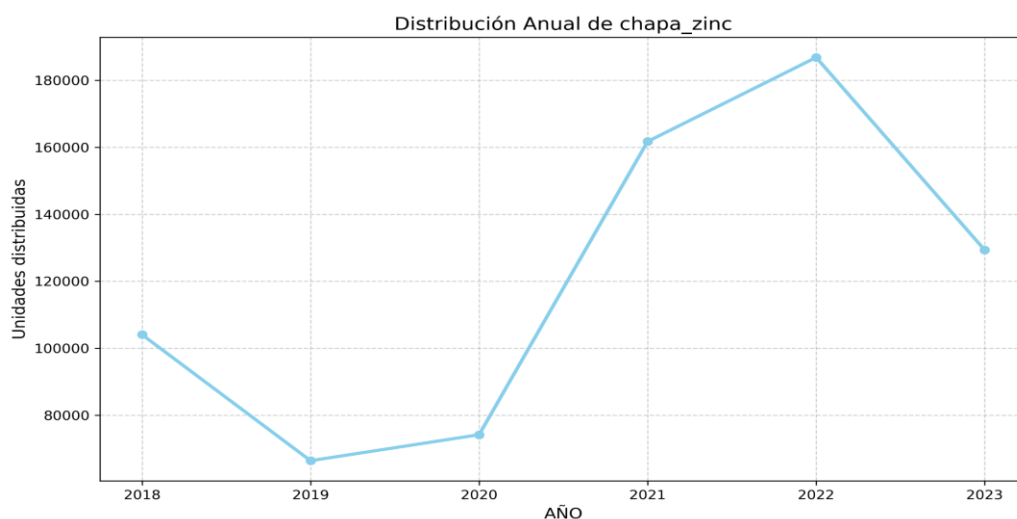
Figura 4. Distribución mensual de asistencias



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

Finalmente, la Figura 5 presenta un análisis específico sobre la distribución anual de la entrega de chapas de zinc, uno de los insumos prioritarios en contextos de emergencia habitacional. Se evidencia una tendencia creciente desde 2018, alcanzando un máximo en 2022, lo cual indica una priorización sostenida de este tipo de ayuda en respuesta a eventos como tormentas, incendios o situaciones de precariedad estructural. Este análisis desagregado por tipo de insumo facilita la planificación presupuestaria y logística para los recursos más demandados.

Figura 5. Distribución anual de ayuda principal



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

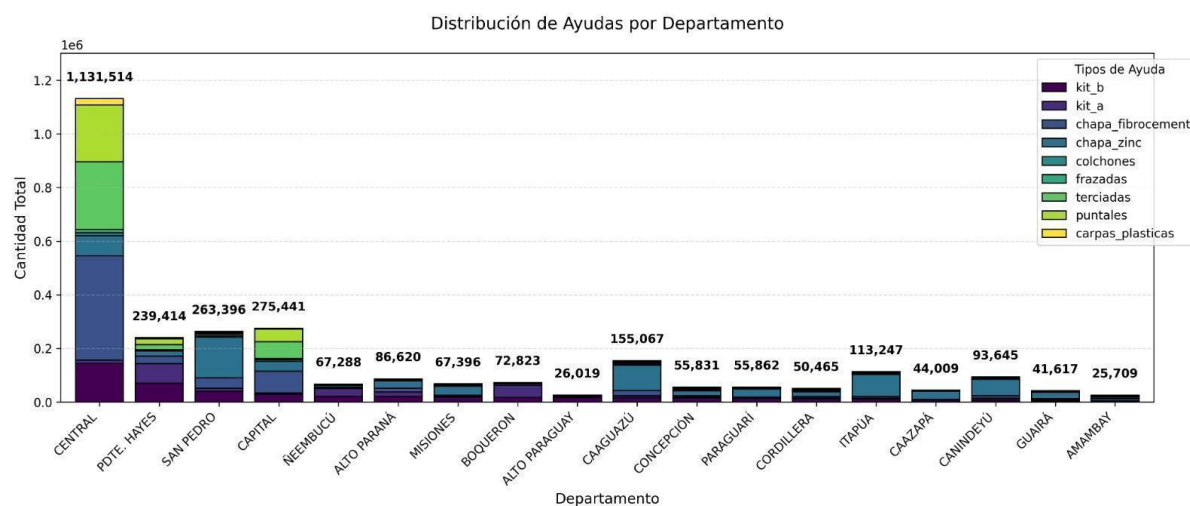
En conjunto, estos resultados proporcionan una base sólida para la planificación anticipada y la optimización de la gestión de recursos en la SEN, fortaleciendo la capacidad institucional para responder eficazmente a emergencias futuras.

