

Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la reducción del riesgo de inundación en el marco del Plan Maestro de la Franja Costera (PMFC) de Asunción



Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la reducción del riesgo de inundación en el marco del Plan Maestro de la Franja Costera (PMFC) de Asunción

Autores

Nathalie Asselman
Luisa Torres Duenas

Descargo o exclusión de responsabilidad

Debido a que el DSS es una versión beta, esto implica que los resultados presentados por la herramienta no deben interpretarse como una decisión final, sino más bien como una primera tentativa de estructurar la información disponible y el proceso de toma de decisiones en función de un conjunto de criterios y puntajes que deben verificarse en un proceso más inclusivo e interactivo en el marco del PMFC. Sus principales propósitos son ilustrar cómo podría ser la interfaz y visualización de un DSS para Asunción, ¿cómo un DSS puede apoyar la toma de decisiones en Asunción? o ¿cómo un DSS puede apoyar la discusión con respecto a los impactos positivos y negativos de los proyectos sugeridos en el PMFC?.

Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la reducción del riesgo de inundación en el marco del Plan Maestro de la Franja Costera (PMFC) de Asunción

Cliente	The World Bank
Contacto	Klaas de Groot
Referencias	Referenties
Palabras clave	DSS, Riesgo de Inundación, Tomadores de Decisión.

Control del documento

Versión	0.3
Fecha	10 de agosto de 2020
Proyecto No.	11205404-000
ID del Documento	11205404-000-ZWS-0006
Paginas	70
Estatus	Reporte Final

Autores

	Nathalie Asselman	
	Luisa Torres Duenas	
	Tiaravanni Hermawan	

Versión del documento	Autores (Authors)	Aprobado	Revisor (Reviewer)	Aprobado	Arpovador (Approver)	Aprobado
0.3	Nathalie Asselman		Ron Passchier		Gerard Blom	
	Luisa Torres Duenas					
	Tiaravanni Hermawan					

Resumen Ejecutivo

Introducción

La ciudad de Asunción está ubicada a lo largo del río Paraguay. El número de habitantes se ha quintuplicado en los últimos 40 años causando una expansión urbana descontrolada que ha llevado a que varios asentamientos humanos; tal y como la región de “Los Bañados”, estén localizados en zonas propensas a amenazas naturales tales como inundaciones. La ubicación cercana a zonas naturalmente inundables, en combinación con un uso indebido del suelo y falta de planeamiento urbano hace que estos eventos comúnmente se conviertan en desastres. Adicionalmente, se espera que el cambio climático en combinación con el desarrollo socioeconómico de la región genere un aumento del riesgo de inundación en Asunción.

Desde 1993, la Municipalidad de Asunción ha estado trabajando con diferentes partes del Gobierno nacional para desarrollar un plan con el fin de disminuir el riesgo de inundación en la capital paraguaya. Dentro de este alcance, se desarrolló el *Plan Maestro de Mejoramiento, Saneamiento y Desarrollo de la Franja Costera de Asunción* (Plan Maestro de la Franja Costera, PMFC) el cual ha sido parcialmente desarrollado. En 2016, el Plan Maestro se actualizó e integró al *Plan de Desarrollo Urbano y Ambiental de Asunción*, denominado Plan ASU Viva, el cual definió una estrategia para su efectiva implementación. La estrategia contiene tres puntos esenciales:

- 1) Abordar los aspectos sociales, promoviendo la participación activa e inclusiva de todos los actores de la comunidad;
- 2) Desarrollar criterios mínimos, metodologías de priorización y una hoja de ruta para actividades y proyectos, para así poder coordinar acciones entre las agencias estatales y la Municipalidad de Asunción con el fin de acelerar los procesos de planificación;
- 3) Estudiar la creación de un mecanismo para la gestión interinstitucional.

