

01

**Análisis de soluciones urbanas ante el riesgo de inundación en Santa Ana, Asunción, Paraguay**



ESP Los asentamientos informales representan un problema estructural en Paraguay y albergan aproximadamente al 20% de la población de Asunción. Allí las inundaciones urbanas generan situaciones de riesgo a los habitantes por la exposición al régimen del río y precipitaciones. El presente artículo es un resumen del trabajo final de grado de las investigadoras sobre el barrio Santa Ana, ubicado en un sitio inundable de Asunción. El Ministerio de Obras Públicas del país ofreció dos soluciones posibles para mitigar la inundación (el polder o relleno hidráulico), incomprensibles para los pobladores. A partir de este problema, se generó esta investigación, cuyo objetivo fue el análisis de las dos posibles soluciones y con ello contribuir a la toma de decisiones de los pobladores. La investigación se limitó al estudio y comunicación de dichas alternativas con sus ventajas y desventajas, pero no pretendió dar respuestas de diseño. La población, al momento del estudio (2023), era de aproximadamente 7 344 habitantes. Se analizó la situación actual del barrio para determinar el impacto de ambas soluciones planteadas sistematizando sus ventajas y desventajas. Se obtuvo un panorama de impactos, riesgos y ventajas que supondrían, y la importancia de que sean comunicadas a la población para tomar una decisión consciente.

ENG **Analysis of urban solutions to flood risk in Santa Ana, Asunción, Paraguay**

Informal urban settlements represent a structural problem in Paraguay. They house about 20% of Asunción's population and are constantly threatened by urban flooding caused by the river regime and precipitations. The following article is a summary of the authors' thesis work on the case of Santa Ana, a neighborhood located on a flood area of Asunción. Paraguay's Public Works Department offered two possible solutions to tackle floods, namely polder and hydraulic filling, which resulted incomprehensible to the residents of the area. This research work is intended to provide an analysis of both proposed solutions to flood risks as a contribution to decision making for those who live in informal urban settlements, spreading the advantages and disadvantages of these proposals. Providing a design solution is beyond the scope of this work. At the time of this research (2023), the population was about 7,344 inhabitants. The overall situation of the neighborhood was analyzed to determine the possible impacts of both solutions. Pros and cons were systematized. An overview of the impact and risks involved in both techniques was obtained, highlighting the importance of disclosing that information to the population for allowing conscious decision making.

POR **Análise de soluções urbanas para o risco de inundações em Santa Ana, Assunção, Paraguai**

Os assentamentos informais representam um problema estrutural no Paraguai, abrigando aproximadamente 20% da população de Assunção; onde as inundações urbanas geram situações de risco para os habitantes devido à exposição ao regime fluvial e pluviométrico. Este artigo é um resumo do projeto de conclusão de curso dos pesquisadores no bairro Santa Ana, localizado em uma zona de alagamento de Assunção. O Ministério das Obras Públicas do país ofereceu duas soluções possíveis para mitigar os alagamentos (o polder e o enchimento hidráulico), incomprensíveis para os habitantes. A partir desse problema, gerou-se esta pesquisa, cujo objetivo foi analisar as duas possíveis soluções e, assim, contribuir para a tomada de decisão dos moradores. Esta pesquisa limitou-se ao estudo e comunicação dessas alternativas com suas vantagens e desvantagens, mas não teve a intenção de fornecer respostas de implementação. A população na época do estudo (2023) era de aproximadamente 7.344 habitantes. A situação atual da vizinhança foi analisada para determinar o impacto de ambas as soluções propostas, sistematizando suas vantagens e desvantagens. Obteve-se uma visão geral dos impactos, riscos e vantagens que eles acarretariam e a importância de comunicá-los à população para a tomada de uma decisão consciente.

**Autoras:**

**Arq. Chiara Paola Basili Yorki**

Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte  
Universidad Nacional de Asunción  
Paraguay  
chiarabasili98@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-1858-1846>

**Arq. Andrea Raquel Delgado Serafini**

Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte  
Universidad Nacional de Asunción  
Paraguay  
andreaadelgado1@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-6191-3612>

**Palabras clave:** Bañado Sur, inundaciones urbanas, polder, relleno hidráulico, riesgos urbanos.

**Keywords:** South waterland, urban flooding, polder, hydraulic filling, urban risks.

**Palavras-chave:** Banhado Sul, alagamentos urbanos, polder, enchimento hidráulico, riscos urbanos.

Artículo Recibido: 31/03/2024

Artículo Aceptado: 06/05/2024

**CÓMO CITAR**

Basili Yorki, C. P., & Delgado Serafini, A. R. Análisis de soluciones urbanas ante el riesgo de inundación en Santa Ana, Asunción, Paraguay. *ARQUISUR Revista*, 14(25), 20–31. <https://doi.org/10.14409/ar.v14i25.13066>

**ARQUISUR REVISTA**

AÑO 14 | N° 25 | JUN 2024 – NOV 2024

PÁG. 20 – 31

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v14i25.13066>



FIGURA DE PORTADA | Vista aérea del barrio Santa Ana en época de inundación. Fuente: Fotociclo, 2019.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente artículo de revisión se enfoca en las soluciones que el gobierno ofrece a los asentamientos de la planicie de inundación del río Paraguay. Uno de ellos es el Plan Maestro para la Franja Costera de Asunción, que propone una serie de intervenciones para la mitigación de las inundaciones de los bañados que bordean el río Paraguay con el fin de incluirlos en la planificación urbana de la ciudad de Asunción, y por ello han surgido distintas propuestas de relocalización, reasentamiento o indemnización a las familias asentadas en estos territorios en situación de vulnerabilidad (Pesci, s.f.). En la actualidad, la Costanera se encuentra en proceso de construcción y no existe un plan definido para cada barrio que abarca.