3.2. Dimensión Geográfica

Dentro del módulo de análisis geográfico, se implementaron técnicas avanzadas de visualización de datos mediante gráficos de barras, líneas, mapas de calor y otros elementos interactivos, utilizando herramientas como Python y sus librerías Plotly y Pandas. Estas visualizaciones permiten realizar enfoques descriptivos y exploratorios sobre la distribución espacial y la frecuencia de las asistencias otorgadas.

Como muestra la Figura 6, el gráfico de barras ilustra la cantidad total de ayudas distribuidas en cada departamento, diferenciadas por tipo de insumos (kits, chapas de zinc, chapas de fibrocemento, entre otros). Se evidencia una concentración significativa de ayudas en los departamentos de Central, Presidente Hayes, Alto Paraguay y Boquerón, áreas que históricamente presentan alta vulnerabilidad debido a eventos recurrentes como inundaciones, sequías y aislamiento geográfico. Esta visualización facilita la identificación de disparidades en la distribución territorial, proporcionando una base sólida para el análisis y la focalización eficiente de recursos.

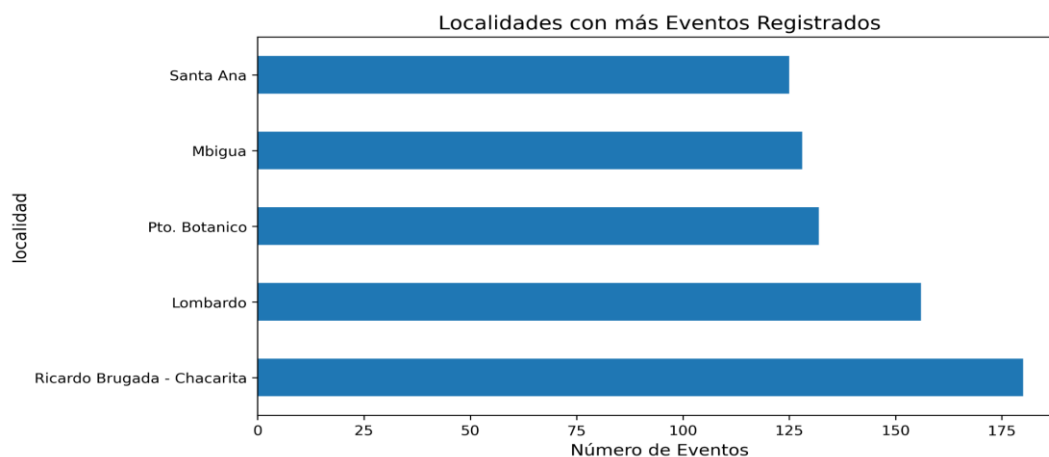
Figura 6. Distribución de asistencias por departamentos



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

La Figura 7 presenta un gráfico horizontal que identifica las localidades con mayor número de eventos que desencadenaron intervenciones humanitarias. Destacan localidades como Ricardo Brugada (Chacarita), Lambaré, Puerto Botánico, Minga Guazú y Santa Ana. La recurrencia de intervenciones en estas zonas está asociada a factores de riesgo urbano, alta densidad poblacional y condiciones socioeconómicas desfavorables, información clave para el diseño de estrategias preventivas y de atención prioritaria en contextos urbanos.

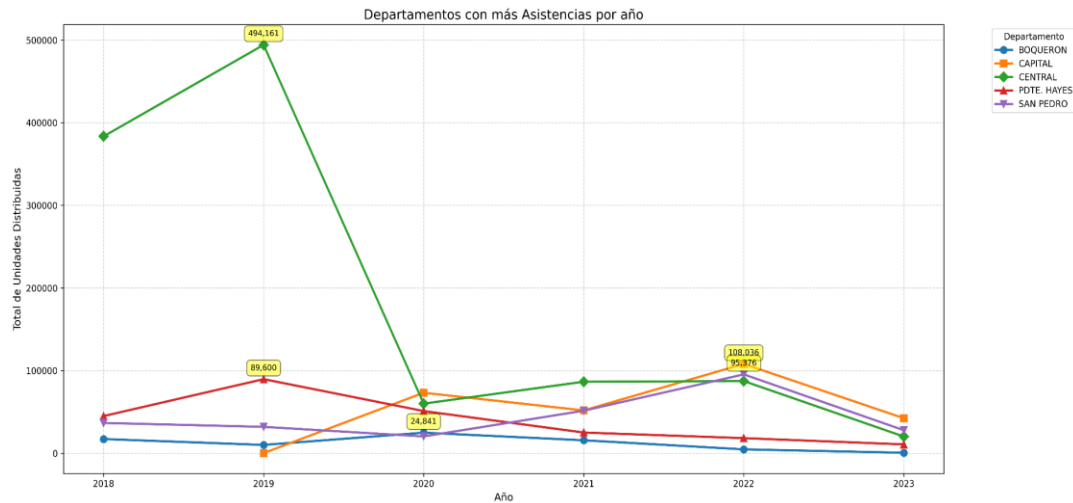
Figura 7. Localidades con más eventos registrados



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional.

