

## INSUMOS PARA TOMA DE DECISIONES URBANÍSTICAS UTILIZANDO F/OSS

### Pertinencia de la consolidación o relocalización de edificaciones en asentamientos de Lambaré, Paraguay.

INPUTS FOR URBAN PLANNING DECISION MAKING USING F/OSS  
Pertinence of Consolidation or Relocation of Buildings in Settlements in  
Lambaré, Paraguay.

**Autores:** Cristaldo, Juan Carlos; Arévalos, Silvia; Brítez, Guillermo; Rodríguez, Lissandry; Benítez, Auxiliadora; Genesini, Daniela

#### RESUMEN

Una de las cuestiones fundamentales en los procesos de mejoramiento de barrios refiere a la tensión que existe entre consolidar los esfuerzos de generación de vivienda impulsados por las comunidades, y la necesidad, a veces imperiosa de sugerir la relocalización en proximidad de viviendas que enfrentan altos grados de precariedad o exposición a riesgos ambientales. En este artículo se discute como metodologías basadas en el uso de software libre y métodos colaborativos posibilitan elaborar cartografías base y caracterizaciones altamente detalladas de asentamientos precarios, a partir de las cuales resulta factible señalar cuales edificaciones de una comunidad tienen mayor potencial de consolidación *in situ*, frente a aquellas que tienen un perfil que señala la necesidad de relocalización. De este modo, el artículo pretende brindar un método replicable que contribuya al trabajo de académicos, comunidades y gobiernos locales involucrados en proyectos de mejoramiento de asentamientos precarios.

**Palabras clave:** asentamientos precarios, software libre, relocalización, consolidación

**Bloque temático:** Morfologías urbanas.

#### ABSTRACT

One of the fundamental issues in neighborhood improvement processes refers to the tension that exists between consolidating housing generation efforts driven by the communities, and the sometimes imperative need to suggest the relocation in proximity of housing that faces high degrees of precariousness or exposure to environmental risks. This article discusses how methodologies based on the use of free software and collaborative methods make it possible to elaborate base cartographies and highly detailed characterizations of precarious settlements, from which it is feasible to point out which buildings of a community have greater potential for *in situ* consolidation, versus those that have a profile that indicates the need for relocation. In this way, the article aims to provide a replicable method that contributes to the work of academics, communities and local governments involved in slum upgrading projects.

**Keywords:** precarious settlements, open source software, relocation, consolidation, etc.

**Topic:** Urban morphology

## Introducción

Los asentamientos informales de Asunción y su área metropolitana (AMA) se encuentran expuestos a condiciones precarias y riesgosas. Diversos proyectos han sido propuestos para abordar y reducir la vulnerabilidad de los mismos. Sin embargo, la escasez de datos y la falta de acumulación progresiva de información, sumados a un contexto de capacidades técnicas y recursos limitados, han sido problemas frecuentes en el desarrollo e implementación de proyectos urbanísticos (Secretaría Técnica de Planificación [STP], 2011; Cristaldo, 2015; Brítez, 2019), especialmente en lo que a asentamientos informales se refiere (Canese, 2019). Se hace necesario, por tanto, formular metodologías flexibles y accesibles para generar datos fiables que puedan orientar la toma de decisiones.

Se propone en este trabajo, desarrollar y aplicar una metodología basada en los procesos de mapeo colaborativo, remoto y en campo, descritos por Cristaldo y Brítez (2018) y Cristaldo et al. (2021), con el propósito de analizar dos asentamientos precarios ubicados en el AMA, específicamente en la cuenca del arroyo Lambaré. Los asentamientos, visibles en la figura 01, se denominan Virgen de Fátima, de Asunción (A09) y Villa 3 de Febrero, de Lambaré (L04) (TECHO PY, 2015). El presente artículo no pretende describir los aspectos culturales e históricos de estas comunidades, sino generar insumos tales como el relevamiento cartográfico y fotográfico de base de los asentamientos estudiados. Estos datos permiten a su vez elaborar cartografías temáticas que exploren el grado de consolidación material, la morfología de las edificaciones y el nivel de exposición a riesgos que enfrentan los asentamientos. Finalmente, se avanzará en la evaluación de los resultados para identificar edificaciones que presenten condiciones favorables para ser consolidadas *in situ* frente a aquellas que requieran relocalización en proximidad.

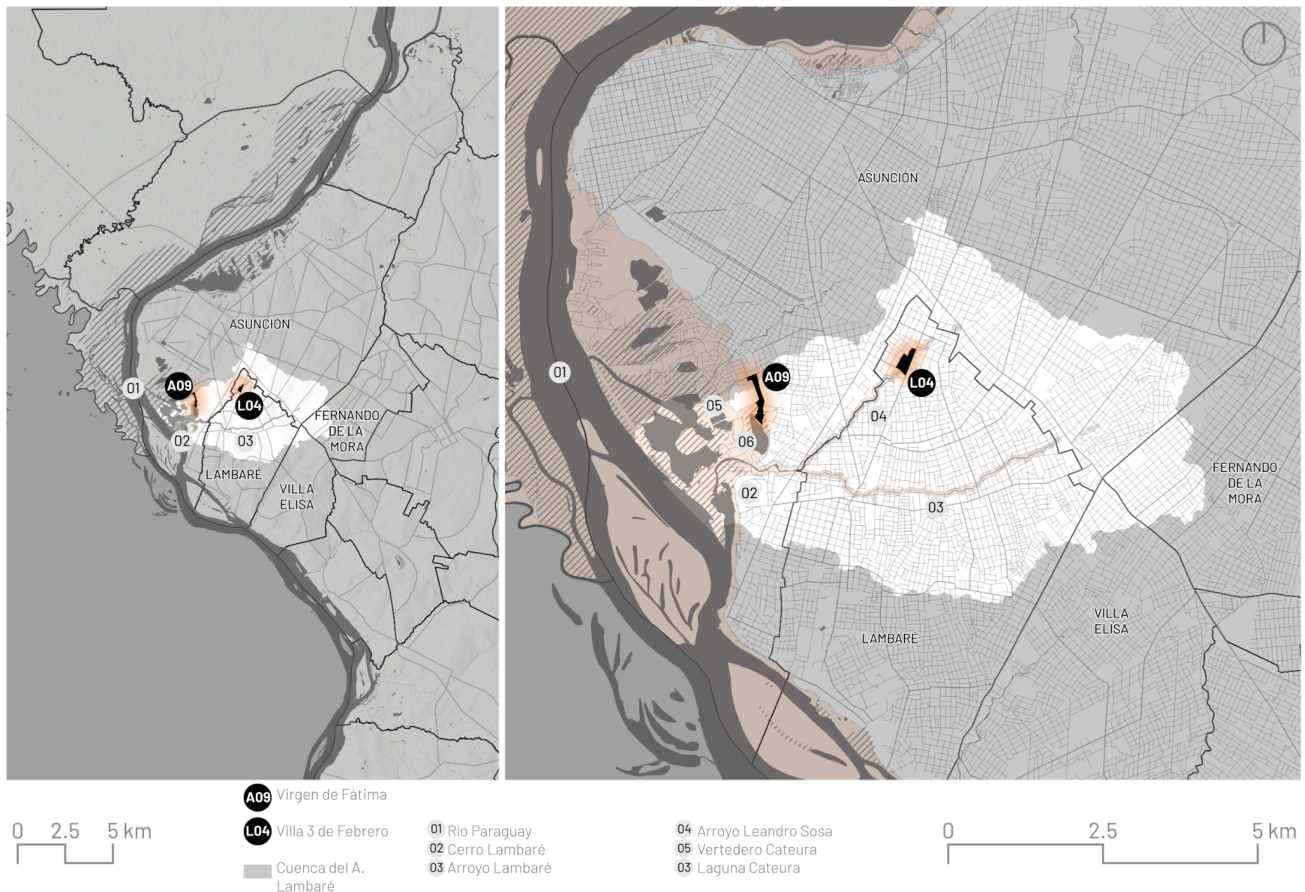


Fig. 01 Ubicación de los asentamientos Virgen de Fátima (A09) y Villa 3 de Febrero (L04) en el AMA y la cuenca del Arroyo Lambaré. Se destacan la cercanía al Río Paraguay (01) y otros elementos tales como el Cerro Lambaré (02), los arroyos Lambaré (03) y Leandro Sosa (04); y el vertedero (05) y la laguna Cateura (06). Fuente: Elaboración propia.

Se espera que estas metodologías puedan brindar insumos para apoyar procesos de toma de decisión basados en evidencia.



## 1. Objetivos

1. Generar cartografía de base para los asentamientos Virgen de Fátima de Asunción (A09) y Villa 3 de Febrero de Lambaré (L04) incorporando elementos de contexto urbano.
2. Caracterizar detalladamente las edificaciones de ambos asentamientos, teniendo en cuenta variables morfológicas, materiales, de conservación y de usos.
3. Determinar los niveles de exposición a riesgos ambientales y de consolidación de las edificaciones de ambos asentamientos.
4. Identificar edificaciones que presentan condiciones favorables para consolidación *in situ* frente a aquellas que presentan condiciones que hacen recomendables procesos de relocalización en proximidad.

## 2. Estado del Arte y su vinculación con el presente estudio.

Autores como Comaru, Tanaka y Cristaldo (2009), Gaillard y Maceda (2009) y Meng (2011) han avanzado en la descripción de métodos de análisis de comunidades en situaciones similares a las estudiadas por los autores.

Comaru y colaboradores (2009) presentaron un artículo que discute la problemática de la elaboración de directivas de uso y ocupación para regiones urbanas donde se verifica la sobreposición de áreas de interés ambiental e interés social. Este punto de vista es análogo al del presente artículo, en el cual se contrastan y ponen en relación el grado de consolidación urbanística y el nivel de exposición a riesgo, como vectores que orientan la decisión de consolidar a las familias *in situ* o relocalizarlas en sitios seguros, en proximidad.

Por su parte, Gaillard y Maceda (2009) presentaron la noción de que metodologías basadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y mapeo participativo pueden empoderar a las comunidades para identificar y mitigar riesgos ambientales. A su vez, presentaron un manual metodológico centrado en la participación comunitaria y articulación de diversos actores para la creación de mapas tridimensionales que integran saberes locales y conocimiento científico. Este enfoque facilita la comprensión integral del riesgo, mientras que promueve acciones conjuntas y coordinadas para su mitigación. En este sentido, el trabajo plantea una clara referencia para este estudio, en el cual se pretende establecer metodologías que permitan visualizar los niveles combinados de exposición a riesgo.

Por su parte, Meng (2011) presentó una metodología detallada basada en SIG y análisis multicriterio para la selección de sitios de implantación de viviendas en áreas urbanas, relevante para el análisis de consolidación y relocalización de viviendas. Este trabajo brinda una referencia al presente estudio, considerando que la formulación de directrices se realiza a partir del análisis simultáneo de diversos parámetros o criterios. El trabajo de Meng brinda insumos para orientar la localización de decisiones de inversión en viviendas, mientras que el presente estudio avanzará en un desarrollo metodológico que oriente la decisión sobre qué porciones de tejido urbano consolidar o relocalizar.

## 3. Materiales y Métodos

Este trabajo se estructuró en cuatro fases. La primera fase consistió en la construcción de un conjunto de datos espaciales de base para cada comunidad. Para ello, se empleó un vehículo aéreo no tripulado<sup>1</sup> produciendo imágenes ortorrectificadas que fueron subidas a la plataforma OpenAerialMap. Estas imágenes de alta resolución (de 5 a 4 cm por pixel) se utilizaron para cartografiar edificaciones con JavaOpenStreetMap (JOSM). También se cartografiaron elementos como lotes, manzanas y calles utilizando herramientas de digitalización de QGIS. De manera complementaria la información local levantada fue contrastada con datos geoespaciales secundarios para caracterizar el contexto urbano de ambos asentamientos.

---

<sup>1</sup> VANT (vehículo aéreo no tripulado) utilizado fue el DJI Phantom 4 RTK.

En la siguiente fase, se caracterizaron las edificaciones previamente cartografiadas. Este proceso fue realizado mediante una campaña de mapeo fotográfico 360° a nivel de calle, cuyos resultados fueron compartidos en la plataforma Mapillary. Estas fotografías, junto con las imágenes ortorrectificadas de la fase anterior, se utilizaron para asignar etiquetas descriptivas a los polígonos de edificaciones teniendo en cuenta variables como la materialidad de techos y paredes, la altura en niveles transitables y el estado de conservación. Esto se llevó a cabo mediante fotointerpretación directa, utilizando etiquetas convencionales en JOSM. Seguidamente, todos los elementos cartografiados fueron procesados utilizando QGIS. Se llevó a cabo la nomenclatura pre-catastral según sector, lote, edificación y luego los elementos mapeados fueron cuantificados para conocer características generales del conjunto de datos, tales como la cantidad de edificaciones, lotes y sus superficies.