Se consideró como caso de estudio al barrio Santa Ana de la ciudad de Asunción debido a la urgencia de tomar una decisión respecto de qué técnica de mitigación urbana utilizar. En el Ministerio de Obras Públicas se está debatiendo sobre propuestas de diseño urbano presentadas por la cooperación coreana KOICA (Korea International Cooperation Agency, 2021).

Este sector de la ciudad experimenta períodos de crecida de diversa magnitud. Debido al comportamiento natural del río, en los momentos de aguas bajas se genera un espacio de tierra disponible que, por su cercanía al centro de la ciudad y la disponibilidad de suelo, hace que esos territorios sean atractivos para las familias que no pueden acceder al mercado formal de la tierra urbana, las que se asientan de manera informal y se ven afectadas por las crecidas del río, lluvias e inundaciones.

Se tomaron como objeto de análisis dos propuestas técnicas ofrecidas por el gobierno, pólder y relleno hidráulico (Pesci, s.f.). Ambas tendrán consecuencias diferentes para el diseño urbano del barrio, las cuales deben ser conocidas por los pobladores, no solo del barrio Santa Ana, sino de todos los barrios inundables de la ciudad, para facilitar la toma de decisiones.

Dichos barrios son denominados «bañados» y se encuentran al norte y al sur del centro de la ciudad de Asunción (Figura 1).

### La problemática de la ocupación informal

En Asunción, la proliferación de asentamientos en zonas de alto riesgo es cada vez mayor (Galeano Monti & Rojas, 2017). Se ubican en territorio ribereño, en donde las familias de escasos recursos se encuentran especialmente expuestas a las inundaciones deriva-

das del aumento del nivel del río y de las lluvias que afectan su vida cotidiana. Como consecuencia, deben trasladarse a otros sitios más altos de la ciudad y perder sus pertenencias, trabajos, la escolaridad de los niños, la accesibilidad al transporte público, y quedan expuestos a daños económicos y en la salud, así como a una situación de estrés cíclico (Figura 2).

Las pérdidas económicas son de gran magnitud tanto para las familias como para el Estado que las debe ayudar mediante su reubicación en sitios temporales hasta que las causas del desastre desaparezcan. A esto se suma la degradación de la naturaleza del sitio.

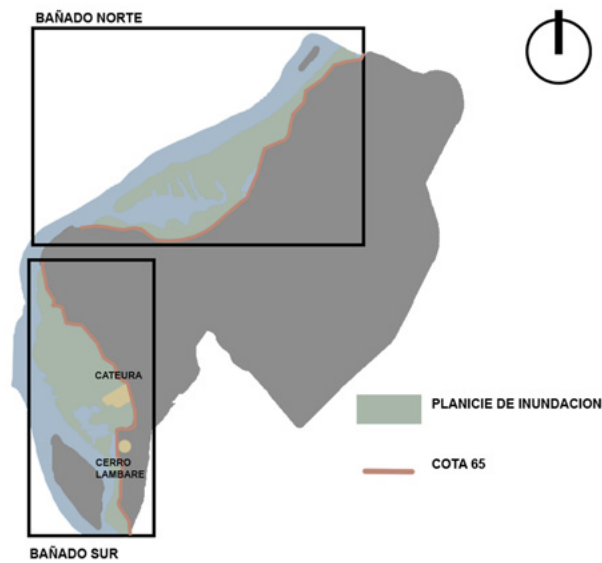
Para no repetir este gasto todos los años, el Estado paraguayo planteó el Proyecto de la Franja Costera de Asunción, cuyos objetivos contemplan la solución de las problemáticas mencionadas anteriormente. El Ministerio de Obras Públicas y Bienestar Social fue el encargado de estudiar las alternativas técnicas para la mitigación de los efectos de las inundaciones sobre los bañados y planteó las alternativas de relleno hidráulico y/o pólder (Palazon, Granada de Geam, Duarte & Spiridonoff, 2008). Estas soluciones poseen ventajas y desventajas que se analizaron y sistematizaron con la finalidad de contribuir al entendimiento de los pobladores del barrio, para que cada decisión sea tomada con conocimiento de qué se pierde y qué se gana con cada solución. Para lograr este objetivo fue necesario conocer distintos aspectos del barrio Santa Ana, tales como el social, el ambiental y el urbano, para luego contrastarlos con ambas propuestas técnicas y presentar pro y contras a los pobladores. Este método de análisis puede ser útil al barrio Santa Ana y a otros barrios del Bañado Sur ya que a la fecha se está implementando la Franja Costera del Bañado Sur. Además, podría servir para otras situaciones de riesgo similar.