En la Figura 8, se visualiza mediante un gráfico de líneas la evolución anual de la cantidad de asistencias recibidas por los cinco departamentos más asistidos. Se observan picos significativos en los años 2017 y 2019, especialmente en departamentos como Central y Boquerón, lo que sugiere la ocurrencia de eventos extraordinarios de gran escala durante esos períodos. Esta representación temporal permite analizar la dinámica de respuesta institucional y evaluar la intensidad y frecuencia de los eventos.

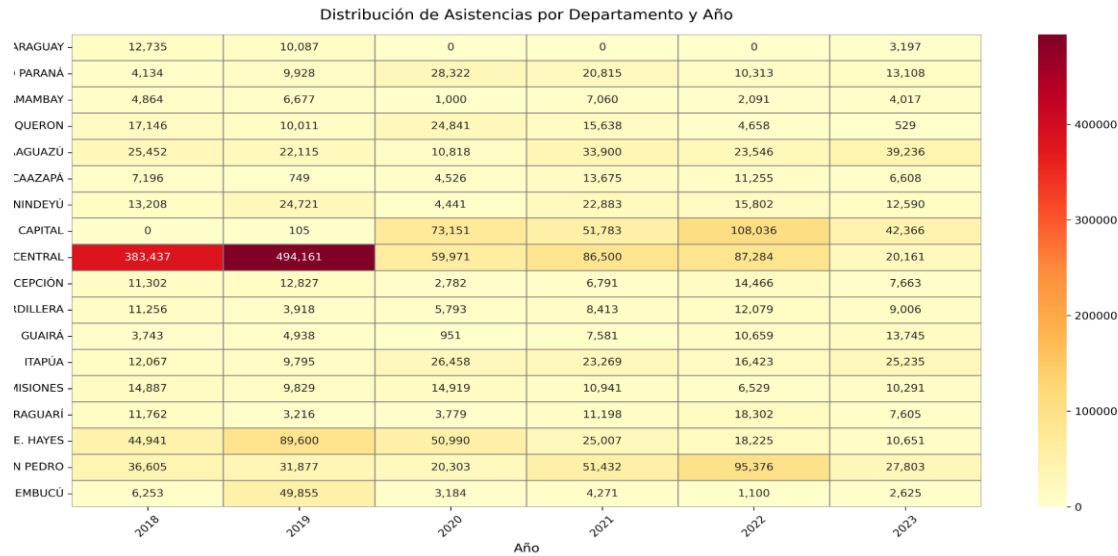
Figura 8. Departamentos con más asistencias por año



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

Finalmente, la Figura 9 muestra un mapa de calor (heatmap) que consolida la cantidad de asistencias por departamento y por año. El uso de gradientes de color facilita la rápida identificación de los períodos y regiones con mayor intensidad de intervención, destacando a Presidente Hayes en 2017 y Central en 2019 como los departamentos con mayor concentración de asistencia. Este tipo de visualización resulta especialmente útil para estudios comparativos y para la planificación multianual de recursos y acciones.

Figura 9. Heatmap distribución de asistencias por departamento y año.



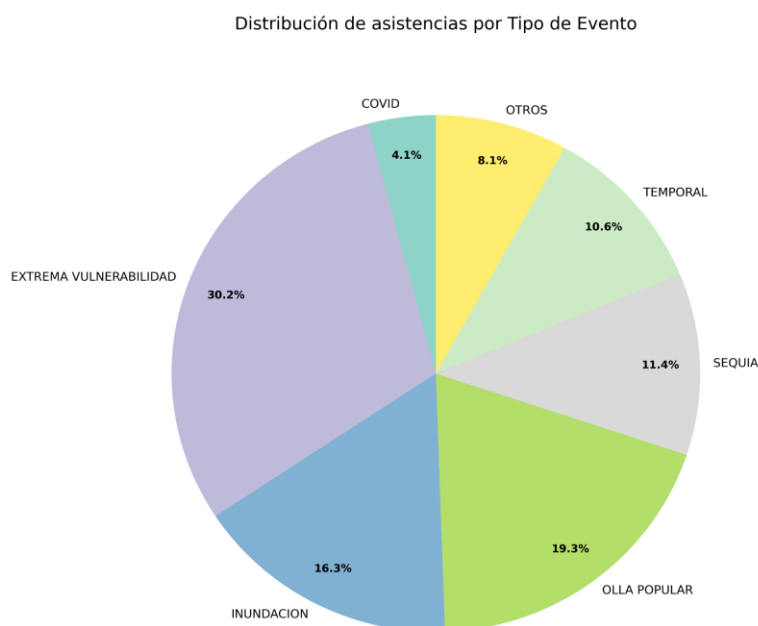
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

3.3 Dimensión por tipo de evento

Para comprender el comportamiento y el impacto de los eventos registrados, se desarrolló un panel de visualización que permite analizar diversos aspectos clave relacionados con la ejecución de las acciones humanitarias. Este panel recopila y presenta la información de forma gráfica y comparativa, facilitando una interpretación clara y profunda de los datos.