En la tercera fase, se estudió la morfología y exposición al riesgo de ambas comunidades mediante herramientas de análisis espacial y geométrico en QGIS. Esta fase incluyó el estudio de llenos y vacíos, materialidad de las edificaciones, y la relación entre edificaciones, lotes y elementos contextuales que pudieran suponer condiciones de riesgo, determinados a partir de datos secundarios geospaciales y cuantitativos.

En la cuarta fase, se evaluaron e identificaron las edificaciones con condiciones favorables para ser consolidadas *in situ*, y aquellas en las que es recomendable la relocalización. Para ello, se ponderaron todas las variables caracterizadas y las condiciones de riesgo analizadas en las fases anteriores. Las mismas fueron asociadas a un sistema de puntuación simple de variables, donde se asignaron valores a cada atributo.

En general, el presente estudio establece evaluaciones a partir de variables observables, que describen la realidad física de los asentamientos, y su relación con otros elementos observables que determinan situaciones de riesgo. Las variables utilizadas para medir el grado de consolidación refieren a: (i) la altura en niveles transitables, (ii) el estado general de conservación, (iii) la materialidad de los techos, (iv) la materialidad de los muros y (v) las dimensiones de las edificaciones. A su vez, el nivel de exposición a riesgo considera las siguientes variables: (i) exposición a inundaciones del Río Paraguay, (ii) exposición al riesgo de ocupación de franjas de dominio de cauces hídricos y (iii) exposición contaminación derivada del vertedero cateura. En las próximas secciones de este artículo se podrán apreciar las definiciones asociadas a cada variable, junto con los principios utilizados para evaluar y asignar puntajes, en cada caso.

## 4. Resultados y Discusión

Fueron obtenidas tres imágenes aéreas con resolución de 4cm por píxel, dos para el asentamiento Virgen de Fátima (A09) y una para el asentamiento Villa 3 de Febrero (L04), con resolución de 5 cm por píxel. Estas imágenes pueden ser apreciadas en las figuras 02, 03 y 04.

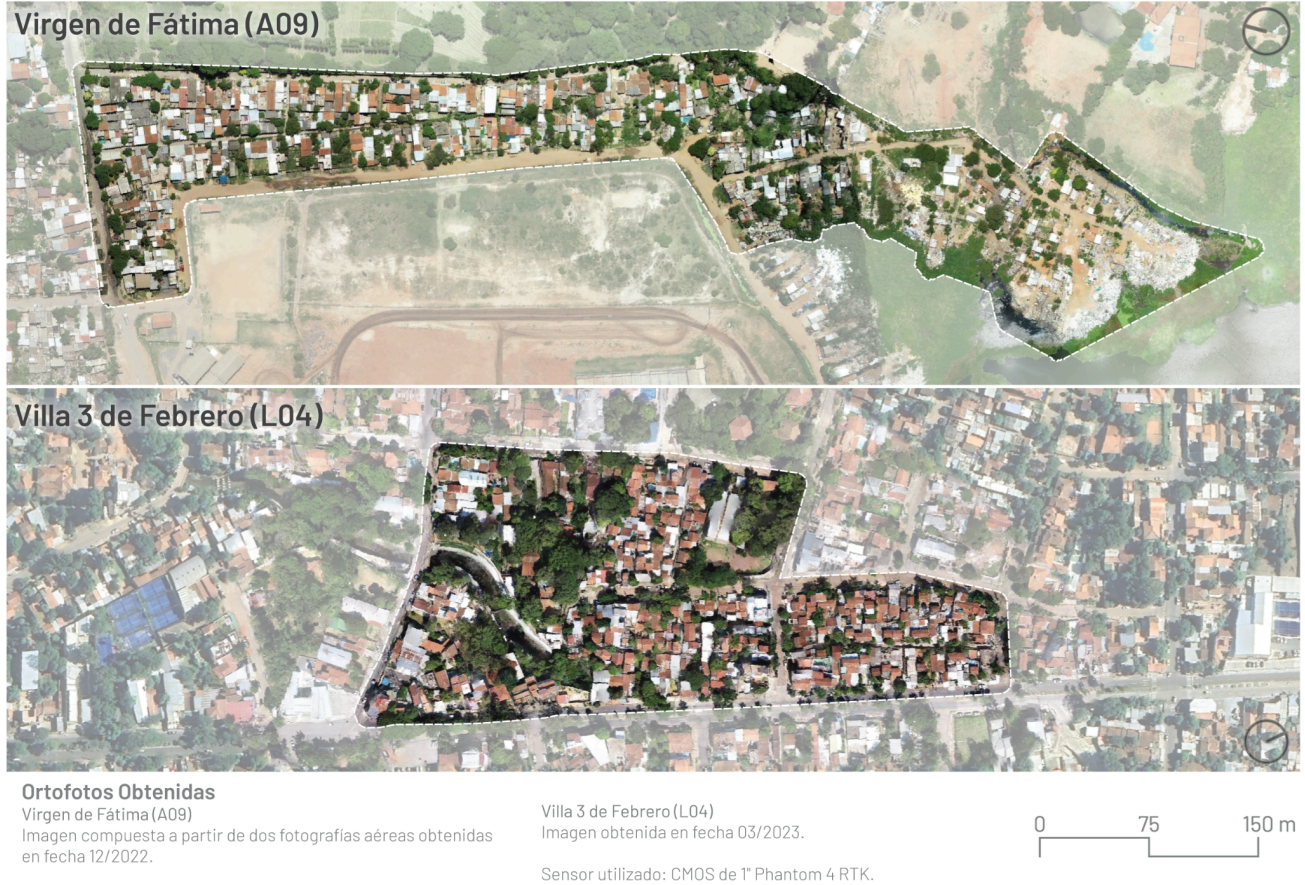


Fig. 02 Imágenes ortorectificadas obtenidas. Fuente: Elaboración propia.

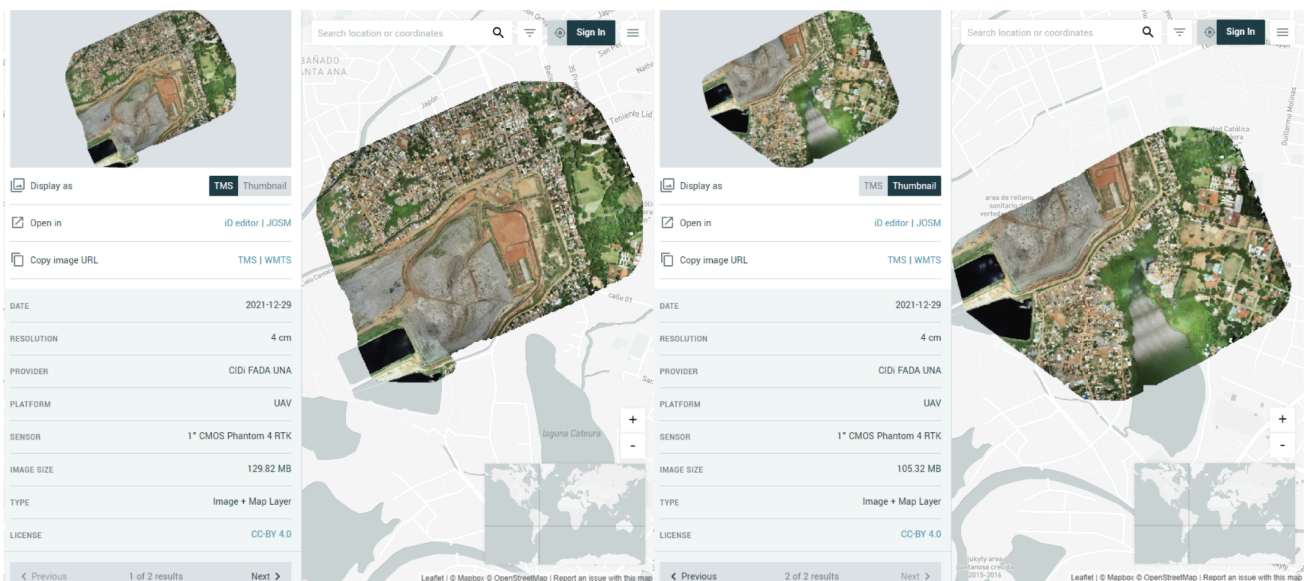


Fig. 03 Imágenes ortorectificadas obtenidas del asentamiento A09 Virgen de Fátima, publicadas en la plataforma OpenAerialMap. Fuente: Elaboración propia.



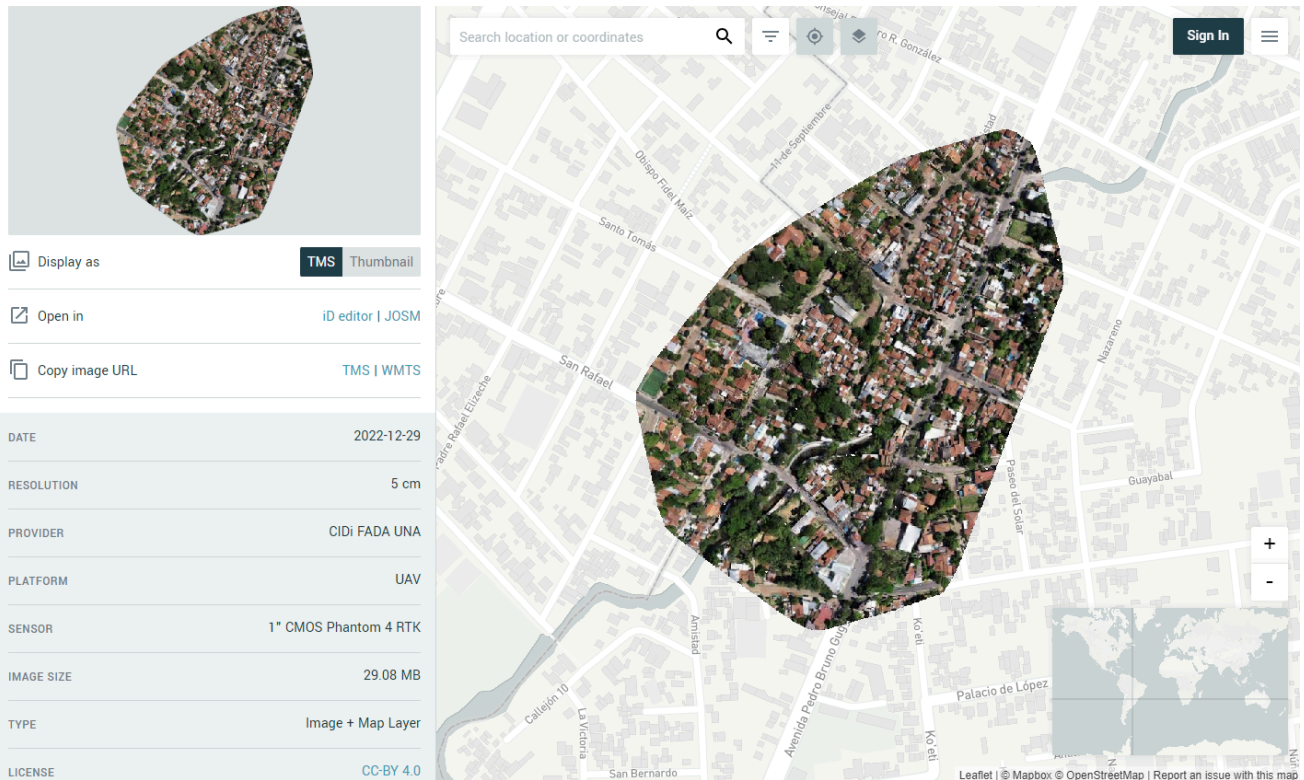


Fig. 04 Imágenes ortorectificadas obtenidas del asentamiento L04 Villa 3 de Febrero, publicadas en la plataforma OpenAerialMap.  
Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, fueron capturadas 404 fotografías a nivel de calle, de las cuales 144 corresponden al asentamiento A09, mientras que 260 corresponden al L04. Las mismas fueron capturadas entre diciembre del 2022 y abril del 2023. En la figura 05, los puntos azules denotan las imágenes panorámicas de 360° capturadas en los dos asentamientos analizados. Complementariamente, la figura 06 presenta las fotografías disponibles en la plataforma Mapillary, las cuales brindan una visión del entorno urbano de ambas comunidades.

