

Políticas Locales Basadas en Evidencia para Enfrentar el Cambio Climático: Un Enfoque Participativo y Geoespacial en la Planificación de municipios del Chaco Paraguayo

Néstor Javier Sagüi Gómez
Silvia Elisa Estigarribia Canese
Marta Isabel Canese de Estigarribi
Ricardo Estigarribia Velázquez
Camilo Benítez Riveros.

Evidence-Based Local Policies to Tackle Climate Change: A Participatory and Geospatial Approach in the Planning of Municipalities in the Paraguayan Chaco

Néstor Javier Sagüi Gómez¹
Silvia Elisa Estigarribia Canese²
Marta Isabel Canese de Estigarribia³
Ricardo Estigarribia Velázquez⁴
Camilo Benítez Riveros⁵

Resumen

El artículo analiza la utilización de un enfoque participativo y geoespacial para el diseño de políticas locales para enfrentar el cambio climático implementados en los distritos de Fuerte Olimpo, Irala Fernández, La Victoria (Puerto Casado) y Carmelo Peralta, situados en el Chaco Paraguayo. El enfoque buscó diseñar estrategias de

¹ Naturaleza para la Vida -Tekoporã- Centro de investigación y Desarrollo
nestor.sagui@naturalezavida.org

² Naturaleza para la Vida -Tekoporã- Centro de investigación y Desarrollo
silvia.estigarribia@naturalezavida.org

³ Universidad Nacional de Asunción, Paraguay
mcanese@gmail.com

⁴ Naturaleza para la Vida -Tekoporã- Centro de investigación y Desarrollo
restiga@gmail.com

⁵ Naturaleza para la Vida -Tekoporã- Centro de investigación y Desarrollo
benitezrcamilo@gmail.com

adaptación y mitigación ante el cambio climático, a través de un enfoque metodológico mixto que combina técnicas cuantitativas y cualitativas. Este estudio aborda la integración de métodos geoespaciales con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la percepción de la población local para desarrollar políticas climáticas locales, que respondan a las necesidades y realidades específicas. Los resultados muestran que la planificación en políticas locales se enfoca no solo en la gestión de riesgos climáticos sino también en fomentar una resiliencia sostenible a través de la educación, la infraestructura de respuesta y la gestión de recursos hídricos. La adaptación y la innovación se reflejan en la necesidad de aplicar tecnologías de monitoreo y en la promoción de prácticas de agroforestería y agricultura sostenible, lo que apunta hacia la resiliencia climática y el desarrollo sostenible del Chaco Paraguayo. Además, la evaluación de amenazas climáticas y riesgos revela que los eventos climáticos extremos de estos municipios incluyen la sequía y los incendios forestales, con variaciones en la intensidad y frecuencia de otros eventos como las inundaciones, las que suceden de forma cíclica y posterior a los otros eventos extremos. Las políticas derivadas de este enfoque se orientaron a mejorar la capacidad de respuesta y adaptación de las comunidades, asegurando el acceso a recursos esenciales como el agua y fortaleciendo las infraestructuras locales frente a posibles desastres. Se subraya la importancia de un enfoque integrador en la planificación climática local, donde la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos enriquece el proceso de toma de decisiones y optimiza la implementación de acciones climáticas. Al incorporar la percepción de la población afectada y adaptar las estrategias a sus condiciones específicas, se puede garantizar la sostenibilidad de las intervenciones mediante la apropiación local.

Palabras Clave: cambio climático, políticas locales, planes municipales, plan de acción climática, sequías.

Abstract

The article analyzes the use of a participatory and geospatial approach for designing local policies to address climate change, implemented in the districts of Fuerte Olimpo, Irala Fernández, La Victoria (Puerto Casado), and Carmelo Peralta, located in

the Paraguayan Chaco. The approach aimed to design adaptation and mitigation strategies for climate change through a mixed-methods approach that combines quantitative and qualitative techniques. This study focuses on integrating geospatial methods with the use of Geographic Information Systems (GIS) and local population perceptions to develop local climate policies tailored to specific needs and realities. The results show that local policy planning focuses not only on managing climate risks but also on promoting sustainable resilience through education, response infrastructure, and water resource management. Adaptation and innovation are reflected in the need to apply monitoring technologies and promote agroforestry and sustainable agriculture practices, pointing towards climate resilience and sustainable development in the Paraguayan Chaco. Additionally, the assessment of climate threats and risks reveals that extreme climate events in these municipalities include droughts and wildfires, with variations in the intensity and frequency of other events such as floods, which occur cyclically after other extreme events. The policies derived from this approach were aimed at improving the response and adaptation capacity of communities, ensuring access to essential resources such as water, and strengthening local infrastructure to face potential disasters. The importance of an integrative approach to local climate planning is emphasized, where combining quantitative and qualitative methods enriches the decision-making process and optimizes the implementation of climate actions. By incorporating the perceptions of affected populations and tailoring strategies to their specific conditions, the sustainability of interventions can be ensured through local ownership.

Keywords: climate change, local policies, municipal plans, climate action plan, droughts.