En la Figura 10, un gráfico circular muestra la proporción de asistencias según el tipo de evento, permitiendo identificar cuáles fueron los eventos con mayor distribución de insumos.

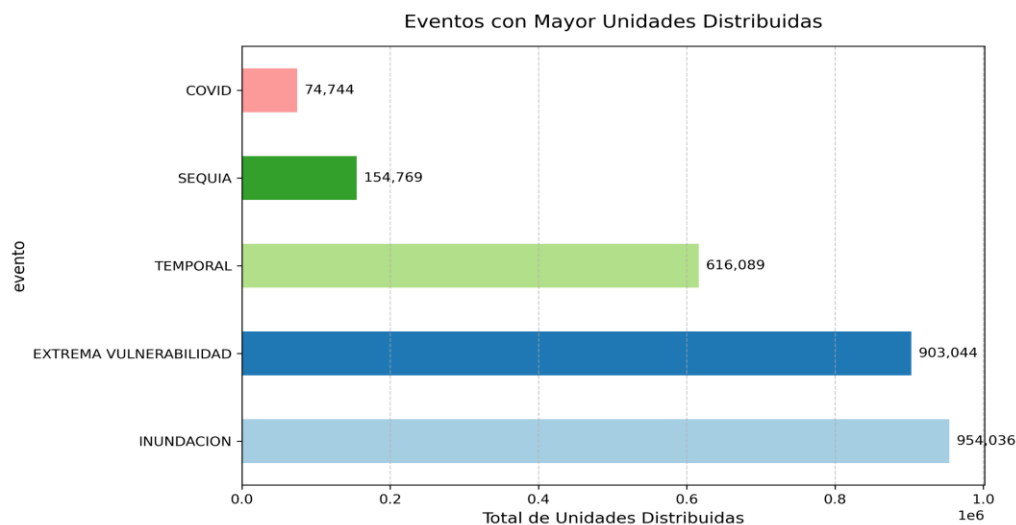
Figura 10. Distribución de asistencias por tipo de evento



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

A continuación, la Figura 11 exhibe un gráfico de barras horizontales que destaca los eventos en los que se distribuyó el mayor número de unidades de ayuda, evidenciando el alcance operativo de cada intervención.

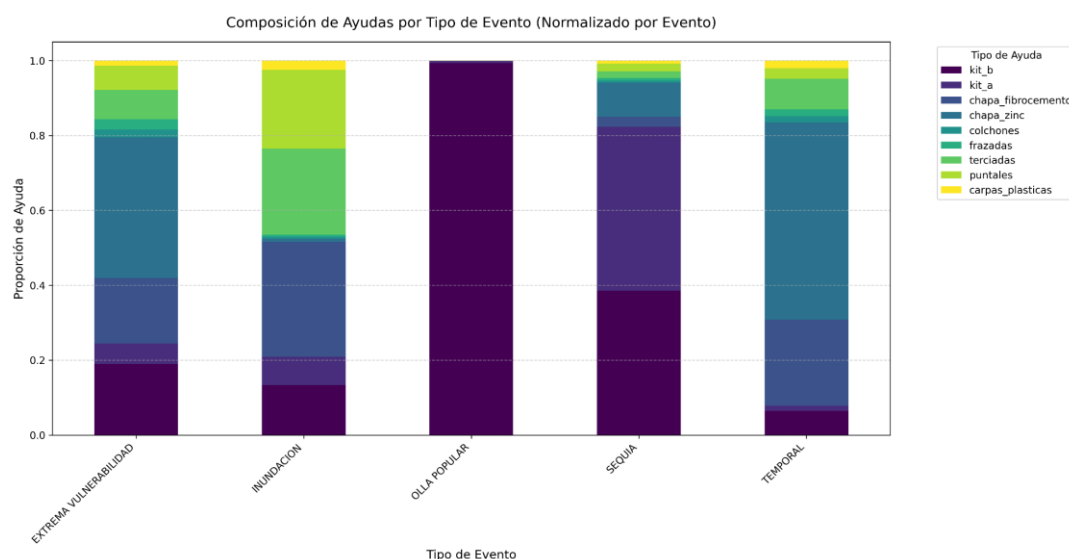
Figura 11. Eventos con mayor unidad distribuida



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

La Figura 12 utiliza un gráfico de barras apiladas para presentar la distribución relativa de los diferentes tipos de ayuda entregados en cada tipo de evento, lo que permite observar la diversidad y adecuación de los apoyos proporcionados según el contexto específico de cada emergencia.