## ANTECEDENTES

### Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción del Paraguay

Abarca el territorio ribereño del municipio de Asunción, en especial los aproximadamente 16 km de costa entre Puerto Botánico y el Cerro Lambaré (Mendez Vail, s.f.). Allí se concentran los mayores problemas de zonas bajas inundables.

El Plan abarca diversas cuestiones, como las hidrológicas, la relación con el centro histórico, el problema de los asentamientos informales, el aspecto urbanístico, entre otras.



**FIGURA 1** | Ubicación de los bañados Bañados Norte y Sur de la ciudad de Asunción con respecto al río Paraguay. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Catastro de la Ciudad de Asunción (Municipalidad de la Ciudad de Asunción, s.f.).



**FIGURA 2** | Inundaciones históricas en el Bañado Sur de la ciudad de Asunción. Cotas de máximas crecidas del río Paraguay registradas y cómo afectaron al Bañado Sur de Asunción. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de Grandes Inundaciones del Paraguay (Rojas, 2016).

Su propuesta y estructura se dividen en 3 niveles: costa-río, costa-costa y costa-ciudad (Consultoría de Estudios y Proyectos del Ambiente, 2017). Dentro de los mismos se encuentran diversas estrategias. En el primer nivel (costa-río) existen proyectos como el paseo costanero, gran eje vial de salida y entrada al centro-periferia, y la defensa contra inundaciones, donde la traza del paseo costanero marca un terraplén natural y/o artificial que sirve a tal efecto y se complementa con rellenos hidráulicos y pólderes.

El segundo nivel (costa-costa) abarca la zona sometida a inundaciones periódicas (Consultoría de Estudios y Proyectos del Ambiente, 2017), que es donde se diagnosticó que los asentamientos humanos son el mayor problema. Se basa en realizar mejoras socioambientales para los pobladores y su entorno, dejando a la mayoría de ellos en su lugar, previa consolidación de su hábitat.

El tercer nivel (costa-ciudad) trabaja con la reconversión de grandes equipamientos (Consultoría de Estudios y Proyectos del Ambiente, 2017), la disminución de impactos negativos sobre la ciudad formal y el mejoramiento del empleo de la población inundada.

El proyecto posee varios puntos de relevancia, como lo son la relocalización, el reasentamiento o indemnización a las familias; la promoción productiva, revertir impactos negativos del rompimiento de estrategias laborales y los generados por el aumento del costo de vida; el fortalecimiento de organizaciones y redes comunitarias, así como la atención a grupos vulnerables y la promoción del capital social y humano, de la salud comunitaria y la educación. También la capacitación y fortalecimiento de redes y organizaciones comunitarias y contribuir al aumento de los ingresos de las familias que serán reasentadas en la Franja Costera para su sostenibilidad y consolidación en la calidad de vida (Mendez Vail, s.f.).

#### **Plan Maestro del Bañado Sur y el Plan Detallado del Área Costera – KOICA**

En el marco de las frecuentes inundaciones, asentamientos precarios, rápida urbanización y nueva ciudad vinculada a la avenida costanera, en el Bañado Sur fue elaborado un proyecto que cumple con los planes superiores y resuelve el problema urbano, económico, social y ambiental.

El proyecto se basa en rellenar el sitio a fin de nivelarlo a la cota segura (nivel 64) para así evitar futuras inundaciones.

Los objetivos del proyecto son, por un lado, minimizar el impacto de inundaciones y crear parques, resolver el problema residencial de la clase baja, reorganizar la estructura espacial urbana sostenible y crear una ciudad ecológica vinculada al PND Paraguay (KOICA, 2021).

#### **Proyecto Ejecutivo de la avenida Costanera Sur**

La construcción de la Avenida Costanera Sur, con una extensión de 7,51 km, posee un trayecto que discurre por las riberas del río Paraguay en la zona del Bañado Sur de la ciudad de Asunción. Además, posee una vía de servicio que tendrá una longitud de 2,55 km, bordeando las orillas de la laguna Yrupe, y continúa hasta su empalme, nuevamente, con la avenida Costanera (Consortio del Sur y MOPC, 2021).

En lo que se refiere a los estudios hidrológicos e hidráulicos, se diseñaron las conexiones transversales que atraviesan la avenida entre el río y el bañado, el drenaje de la plataforma y áreas públicas de la misma, así como el drenaje urbano de la llegada y salida de la avenida con las calles de la ciudad (Consortio del Sur y MOPC, 2021).

Para esto se analizó el comportamiento hidrológico de todas las cuencas que afectan al proyecto y cuyas aguas deberán ser transportadas sin que afecte a la avenida.

El proyecto agilizará la entrada y salida a la ciudad de Asunción y dotará a toda la zona del Bañado Sur de infraestructura para mejorar su situación actual, bastante degradada. Asimismo, contempla una defensa costera que ayudará a que la zona ya no sufra de constantes inundaciones, dotando de mejor calidad de vida a la gente allí asentada.

#### **Los bañados de Asunción**

Los bañados se ubican en similares zonas de la ciudad y, por tanto, poseen características que los hacen parecidos.

Son producto de la ocupación popular informal originada en gran parte por la migración del campo a la ciudad, consecuencia del acelerado deterioro de las condiciones de vida de la población en este sector, la cual ocupa territorios urbanos marginales debido a la imposibilidad de acceder al mercado inmobiliario formal que regula el precio de la tierra, que es muy elevado. Esa población, en su mayoría, carece de bienes físicos y es muy difícil que acceda a cualquier tipo de crédito tradicional (Imas, 1993).