Introducción

El cambio climático es uno de los desafíos más críticos del siglo XXI, con efectos profundos en los ecosistemas y en las comunidades humanas a nivel global (IPCC, 2021). Paraguay se ve particularmente afectado por fenómenos climáticos adversos como sequías, inundaciones y olas de calor, los cuales representan riesgos significativos para la biodiversidad, la seguridad alimentaria y las condiciones de vida de su población

(World Bank, 2020). En respuesta a la creciente variabilidad climática, se ha identificado la necesidad de implementar políticas locales de adaptación y gestión de riesgos que permitan a los municipios enfrentar de manera efectiva los impactos del cambio climático (PNUD, 2019).

Este estudio se enfoca en la formulación de políticas locales denominadas Planes Locales de Acción Climática y Gestión de Riesgos de Desastres en municipios de la región occidental de Paraguay o Chaco. El Chaco Paraguayo enfrenta una alta vulnerabilidad al cambio climático debido a la alta deforestación y la fragmentación de sus bosques, lo que reduce la resiliencia frente a fenómenos como sequías e incendios forestales. Estos factores, agravados por la variabilidad climática, ponen en riesgo tanto la biodiversidad como a las comunidades locales que dependen de los recursos naturales (Mereles & Rodas, 2014).

La planificación de los municipios, integran tanto medidas de adaptación como de mitigación y se fundamentan en las características geográficas, socioeconómicas y ambientales específicas de cada municipio (Stern, 2007). Además, están alineados con instrumentos internacionales como el Acuerdo de París y el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres, así como con las políticas nacionales, garantizando que las acciones locales sean coherentes con los compromisos globales en materia de cambio climático (UNFCCC, 2015; UNISDR, 2015).

El proceso de formulación de estos planes incluyó un mapeo preliminar de la información disponible sobre los riesgos climáticos y desastres en cada municipio, enriquecido por la participación de actores locales a través de consultas y grupos focales. Este enfoque participativo permitió la integración de conocimientos comunitarios en la identificación de amenazas y vulnerabilidades (Chambers, 1994), siendo las principales las sequías, inundaciones, heladas, incendios forestales y tormentas intensas. Estos fenómenos climáticos presentan graves desafíos tanto para los sistemas productivos como para el bienestar de la población (SEN, 2022).

A nivel nacional, Paraguay ha adoptado diversos instrumentos de planificación para enfrentar el cambio climático y gestionar los riesgos de desastres, entre los que se destacan el Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC), la Estrategia Nacional de

Adaptación al Cambio Climático y el Plan Nacional de Implementación del Marco de Sendai (MADES, 2018). A nivel local, estos marcos se implementan a través de los Planes Locales de Acción Climática, que constituyen una herramienta fundamental para integrar las políticas globales en acciones concretas y específicas a nivel municipal (GIZ, 2020).

No obstante, la implementación de estos instrumentos de política varía significativamente entre las regiones, lo que subraya la necesidad de fortalecer las capacidades de planificación y respuesta en los municipios (OECD, 2019). En este sentido, los Planes Locales de Acción Climática no solo abordan las problemáticas actuales, sino que también anticipan desafíos futuros, priorizando acciones basadas en las amenazas y vulnerabilidades específicas de cada comunidad. A través de esta estrategia, se busca aumentar la resiliencia de los municipios ante los efectos adversos del cambio climático y mejorar su capacidad para gestionar los riesgos asociados a fenómenos climáticos extremos (World Bank, 2020).

El objetivo general de esta investigación fue diseñar políticas locales para enfrentar el cambio climático en municipios del Chaco Paraguayo, integrando la identificación de amenazas, la priorización de zonas de riesgo y el desarrollo de acciones estratégicas mediante un enfoque participativo y geoespacial. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1. Identificar con la población local, las amenazas climáticas que enfrentan los municipios del Chaco Paraguayo.
2. Mapear con herramientas geoespaciales las zonas de riesgo ante las principales amenazas climáticas priorizadas por la población local.
3. Establecer las de acciones estratégicas a impulsar para problemáticas identificadas a nivel local.

Metodología

El método de investigación utilizado es de tipo no experimental basado en consultas con grupos focales, entrevistas, observaciones, datos geográficos y poblacionales. El análisis se realizó con un enfoque mixto; cualitativo y cuantitativo

(Sampieri, Collado, & Lucio, 2010). La investigación se realizó en 4 municipios de la región occidental del país conocida como Chaco Paraguayo: Fuerte Olimpo, Carmelo Peralta, Puerto Casado, Irala Fernández (DGEEC, 2018b).

La metodología adoptada para abordar la planificación y gestión del cambio climático en los municipios involucrados en este estudio comprende fases, basadas en un enfoque participativo y detallado de recolección y análisis de información. El proceso metodológico se presenta en orden de fases:

Fase 1: Diseño de herramientas de investigación.

Inicialmente, se desarrollaron guías de trabajo y formatos estandarizados para la recolección de información de campo en los 4 municipios. Este conjunto de herramientas se diseñó para garantizar que la recopilación de datos adicionales en el terreno fuera sistemática y uniforme, permitiendo una comparabilidad y consistencia óptimas en la información recopilada (Creswell & Plano Clark, 2018). Estos datos de campo fueron esenciales para la construcción y actualización de los planes de acción climática, asegurando que todas las medidas propuestas sean específicamente adaptadas a las necesidades y contextos locales (Chambers, 1994).

Fase 2: Mapeo preliminar del municipio y diagnóstico territorial.