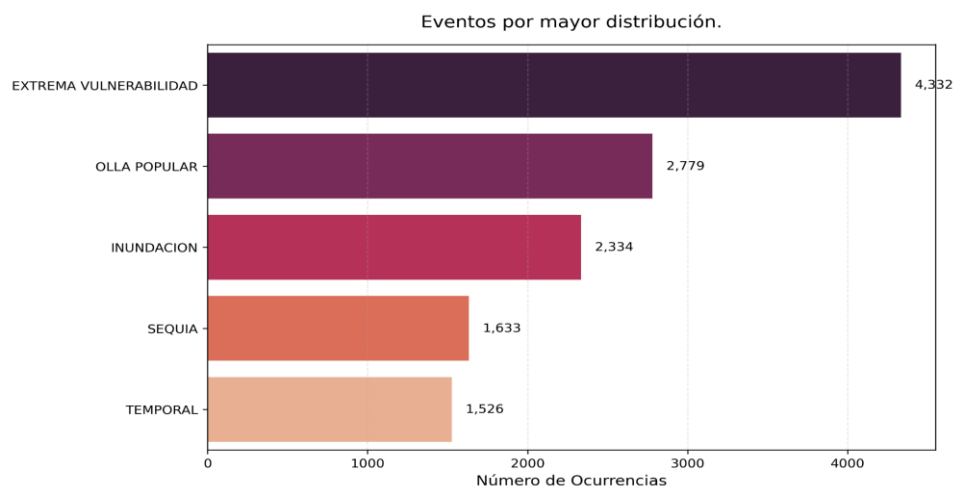
Figura 12. Composición de ayudas por tipo de evento



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional.

El gráfico de la Figura 13 señala los eventos que concentran el mayor volumen de distribución, información relevante para evaluar la eficiencia logística y la cobertura territorial alcanzada.

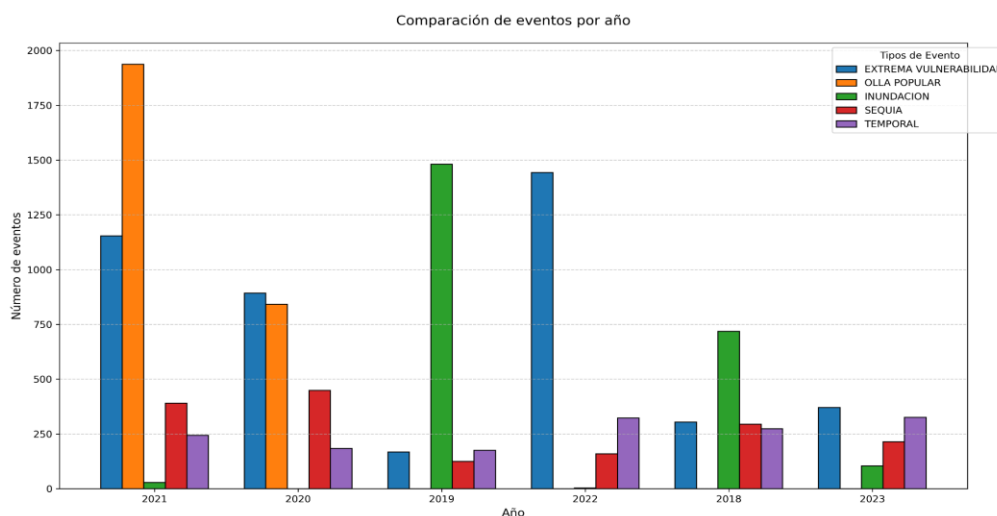
Figura 13. Eventos por mayor distribución



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional.