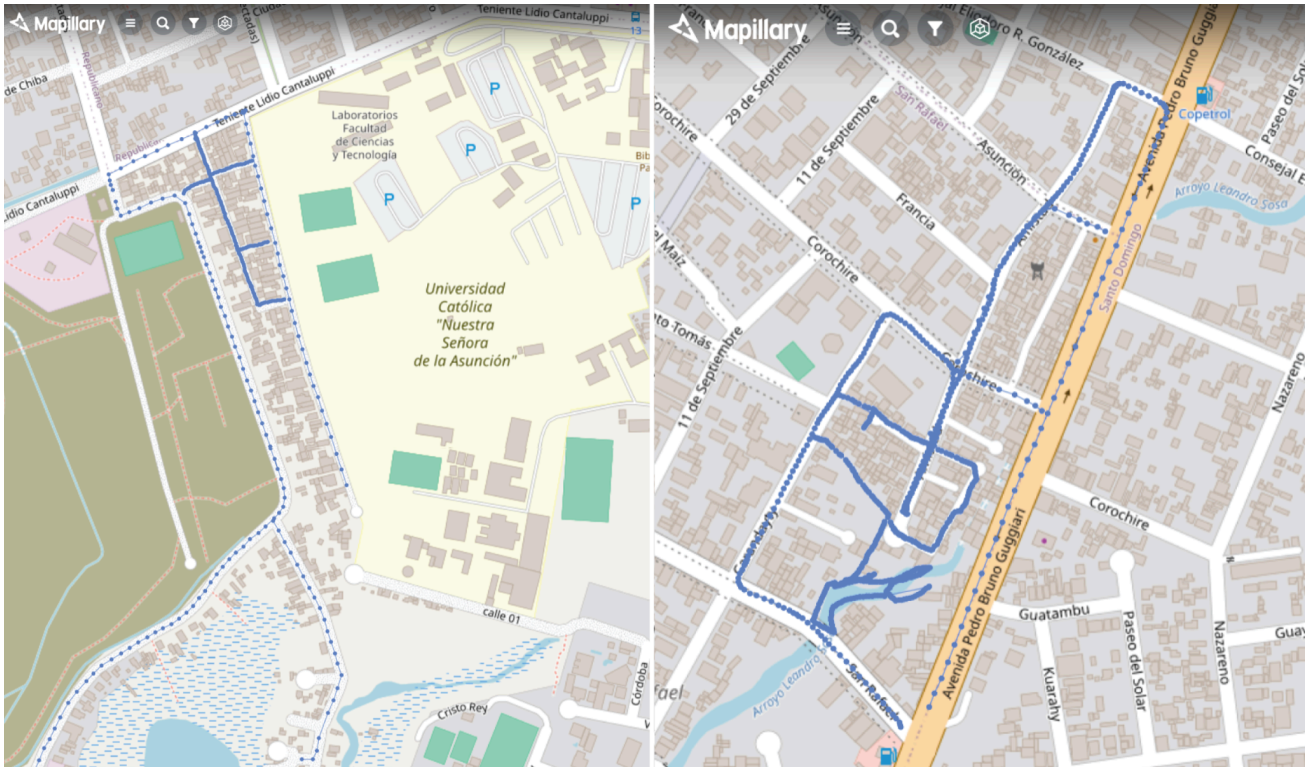


Fig. 05 Cobertura fotográfica obtenida y disponible en Mapillary. Sin Escala. A la izquierda el asentamiento A09 Virgen de Fátima y a la derecha, L04 Villa 3 de Febrero. Fuente: Elaboración propia.



A09 Virgen de Fátima, Asunción

L04 Villa Rodríguez, Lambaré

Fig. 06 Capturas de pantalla de las fotografías obtenidas y disponibles en Mapillary. Fuente: Elaboración propia.



#### 4.1. Generación de cartografía de base

Las imágenes obtenidas fueron utilizadas para el mapeo remoto con JOSM, permitiendo la generación de cartografía de base, en la cual se identificaron 18 sectores o manzanas, 340 lotes y 854 edificaciones. En la figura 07, se observa la cartografía elaborada, mientras que en la tabla 01 se observan los datos generales de cada asentamiento.

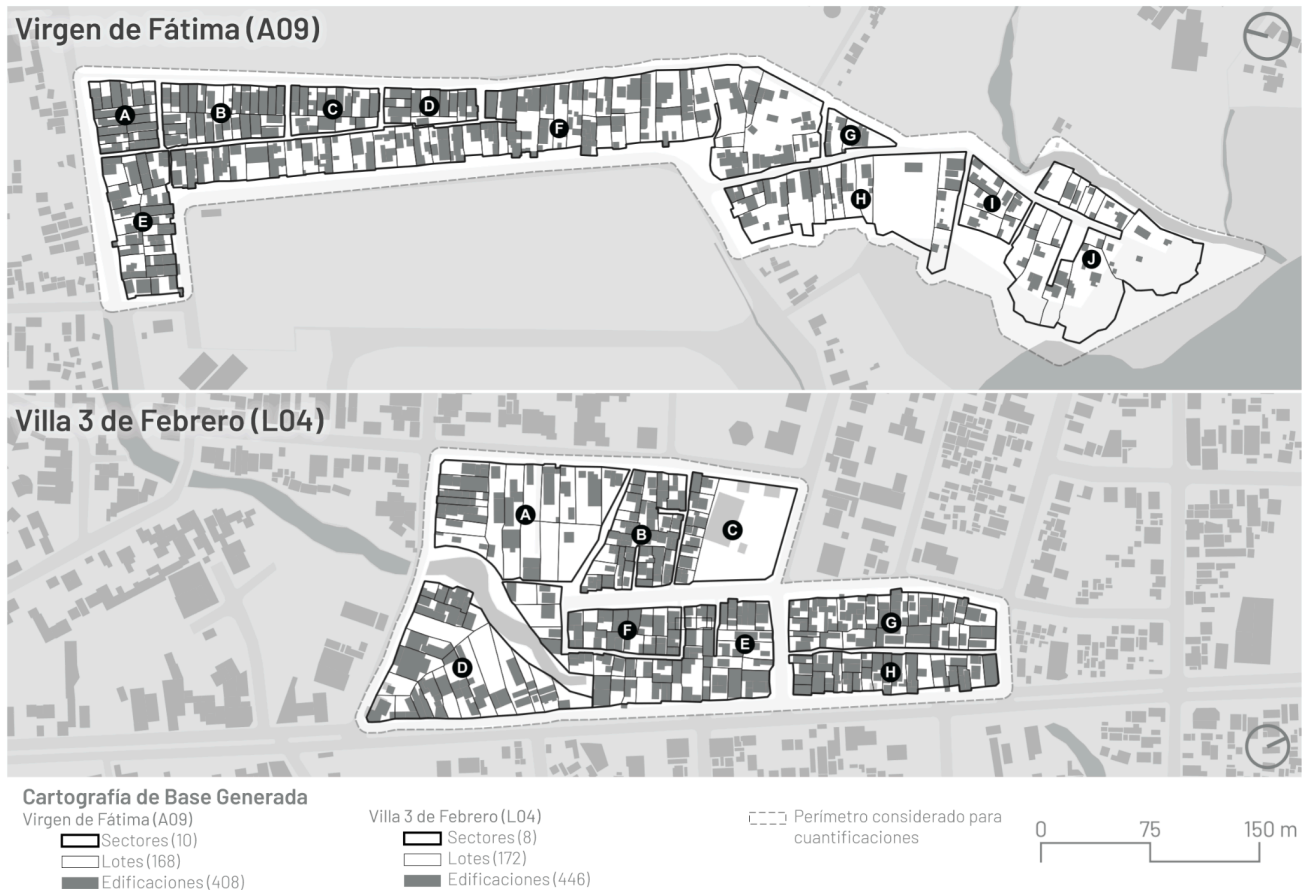


Fig. 07 Cartografía de base elaborada para los asentamientos. Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Virgen de Fátima	Villa 3 de Febrero
<b>Código</b>	A09	L04
<b>Ubicación</b>	Asunción	Lambaré
<b>Barrio</b>	Yukyty	San Rafael
<b>Sectores</b>	10	8
<b>Lotes</b>	168	172
<b>Edificaciones</b>	408	446
<b>Superficie total de lotes (m2)</b>	61.311,46	52.129,78
<b>Superficie total (m2)*</b>	76.404,19	61.060,13
<b>Superficie total edificada (m2)</b>	19.077,32	20.194,85

Tabla. 01 Datos generales de los asentamientos, donde la superficie total de ambos fue calculada teniendo en cuenta un área de influencia de 7,5 m a partir del contorno de los sectores. Fuente: Elaboración propia.



## 4.2. Caracterización espacial

Se realizó un análisis morfológico de llenos y vacíos a partir de los elementos cartografiados. Se encontró que el área edificada, considerando a ambos asentamientos, representa el 29% de la superficie estudiada (ver tabla 02 y figura 08). Por otro lado, el 71% corresponde a superficie no edificada, de los cuales —considerando ambas comunidades— el 38% es de dominio privado y el 33% restante es de dominio público. Se resalta que esta última categoría está integrada por espacios tales como calles, veredas, arroyos, humedales, entre otros, comprendidos en el área de influencia de 7,5m establecida a partir del contorno de los sectores de ambos asentamientos.

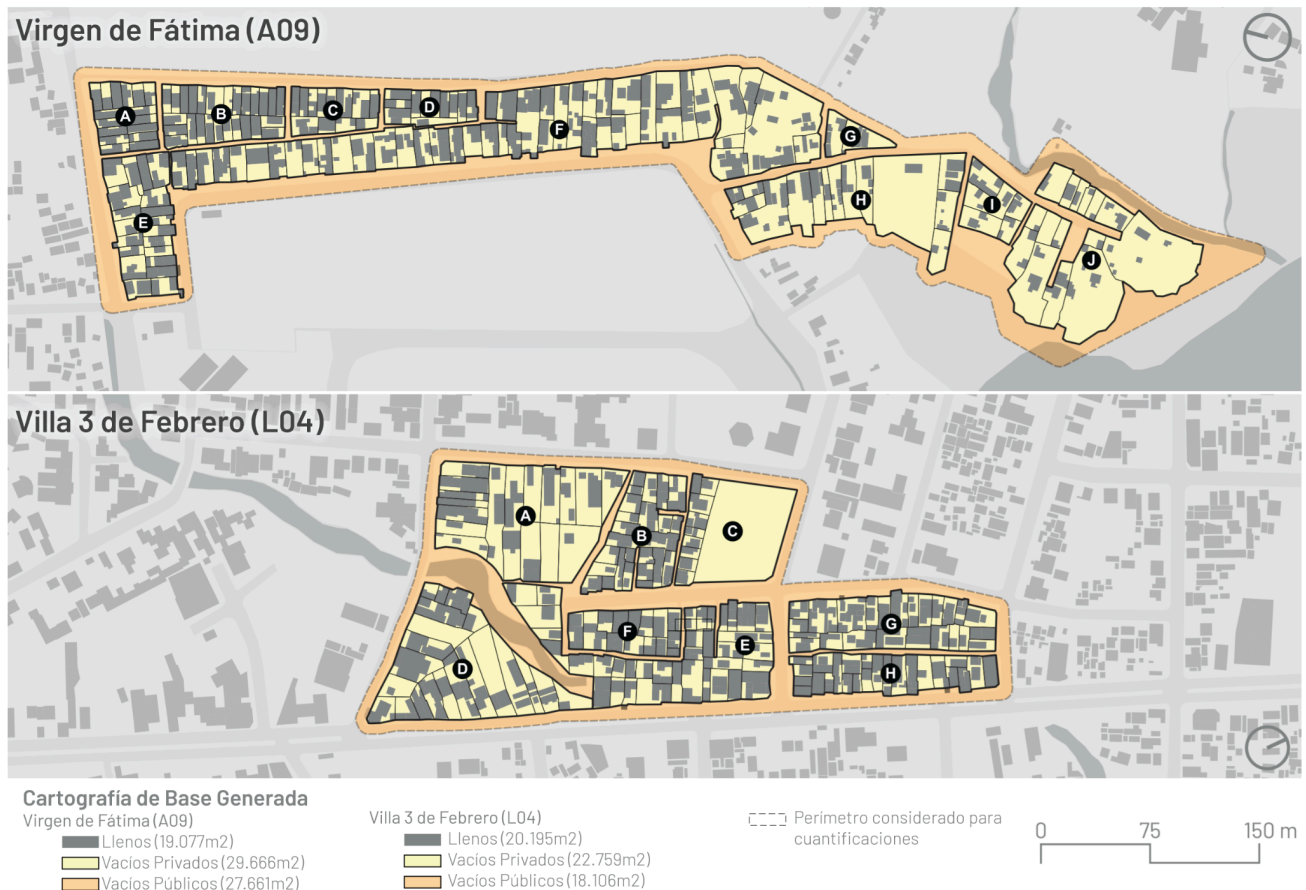


Fig. 08 Análisis de llenos y vacíos. Fuente: Elaboración propia.