Se inició con un mapeo preliminar de la información existente, enfocándose en los instrumentos de planificación y gestión político-administrativos ya en uso, la identificación de los principales actores en los territorios y sus roles potenciales. Seguidamente una fase de mapeo preliminar, realizando un diagnóstico territorial y un análisis de vulnerabilidad, que incluyó una identificación preliminar y el mapeo de las amenazas climáticas a nivel distrital identificadas en el "Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay" de la SEN (2018), complementado con datos sobre emergencias registradas por la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) en los municipios durante el período 2020-2022.

Fase 3: Elaboración de una metodología para la elaboración de mapas de zonas de riesgo.

Esta fase consistió en la adaptación y focalización de la metodología para cada municipio, utilizando un enfoque basado en los datos del "Atlas de Riesgos de Desastres

de la República del Paraguay" de la SEN (2018) y adaptando la metodología implementada por dicha institución. Se integraron aspectos biofísicos, de exposición física y socioeconómicos de cada municipio para identificar las zonas de riesgo y con mayor vulnerabilidad. El análisis tiene en cuenta la vulnerabilidad en cada municipio para cada tipo de amenaza y las amenazas vistas desde la perspectiva biofísica. En el análisis se utilizaron las mismas variables que en el trabajo realizado por la SEN (2018) pero incorporando otras variables como la distancia a centros urbanos, caminos y cauces hídricos a nivel distrital y luego integrados a escala municipal. Estas se incluyeron para dar peso a la vulnerabilidad de exposición física local, y los resultados de esta evaluación se visualizaron en mapas para cada municipio.

El análisis se realizó mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando una ecuación que contiene las siguientes variables geoespaciales de tipo socioeconómico y climáticas:

Vulnerabilidad socioeconómica: Se utilizó el resultado obtenido por la SEN (2018) manteniendo las variables de este componente constante durante el análisis (se asume el mismo valor de vulnerabilidad para cada distrito) ya que no existen datos socioeconómicos oficiales a escalas locales que las utilizadas por dicha institución. Esta variable está constituida por datos demográficos y socioeconómicos (cantidad de población vulnerable y nivel de pobreza de la población).

Vulnerabilidad Física (o de exposición): Esta variable está constituida por subvariables tales como, la calidad de la vivienda, densidad de infraestructura de salud y vial. Para el análisis, los datos fueron adaptados del Atlas de Riesgos de Desastres de la SEN (2018). Estos datos recibieron una ponderación mayor, con el fin de observar cómo varían los resultados considerando la percepción de población local.

A partir de los talleres locales, se identificaron las variables que más inciden en la percepción de la vulnerabilidad a la amenaza para el distrito: por ejemplo: disponibilidad de agua potable, presencia de cauces hídricos y agua subterránea (representados por la distancia a cauces hídricos). Las subvariables de distancia a centros urbanos, distancia a caminos, distancia a cauces hídricos fueron utilizadas como una manera de representar dicha percepción en el contexto geoespacial.

Las capacidades adaptativas existentes: Se utilizaron los mismos datos del trabajo de la SEN (2018) pero cada variable fue recalculada por unidad sub-distrital, permitiendo tener una visión más local de este componente. Esta variable contiene sub-variables tales como existencia de puestos de bomberos, cruz roja, hospitales y centros de salud, farmacias, establecimientos educativos, entre otros. Se elaboró un mapa de densidad de Kernel para cada sub-variable, donde los valores de densidad fueron ponderados por la cantidad de viviendas dentro de cada unidad de análisis para luego integrar los resultados a nivel municipal (Li, Wu, & Zheng, 2005).

Amenazas (biofísico): Se consideraron las amenazas contenidas en el Atlas de Riesgos de Desastres de la SEN (2018) como la amenaza de sequía o por déficit hídrico. Esta variable no fue modificada ya que se consideró que los resultados obtenidos por la SEN (2018) son suficientes para el nivel de análisis realizado desde el punto de vista geoespacial. Este cálculo representa el aspecto biofísico.

Fase 4: Taller con grupos focales y entrevistas.

Los resultados del mapeo bajo el enfoque detallado se compartieron con la población local, realizando consultas sobre la consistencia desde su percepción y conocimiento local. Esto se realizó a través del trabajo con 12 grupos focales distribuidos en 3 por cada municipio para validar la información (Steinmann et al., 2008; IFAD, 2009). Este trabajo con pobladores locales reflejó la percepción de la comunidad sobre su propia vulnerabilidad y áreas de riesgo en cada municipio. Se trabajó en grupos para identificar las principal problemática y amenaza climática en el distrito, los impactos que esta amenaza tiene en la población local. Se realizó un trabajo para establecer los lineamientos para hacer frente a la situación de emergencia.

Respecto a las entrevistas, se llevaron a cabo para vincular el diálogo entre las comunidades locales y los tomadores de decisiones, facilitando la incorporación del conocimiento local en las políticas climáticas y de manejo de desastres (Heesen et al., 2014). Se han dividido en dos partes:

Intendencia y la Junta Municipal: Con las autoridades locales se delineó cómo se deberían atender las emergencias climáticas. Se sistematizaron también las acciones que ya se realizan o que se han realizado en el distrito durante las emergencias

climáticas. Por otro lado, se identificó de forma conjunta cuáles son las acciones estratégicas que deberían ser impulsadas para hacer al cambio climático en el municipio.