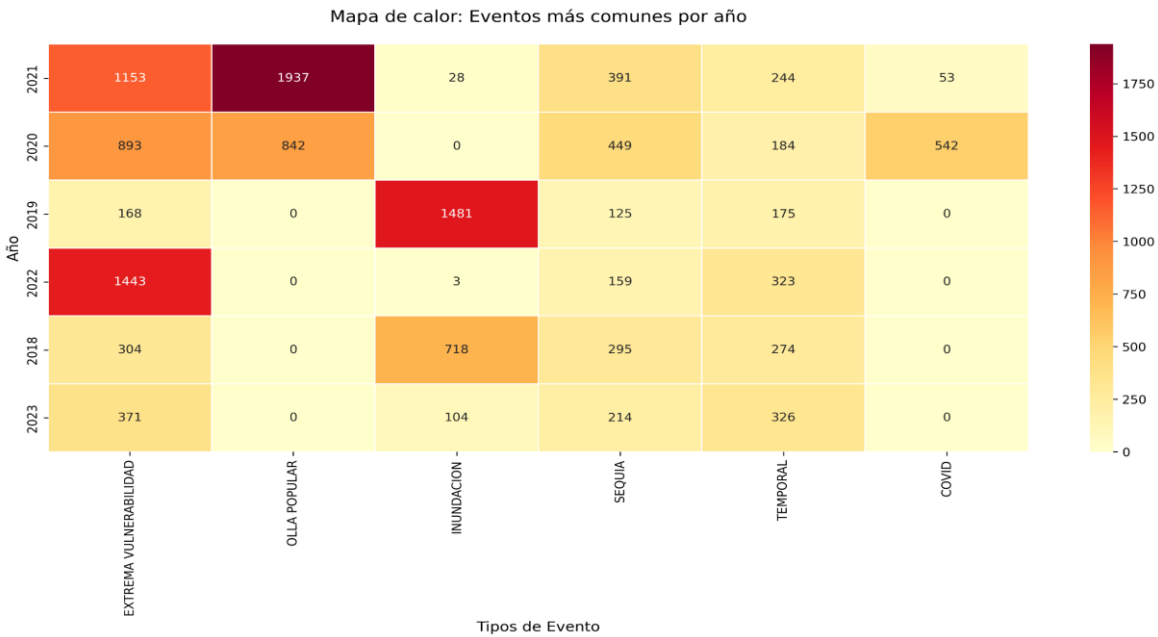
Mediante la Figura 14, se comparan los eventos ejecutados a lo largo de los años, clasificados por tipo, lo cual posibilita identificar tendencias temporales y variaciones en la actividad anual. Complementariamente, la Figura 15 presenta un mapa de calor que facilita la identificación de los tipos de eventos más frecuentes por año, usando una escala de colores para reflejar la intensidad o recurrencia.

Figura 14. Comparación de eventos por año



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

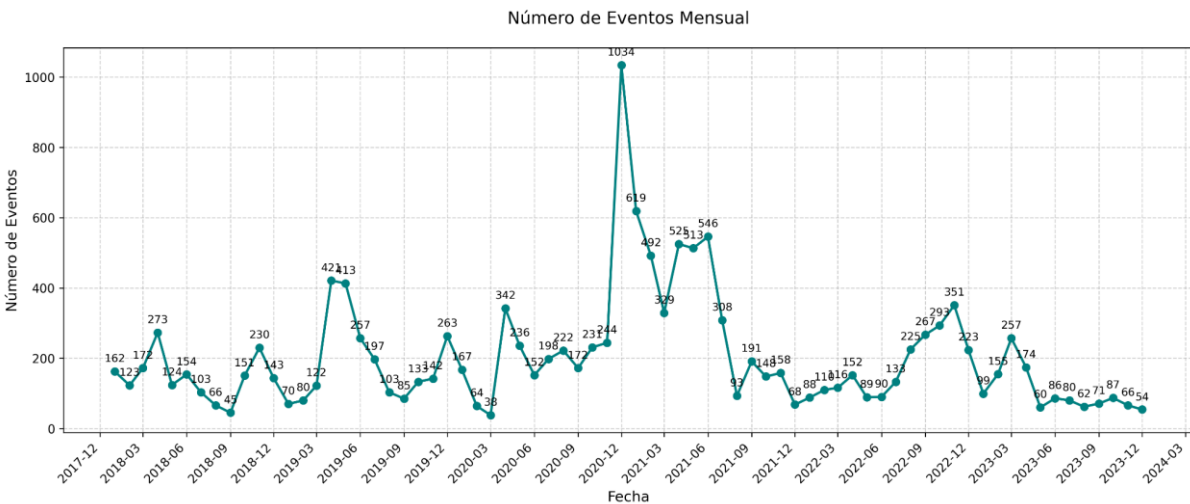
Figura 15. Heatmap: eventos más comunes por año



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

Finalmente, la Figura 16 expone un gráfico de series temporales que muestra la cantidad de eventos organizados por mes, lo que permite detectar patrones estacionales, picos de actividad o períodos de baja ejecución, información valiosa para la planificación y optimización de la gestión institucional.

Figura 16. Número de eventos mensuales.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Emergencia Nacional

4. Discusión

El presente análisis permitió observar, comparar y comprender la dinámica de la asistencia humanitaria en Paraguay durante el período 2018–2023. La estructuración de la información en tres dimensiones (temporal, geográfica y por tipo de evento) reveló patrones fundamentales para entender el funcionamiento y los desafíos del sistema de respuesta ante emergencias en el país.

Uno de los hallazgos más relevantes es la dicotomía entre la frecuencia de los eventos y el volumen de ayuda distribuida. Mientras que las asistencias generales y las ollas populares se presentan de forma recurrente y requieren un apoyo sostenido, los desastres naturales como inundaciones o temporales, aunque menos frecuentes, demandan una movilización masiva, urgente y de gran escala. Esta dualidad evidencia la necesidad de contar con estrategias de respuestas flexibles, escalables y multinivel, capaces de atender tanto situaciones crónicas como eventos extraordinarios de alto impacto.