Cat.	Subcat.	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total por cat.	
		Sup. (m <sup>2</sup> )	%	Sup. (m <sup>2</sup> )	%	Sup (m <sup>2</sup> )	%
Llenos	Edif.	19.077	25%	20.195	33%	39.272	29%
Vacíos	Vacios privados (lotes)	29.666	39%	22.759	37%	98.192	71%
	Vacios públicos	27.661	36%	18.106	30%		
	Total	<b>76.404</b>	<b>100%</b>	<b>61.060</b>	<b>100%</b>	<b>137.464</b>	<b>100%</b>

Tabla. 02 Clasificación del espacio según llenos y vacíos. Fuente: Elaboración propia.

## 4.3. Caracterización detallada de las edificaciones

Se registraron variables para determinar el grado de consolidación de las edificaciones cartografiadas: (i) la altura en niveles transitables, (ii) el estado general de conservación, (iii) la materialidad de los techos, (iv) la materialidad de los muros y (v) las dimensiones de las edificaciones.

La observación de las imágenes aéreas y de las obtenidas a nivel de calle permitió la caracterización de la totalidad de las edificaciones con un 86,85% de eficacia. Este porcentaje se calculó a partir del promedio de los porcentajes de edificaciones caracterizadas en las primeras cuatro variables mencionadas. El restante 13,35% de las edificaciones no pudo ser caracterizado a partir de las fotografías 360 debido a situaciones diversas como muros altos, o imposibilidad de acceder a pasillos específicos que contaban con portones.

A continuación, se describen los resultados obtenidos con respecto a las cinco categorías mencionadas.

#### 4.3.1. Altura en niveles transitables.

Se identificó la altura en niveles transitables del 85,7% de las edificaciones. Se observó que predominan edificaciones de 1 y 2 niveles transitables (69,9% y 15,2% respectivamente). Sólo el 0,8% corresponde a edificaciones con tres niveles y el 0,1% a cuatro. En la figura 09 se muestran las edificaciones correspondientes a cada asentamiento, clasificadas según altura en niveles transitables, cuya cuantificación se observa en la tabla 04.

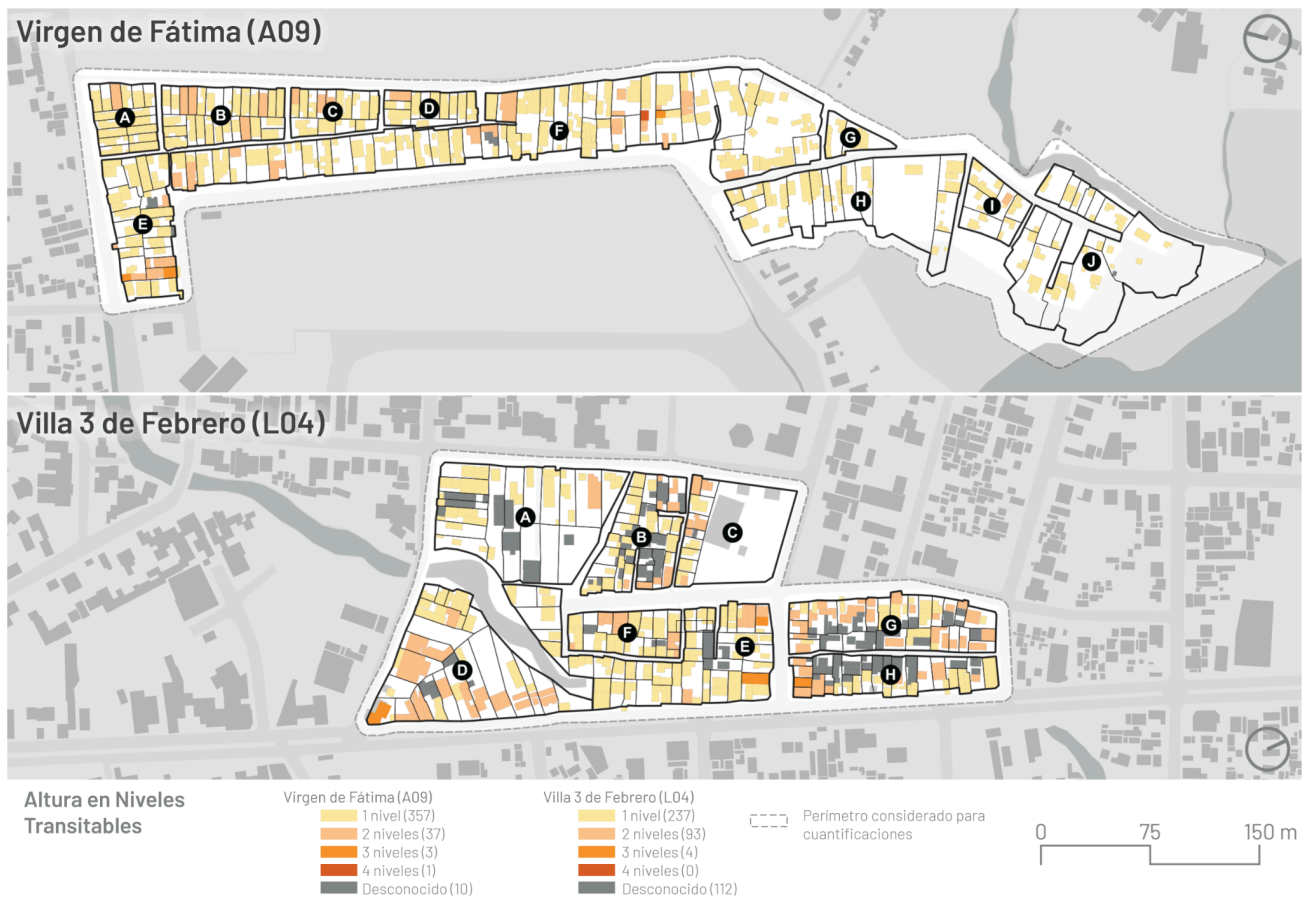


Fig. 09 Edificaciones clasificadas según altura en niveles transitables. Fuente: Elaboración propia.

	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
1 nivel	357	87,5%	237	53,1%	594	69,6%
2 niveles	37	9,1%	93	20,9%	130	15,2%
3 niveles	3	0,7%	4	0,9%	7	0,8%
4 niveles	1	0,2%	0	0,0%	1	0,1%
Desc.	10	2,5%	112	25,1%	122	14,3%
<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>100,0%</b>	<b>446</b>	<b>100,0%</b>	<b>854</b>	<b>100,0%</b>

Tabla. 04 Altura en niveles transitables identificados. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.2. Estado general de conservación de las edificaciones.

Se registró, mediante apreciación visual, el estado general de conservación del 84,2% de las edificaciones. Se encontró que el 43,7% de las edificaciones se encuentran en estado regular, el 27,8% en mal estado y sólo el 12,8% está en buenas condiciones. En la figura 10 y en la tabla 05 se observan las cantidades de edificaciones caracterizadas por asentamiento, distribuidas según su estado de conservación.

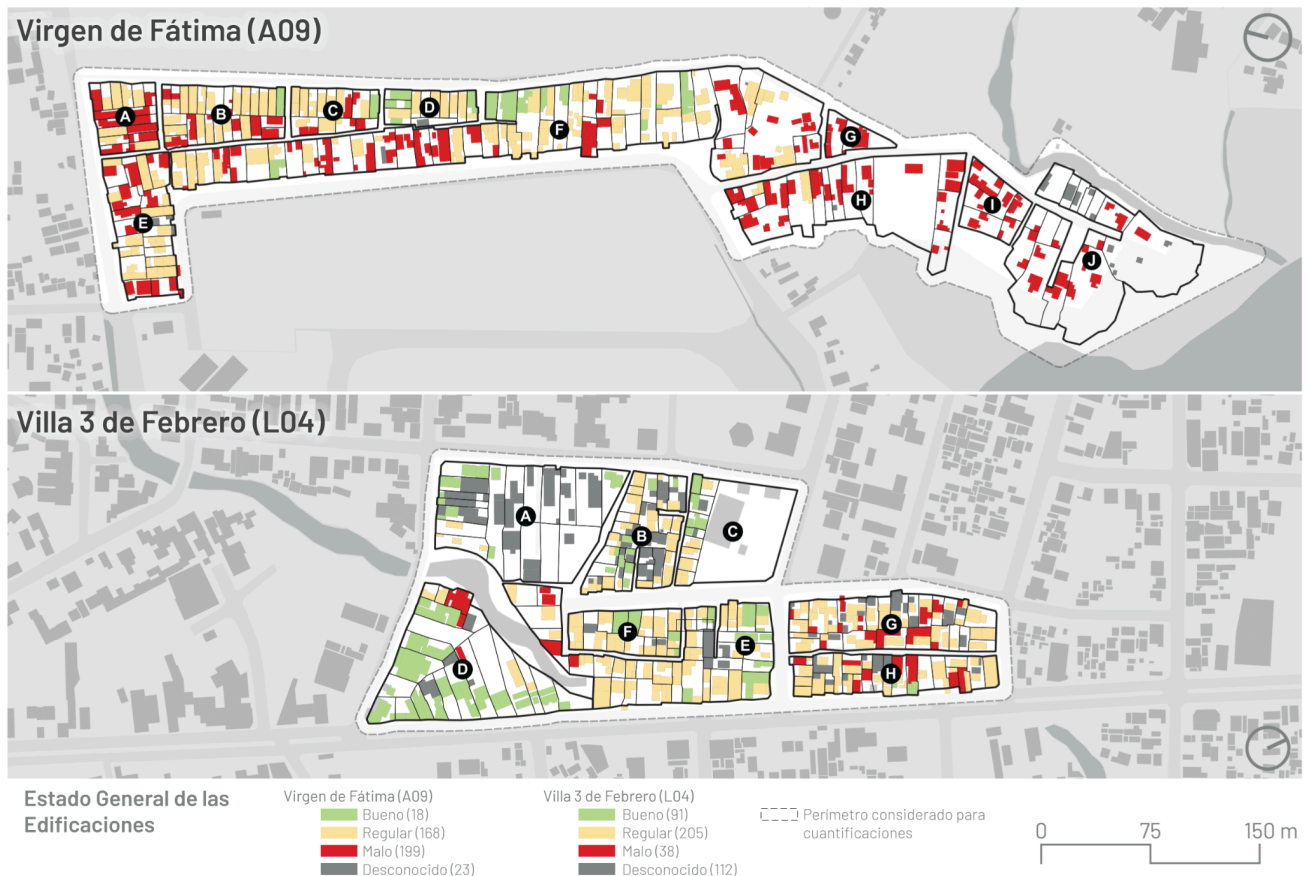


Fig. 10 Edificaciones clasificadas según su estado general de conservación. Fuente: Elaboración propia.



	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Bueno	18	4,4%	91	20,4%	109	12,8%
Regular	168	41,2%	205	46,0%	373	43,7%
Malo	199	48,8%	38	8,5%	237	27,8%
Desc.	23	5,6%	112	25,1%	135	15,8%
<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>100,0%</b>	<b>446</b>	<b>100,0%</b>	<b>854</b>	<b>100,0%</b>

Tabla. 05 Estado general de conservación de las edificaciones. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.3. Materialidad de los techos.

El 99,06% de las edificaciones fueron caracterizadas según la materialidad de sus techos. Las mismas fueron agrupadas en cuatro categorías principales, teniendo en cuenta el material predominante (ver tabla 6 y figura 11). Se encontró que el 50% de las edificaciones se encuentran techadas con chapas metálicas o chapas metálicas combinadas con materiales como plásticos y chapas de fibrocemento. Seguidamente, el 39,5% de las edificaciones presentan techos de tejas como material predominante, en ocasiones con chapas metálicas y hormigón. Los materiales menos frecuentes son el hormigón (5,97%) y los fibrocementos y plásticos (3,63%).