Instituciones y representantes sociales: Se incluyeron instituciones que trabajan en cada municipio como la Armada Nacional, los Bomberos Voluntarios, los representantes locales del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), docentes de centros educativos, líderes y líderes de comunidades indígenas, representantes del sector productivo tanto grandes como pequeños. A estos actores se les aplicó una herramienta de recolección de información conteniendo preguntas semiestructuradas, según el tipo de institución y sus funciones.

Resultados

La Planificación para los municipios del Chaco Paraguayo de Fuerte Olimpo, Irala Fernández, Puerto Casado y Carmelo Peralta, ubicados, ilustra un enfoque exhaustivo y estratégico en la gestión de riesgos de desastres y condiciones climáticas adversas. Los planes de acción climática que surgieron al final de la implementación del enfoque Participativo y Geoespacial enfatizan en la importancia de la planificación participativa y la adaptación basada en la comunidad para enfrentar los desafíos del cambio climático, incorporando la resiliencia climática y el desarrollo sostenible.

En el municipio de Fuerte Olimpo, la planificación para enfrentar el cambio climático se centra en la implementación de sistemas integrados de gestión de riesgos que incluyen desde la identificación y mapeo de zonas de riesgo hasta la implementación de programas educativos y de infraestructura de respuesta. Las acciones se orientan hacia la mejora de la capacidad de la comunidad para enfrentar y recuperarse de eventos extremos mediante la integración de tecnologías de monitoreo climático y la construcción de infraestructuras resilientes al clima.

El municipio de Irala Fernández se enfoca en mejorar la infraestructura para asegurar el acceso al agua, implementando sistemas de almacenamiento y distribución de agua para enfrentar las temporadas de sequía prolongadas. Este distrito también prioriza la diversificación económica a través de la agroforestería y prácticas agrícolas sostenibles, para fortalecer la resiliencia agrícola frente a las variaciones climáticas.

El municipio de Puerto Casado delinea medidas que permitan enfrentar de mejor manera la escasez de agua y mejorar la calidad de esta en comunidades indígenas y áreas urbanas. El distrito ha implementado sistemas de purificación y distribución de agua para asegurar el acceso a agua potable durante todo el año y ha establecido programas de educación y concienciación sobre la gestión de recursos hídricos y la conservación del medio ambiente.

En el municipio de Carmelo Peralta, se han priorizado medidas para combatir la sequía que constituye la amenaza climática más significativa del distrito. Incluyen además la identificación de zonas de alto riesgo, el mapeo detallado de las áreas más vulnerables, y la elaboración de un plan de respuesta ante la sequía que involucra a múltiples actores locales y nacionales. Este enfoque se complementa con la mejora de la infraestructura hídrica y la potabilización de agua, estrategias priorizadas dada la severidad y frecuencia de las sequías en la región del Chaco Paraguayo.

Los municipios analizados en este artículo han tomado una estrategia basada en evidencias empíricas en la planificación municipal, al integrar en sus estrategias las lecciones aprendidas de eventos pasados, utilizando tecnología para mejorar el monitoreo y la respuesta, considerando además la prevención y preparación.

En base a los hallazgos por municipio, se plantean políticas locales para disminuir las amenazas climáticas y mejorar la resiliencia. En la siguiente matriz que organiza la información por distrito y por tipo de política, Esta matriz permite visualizar las políticas de cada distrito del Chaco Paraguayo, categorizadas por su enfoque principal: agua, agropecuaria o ambiental.

Tabla 1

Síntesis de políticas climáticas por municipio en el Chaco Paraguayo

Municipio	Políticas vinculadas al Agua	Políticas vinculadas al sector Agropecuario	Políticas de protección ambiental
Fuerte Olimpo	N/A	Programa de protección agropecuaria para mejorar la resiliencia frente a sequías e inundaciones.	Implementación de un sistema local de prevención y control de incendios forestales.
Irala Fernández	Fortalecimiento de los sistemas de provisión de agua y aumento de la capacidad de almacenamiento.	Creación de un fondo de emergencia agrícola para asistir a los productores en períodos de sequía.	N/A
Puerto Casado	Mejora de la infraestructura de distribución y calidad del agua, especialmente en comunidades indígenas y áreas urbanas.	N/A	Desarrollo de sistemas de monitoreo climático y educación para la gestión de recursos hídricos y respuesta a emergencias.
Carmelo Peralta	Ampliación de los sistemas de almacenamiento de agua y fortalecimiento de las capacidades de potabilización.	N/A	Implementación de programas educativos y de concienciación sobre la gestión de recursos hídricos y la conservación ambiental, incluyendo la preparación ante sequías.

Fuente: elaboración propia con base en los grupos focales

Riesgos climáticos identificados

Los riesgos identificados en los distritos están principalmente relacionados con la sequía, incendios forestales y en menor medida, inundaciones. El nivel de riesgos incrementa debido a la falta de infraestructura adecuada para el acceso al agua y la baja capacidad de respuesta ante emergencias climáticas, lo que afectaría la seguridad alimentaria de las comunidades locales. Además, la deforestación y la degradación del suelo siguen siendo prioridades de la planificación local para fomentar un manejo más sostenible de los recursos naturales (UNEP, 2021).