Desde una perspectiva geográfica, la concentración de intervenciones en departamentos como Central, San Pedro y Presidente Hayes pone de manifiesto que estas regiones son especialmente vulnerables, ya sea por factores estructurales como la densidad poblacional, la exposición a amenazas climáticas o las condiciones de infraestructura. Además, la variabilidad en los tipos de eventos predominantes por región por ejemplo, inundaciones en Central o temporales en Caaguazú resalta la importancia de adaptar las estrategias de intervención a las realidades territoriales específicas, optimizando así la asignación de recursos y la efectividad de las respuestas.

En cuanto a la dimensión temporal, se identificaron tendencias estacionales y fluctuaciones anuales que subrayan la importancia de una planificación proactiva. La capacidad de anticipar picos de demanda como durante la temporada de lluvias permite mejorar la eficiencia operativa mediante el pre-posicionamiento de insumos críticos y el fortalecimiento de las cadenas logísticas. En este sentido, se destaca la utilidad de las herramientas de visualización dinámica, como el dashboard desarrollado, para apoyar la toma de decisiones estratégicas basadas en evidencia.

Un aspecto particularmente llamativo es la disminución marcada del volumen de asistencia y de registros durante el año 2023. Este comportamiento debe ser analizado en mayor profundidad para determinar si responde a una reducción real de necesidades humanitarias, a un aumento en la resiliencia comunitaria, a modificaciones en los métodos de registro, o a una posible contracción en la capacidad operativa o presupuestaria de la institución. Entender esta

tendencia resulta clave para ajustar planes futuros de intervención y para fortalecer las capacidades institucionales.

Desde una perspectiva metodológica, la comparación con estudios similares en la región permite identificar oportunidades de mejora. Investigaciones recientes en Perú, Chile y Colombia han demostrado la importancia de complementar los análisis descriptivos con métricas de impacto que midan no sólo la cobertura de la asistencia, sino también su oportunidad, equidad y sostenibilidad. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres — Colombia, s.f.; Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, s.f.; Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, s.f.).

En ese sentido, resulta pertinente avanzar en la definición de indicadores tales como:

Proporción de población afectada efectivamente asistida, que evalúa qué porcentaje de la población con necesidades recibió apoyo.

Tiempo promedio de respuesta, desde la ocurrencia del evento hasta la entrega de asistencia.

Costo por beneficiario atendido, que permite medir eficiencia y optimización de recursos.

Cobertura territorial alcanzada, identificando brechas geográficas en la atención.

Grado de atención a grupos vulnerables, incluyendo niños, personas mayores, y comunidades indígenas o rurales.

La incorporación de estas métricas permite superar las limitaciones de los registros puramente cuantitativos y avanzar hacia una evaluación más integral de la efectividad de la asistencia humanitaria. Asimismo, contribuye a establecer comparaciones regionales, facilitando la adopción de estándares comunes y la cooperación transfronteriza en la gestión del riesgo de desastres, especialmente frente a los desafíos crecientes del cambio climático, que requieren respuestas cada vez más coordinadas y basadas en evidencia.

Finalmente, el estudio evidencia la necesidad de mejorar la granularidad, calidad y consistencia de los datos recolectados. Una mejor categorización de los eventos y una sistematización más robusta de los registros permitirían realizar análisis más precisos y diseñar políticas públicas más focalizadas. Fortalecer la gestión de datos en emergencias no solo mejora la rendición de cuentas y la transparencia, sino que también incrementa la efectividad de la asistencia humanitaria en contextos cada vez más complejos y dinámicos.

- **Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación**



El presente estudio presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la calidad y exhaustividad de los datos históricos utilizados dependen del correcto registro y reporte por parte de las distintas unidades de la Secretaría de Emergencia Nacional, lo que pudo originar inconsistencias y datos incompletos. Asimismo, aunque se implementaron procesos automatizados para la estandarización y clasificación de nombres de lugares y tipos de eventos, es posible que algunas variaciones locales o excepciones no hayan sido plenamente capturadas. Adicionalmente, el análisis se restringe al periodo temporal disponible (2018–2023), por lo que no contempla posibles cambios en las políticas institucionales o en el contexto externo posteriores a dicho lapso.

Es importante señalar que, como primer análisis exploratorio, el estudio se centra en la descripción y visualización de patrones generales, por lo que el análisis de correlaciones y relaciones causales es limitado. La falta de pruebas de significancia estadísticas impide extraer conclusiones definitivas sobre efectos causales, lo que constituye un punto a profundizar en etapas futuras de investigación.