Fig. 11 Edificaciones clasificadas según la materialidad de los techos. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Subcat.	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total por Categoría	
		Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Fibrocemento y plásticos	Fibroc.	8	2,0%	21	4,7%	31	3,63%
	Plásticos	2	0,5%	0	0,0%		
Chapas metálicas	Chapas m.	251	61,5%	159	35,7%	427	50,0%
	Chapas m. y fibroc.	12	2,9%	0	0,0%		
	Chapas m. y plástico	3	0,7%	1	0,2%		
	Chapas m, fibroc. y plástico	1	0,2%	0	0,0%		
Hormigón	Ho.	29	7,1%	17	3,8%	51	5,97%
	Ho. y chapas m.	3	0,7%	2	0,4%		
Tejas cerámicas	Tejas c.	43	10,5%	207	46,4%	337	39,5%
	Tejas c. y chapas m.	43	10,5%	30	6,7%		
	Tejas c. y hor.	5	1,2%	4	0,9%		
	Tejas c., ho. y chapas m.	5	1,2%	0	0,0%		
Desconocida	Desc.	3	0,7%	5	1,1%	8	0,94%
<b>Total</b>		<b>408</b>	<b>100%</b>	<b>446</b>	<b>100%</b>	<b>854</b>	<b>100%</b>

Tabla. 06 Materialidad de techos de las edificaciones en los asentamientos. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4. Materialidad de los muros.

El 82,5% de las edificaciones fueron caracterizadas según la materialidad predominante de sus muros. Se identificaron cuatro categorías principales, que incluyen a ladrillos cerámicos (78,3%), chapas metálicas (0,35%), madera (3,40%) y materialidad miscelánea (0,35%). El 17,5% restante corresponde a una materialidad de muros desconocida. En la figura 12 y la tabla 07 se indica la cantidad de edificaciones identificadas en cada categoría y su distribución en los asentamientos A09 y L04.

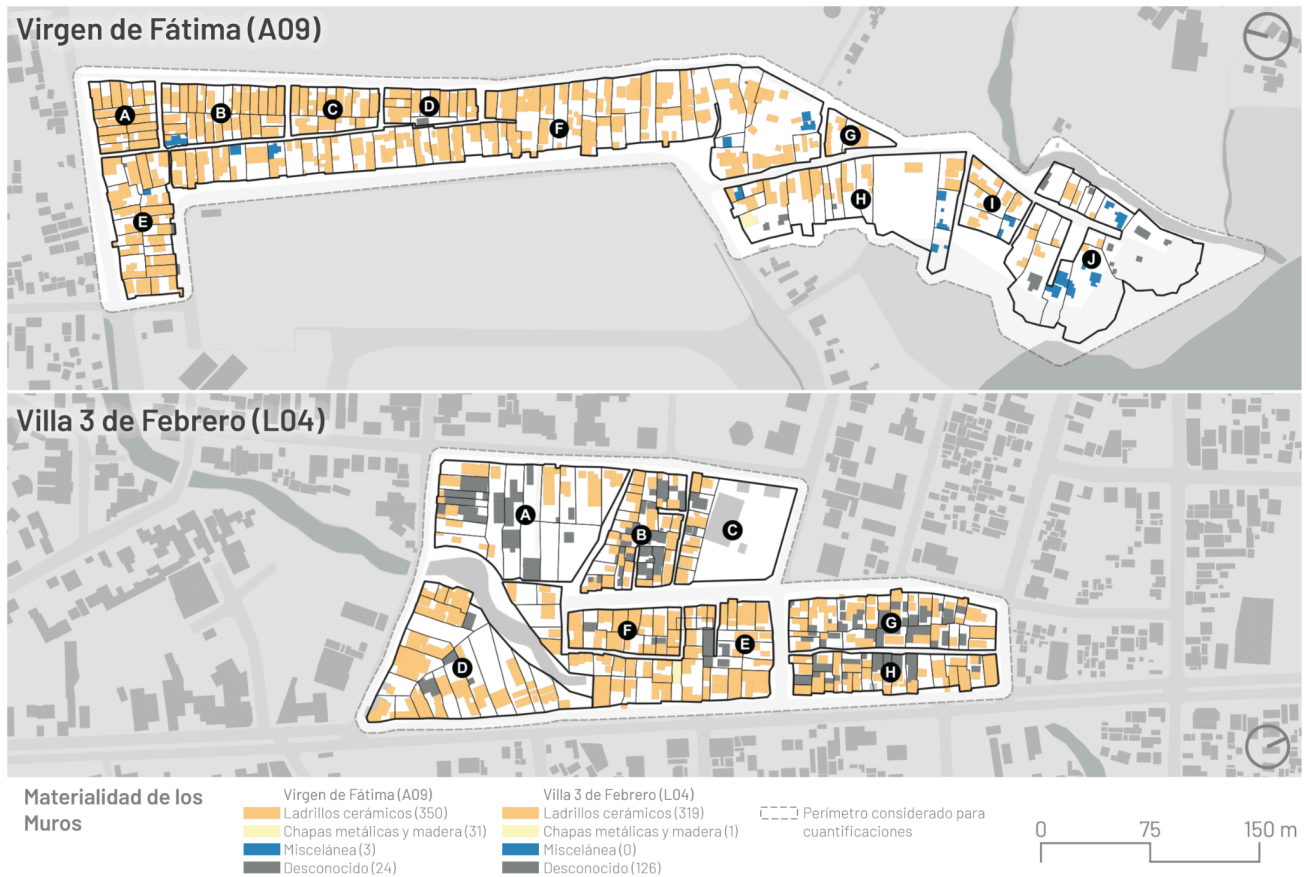


Fig. 12 Edificaciones clasificadas según la materialidad de los muros. Fuente: Elaboración propia.

Cat.	Subcat.	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total Cat.	
		Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Ladrillos cerámicos	Ladrillos c.	344	84,3%	314	70,4%	669	78,3%
	Ladrillos c. y chapas m.	3	0,7%	3	0,7%		
	Ladrillos cerámicos y madera	3	0,7%	2	0,4%		
	Chapas m.	0	0,0%	1	0,2%		
Chapas metálicas	Chapas m. y madera	2	0,5%	0	0,0%	3	0,35%
Madera	Madera	29	7,1%	0	0,0%	29	3,40%
Miscelánea	Chapas m., madera, plásticos, entre otros.	3	0,7%	0	0,0%	3	0,35%
Desc.	Desc.	24	5,9%	126	28,3%	150	17,5%
	<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>100%</b>	<b>446</b>	<b>100%</b>	<b>854</b>	<b>100%</b>

Tabla. 07 Materialidad de muros de las edificaciones. Fuente: Elaboración propia.



#### 4.3.5. Superficie construida.

A partir de la cuantificación de superficies y el análisis geométrico, se clasificaron las edificaciones en seis subcategorías utilizando el método de rupturas naturales (Jenks, 1967, como se citó en Osaragi, 2022). A su vez, las mismas fueron agrupadas en tres categorías (pequeñas, medianas y grandes). Se observó que el 70,02% de las edificaciones poseen una huella construida pequeña, el 26,35% mediana y sólo el 3,63% una huella construida grande, como se muestra en la figura 13 y en la tabla 08.

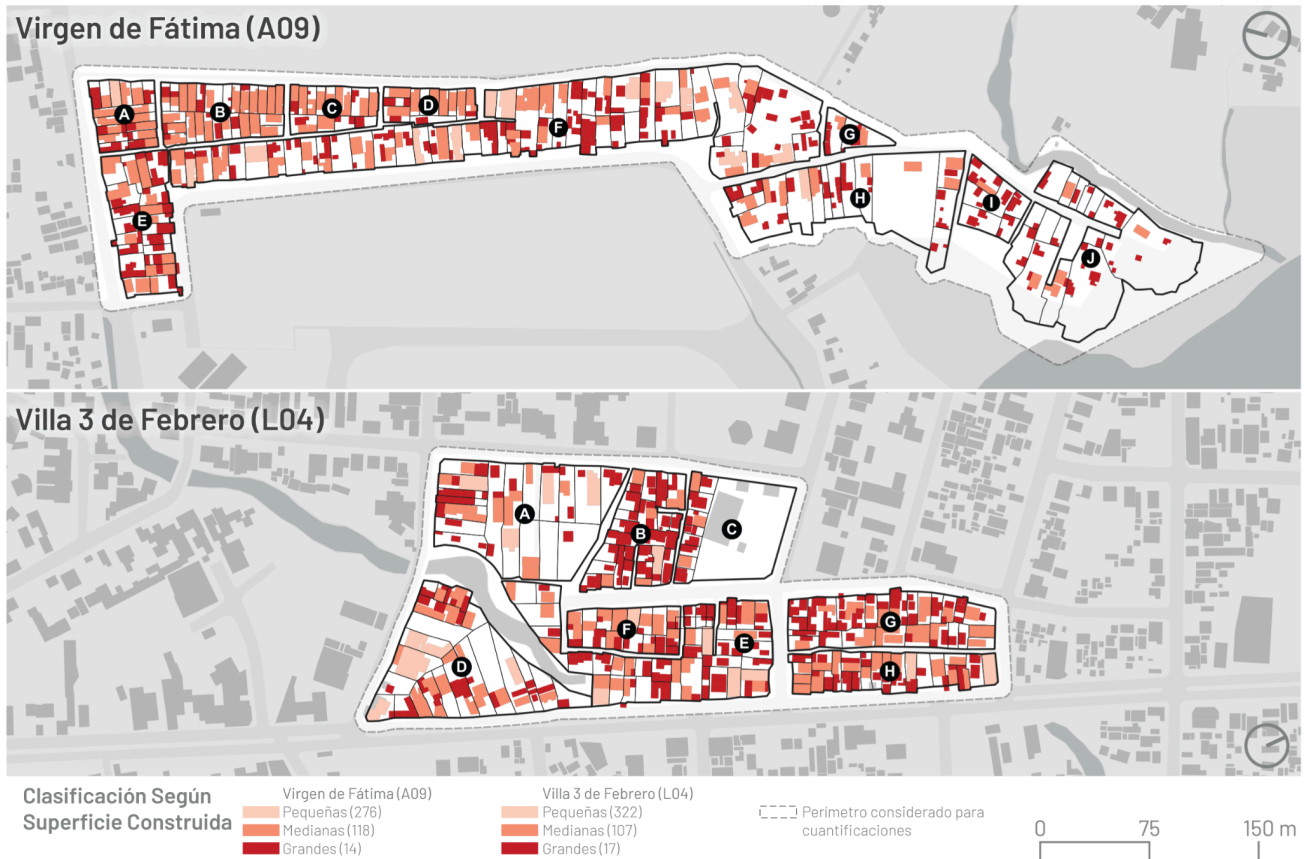


Fig. 13 Edificaciones clasificadas según la superficie de su huella construida. Fuente: Elaboración propia.

Cat.	Subcat.	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total Cat.	
		Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Pequeñas	1ª (2 a 29m <sup>2</sup> )	155	38,0%	178	39,9%	598	70,02%
	2ª (30 a 54m <sup>2</sup> )	121	29,7%	144	32,3%		
Medianas	3ª (55 a 84m <sup>2</sup> )	72	17,6%	74	16,6%	225	26,35%
	4ª (85 a 124 m <sup>2</sup> )	46	11,3%	33	7,4%		
Grandes	5ª (125 a 220m <sup>2</sup> )	14	3,4%	16	3,6%	31	3,63%
	6ª (221 a 352 m <sup>2</sup> )	0	0,0%	1	0,2%		
<b>Total</b>		<b>408</b>	<b>100%</b>	<b>446</b>	<b>100%</b>	<b>854</b>	<b>100%</b>

Tabla. 08 Superficie de la huella construida de las edificaciones, clasificada por método de Jenks. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Determinación del grado de consolidación de las edificaciones

Se estableció una escala de puntuación para asociar las variables caracterizadas a condiciones favorables o desfavorables para la consolidación material de las edificaciones en cada asentamiento. No se consideraron las edificaciones registradas con valor “desconocido”. En esta escala, los puntajes menores implican un grado de consolidación mayor. La escala de puntuación utilizada, según variable, se expresa en la tabla 9.