**FIGURA 3** | Crecimiento poblacional en el Bañado Sur. Se evidencia el crecimiento poblacional en el bañado, comparando una imagen satelital de 2003 con el año 2023, enfatizando el Barrio Santa Ana. Fuente: elaboración propia sobre la base de imágenes satelitales de Google Earth Pro (Google, s.f).

Otro factor que repercutió para que estos territorios no se incorporaran formalmente a la expansión urbana y funcionaran como receptores para el crecimiento informal de sectores sociales menos favorecidos, fueron sus características ambientales, principalmente sus inundaciones recurrentes debido a su ubicación en la planicie de inundación del río Paraguay (Figura 2). Estos territorios poseen alto valor ambiental con ríos, barrancas, zanjas y arroyos, como también humedales, por ejemplo, en el caso del banco San Miguel, ocupado por el llamado Bañado Norte.

En lo que respecta al aspecto socioeconómico y la pobreza estructural en los bañados, los datos oficiales ubican en los hogares de estas áreas los mayores porcentajes de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y en los descriptores: calidad de la vivienda, servicios sanitarios, acceso a la educación y capacidad de subsistencia (Instituto Nacional de Estadística, 2023).

La alta densidad poblacional, sumada a la carencia de servicios básicos como alcantarillado y recolección de basura, contribuye al deterioro ambiental de los sectores ocupados (Figura 3).

Para muchos pobladores de estas comunidades, el reciclado de residuos sólidos urbanos constituye una

fuerza de ingresos, pues los venden a industrias que los utilizan como materia prima. Otro tipo de actividad laboral que realiza gran parte de esta población son trabajos y changas que se desarrollan en el centro de la ciudad, la frontera y/o el río (Imas, 1993). Debido a esto, no es conveniente para dichos pobladores abandonar los sectores inundables, ya que estos se encuentran cerca de sus áreas de trabajo y mudarse significaría un nuevo gasto destinado al transporte diario que deben cubrir con ingresos escasos. En cuanto a la educación, en los bañados se presenta una población con un nivel educativo más bajo, y tiene así una mayor tasa de analfabetismo que en otros sectores de la ciudad (Imas, 1993).

El alto costo de vida en sitios no inundables de la ciudad se constituye como otro de los motivos por los cuales esta población opta por permanecer en los asentamientos inundables. En estas zonas se tiene mayor accesibilidad a mercados o comercios con precios reducidos en comparación con los que se encuentran en barrios más céntricos de la ciudad. El río también proporciona alimento y hay servicios tales como salud, agua y transporte, que tienen un menor costo si se vive en zonas inundables (Imas, 1993). Por otra

parte, existe el sentimiento de arraigo que se manifiesta como el apego del poblador hacia un sitio específico. La accesibilidad a estas zonas de asentamientos informales también representa un problema, ya sea debido a factores naturales como, por ejemplo, la topografía, o debido a fenómenos sociales como la inseguridad. Esto genera división social entre asentamientos y la ciudad formal y potencia la marginalidad de la zona.

### El barrio Santa Ana

En cuanto a la topografía, se caracteriza por tener un relieve moderado a bajo con pendiente en dirección al río Paraguay. Cerca del río existe una gran planicie pantanosa. Se puede dividir al barrio en dos sectores: por un lado, una zona más alta y mayormente ocupada. Por otro lado, el segundo que se encuentra ocupado informalmente y en menor cantidad.

El barrio Santa Ana posee una trama urbana en cuadrícula y más formal en la zona alta, sin embargo, la misma se interrumpe en distintos puntos debido a la topografía u obstáculos físicos, formando cul-de-sacs. En las cercanías al río, el carácter regular de la trama se va perdiendo y se genera una de características más orgánicas, con calles irregulares y viviendas más precarias. El área de estudio presenta escala barrial, con aproximadamente 1632 viviendas (Basili Yorki & Delgado Serafini, 2023), lo que se percibe en el modo de utilización de los espacios públicos por parte de los pobladores, como, por ejemplo, las veredas como espacio de interacción social y de reunión. Dicha escala barrial se da gracias a las características de la estructura urbana, tales como la baja altura de las edificaciones, el ancho regular de las calles y la tipología de equipamientos. Estos factores permiten una relación constante entre el hombre y su entorno tanto social como físico-espacialmente.

Respecto de las viviendas, hay dos tipologías. Las de material, que se encuentran en las zonas más cercanas a la ciudad formal, y las ubicadas en las zonas más bajas, de un solo nivel, construidas de forma improvisada con materiales más precarios y menos duraderos, como terciadas o chapas. La mayoría de estas viviendas no cuenta con acceso a servicios urbanos básicos.

Con referencia a la densidad, el barrio alberga un total de 7344 habitantes a la fecha de estudio, en una extensión de aproximadamente 165 hectáreas (Basili Yorki & Delgado Serafini, 2023). La zona alta del barrio posee mayor densidad y esta va disminuyendo a medida que se aproxima al río Paraguay.