Para respaldar esta estrategia, el Banco Mundial solicitó a Deltares que diseñara y desarrollara un Sistema de Apoyo a la toma de Decisiones (*DSS* por sus siglas en inglés: Decision Support System) personalizado en versión beta¹ que pueda facilitar las discusiones entre los diferentes actores y respalde la toma de decisiones relacionadas con la gestión integrada del riesgo de inundaciones (tanto fluviales como pluviales considerando sus diferentes orígenes) en las áreas de interés.

Debido a que el DSS es una versión beta, esto implica que los resultados presentados por la herramienta no deben interpretarse como una decisión final, sino más bien como una primera tentativa de estructurar la información disponible y el proceso de toma de decisiones en función de un conjunto de criterios y puntajes que deben verificarse en un proceso más inclusivo e interactivo en el marco del PMFC. Este DSS contribuye a la reproducibilidad y documentación de resultados en el proceso de toma de decisiones, lo cual evita la repetición entera del proceso cuando hay cambio de equipos y en consecuencia, aumenta la transparencia de las decisiones tomadas. Los principales propósitos de la herramienta fueron ilustrar cómo podría ser la interfaz y visualización de un DSS para Asunción, ¿cómo un DSS puede apoyar la toma de decisiones en Asunción? y ¿cómo un DSS puede apoyar la discusión con respecto a los impactos positivos y negativos de los proyectos sugeridos en el PMFC?

En una fase posterior a este proyecto, la herramienta DSS debe ser mejorada para que esta pueda ser usada en un entorno interactivo con los tomadores de decisión clave, y así llegar a la selección respaldada de un conjunto de intervenciones, medidas o proyectos para reducir los riesgos de

¹ Una versión Beta contiene la mayoría de las características principales sin embargo aún no es la versión final completa. La versión Beta es lanzada con la intención de realizar pruebas y obtener una retroalimentación de los usuarios para realizar mejorías y ajustes en el sistema final.

inundación en la ciudad. Adicionalmente, los resultados de los estudios técnicos relacionados con la modelación hidráulica e hidrológica de la región, y la evaluación de los riesgos de inundación (a cargo de la consultora IH Cantabria) dan la oportunidad de mejorar la herramienta y su capacidad para apoyar la toma de decisiones por medio de la inclusión de información más precisa que ayude a cuantificar mejor los impactos de ciertas intervenciones

El sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS)

El DSS que ha sido desarrollado en este proyecto, consta de dos páginas:

- La primera página es una introducción al DSS, su contenido y el uso que se le debe dar a la información incluida en el sistema beta (incluyendo todas las exclusiones de responsabilidad);
- La segunda página permite que el usuario combine proyectos/medidas para desarrollar una estrategia (Combinación de proyectos y escenario climático). Cada medida es puntuada² con respecto a diferentes subcriterios (Tabla 1.1) de decisión y todos los resultados (individuales) son sintetizados en una tabla que se muestra en esta interfaz. Esta página permite la construcción de dos estrategias paralelas para poder realizar un ejercicio comparativo. De igual forma, esta página da acceso a 4 formas de visualización diferentes de los resultados (haciendo clic en diferentes iconos en la pantalla): Efectos en el riesgo de inundación (Página 2.1), Resultados en tabla y gráfico de radar (Página 2.2), descripción de las medidas (Página 2.3) y descripción de los subcriterios (Página 2.4).



- Efectos en el riesgo de inundación (Página 2.1): esta pantalla permite que el usuario observe el impacto de las estrategias seleccionadas (Página 2) con respecto al riesgo de inundación (cambios generados en la probabilidad de inundación debido a la implementación de una estrategia). Esta página también permite realizar modificaciones a las estrategias (selección/remoción de proyectos/medidas o cambios en los escenarios climáticos);



- Resultados en tabla y gráfico de radar (Página 2.2): esta pantalla permite que el usuario observe el impacto *total* de las estrategias seleccionadas (Página 2) con respecto a criterios generales (Tabla 1.1) de decisión con el fin de que los tomadores de decisión puedan entender las ventajas y desventajas de cada estrategia. Los resultados también están disponibles en formato de tabla. Esta página también permite realizar modificaciones a las estrategias (selección/remoción de proyectos/medidas o cambios en los escenarios climáticos);



- Descripción de las medidas (Página 2.3): esta pantalla proporciona información de los proyectos o medidas incluidos en el sistema (26 proyectos). Para cada uno de estos se proporciona una breve descripción, así como un mapa de su localización y un bosquejo indicativo de la intervención. También se proporciona un link a la plataforma AsuParticipa.