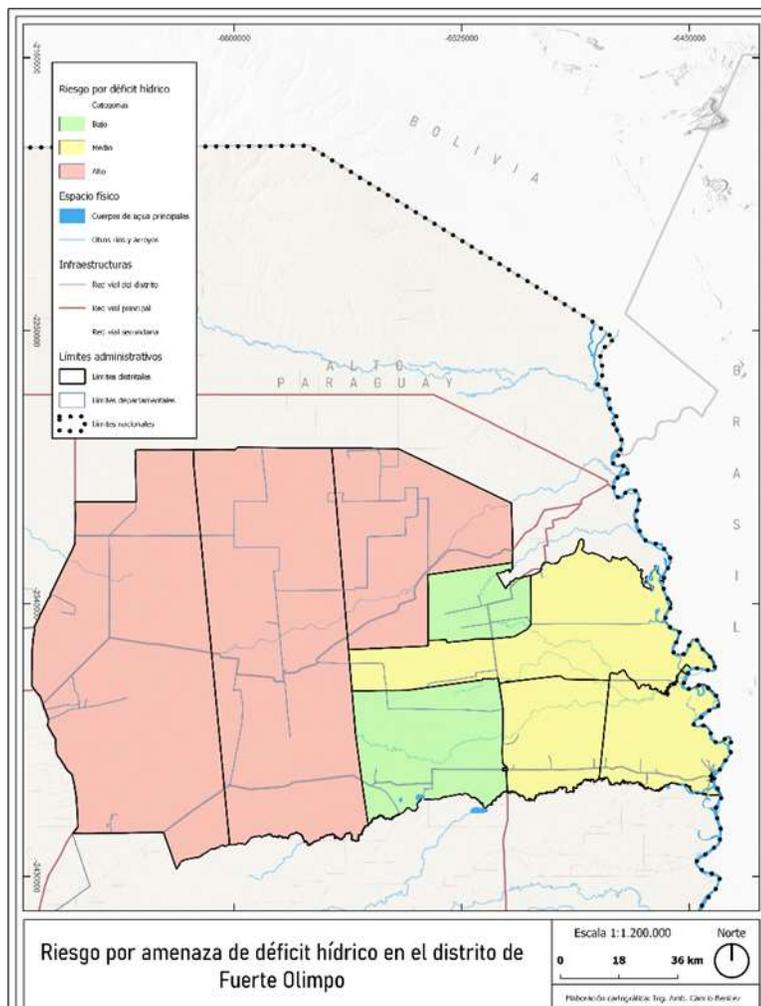


Figura 1 Mapa de clasificación de la amenaza prioritaria para el municipio de Fuerte Olimpo

Fuente: Elaboración propia

En Irala Fernández, se detectaron riesgos altos relacionados principalmente con la sequía, que afecta la disponibilidad de agua y la agricultura, mientras que los riesgos de incendios y inundaciones fueron clasificados de nivel medio, dada su menor frecuencia, pero con potencial de afectación constante. Esta condición es común en diferentes partes del Chaco (World Bank, 2021). Se realizó un mapeo de las áreas afectadas por la amenaza climática más importante para los actores y sectores del municipio. El mapeo de la amenaza a la sequía se presenta a continuación:

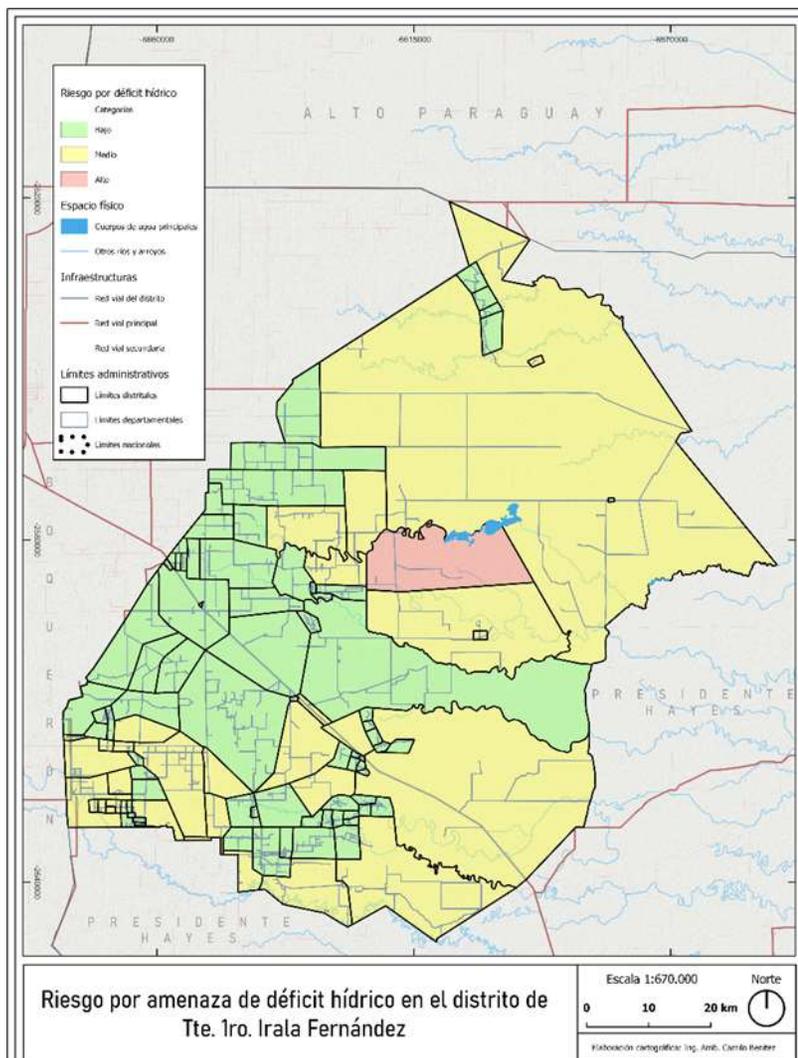


Figura 2: Mapa de clasificación de riesgo para el municipio de Irala Fernández

Fuente: Elaboración propia

En la Victoria (Puerto Casado), la sequía también se identificó como un riesgo alto, exacerbado por la falta de infraestructura adecuada para el acceso al agua, lo que resulta en una vulnerabilidad significativa en las comunidades indígenas y en las áreas urbanas. Los riesgos de incendios se consideraron de nivel medio, y las inundaciones, aunque menos frecuentes, presentaron un riesgo bajo, pero con potencial de afectación grave en casos esporádicos. Se realizó una priorización de la amenaza climática más importante para los actores y sectores del distrito., a partir de la cual se establecieron las zonas de riesgo del municipio.

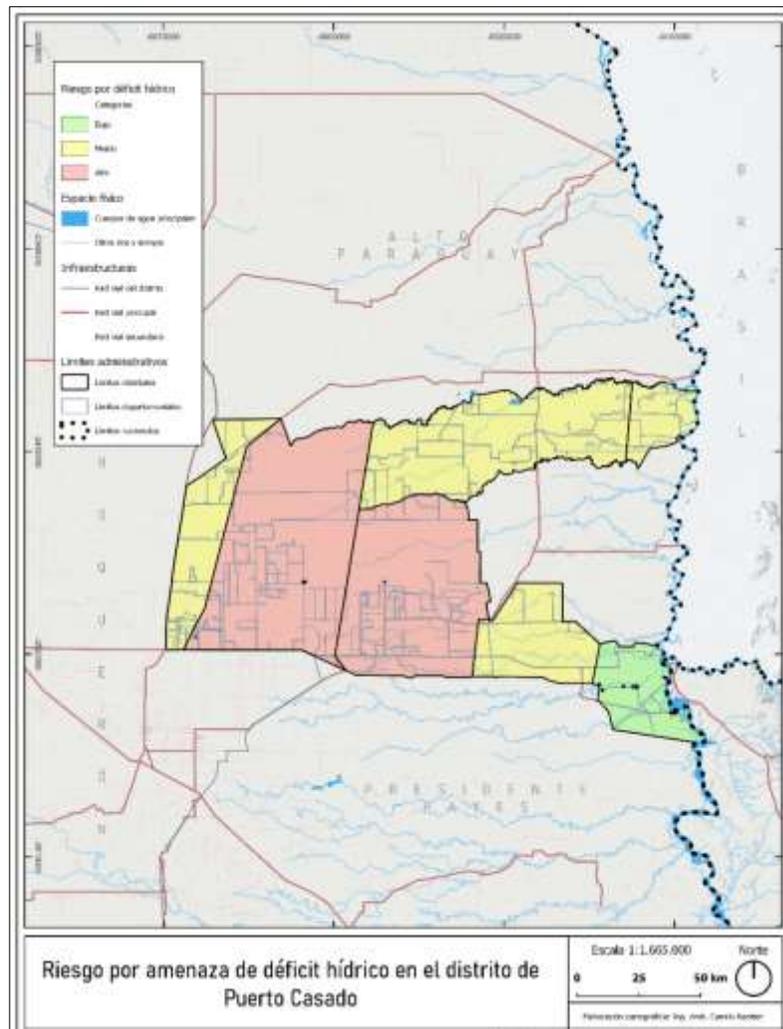


Figura 3: Mapa de clasificación de riesgo para el municipio de la Victoria

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, los principales riesgos en Carmelo Peralta están asociados con la sequía prolongada, que afecta directamente la disponibilidad de agua y tiene un impacto considerable en la agricultura, la seguridad alimentaria y la salud pública. La falta de infraestructura adecuada para el manejo y almacenamiento de agua es un problema persistente que aumenta la vulnerabilidad del distrito a los eventos climáticos extremos. Se realizó también una priorización de los eventos climáticos extremos. Los diferentes actores y sectores del distrito coincidieron en el orden de priorización y los principales motivos por los que se considera a la sequía como la amenaza principal en el municipio. Con base en dicha amenaza se establecieron las zonas de mayor y menor riesgo en el municipio.