Con relación al estado de las calles, la zona cuenta

en su mayoría con calles empedradas y de tierra como resultado del paso de vehículos, y no se han realizado obras de infraestructura significativas en los últimos cinco años. Esto genera dificultad para moverse con facilidad, sumado a que no todo el barrio cuenta con una trama regular.

En cuanto al transporte público, el mismo es casi inexistente y no se encuentra en buen estado. Los pobladores deben caminar más de cinco cuadras para acceder a una parada de bus, siendo que se establece una distancia mínima de 200 metros y máxima de 400 metros entre paradas.

### Soluciones urbanas posibles

Para determinar cuál técnica es la más adecuada para un determinado sitio se deben llevar a cabo distintos análisis multidisciplinares que incluyen la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Análisis de Coste-Beneficio (ACB), análisis de riesgo y consultas públicas (USAID, 2012), los cuales no abarca este trabajo final de grado, que realizó un resumen esquemático de las soluciones técnicas de pólder y relleno hidráulico, elaborado exclusivamente para el conocimiento de los pobladores.

#### Pólder

La solución mediante la técnica de pólder consiste en una barrera o dique, hecha con material de relleno, que puede o no ser material extraído del fondo del río, que impide el paso de las aguas al recinto protegido (López Bosio, s.f.a.:1–9) (Figura 7).

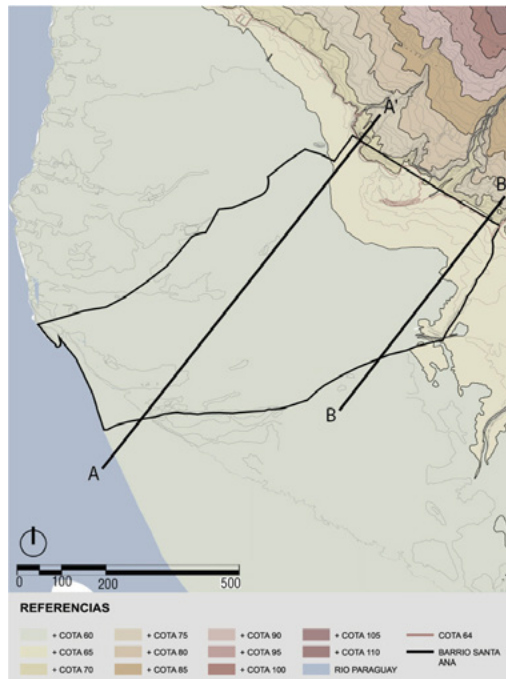
La técnica de pólder aplicada a los bañados de Asunción tendría ventajas y desventajas analizadas según los datos recopilados (Tabla 1).

#### Relleno hidráulico

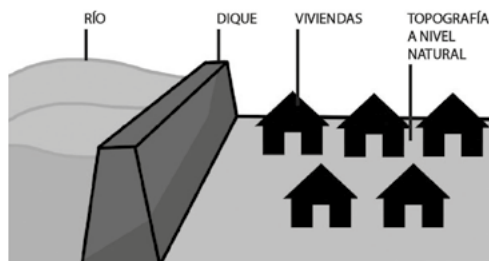
Es un proceso que consiste en la extracción del material, predominantemente arenoso, del fondo del río con una draga provista de una bomba, para que, mediante la acción de agua, pueda ser impulsada al sitio que se desea rellenar (López Bosio, s.f.:1–6) (Figura 8). La técnica de relleno hidráulico, aplicada al sector de estudio, tiene ventajas y desventajas analizadas según los datos recabados (Tabla 2).

### Análisis del impacto de ambas soluciones aplicadas al barrio Santa Ana

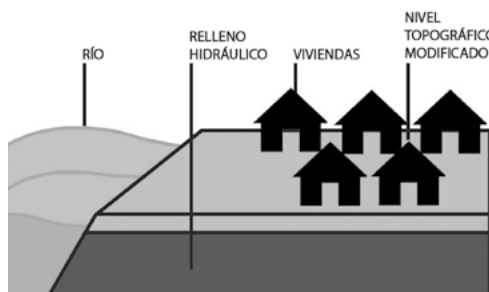
Los impactos son comparados conforme los aspectos analizados: social, ambiental y urbano, así como otros criterios generales (Tabla 3).



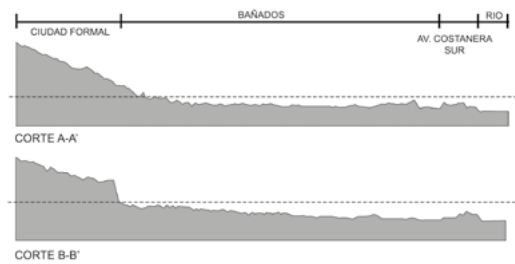
**FIGURA 4** | Plano topográfico del Bañado Sur de Asunción. Cotas de nivel correspondientes al barrio estudiado. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Catastro de la Ciudad de Asunción (Municipalidad de la Ciudad de Asunción, s.f.).



**FIGURA 7** | Técnica de pólder. Gráfico esquemático de la técnica de pólder aplicada al barrio Santa Ana. Fuente: elaboración propia.



**FIGURA 8** | Técnica de relleno hidráulico. Gráfico esquemático de la técnica de relleno hidráulico aplicada al barrio Santa Ana. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos recopilados sobre relleno hidráulico, alternativa para el Bañado Norte de Asunción. Caso de estudio: barrio Refugio, Asunción (López Bosio, s.f.a.).