- Descripción de los subcriterios (Página 2.4): esta pantalla proporciona información acerca de la escala de puntaje y la definición de los subcriterios usados para la toma de decisiones en Asunción. Información relacionada a esta visualización se puede observar directamente en la segunda página si el cursor se pasa por alguno de los puntajes presentados en las tablas principales

² Una puntuación de proyectos fue realizada por Deltares, Ecosistema Urbano y un equipo de consultores locales. No obstante este ejercicio deberá verificarse en un proceso más inclusivo e interactivo con todas las partes involucradas en una siguiente fase del proyecto (en esta fase no fue posible debido a las restricciones impuestas por el COVID-19)

Criterios usados para la toma de decisiones

En consulta con diferentes instituciones involucradas en el proceso de toma de decisiones para la implementación de proyectos en Asunción, se definieron los siguientes criterios y subcriterios generales para calificar cada una de las intervenciones contempladas en el PMFC.

Tabla 1.1 Criterios y subcriterios incluidos en el DSS

Criterios General	Subcriterio
Política y gestión	Interés político, voluntad y compromiso
	Simplicidad de la gestión
Económico	Costos
	Reducción de riesgo de inundación
	Oportunidades económicas
	Disponibilidad de fondos
Sociales	Interés cívico, recepción o voluntad
	Reducción de personas afectadas por inundación
	Inclusión social
	Calidad de vida
Ambientales	Efectos sobre la naturaleza
Incertidumbre	Robustez
	Flexibilidad

Conclusiones de la Aplicación del DSS en Asunción

La versión beta del DSS para el PMFC fue presentada a la mesa interinstitucional y a expertos locales. En general la herramienta fue bien recibida por los participantes y todos indicaron que el DSS podría ser usado para apoyar la toma de decisiones en Asunción una vez esté lista la versión final³.

Los participantes valoraron positivamente que se muestre el efecto de una medida en varias ubicaciones a lo largo del río y que se puedan sumar los efectos de implementar varias medidas a la vez (pues podrían existir casos en los cuales una combinación de medidas aumente los riesgos de inundación en vez de disminuirlos). La Mesa Interinstitucional indicó que la herramienta tenía potencial para ser usada inclusive en el contexto nacional y no solo en Asunción y que alguna institución gubernamental debería liderar y coordinar su uso.

Los expertos locales comentaron que la herramienta logra estructurar el proceso de toma de decisión de una forma organizada e incluyendo al máximo los aspectos técnicos y científicos relevantes clave para que las partes interesadas tomen una decisión informada. Ellos comentaron que debido al cambio constante de equipos en las organizaciones gubernamentales, sería recomendable involucrar a la Academia en la actualización de la herramienta en un convenio con por ejemplo la Municipalidad de Asunción.

Recomendaciones para mejorar y desarrollar el DSS para Asunción

Basados en la retroalimentación dada por la mesa interinstitucional de trabajo y en la experiencia de Deltares en la construcción y diseño de otros sistemas de apoyo a la toma de decisiones, se realizan las siguientes recomendaciones para mejorar los resultados del DSS con base en tres aspectos:

³ La herramienta DSS nunca estará completamente lista debido a que la toma de decisiones es por naturaleza un proceso dinámico que siempre puede cambiar al igual que la lista de intervenciones o medidas incluidas en la herramienta. La toma de decisiones no es un proceso lineal, pero puede estructurarse para desentrañar sus complejidades, mejorar la transparencia de una elección y aumentar la reproducibilidad de los resultados finales.