En función de los resultados obtenidos, se recomienda avanzar en el desarrollo e implementación de un sistema predictivo de insumos basado en técnicas avanzadas de aprendizaje automático, que permita anticipar con mayor precisión las necesidades logísticas ante emergencias. Asimismo, la integración de fuentes adicionales de datos, como información meteorológica en tiempo real y variables socioeconómicas, contribuirá a fortalecer la capacidad predictiva y la focalización de las intervenciones. Finalmente, resulta pertinente realizar evaluaciones posteriores que analicen el impacto operativo y social derivado de la aplicación de estas herramientas para optimizar la gestión de la asistencia humanitaria, así como profundizar en análisis estadísticos y causales que complementen esta primera etapa de estudio.

5. Conclusiones

Este trabajo integró análisis de datos históricos, herramientas de visualización interactiva y técnicas exploratorias para profundizar en la dinámica de la asistencia humanitaria en Paraguay, con énfasis en la labor de la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) entre 2018 y 2023. A partir de una estructuración en dimensiones temporal, geográfica y por tipo de evento, se lograron identificar patrones recurrentes, momentos críticos y regiones con alta vulnerabilidad, proporcionando así insumos valiosos para una gestión más informada, anticipativa y eficiente de los recursos públicos.

La creación del dashboard “BA – Asistencia Humanitaria” representa un avance importante en la sistematización y democratización del acceso a los datos, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia tanto a nivel institucional como intersectorial. Las visualizaciones

desarrolladas permiten comprender la magnitud y la distribución de las intervenciones, así como analizar la evolución y composición de la asistencia a lo largo del tiempo y el territorio.

Los hallazgos obtenidos refuerzan la necesidad de fortalecer la preparación institucional frente a eventos estacionales y de alto impacto, así como de adaptar las estrategias de respuesta a las características particulares de cada región. Además, la disminución observada en el volumen de registros en 2023 plantea interrogantes relevantes sobre la sostenibilidad operativa de las políticas de asistencia, lo cual amerita un seguimiento riguroso.

En ese sentido, se concluye que el uso de enfoques basados en datos, como el análisis exploratorio sistemático y las visualizaciones interactivas, no sólo mejora la eficiencia y la planificación de la respuesta humanitaria, sino que constituye un paso necesario hacia una gestión de emergencias más proactiva, territorialmente focalizada y resiliente.

Finalmente, se recomienda profundizar en el desarrollo de modelos predictivos que permitan estimar la demanda futura de insumos según patrones históricos y variables climáticas, así como continuar mejorando la calidad, completitud y estandarización de los registros para fortalecer la base analítica y operativa del sistema nacional de respuesta ante emergencias.

6. Declaración de financiamiento

La presente investigación se llevó a cabo con financiación propia.

7. Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

8. Declaración de autores

Los autores aprueban la versión final del artículo.

Autor

Diego Rubén Villalba Centurión

Cora Sofia Isla González

Contribución

Diseño de la investigación, recolección y procesamiento de los datos, análisis de resultados, redacción del manuscrito y revisión final del artículo.

Diseño de la investigación, recolección y procesamiento de los datos, análisis de resultados, redacción del manuscrito y revisión final del artículo.

Margarita Ruiz Olazar

Diseño de la investigación, recolección y procesamiento de los datos, análisis de resultados, redacción del manuscrito y revisión final del artículo.

9. Referencias Bibliográficas

- Congreso de la Nación Paraguaya. (2005). *Ley Nº 2615 Crea la secretaria de Emergencia Nacional (S.E.N.)*. <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/2410/ley-n-2615-crea-la-secretaria-de-emergencia-nacional-sen>
- González, A., y Pereira, M. (2021). *Cambio climático y gestión del riesgo en el Paraguay: Diagnóstico y propuestas*. Instituto de Estudios Ambientales del Paraguay.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Resumen para responsables de políticas. Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú. (s.f.). *Portal*. <https://www.gob.pe/indeci>
- NASA. (s.f.). *Climate change: How do we know? NASA Global Climate Change*. <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- Secretaría de Emergencia Nacional. (s.f.). *Sitio institucional. Gobierno del Paraguay*. <https://www.sen.gov.py>
- Secretaría de Emergencia Nacional. (2020). *Plan estratégico institucional 2020–2024. Secretaría de Emergencia Nacional*.
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. (s.f.). *Portal del Gobierno de Chile*. <https://web.senapred.cl/>
- Sosa, R. (2022). Gobernanza del riesgo en América Latina: lecciones de la pandemia y la emergencia climática. *Revista de Políticas Públicas*, 15(1), 45–62.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres — Colombia (s.f.). *Inicio: portal*. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co>
- Wirth, R. y Hipp, J. (2000, 11-13 de abril). *CRISP-DM: Hacia un modelo de proceso estándar para la minería de datos*. Actas de la 4.ª Conferencia Internacional sobre Aplicaciones Prácticas del Descubrimiento de Conocimiento y la Minería de Datos, Manchester, pp. 29-40.