**FIGURA 5** | Cortes topográficos del Bañado Sur de Asunción. Perfil topográfico en dos puntos del barrio Santa Ana, ubicados en la Figura 4. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de Google Earth Pro (Google, s.f.).



**FIGURA 6** | Plano de llenos y vacíos en el Bañado Sur de Asunción. Ubicación de las edificaciones dentro del barrio Santa Ana. Se evidencia la alta densidad en las cercanías a la ciudad formal y cómo la misma va disminuyendo a medida que se acerca al río Paraguay. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Catastro de la Ciudad de Asunción (Municipalidad de la Ciudad de Asunción, s.f.).



Ventajas	Desventajas
Los pobladores pueden permanecer en su lugar. Mantiene la organización comunitaria existente.	Confina a los pobladores dentro de un recinto cerrado. Se dificulta el mejoramiento urbano del barrio al no desocuparse la zona.
Genera un espacio habitable, protegido de las inundaciones. Mantiene los suelos naturales del recinto.	Se pierde la visibilidad del río por estar a un nivel inferior que el dique de protección. Posible infiltración del agua del río hacia el recinto, por debajo del nivel de base del dique. Necesidad de una planta de tratamiento a donde mandar las aguas servidas y mediante un sistema de bombeo ser vertidas al río. Debe contar con un sistema de bombeo eficiente para las aguas pluviales y un ente para el control permanente. La falla del sistema de bombeo puede provocar peores inundaciones. En caso de rotura de los diques las consecuencias serían catastróficas. Posible derrumbe de barrancos y/o taludes.

**TABLA 1** | Ventajas y desventajas de la técnica de pólder. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos recopilados de López Bosio, s.f.a.

Ventajas	Desventajas
Reubica a las familias en suelos nuevos y saneados.	Exige la mudanza de los pobladores hasta que se terminen las obras de relleno y esto repercute en el tiempo de construcción. Pérdida de la organización comunitaria existente.
Ordena el territorio mejorando su aprovechamiento. Consolidación, mejoramiento y equipamiento de barrios y viviendas existentes en la zona de borde, en áreas no inundables.	La construcción demora mayor tiempo al involucrar mayor movimiento de tierras. La reorganización territorial podría afectar a la actual organización comunitaria.
Incorpora al bañado a la ciudad y la ciudad al río. Aumenta el valor de la propiedad y se logra la formalización de la zona.	El poblador podría quedar sujeto al riesgo de la especulación inmobiliaria.
Se generan puestos de trabajo debido al gran porte de las obras, que incluye la construcción de viviendas y accesos, entre otros. La cercanía del barrio al Río Paraguay facilita la extracción de tierra para relleno del mismo. Facilidad de implementación de sistemas de alcantarillado sanitario, desagüe pluvial y agua potable.	Costo elevado al ser una obra de gran envergadura.
Reduciría notablemente el gasto por parte del Estado debido a inundaciones.	Se requiere de un ente que regule la planificación urbana, entre otros.

**TABLA 2** | Ventajas y desventajas de la aplicación de la técnica de relleno hidráulico. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos recopilados sobre relleno hidráulico, alternativa para el Bañado Norte de Asunción. Caso de estudio: barrio Refugio, Asunción (López Bosio, s.f.b.).

### Aspecto social

Entre los factores más importantes se encuentran el arraigo al sitio y la comunidad, así como la cercanía al centro de la ciudad.

En caso de implementarse la solución de pólder, los pobladores no tendrían que salir del barrio durante el proceso de construcción del proyecto, lo cual generaría que se mantenga la comunidad actual y que los pobladores puedan continuar con su rutina. En contrapartida, la población del Barrio Santa Ana se encontraría diferenciada del resto de la población de la ciudad formal y al mantenerse el nivel topográfico actual el barrio no se integra del todo a la ciudad.

En cuanto a la solución del relleno hidráulico, los pobladores tendrían que salir del sitio por un período largo mientras se realizan las obras y reubicarse en sitios donde perderían los lazos de la comunidad en la que hoy en día viven, separándose de sus familiares y amigos. Los niños deberían cambiar de escuela; las personas que poseen comercios en la zona se verían obligadas a cerrar y quedarían así sin sus fuentes de ingreso. También quienes trabajan en las cercanías del barrio corren el riesgo de ser reubicados en zonas lejanas.

Esa reubicación, en el caso de implementar la solución de relleno hidráulico, es un punto clave que se