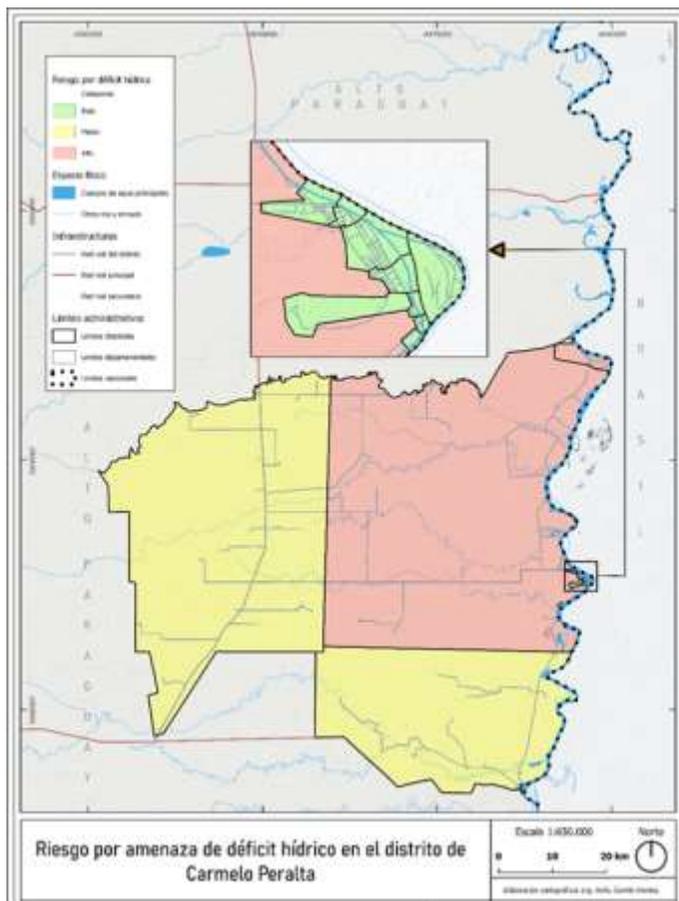


Figura 4: Mapa de clasificación de riesgo para el municipio de Carmelo Peralta

Fuente: Elaboración propia

Discusión

La integración de estos municipios en una estrategia unificada subraya la coherencia metodológica y la adaptación de las respuestas a los contextos locales específicos del Chaco Paraguayo. Aunque los recursos y enfoques pueden variar, cada distrito comparte una visión orientada hacia la resiliencia climática, lo que demuestra un manejo efectivo de la adaptación al cambio climático a través de estrategias locales, participativas y basadas en la evidencia. La comparación entre los distritos ilustra diferencias en recursos y capacidades disponibles y enfoques específicos, pero subraya una visión compartida hacia la resiliencia climática.

Fuerte Olimpo: Este distrito ha enfatizado en una estrategia integral que incluye tanto la prevención como la respuesta activa ante los riesgos climáticos priorizados por la población local. Destaca su plan de gestión de riesgos que integra el mapeo de zonas de riesgo, identificación de amenazas climáticas prioritarias como sequías e incendios, y el desarrollo de un protocolo de contingencia robusto. Esto refleja un enfoque proactivo para el manejo integral de los recursos hídricos y la protección contra incendios, adaptándose a las condiciones locales que incluyen áreas urbanas y rurales dispersas.

Irala Fernández: Este distrito ha priorizado la adaptación de sus prácticas agrícolas y de gestión del agua a las condiciones de sequía predominantes en las comunidades y áreas productivas. Con un enfoque particular en la mejora de infraestructura para el abastecimiento de agua y la diversificación económica, Irala Fernández busca trabajar en la implementación de sistemas de riego eficientes y en el fomento de prácticas de agroforestería, lo que permitirá mitigar los efectos de sequías prolongadas mientras promueve la sostenibilidad económica local.

Puerto Casado: Reconoce la severidad de las sequías y su impacto no solo en la disponibilidad sino también en la calidad del agua, Puerto Casado enfatiza en la necesidad de mejorar los sistemas de purificación y una mejor distribución del agua. Además, integra la educación y la concienciación sobre la conservación del agua como pilares clave de su estrategia, lo cual es crucial en una región con significativa población indígena y desafíos de acceso al agua.

Carmelo Peralta: Este municipio se ha centrado en establecer acciones frente a sequías extremas, asegurando que las comunidades más vulnerables tengan acceso a reservas de agua y a educación sobre su gestión. Su plan incluye también acciones específicas para mejorar la infraestructura hídrica y garantizar la protección de los recursos naturales, lo que refuerza su resiliencia a los desafíos climáticos.

Las políticas resultantes reflejan las necesidades geográficas y socioeconómicas de cada municipio, con un énfasis en soluciones climáticas locales que no solo abordan los impactos locales del cambio climático sino también las causas subyacentes y las capacidades de las comunidades para adaptarse a las condiciones climáticas.

Este análisis muestra cómo la adaptación al cambio climático puede gestionarse de manera efectiva a través de estrategias locales, participativas y basadas en la evidencia, ajustadas a las necesidades y capacidades específicas de cada municipio analizado en el Chaco Paraguayo.

Conclusiones

Se presentan cinco puntos clave que sintetizan los hallazgos principales del análisis, destacando las prácticas innovadoras, las prioridades en la gestión de recursos y la importancia de la inclusión comunitaria en los procesos de adaptación y mitigación climática. Los hallazgos de esta investigación no solo reflejan los esfuerzos locales por construir resiliencia climática local, sino que también proporcionan una base para futuras intervenciones y políticas en regiones con desafíos climáticos similares.

Integración de Adaptación y Resiliencia Comunitaria: Los planes de acción climática en los distritos de Fuerte Olimpo, Irala Fernández y La Victoria (Puerto Casado) muestran una integración efectiva de estrategias de resiliencia y adaptación al cambio climático centradas en la población local. Esta aproximación participativa asegura que las soluciones sean culturalmente apropiadas y técnicamente factibles, aumentando la capacidad local para gestionar y responder a los riesgos climáticos de manera sostenible.