Variable	Categorías	Puntaje Asignado
Altura en niveles	3 o más niveles	1
	2 niveles	2
	1 nivel	3
Estado General	Bueno	1
	Regular	2
	Malo	3
Materialidad de muros	Ladrillos cerámicos	1
	Chapas metálicas	2
	Madera	2
	Miscelánea	3
Materialidad de techos	Hormigón	1
	Tejas cerámicas	1
	Chapas metálicas	2
	Fibro cemento y plásticos	3
Superficie de la huella construida.	Grandes	1
	Medianas	2
	Pequeñas	3

Tabla. 09 Escala de puntuación para las variables estudiadas, donde el valor 1 representa una condición favorable, 2 una regular o intermedia y 3 una desfavorable. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se calculó el promedio de los puntajes asignados a cada edificación y se clasificaron los resultados en tres categorías con intervalos iguales. Se observó que en ambos asentamientos predominan las edificaciones con un grado de consolidación medio —65% para el total, 57% y 75% para los asentamientos Virgen de Fátima (A09) y Villa 3 de Febrero (L04) respectivamente—. Sin embargo, en el asentamiento A09, el siguiente mayor porcentaje observado corresponde a las edificaciones con grado de consolidación bajo (36%), mientras que en el L04, esta posición corresponde a las edificaciones con grado de consolidación alto. (19%). Los resultados de este proceso se observan en la tabla 10, mientras que la distribución espacial de los mismos se observa en la figura 14.

Puntaje Promedio	Virgen de Fátima (A09)		Villa 3 de Febrero (L04)		Total	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Cons. Alta / 1 - 1,6	27	7%	54	19%	81	12%
Cons. Media / 1,6 - 2,2	211	57%	216	75%	427	65%
Cons. Baja / 2,2 - 3,0	134	36%	17	6%	151	23%
<b>Total</b>	<b>372</b>	<b>100%</b>	<b>287</b>	<b>100%</b>	<b>659</b>	<b>100%</b>

Tabla. 10 Promedio de puntuaciones obtenidas en los asentamientos A09 y L04, donde el valor 1 representa una condición favorable, 2 una regular o intermedia y 3 una desfavorable. Fuente: Elaboración propia

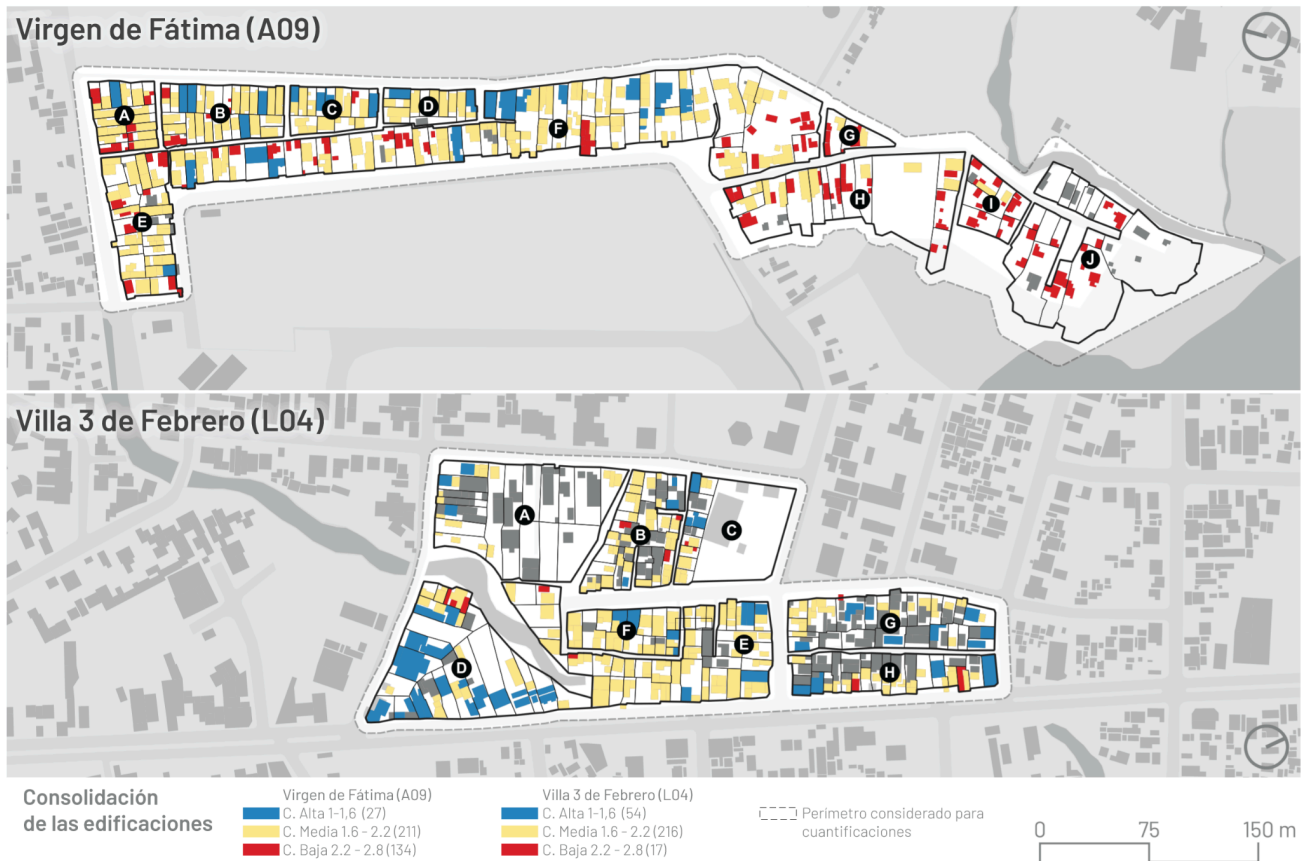


Fig. 14 Clasificación de las edificaciones en los asentamientos Virgen de Fátima (A09) y Villa 3 de Febrero (L04) según puntajes obtenidos. En Azul, Consolidación Alta; en Amarillo, media; en rojo, baja. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Determinación del grado de exposición a riesgos de las edificaciones

Ambos asentamientos se encuentran cercanos a elementos que pueden constituir factores de riesgo. El asentamiento A09 se encuentra situado en un territorio sujeto a potenciales inundaciones y, al mismo tiempo, se ubica a 500 m aproximadamente del vertedero controlado “Cateura”. Por otro lado, el asentamiento L04 es atravesado, en parte, por el arroyo Leandro Sosa. Para determinar el nivel de exposición a riesgo de las edificaciones, se realizaron tres análisis de superposición espacial para conocer (i) las edificaciones superpuestas a áreas con riesgo de inundación, (ii) la proximidad de las edificaciones al vertedero controlado Cateura y (iii) las edificaciones que ocupan la franja de dominio de 5m del arroyo (Congreso de la Nación Paraguaya [CNP], 2007).

##### 4.5.1. Riesgo de inundación.

Canese (2019) y Cardozo et al. (2022) consideran que la cota +64 metros sobre el nivel del mar (MSNM) es la cota de seguridad adecuada para el AMA. Una selección espacial simple revela que, de los 557 asentamientos del AMA, identificados en el 2023 (Dirección de Agua Potable y Saneamiento, Banco Interamericano de Desarrollo [BID] y TECHO PY, 2023), 73 se ubican —total o parcialmente— en zonas que se encuentran por debajo de la cota de seguridad de +64 MSNM, lo cual indica una vulnerabilidad significativa para estas comunidades. Un segundo análisis de la vulnerabilidad a las inundaciones puede ser extraído de los niveles del río, permitiendo ponderar la frecuencia de las crecidas. Según datos obtenidos de la Dirección de Meteorología e Hidrología de Paraguay (DMH, 2024), entre los años 2014 y 2024, el nivel observado del río Paraguay ha presentado variaciones importantes. Los registros muestran un valor máximo de 7,88 metros a finales de diciembre de 2015 y un valor mínimo de -0,75 metros en octubre de 2021, con respecto a la cota de cero hidrométrico de 54,04 MSNM (referido al mareógrafo de Mar del Plata = 0).

Además, la DMH, establece que la cota de alerta es de 4,5 metros sobre el cero hidrométrico, es decir, +58,54 MSNM.

La figura 15, muestra el nivel observado en la serie comprendida entre los años 2014 y 2024. En el mismo se observan fluctuaciones significativas, alcanzando sus picos máximos en los primeros años, con una variabilidad algo reducida en los años posteriores. En la serie temporal analizada, entre 2014 y 2024, se registraron 10 eventos en los cuales el nivel del río Paraguay superó la cota de alerta, ocurriendo en los años 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2021 y 2023. Esto demuestra una alta recurrencia de las crecidas, lo que representa un factor que dificulta de modo significativo los procesos de consolidación urbanística y de desarrollo de los ciudadanos que habitan estas comunidades.

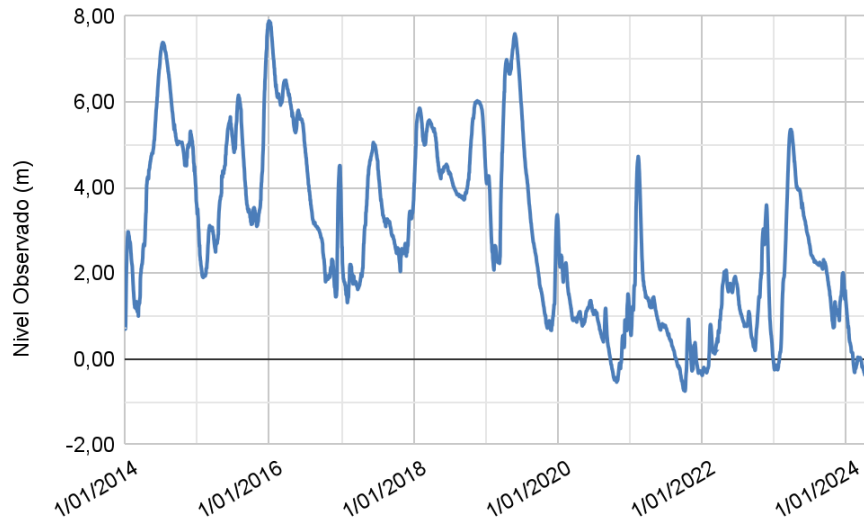


Fig. 15 Niveles del Río Paraguay, observados en Asunción entre el 01/01/2014 y el 01/01/2024. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la DMH.

En la figura 16 se presentan dos imágenes satelitales en Falso Color Urbano (FCU) del AMA. La primera (a) corresponde a la fecha 30 de diciembre de 2015, en la cual se registró el nivel máximo observable de la serie. La segunda imagen (b) corresponde al 6 de octubre de 2021, día en que se alcanzó el nivel más bajo de la serie. Como referencia, nótese la cota 64, en línea blanca. Ambas imágenes ilustran el impacto de las inundaciones en la región y la vastedad de los territorios inundados en periodos de aguas altas.



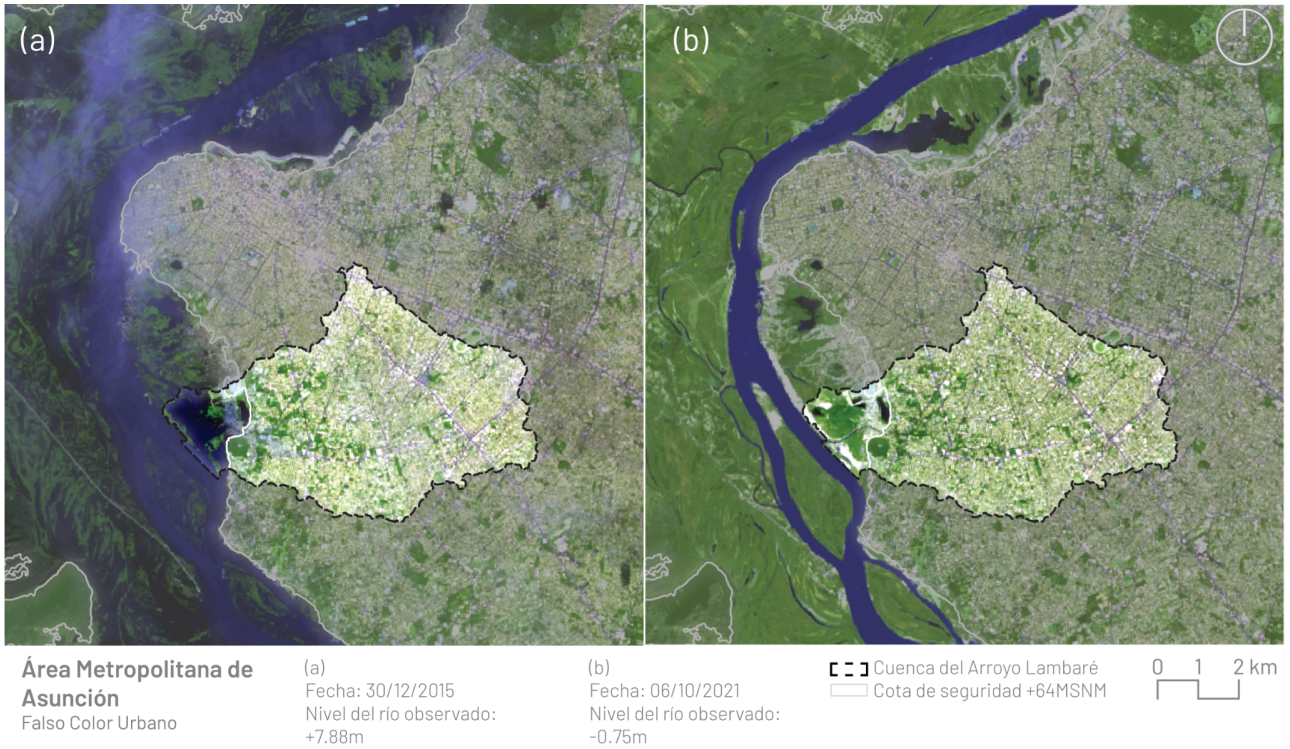


Fig. 16 Comparación de imágenes satelitales del AMA en FCU, entre el 2015 (a) y el 2021 (b). Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la constelación Landsat 7 y 8, cortesía de U.S. Geological Survey.