CUADRO GENERAL COMPARATIVO			
Criterios	Impacto	Soluciones	
		Pólder	Relleno Hidráulico
Aspecto social	Permanencia en el sitio	P	N
	Mejoramiento en las condiciones físicas	I+	P
	Conservación de la comunidad existente	P	N
	Conservación de puestos de trabajo	P	N
	Continuidad de la escolaridad	P	N
	Integración social con la ciudad formal	I+	P
Aspecto ambiental	Conservación de la biodiversidad	N	N
	Impacto en los cauces hídricos	N	P
	Impacto en el microclima del sitio	N	P
	Contaminación por desechos humanos	N	P
	Impacto en los suelos y topografía	P	N
	Saneamiento de la zona	N	P
Aspecto urbano	Fluidez en la trama urbana	I+	P
	Conexión barrio-ciudad-río	I+	P
	Desarrollo urbano de la zona	I+	P
	Mejoramiento en la calidad de las viviendas	N	P
	Posibilidad de nueva planificación urbana	N	P
	Mejoramiento de la red vial	I+	P
	Accesibilidad al transporte público	I+	P
	Implementación de movilidad alternativa	N	P
	Implementación de servicios urbanos	N	P
	Consolidación de las viviendas y el barrio	I+	P
Otros aspectos	Riesgo en caso de cese de funcionamiento	N	P
	Costo de la implementación	P	N
	Necesidad de mantenimiento	N	P
	Tiempo de proceso constructivo	P	N
	Riesgo de derrumbe	N	P
	Riesgo de infiltración de agua	N	P
	Solución al riesgo de inundación	I+	P
	Accesibilidad a materia prima necesaria para la implementación	N	P
	Generación de puestos de trabajo durante la construcción	I+	P
	Aumento en el valor de las propiedades de la zona	I+	P
	Reducción del gasto de inundaciones por parte del Estado	P	P
	<b>Puntuación según cumplimiento:</b>		P: 8 – N: 14 I+: 11 – I-: 0

**TABLA 3** | Análisis general entre pólder y relleno hidráulico. P: Impacto positivo, I+: Impacto intermedio positivo, I-: Impacto intermedio negativo, N: Impacto negativo. Fuente: elaboración propia.

debe tener en cuenta para lograr el desalojo del barrio durante el tiempo de construcción del proyecto.

#### Aspecto ambiental

El sitio es ambientalmente relevante para la ciudad debido a su característica de humedal, la presencia de cauces hídricos y su ubicación estratégica en la costa del río Paraguay. Alberga una gran biodiversidad y es lugar de paso de aves en su proceso migratorio. En el caso del pólder, los mayores daños se darían en el agua subterránea. El aumento de la recarga genera una disminución en la profundidad de la superficie freática, por lo que la zona se vuelve mucho más húmeda de lo normal y eso afecta al equilibrio ambiental (Auge, 2016). Esto también deriva en que los vertidos domésticos, que generalmente carecen de tratamiento, contaminen las aguas. Al subir el nivel

freático no se pueden realizar pozos ciegos, lo cual dificulta el desecho de residuos. Con la técnica de pólder se mantendrían el suelo y vegetación natural del sitio y, debido a su proceso constructivo más rápido, los animales podrían volver en menor tiempo. Como contrapartida, para realizar un relleno hidráulico se debe quitar la leñosa de la zona y, al verter tierra encima, se perdería la vegetación autóctona. Con relación a las características topográficas, un pólder mantendría el desnivel existente entre ciudad formal y bañados, con las consecuencias sociales que eso conlleva. En cambio, con un relleno hidráulico la topografía ya no representaría una barrera física al no existir un barranco, generando fluidez en la trama urbana y una fácil llegada de la ciudad al río. Respecto de la hidrografía del sector, con ambas propuestas se podrían mantener los cauces hídricos a cielo abierto. En el caso

del pólder, se deberían de hacer muros de contención alrededor de los mismos para permitir su salida al río. En el caso del relleno hidráulico se pueden mantener sin necesidad de un muro de contención y/o sistema de bombeo.

### Aspecto urbano

Con ambas soluciones cambiaría lo relativo al uso de suelo y equipamiento urbano, al hacerla no inundable se potenciarán los usos existentes y aparecerían otros nuevos. En el caso del relleno hidráulico, se generarían nuevos barrios, saneados, urbanizados y equipados, consolidando y mejorando las viviendas en la zona de borde (López Bosio, s.f.a.). Una vez desalojada el área y finalizadas las obras de relleno, todo el barrio quedaría libre para la implementación de una nueva planificación urbana. En el caso del pólder, se dificultaría el diseño de una nueva trama urbana, pero, de igual forma, la existente sufriría cambios.

Con referencia a la red vial del sector, en un relleno hidráulico se considera que la misma mejoraría al proyectarse de cero nuevas calles. En cambio, en el caso de la técnica de pólder, proyectar sobre las calles existentes, tratando de mejorar en dimensiones y pavimentos, sería difícil, aunque posible.

Los cambios en la trama urbana y red vial afectarían al transporte público. En el caso del pólder, los buses podrían acceder al barrio sin el riesgo de inundaciones, con un previo tratamiento de los pavimentos debido a que hoy en día no se encuentran en buenas condiciones. En el caso de relleno hidráulico, se daría una mejor accesibilidad al transporte público y eso garantizaría el abastecimiento del barrio en su totalidad.

En cuanto a la movilidad alternativa, resultaría más fácil aplicarla en un relleno hidráulico debido a la topografía, que sería menos pronunciada.

Implementando el relleno hidráulico las viviendas sufrirían mayores cambios, ya que gran parte de ellas sería desalojada y destruida para posteriormente rellenar la zona. En contraposición, estas viviendas, una vez implantadas en un nuevo barrio sin riesgo de inundaciones, dejarían de ser precarias. En caso del pólder, las viviendas no sufrirían mayores cambios.