1. *Mejorar el cálculo de los impactos de las medidas en el riesgo de inundación (Aspectos Técnicos)*
 - Utilizar los últimos resultados de IH Cantabria para actualizar la estimación de cambios en los niveles de agua del río, probabilidades de inundación (pluvial y fluvial) y efectos de cambio climático incluidos en la herramienta.
 - Incluir los mapas de amenaza y el módulo de riesgo realizado por IH Cantabria en la visualización de impactos (causados por proyectos) en el riesgo de inundación mostrado por el DSS
 - Utilizar la herramienta AST (ver Anexo D) en conjunto con información detallada técnica para cuantificar la efectividad de las medidas propuestas para disminuir la inundación pluvial en la ciudad
2. *Mejorar la funcionalidad del DSS*
 - Incorporar otros proyectos relevantes para el DSS y dar detalles acerca de su estado;
 - Mejorar la puntuación de cada subcriterio por proyecto (dando énfasis a aquellos criterios con mayor subjetividad) y la puntuación total de una estrategia con la ayuda de los diferentes actores y partes interesadas. Es importante que la puntuación de cada uno de los proyectos sea verificada en un proceso más inclusivo y participativo que el realizado para esta versión beta:
 - Que existan proyectos en la herramienta que condicionen la selección automática de otros proyectos incluidos en el DSS (En Asunción existen proyectos que se realizan en conjunto);
 - Conectar las medidas o proyectos a "objetivos" más grandes (por ejemplo, metas nacionales, metas de desarrollo sostenible, etc. ¿Tienen metas nacionales? ¿Metas de desarrollo sostenible? ¿Cómo contribuye una medida a la planeación nacional?)
3. *Mantener el DSS actualizado*
 - Encontrar una persona o equipo local responsable de actualizar el DSS con la última información técnica disponible (con conocimiento en Power BI, Excel y el Plan Maestro de la Franja Costera). Idealmente la persona o equipo debe pertenecer o estar relacionado a la institución que lidere el uso de la herramienta (Municipalidad de Asunción o Ministerio de Obras Públicas y Comunicación o Universidad en convenio con algún ente gubernamental);
 - Conectar la base de datos del DSS con bases de datos locales para que la información se actualice automáticamente (puede existir un riesgo de que si no se usan formatos iguales a los actuales, la herramienta deje de funcionar);
 - Realizar capacitaciones y talleres para el uso y desarrollo de la herramienta en el ámbito público y político (los talleres tienen que ser participativos y deben orientarse en entender cuáles son los principales objetivos de los tomadores de decisión para que el DSS pueda atender las necesidades de un proceso de selección). Adicionalmente, se debería plantear (una vez sea definido quien va a asumir la actualización de la herramienta) una serie de talleres técnicos donde haya una transferencia de conocimiento del estado actual de la herramienta (de parte de Deltares), su estructura, funcionamiento y programación para que esta pueda continuar siendo desarrollado localmente;

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	4
1 Introducción	10
1.1 Contexto	10
1.1.1 Riesgo de inundación	10
1.1.2 Antecedentes del PMFC	11
1.1.3 Modelo de Gestión para la Implementación del PMFC	11
1.2 Este proyecto	12
1.3 Este documento	13
2 Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS)	14
2.1 Introducción	14
2.2 Ejemplos de DSS's	14
2.2.1 Kit de planificación: "Darle espacio al río"	14
2.2.2 Kit de planificación del Delta del Paraná	15
2.3 DSS para el Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción	15
2.3.1 Objetivo	15
2.3.2 Diseño	15
3 Criterios usados para la toma de decisiones	20
3.1 Desarrollo de una lista preliminar	20
3.2 Discusión con las partes interesadas	22
4 Impacto de las intervenciones en el riesgo de inundación	25
4.1 Introducción	25
4.2 Impacto individual de una medida en los niveles del río Paraguay	25
4.3 Impacto conjunto (combinación de varias medidas) en los niveles de agua del río Paraguay	26
4.4 Impacto en las probabilidades de inundación	27
5 Medidas potenciales y su puntuación	31
5.1 Introducción	31
5.2 Descripción de las medidas	31
5.2.1 PMFC (AsuParticipa)	31
5.2.2 Inundación fluvial	37
5.2.3 Inundación pluvial	39
5.3 Puntuación de las medidas	43
5.3.1 Sistema de puntaje general	43
5.3.2 Ejercicio de puntuación preliminar	45
6 Aplicación del DSS	47
6.1 ¿Cómo usar el DSS?	47