Adicionalmente, en la figura 17 se muestra una imagen satelital en color natural del 30 de diciembre de 2015, en la cual se observa a la comunidad estudiada, A09 Virgen de Fátima, parcialmente inundada.



Fig. 17 Imagen satelital del Asentamiento A09 Virgen de Fátima, en fecha 30/12/2015. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Google Earth.

Se observó que el 35% de las edificaciones en el asentamiento A09 se encuentran superpuestas a áreas de riesgo de inundación (ver tabla 11). Ésto se determinó mediante la realización de análisis topográficos a partir de modelos digitales de elevación (NASA, 2013) y de la selección de cotas inferiores a la elevación de +64 MSNM, mencionada previamente como la cota referencial de seguridad adecuada para Asunción.

La variabilidad significativa del nivel del río Paraguay y la ubicación de numerosos asentamientos por debajo de la cota de seguridad de +64 MSNM destacan la urgente necesidad de implementar estrategias de gestión de riesgos en Asunción. En este sentido, las políticas nacionales y planes municipales de gestión de riesgo (Secretaría de Emergencia Nacional [SEN], 2018; SEN, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2021) promueven la utilización de tecnología de información geoespacial para asistir en estos procesos.

<b>A09</b>		
	<b>Cant.</b>	<b>%</b>
En áreas inundables	143	35,0%
En áreas no inundables	265	65,0%
<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>100,0%</b>

Tabla. 11 Edificaciones del asentamiento A09 superpuestas a áreas con potencial riesgo de inundación. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2. Riesgo por ocupación informal de la franja de dominio de arroyos.

El análisis de superposición espacial reveló que, en el asentamiento L04, sólo 5 edificaciones se encuentran superpuestas a la franja de dominio del cauce Leandro Sosa, lo cual representa el 1,1% de las edificaciones (ver tabla 12).

<b>L04</b>		
<b>Riesgo por ocupación de franja de dominio de cauces</b>	<b>Cant.</b>	<b>%</b>
Sobre la franja de dominio	5	1,1%
Alejado de la franja de dominio	441	98,9%
<b>Total</b>	<b>446</b>	<b>100,0%</b>

Tabla. 12 Edificaciones del asentamiento L04 superpuestas a la franja de dominio del cauce Leandro Sosa. Fuente: Elaboración propia

En el contexto del presente estudio, resulta importante evaluar la ocupación de franjas de dominio de arroyos establecidas en la Ley N° 3.239 “De los recursos hídricos del Paraguay” y en su decreto reglamentario (CNP, 2007).

Existen numerosos eventos registrados en la prensa local de derrumbes parciales de viviendas ubicadas en las franjas de dominio de los arroyos metropolitanos, así como de muertes ocasionadas por el arrastre de personas y vehículos a los arroyos en eventos de lluvia intensa. En la figura 18 se presentan encabezados de noticias de la prensa local que documentan lo descrito.



NACIONALES

## Viviendas en Lambaré en peligro por arroyo en días de lluvia

Vecinos del barrio San Rafael de Lambaré exigen a las autoridades un muro de contención para evitar que sus viviendas sean arrastradas por el arroyo Leandro Sosa.

Octubre 31, 2022 01:26 p. m.



El arroyo está por arrastrar las viviendas de familias del barrio San Rafael. Foto: NPY.

Vecinos del barrio San Rafael de Lambaré exigieron este lunes la construcción de un muro de contención sobre el arroyo Leandro Sosa, debido a que el agua está arrastrando todo a su paso y existe el riesgo de que también lleve sus casas en días de lluvia.

Una de las pobladoras indicó a NPY que cada vez que llueve están cortiendo y deben ir al vecino a resguardarse.

Asimismo, mencionó que en Inmudaciones del Puente Ka'í se colocó un muro de contención, pero no alcanzó a su zona.

Este muro colocado incluso hace que el caudal sea más rápido y fuerte y que amenace con llevarse su casa y la de otros vecinos.

También lamentó que las personas arrojen sus basuras al arroyo, ya que el olor es nauseabundo y deben convivir con eso, además de los bichos que los desechos generan.

Finalmente, mencionó que en el Ministerio de Obras Públicas les dijeron que tenían que ir a la Municipalidad de Lambaré a pedir una autorización para que realicen los trabajos.

(a)

## Vecinos de Lambaré piden muro de contención para no ser arrastrados por arroyo

Vecinos del barrio San Rafael de la ciudad de Lambaré piden con urgencia un muro de contención para no ser arrastrados por el arroyo, que ya se está llevando parte de sus casas. Los reclamos llevan varios años sin respuestas.

Abril 26, 2023 08:04 a. m.



Antes de ser arrastrados por el arroyo, vecinos del barrio San Rafael de Lambaré piden con urgencia un muro de contención.

Con cada lluvia, vecinos sufren el desmoronamiento por partes de sus viviendas en el barrio San Rafael de la ciudad de Lambaré, a la altura de la calle 11 de Setiembre, según informó NPY.

Una de las vecinas afectadas, la señora María Elena Castillo, clamó por un muro de contención para evitar que el arroyo Leandro Sosa se lleve completamente sus viviendas.

(b)

NACIONALES

## Hace una semana militares fueron arrastrados por el raudal: cronología y últimos datos del caso

Durante la madrugada del jueves 2 de noviembre pasado, dos militares fueron arrastrados por un raudal en Lambaré y en horas de la tarde de ese mismo día se había localizado la camioneta que utilizaron y completamente destruida. Ahora, a una semana, uno de los uniformados sigue desaparecido y también hay novedades en el ámbito fiscal.

POR ABC COLOR  
09 DE NOVIEMBRE DE 2023 - 14:15



La intensa lluvia que se había registrado la semana pasada había generado un inmenso raudal en la ciudad de Lambaré, donde el jueves pasado, dos militares fueron arrastrados por el agua junto a la camioneta que estaban manejando. Los uniformados habían sido identificados como **Aleixs Teobaldo Sosa Leiva** y **Domingo David Ríos Domínguez**, ambos sargentos primeros.

Ese mismo jueves en horas de la tarde se había encontrado el vehículo que utilizaron los militares para ir a buscar de su domicilio al general **César Moreno**, comandante del Ejército.

La camioneta fue **completamente destruida** y en el interior no se había encontrado a los hombres.



La camioneta fue encontrada sumergida en el arroyo Lambaré.

También ese mismo día, la Armada **había iniciado su búsqueda** por agua y aire de ambos militares, hasta que unos días después, **el cuerpo de uno ellos fue localizado**.

(c)

Fig. 18 Noticias de prensa local que registran (a) derrumbes parciales de viviendas en el arroyo Leandro Sosa; (b) solicitudes de adecuación de la infraestructura de contención de los bordes del arroyo Leandro Sosa; y (c) los esfuerzos de búsqueda de personas arrastradas al arroyo Lambaré. Fuentes: (a) "Viviendas en Lambaré en peligro" (2022); (b) "Vecinos de Lambaré" (2023); "Hace una semana" (2023)

Por este motivo, se considera que las viviendas ubicadas en la franja de dominio de 5m están potencialmente expuestas a riesgos. Además, el entorno del cauce Leandro Sosa y del asentamiento L04 es designado como de vulnerabilidad alta y media, según el Atlas de Riesgos de Inundaciones del Área Metropolitana de Asunción (SEN, 2020).

### 4.5.3. Riesgo por proximidad al vertedero controlado.

A pesar de la ausencia de literatura académica que proporcione detalles específicos sobre la realización de monitoreos ambientales sistemáticos del vertedero Cateura y su entorno, se considera altamente probable de que la presencia de lixiviados y otros desechos tóxicos constituyan elementos de riesgo para las comunidades cercanas al mismo. Al respecto, Espínola (2021) ha expresado a los autores que "El vertedero se encuentra en un humedal y en la cota de inundación del río Paraguay, lo que aumenta la vulnerabilidad a las inundaciones y la presión sobre los diques de contención de lixiviados." Espínola además menciona que "(...) el vertedero ha acumulado volúmenes significativos de lixiviado con alta carga contaminante, que incluyen materia orgánica y contaminantes químicos como metales pesados, solventes, hidrocarburos, y plaguicidas. (...) la falta de una planta de tratamiento terciario adecuada agrava el problema, con riesgos potenciales de ruptura de diques y contaminación de cuerpos de agua, afectando tanto la salud humana como los ecosistemas acuáticos".

La presencia de asentamientos precarios en el entorno inmediato del vertedero, por tanto, resulta en una situación riesgosa, compleja y de contornos de afectación difusos. Por este motivo, se estableció un proceso de selección gradual basado en criterios espaciales, destacando la proximidad relativa de las edificaciones del asentamiento A09 al vertedero como factor clave en la evaluación de la vulnerabilidad. La selección se

basó en radios de proximidad de a intervalos de 100m desde el vertedero controlado Cateura. El análisis espacial reveló que todas las edificaciones se localizan dentro de un radio de 600m, no obstante, el 52,9% de ellas se sitúan a una distancia menor o igual a 500m, lo que implica un mayor grado de vulnerabilidad (ver tabla 13 y figura 19).

Riesgos difusos. Cercanía al Vertedero	A09	
	Cant.	%
Radio de 500m	216	52,9%
Radio de 600m	192	47,1%
<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>100,0%</b>

Tabla. 13 Edificaciones del asentamiento A09 clasificadas según proximidad al vertedero. Fuente: Elaboración propia



Fig. 19 Edificaciones de los asentamientos A09, clasificadas según proximidad al Vertedero Cateura. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.4. Evaluación combinada de los riesgos.

Seguidamente, se realizó una sumatoria simple a partir de los resultados obtenidos mediante la superposición espacial para determinar la cantidad de situaciones de riesgo a las que están expuestas las edificaciones en ambos asentamientos (ver tabla 14 y figura 20).