En lo que hace a los servicios urbanos, mediante la solución de relleno hidráulico podrían ser implementados fácilmente dado que la pendiente topográfica y de las cañerías, así como el nivel freático, no representarían un problema. En un pólder, los servicios urbanos

se verían comprometidos debido al nivel freático y pendiente del sitio, y serían necesarios varios sistemas de bombeo para un buen funcionamiento.

Se presenta un cuadro como un resumen general (Tabla 3) de la comparación de las variables analizadas según una solución u otra para así sumar la puntuación con relación a las ventajas o desventajas.

También se debe tener en cuenta que el impacto que tenga la aplicación de una u otra solución depende del sitio en específico en el cual será implementada. Para cada sector a ser intervenido se debe realizar un previo análisis multidisciplinario y específico para el sitio, puesto que posee características diferentes sobre las cuales los impactos y riesgos serán distintos.

### COMENTARIOS FINALES

Las inundaciones urbanas y los asentamientos informales son problemas graves que afectan a toda la ciudad, en distintos aspectos, por ello nos corresponde como profesionales de la arquitectura involucrarnos y aportar desde nuestra perspectiva, teniendo en cuenta que es una problemática que incumbe a la planificación urbana y todo lo arquitectónico que esta conlleva.

Asimismo, involucrar a la comunidad en la toma de decisiones es un factor fundamental a la hora de decidir qué solución urbana será aplicada. Esto permite que las decisiones sean tomadas con conocimiento y consciencia, atento a la opinión de los habitantes del barrio, quienes serán los más afectados. También se considera que el hecho de hacer partícipe a los pobladores y al resto de la ciudadanía generará mayor aceptación, facilitando la logística y el proceso constructivo. Y puesto que este involucramiento para la participación de la población debe ser desde el conocimiento, este trabajo final de grado culminó con afiches explicativos entregados a la comunidad.

Hoy en día, muchas ciudades de Latinoamérica se encuentran con esta problemática, por lo cual este trabajo, y quizás más concretamente esta metodología, puedan servir como ejemplos y ser aplicados en dichos sitios.

Se invita a profesionales de distintas áreas a continuar estudiando sobre las inundaciones urbanas, así como respecto de temas de relación entre la ciudadanía y el medio ambiente, para aportar a la construcción de ciudades mejores. ✨

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auge, M. P. (24 de noviembre de 2016). *El agua subterránea en los humedales. Impacto de los polders*. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: Academia Argentina de Ciencias del Ambiente, 1-48.
- Basili Yorki, C. y Delgado Serafini, A. (2023). *Análisis de soluciones urbanas ante el riesgo de inundación para la toma de decisiones en el Barrio Santa Ana, Asunción 2023*. FADA-UNA.
- Consortio del Sur y MOPC (2021). Proyecto Ejecutivo de la Avenida Costanera Sur.
- Consultoría de Estudios y Proyectos del Ambiente (2017). Actualización Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción.
- Fotociclo (2019). Vista aérea de inundación en el Barrio Santa Ana.
- Galeano Monti, J. y Rojas, R. (mayo de 2017). Bañado Sur: vidas urbanas excluidas, de resistencia y dignidad. *Accion*, (374), 15-19.
- Google Earth (s.f). Mapa de Asunción del Paraguay. [https://earth.google.com/web/search/Santa+Ana,+Asunci%C3%B3n/@-25.31547137,-57.65591509,58.77950357a,1678.56124026d,35y,360h,ot.or/data=CigijgokCVKCD-4ZzNAEU-CXD-4ZzPAGcGgNFABwkjAldUgt-Wldo\\_AOgMKATA](https://earth.google.com/web/search/Santa+Ana,+Asunci%C3%B3n/@-25.31547137,-57.65591509,58.77950357a,1678.56124026d,35y,360h,ot.or/data=CigijgokCVKCD-4ZzNAEU-CXD-4ZzPAGcGgNFABwkjAldUgt-Wldo_AOgMKATA)
- Imas, V. (1993). *La problemática de los asentamientos espontáneos de las zonas inundables de Asunción*. Makrografic.
- Instituto Nacional de Estadística (2023). <https://www.ine.gov.py/>
- KOICA (Korea International Cooperation Agency) (2021). *Plan Maestro de Bañado Sur y el Plan Detallado del Área Costera*.
- López Bosio, C. (s.f.a). *Protección de los Bañados de Asunción. El Relleno Hidráulico vs. el Pólder*.
- López Bosio, C. (s.f.b). *Relleno Hidráulico, alternativa para el bañado norte de Asunción. Caso de estudio: Barrio Refugio. Asunción*.
- Vail, M. M. (s.f). Promoviendo el desarrollo de la Franja Costera. *Revistas científicas UNA*, 50-59.
- Municipalidad de la Ciudad de Asunción (s.f.). Catastro de la ciudad de Asunción.
- Palazon, R., Granada de Geam, A., Duarte, L., & Spiridonoff, A. (2008). *Nuevos caminos para la Franja Costera*. Asunción: Seminario Taller ASUNCIÓN HOY, 14-22.
- Pesci, R. (26 de diciembre de 1996). *La Franja Costera de Asunción*. (M. d. Fomento, Ed.) Ciudad y territorio. Estudios territoriales, XXVII (110), 685-712.
- Rojas, M.E. (2016). *Grandes Inundaciones del Paraguay*.
- USAID (2012). *Participation Environmental Impact Assessment in the United States*.