6.2	Primera aplicación del DSS con partes interesadas	48
7	Conclusiones y recomendaciones	51
A	Ejemplos DSS	55
A.1	Kit de planificación: “Darle espacio al río”	55
A.2	Kit de planificación del Delta del Paraná	56
B	Listado de entrevistados para el desarrollo del DSS	59
B.1	Entrevistas individuales para subcriterios	59
B.2	Entrevistas generales con la Mesa interinstitucional de trabajo	59
B.3	Talleres de puntuación de subcriterios	60
B.4	Entrevistas con expertos técnicos locales para funcionalidad del DSS	61
C	Criterios y Subcriterios	62
D	Visión general de las medidas incluidas en la herramienta de soporte de adaptación (AST)	66

1 Introducción

1.1 Contexto

1.1.1 Riesgo de inundación

La Ciudad de Asunción se encuentra ubicada a una cota promedio de 70 msnm, limitado al norte y al oeste con el Río Paraguay. La población de su área metropolitana se ha quintuplicado en los últimos 40 años y hoy en día concentra cerca del 65 por ciento de la población urbana de Paraguay. Históricamente, la ciudad de Asunción se ha caracterizado por un desarrollo urbano desorganizado, el cual ha dado lugar al asentamiento de miles de familias en zonas de alto riesgo de inundación, tales como los Bañados de Asunción; región ubicada en el área de influencia de la franja costera de la ciudad. Dichas inundaciones devienen de fenómenos adversos relacionados directamente con las crecidas periódicas del Río Paraguay generadas por lluvias intensas, pero también por vientos fuertes, erosión de las márgenes fluviales, falta de superficie permeable para infiltración de lluvias, capacidad inadecuada de sistemas de drenaje urbano, entre otros.

Históricamente la región de los Bañados ha sido ocupada desde hace más de un siglo por comunidades vulnerables (en términos de población con acceso limitado a educación, niveles de pobreza altos, falta de acceso a mercado laboral, etc.). A pesar de ser una región que debido a su gran cercanía al Río Paraguay está constantemente expuesta a posibles inundaciones, un periodo de 16 años sin crecidas considerables (entre 1998 y 2014) generó una disminución en la percepción de riesgo de los pobladores lo cual llevó a una cuadruplicación de la población, aumentando así la vulnerabilidad y la exposición del área ante un desastre de inundación. Se estima que en la década de los 80s aproximadamente 55.000 personas fueron afectadas por inundaciones fluviales, en comparación con las cifras de 2018, las cuales registran que solo para ese año, más de 10.000 personas tuvieron que ser desplazadas a albergues temporales para atender las emergencias relacionadas con inundaciones.



Figura 1.1 Vista de Asunción, con el Bañado norte en primer plano (Foto: Fotociclo)⁴

El riesgo de inundaciones podría aumentar aún más en los próximos años. Según la segunda comunicación de Paraguay a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, para el año 2050, los niveles de lluvia aumentarían de 3 a 6⁵ por ciento debido a cambios en las condiciones climáticas, aumentando la amenaza de inundación. Asimismo, los cambios en los usos del suelo, aguas arriba del Río Paraguay, afectan cada vez más los ciclos y el volumen de agua descargado, lo cual, en combinación con el continuo aumento de la densidad poblacional y el desarrollo socioeconómico, genera que el riesgo de inundaciones esté en constante aumento en Asunción.