Integración de Metodologías Mixtas en la Planificación Climática Local: La combinación de metodologías mixtas que integran enfoques cuantitativos, como los métodos geoespaciales, y cualitativos, como la percepción comunitaria, es fundamental

para el diseño de políticas climáticas locales eficaces. Este enfoque híbrido permite no solo mapear y analizar los datos físicos y ambientales del territorio, sino también incorporar las experiencias, necesidades y prioridades de las comunidades afectadas. Al hacerlo, las políticas resultantes son adaptadas a las realidades específicas de cada municipio, asegurando así una mayor eficacia y aceptación de las medidas de adaptación y mitigación propuestas. Este enfoque integrador contribuye a desarrollar estrategias que sean sostenibles y robustas frente a los desafíos del cambio climático en el Chaco Paraguayo.

Priorización de la Gestión de Recursos Hídricos: Existe una focalización en mejorar la infraestructura hídrica, que refleja la prioridad crítica de los recursos hídricos en la región del Chaco. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de almacenamiento de agua y mejorar los sistemas de distribución son esenciales para asegurar la disponibilidad de agua tanto para el consumo humano como para la agricultura, especialmente frente a eventos extremos como sequías prolongadas.

Adaptación Basada en Ecosistemas: La implementación de prácticas de agroforestería y agricultura sostenible en Irala Fernández ilustra una estratégica local de adaptación basada en ecosistemas. Estas prácticas no solo ayudan a mitigar los efectos del cambio climático, sino que también promueven la biodiversidad y sostienen los medios de vida locales, ofreciendo un modelo replicable para la adaptación al cambio climático en otros municipios similares.

Educación y Concienciación sobre el cambio climático: Los municipios han establecido la importancia de la educación y la sensibilización como herramientas fundamentales para fomentar una cultura de preparación y adaptación al cambio climático. Los programas educativos locales sobre gestión de recursos y conservación del medio ambiente son prioridad en la adopción de prácticas sostenibles y adaptadas al clima.

Desarrollo de Capacidades y Tecnología para la Gestión de Riesgos: La incorporación de tecnologías de monitoreo climático y la construcción de infraestructuras resilientes al clima son indicativos de un enfoque proactivo en la gestión de riesgos. Estas iniciativas mejoran la capacidad de respuesta inmediata a los desastres, también

fortalecen la planificación a largo plazo y la preparación para futuros desafíos climáticos, asegurando que la población local pueda adaptarse a las condiciones adversas sin comprometer el desarrollo económico local y su bienestar en general.

Referencias

Chambers, R. (1994). *Participatory Rural Appraisal: Challenges, potentials and paradigm*. Institute of Development Studies.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE Publications.

DGEEC. (2018b). *Paraguay Proyecciones de población nacional, áreas urbana y rural, por sexo y edad, 2018*. Fernando de la Mora Paraguay: Dirección General de Estadística Encuestas y Censo.

Freitas, M. B. C., & Antunes, C. (2022). Using participatory mapping to foster community-based disaster risk reduction in forest fire-prone areas: The case of Monchique in Portugal. *Fire*, 5(5), 146.

GIZ. (2020). *Planificación y gestión de riesgos climáticos a nivel local en Paraguay*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC. (2022). *Reports on Vulnerability Assessments*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

MADES. (2018). *Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC)*. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay.

- Mereles, M. F., & Rodas, O. (2014). Assessment of deforestation in the Paraguayan Chaco. *Climatic Change*, 127, 55-71. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1256-3>
- Li, H., Wu, J., & Zheng, D. (2005). Kernel density estimation for environmental health risk analysis. *Geographic Information Science*, 11(1), 11–25. <https://doi.org/10.1007/s10109-005-0151-8>.
- OECD. (2019). Environmental Performance Review of Paraguay. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- PNUD. (2019). Informe Nacional sobre el Cambio Climático en Paraguay. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Sampieri, R., Collado, C. F., & Lucio, M. d. P. B. (2010). Metodología de la investigación: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Secretaría de Emergencia Nacional. (2018). *Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay*. [https://www.sen.gov.py/application/files/9015/9862/5498/Atlas de Riesgos de Desastres de la Republica del Paraguay 2018.pdf](https://www.sen.gov.py/application/files/9015/9862/5498/Atlas_de_Riesgos_de_Desastres_de_la_Republica_del_Paraguay_2018.pdf)
- Steinmann, S., & IFAD. (2009). Participatory mapping of local disaster risk reduction knowledge: An example from Switzerland. *International Journal of Disaster Risk Science*, 5(3), 278-293.
- Secretaría de Emergencia Nacional. (2022). Evaluación de Riesgos Climáticos en Paraguay. Secretaría de Emergencia Nacional.

Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.

UNEP. (2021). *Ecosystem-based adaptation in Paraguay*. United Nations Environment Programme. Retrieved from <https://www.unep.org>

UNFCCC. (2020). *Methodologies and Tools to Evaluate Climate Change Impacts and Adaptation*. Recuperado de <https://unfccc.int/topics/resilience/resources/methodologies-and-tools-to-evaluate-climate-change-impacts-and-adaptation>

UNFCCC. (2015). *Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change.

UNISDR. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

World Bank. (2020). *Climate Change Knowledge Portal: Paraguay*. The World Bank.

World Bank. (2021). *Climate change knowledge portal for Paraguay*. Retrieved from <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>