	A09		L04	
	Cant.	%	Cant.	%
0 riesgos	0	0,0%	441	98,9%
1 riesgo	265	65,0%	5	1,1%
2 riesgos	143	35,0%	0	0,0%
<b>Total</b>	<b>408</b>	<b>100,0%</b>	<b>446</b>	<b>100,0%</b>

Tabla. 14 Edificaciones de los asentamientos A09 y L04, clasificadas según cantidad de riesgos ambientales a las que están expuestas. Fuente: Elaboración propia



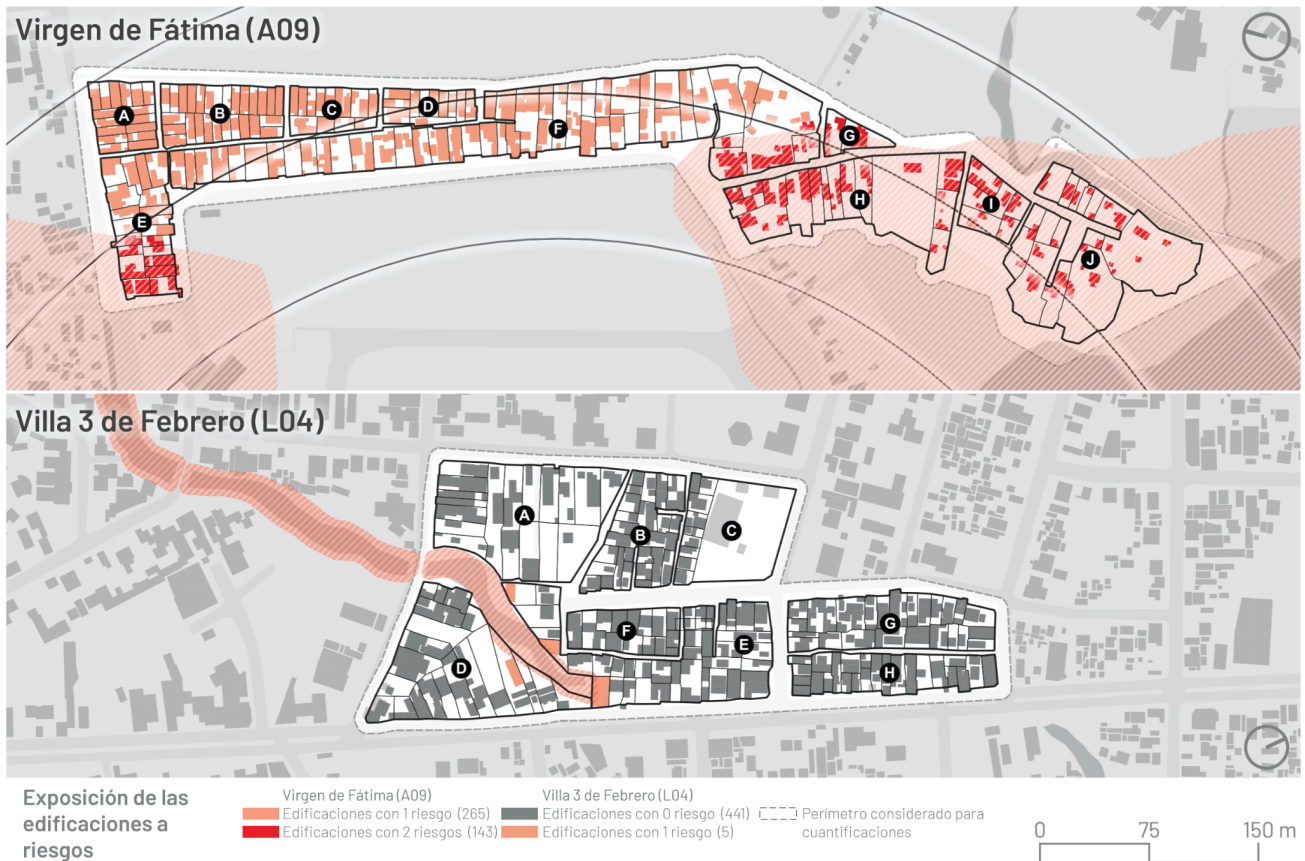


Fig. 20 Edificaciones de los asentamientos A09 y L04, clasificadas según cantidad de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

## 5. Conclusiones

Este estudio evidenció la factibilidad de llevar a cabo caracterizaciones urbanas complejas, con un elevado nivel de eficacia (del 86,85% en este estudio) en asentamientos precarios, empleando instrumentos de bajo coste y libre acceso.

Se demostró que elementos morfológicos básicos, como la huella edificada de las construcciones, pueden ser mapeados de forma colaborativa mediante la creación, el uso y la disponibilización de imágenes aéreas ortorectificadas en plataformas de contribución abierta, tales como OpenAerialMap. Estas imágenes fueron utilizadas para realizar estimaciones geométricas y de cuantificación con respecto a la distribución de áreas edificadas y libres, tanto en lotes urbanos como en el espacio público de los asentamientos estudiados. Este proceso puede ser replicado en comunidades que no cuenten con bases catastrales oficiales, o levantamientos de precisión que permitan el desarrollo e implementación de proyectos de mejora urbanística. Se destaca que, en el caso del AMA, prácticamente ningún asentamiento tiene datos geoespaciales de este tipo, que permitan conocer la realidad presente y evaluar posibilidades de cara al futuro.

La combinación de editores como JOSM y plataformas como Mapillary, permitió enriquecer y profundizar la información cartográfica básica mediante la asignación de atributos descriptivos, relacionados a variables observables específicas que incluyen (i) la altura en niveles transitables, (ii) el estado general de conservación, (iii) la materialidad de los techos y (iv) la materialidad de los muros. Estos atributos fueron evaluados para determinar de modo sintético el grado de consolidación material de las construcciones de los asentamientos estudiados.

La metodología además, permitió el reconocimiento y análisis de las diversas condiciones de vulnerabilidad que afectan a los asentamientos analizados. Entre estas condiciones se encuentran la exposición a riesgos derivados de la cercanía a fuentes de contaminación, de inundación y de ocupación irregular de franjas de dominio de cauces hídricos urbanos. Permitió además, identificar las edificaciones potencialmente impactadas por las mismas.

Resulta interesante destacar que en el asentamiento Virgen de Fátima (A09) fue posible constatar una elevada correlación entre las edificaciones menos consolidadas y aquellas que están expuestas a mayores niveles de riesgo. También fue posible observar que aunque las dos comunidades tienen dimensiones y cantidades de viviendas comparables, Virgen de Fátima presenta una cantidad considerable de viviendas enfrentando dos riesgos (35%), lo que no ocurre en Villa 3 de Febrero (L04), donde solo 1,1% de las edificaciones está expuesta a 1 riesgo.

A partir de estos estudios fue posible identificar las construcciones de los asentamientos estudiados que presentan condiciones óptimas para ser consolidadas en el sitio que ocupan, y señalar edificaciones cuyos niveles de exposición a riesgo y de materialidad precaria hacen altamente recomendables procesos de relocalización en proximidad. En este sentido, es posible inferir que la estrategia fundamental para Villa 3 de Febrero sería la consolidación *in situ*, mientras que en Virgen de Fátima, sería necesaria una combinación de consolidación *in situ* con relocalizaciones para el subconjunto de viviendas más precarias y expuestas a dos situaciones de riesgo.

De este modo el presente trabajo contribuye a la reflexión sobre un problema específico y desafiante de los proyectos de mejoramiento de barrios precarios. Los autores comparten la posición de que, siempre que sea posible, es importante consolidar a los habitantes de asentamientos precarios en las viviendas que ya poseen (BID, 1998). Esto responde a argumentos sólidos de índole social, económica y ambiental. Al mismo tiempo, los autores manifiestan su preocupación ante el hecho de que, con frecuencia, tanto en el debate intelectual como en la práctica profesional, este principio de "minimizar el desarraigo y las relocalizaciones" ha sido sustituido por una lógica que sostiene que todas las familias de todas las comunidades deben ser consolidadas en el sitio que actualmente ocupan, basándose en principios generales como el derecho a la ciudad.

En ese sentido se propone aquí que, si resulta disruptivo y arbitrario desplazar a familias que habitan viviendas que pueden ser mejoradas y consolidadas *in situ*, resulta igualmente cuestionable proponer la consolidación de vivienda expuestas a múltiples situaciones de riesgo a partir de una noción abstracta del derecho a la ciudad. Se propone que los proyectos de consolidación urbanística apunten a un derecho a la ciudad en condiciones de seguridad, sostenibilidad y uso sensato de los recursos.

En relación con este último aspecto, que merece una reflexión más profunda y futuros estudios, se destaca que la discusión económica sobre la asignación de recursos es fundamental para viabilizar tanto el derecho a la ciudad como la eliminación o reducción de situaciones de riesgo. Por ejemplo, en el caso de viviendas sumamente precarias, ¿ameritan ser consolidadas *in situ* si existen opciones más económicas de relocalización en proximidad? O, en el caso de viviendas que enfrentan múltiples situaciones de riesgo, ¿resulta lógico consolidarlas *in situ* —cuando sea técnicamente posible— si para ello se requieren recursos equivalentes al valor de múltiples viviendas nuevas? Ninguna de estas preguntas tiene respuestas fáciles ni en el plano epistemológico, ni en la dimensión de las técnicas urbanísticas, ni en la realidad social y política de implementación de proyectos.

Ante este complejo desafío se espera que las metodologías aquí desarrolladas puedan brindar directrices prácticas, basadas en evidencia y criterios objetivos, que asistan a los procesos de toma de decisiones durante la planificación e implementación de proyectos de consolidación urbanística en asentamientos precarios.

## 6. Bibliografía

- BRÍTEZ, G. (2019). Guía de procedimientos para el relevamiento colaborativo planialtimétrico de áreas informales a través del método híbrido. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (1998). Política Operativa OP-710. Reasentamiento involuntario.
- CANESE, M. (2019). Urbanización popular en el Área Metropolitana de Asunción: resistencia y perspectivas de cambio.
- CARDOZO, D. et al. (2022). Gobernando la Bahía de Asunción y el Banco San Miguel. Plan de manejo de reserva ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción 2020-2023.
- Congreso de la Nación Paraguaya (2007). Ley N° 3.239 De los recursos hídricos del Paraguay. Paraguay.
- COMARU, F.; TANAKA, G. y CRISTALDO, J. (2009). Plano de ocupação em áreas de interesse ambiental e social.
- CRISTALDO, J. et al. (2021). Atlas Urbano Py - Procesos replicables, colaborativos y abiertos para la generación de cartografía de base, el relevamiento fotográfico y la caracterización urbana. V Congreso de Extensão da AUGM.
- CRISTALDO, J. y BRÍTEZ, G. (2018) Estar en el mapa: relevamiento y caracterización participativa del Barrio Chacarita Alta. VIRUS, São Carlos, n. 16, 2018.
- CRISTALDO, J. (2015). Infraestructura y Transformaciones Territoriales en el Paraguay (1960/2014).
- Dirección de Agua Potable y Saneamiento, Banco Interamericano de Desarrollo y TECHO PY. (2023). Consultoría para la elaboración del diagnóstico de la situación de la prestación de los servicios de agua, saneamiento e higiene en los asentamientos informales del Área Metropolitana de Asunción. REGIONAL RG-T3668.
- Dirección de Meteorología e Hidrología (2024). Datos históricos de niveles del río Paraguay.
- ESPÍNOLA, O. (2021). Entrevista semiestructurada a representantes del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) sobre el caso Cateura". Transformaciones Territoriales en el Frente Fluvial de Asunción y Área Metropolitana - Código: PINV 18-1489
- GALLIARD, J. y MACEDA, E. (2009). Participatory Mapping and Geographic Information Systems (GIS) for Community-Based Disaster Risk Reduction: A Case Study from the Philippines. *International Journal of Geographical Information Science*, 23(9), 1117-1128.
- Hace una semana militares fueron arrastrados por el raudal: cronología y últimos datos del caso. (2023, 9 de Noviembre). *ABC Color*.
- JENKS, G. (1967). The data model concept in statistical mapping. *International yearbook of cartography*, 7, 186-190.
- MENG, Y. (2011). A GIS-Based Multicriteria Decision Analysis Approach for Site Selection of Temporary Shelters in Urban Areas. *Urban Planning*, 3(1), 44-62.
- NASA (2013). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global.
- OSARAGI, T. (2022). Classification methods for spatial data representation. *Centre for Advanced Spatial Analysis. University College of London*, (40), 13-14.
- Secretaría Técnica de Planificación (2011). Diagnóstico para el ordenamiento territorial del Paraguay.
- Secretaría de Emergencia Nacional (2018). Plan Nacional de Implementación del Marco de Sendai (PNIMS) 2018-2022.



Secretaría de Emergencia Nacional, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo para el Medio Ambiente Mundial (2021). Guía para la elaboración de planes municipales gestión y reducción de riesgos (PMGRR) Proyecto “Asunción ciudad verde de las Américas – Vías a la sustentabilidad”. Asunción, Paraguay. 144p.

TECHO PY. (2015). Relevamiento de Asentamientos Precarios (RAP). Área Metropolitana de Asunción.

Viviendas en Lambaré en peligro por arroyo en días de lluvia. (2022, 31 de Octubre). *Última Hora*.

Vecinos de Lambaré piden muro de contención para no ser arrastrados por arroyo. (2023, 26 de Abril). *Última Hora*.

## 7. Agradecimientos

Se agradece al equipo de TECHO Paraguay que implementó la consultoría a partir de la cual se desarrolló este artículo y en particular a la coordinadora del proyecto, Sofia Guanes.

## 8. Financiamiento

Este artículo se basa en resultados obtenidos en la “Consultoría para la elaboración del diagnóstico de la situación de la prestación de los servicios de agua, saneamiento e higiene en los asentamientos informales del Área Metropolitana de Asunción. Regional RG-T3668”, implementada por TECHO Paraguay, coordinada por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (DAPSAN-MOPC) y financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el marco del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento de la Cooperación Española. En esta consultoría, los aspectos de análisis urbano y cartográfico fueron llevados a cabo por CIDI FADA/UNA.