⁴ <https://www.asuncion.gov.py/asu-viva-municipalidad/plan-urbano-asu-viva-recibe-premio-concurso-internacionalurbanismo/attachment/04082012>

⁵ Información extraída del documento CE2 ASUNCION IDOM-REV2.pdf

1.1.2

Antecedentes del PMFC

La Municipalidad de Asunción viene trabajando desde 1993 con varias instituciones del Gobierno Nacional con el fin de acordar y concretar una solución, sostenible e integral para las más de 130.000 personas que viven en precarias condiciones y constante riesgo de inundación en las 2.000 hectáreas que ocupan los Bañados Norte y Sur, ubicados bajo la cota 64 msnm. Dicho proyecto comenzó a tomar forma con la elaboración del Plan Maestro de Mejoramiento, Saneamiento y Desarrollo de la Franja Costera de Asunción, aprobado mediante la Ordenanza Municipal de Asunción 34/96. Su ejecución, de carácter obligatorio para el gobierno municipal, ha servido como base para todos los acuerdos y proyectos que se han ejecutado en la zona de los Bañados y Costas de Asunción.

En su momento, el PMFC fue elaborado alrededor de 7 componentes o módulos:

1. Desarrollo de una Vía Costera o Avenida Costanera;
2. Relocalización de Pobladores de Zonas Inundables en Nuevos Barrios Urbanizados;
3. Consolidación, Mejoramiento y Equipamiento de Barrios de borde no Inundables;
4. Creación de Zonas de Urbanización Concertada para Desarrollos Inmobiliarios;
5. Renovación Urbana: Reversión de Grandes Equipamientos de la Costa;
6. Saneamiento Ambiental y Espacios Abiertos (naturales y rellenos); y
7. Mejoramiento Socioeconómico y Fortalecimiento del Capital Social de la Población Ribereña (Beneficiarios Directos).

En los años 1996 y 2005, respectivamente, se realizaron estudios de factibilidad técnica, urbanística, social, ambiental, económica, financiera, legal e institucional para el desarrollo integral urbano de los Bañados del Norte y Sur donde se desarrolla el PMFC. No obstante, en ninguno de los dos casos se concretó un crédito que el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) había puesto a disposición en su momento. Esto debido a la falta de un consenso entre el Gobierno Nacional y la Municipalidad sobre la creación de un mecanismo de gestión interinstitucional integrado por ambas instancias de gobierno.

A partir del 2009 y con motivo del Bicentenario, se logró ejecutar una parte del Plan: la Avenida Costanera del Centro Histórico (primera etapa), el Parque Costero del Bicentenario y la relocalización de más de 400 familias en viviendas de interés social. La ejecución de otros módulos del PMFC se encuentra hoy en día en distintas fases de desarrollo y planeamiento debido a que, en el año 2016, se actualizó el Plan Maestro y se integró a un Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de Asunción – Plan ASU Viva, el cual recoge y actualiza planes urbanos de Asunción de las últimas décadas.

Actualmente, hay más de 20 proyectos en el área de los Bañados, 15 de los cuales se encuentran publicados en la plataforma AsuParticipa⁶, desarrollada con el apoyo del Banco Mundial y GFDRR.

1.1.3

Modelo de Gestión para la Implementación del PMFC

La gestión actual se limita a instancias de coordinación interinstitucional por convenios. Los recursos humanos y financieros se encuentran dispersos en diversas instituciones y la estructura de las instituciones generalmente es poco ágil para responder a los requerimientos del PMFC con la eficacia, celeridad y transparencia requeridas. Cada institución ejecutora es vulnerable a los cambios políticos y administrativos, razón por la cual varias decisiones tienen que tomarse nuevamente debido a que no hay un buen reporte que documente cómo se tomaron las decisiones en primer lugar. Esto genera ineficiencia y repetición del trabajo.

⁶ <http://asuparticipa.cds.com.py/>

No obstante, con base en la estrategia pensada para la implementación del Plan ASU Viva, la Intendencia de Asunción está elaborando y proponiendo un Mecanismo de Gestión para la implementación efectiva del mismo. Esta estrategia comprende dos fases:

1. Implementación de los grandes proyectos urbanos;
2. Gestión integral del Plan ASU Viva, contemplando todas las estrategias, planes y proyectos que lo integran y basados en alianzas estratégicas con el Gobierno Nacional, la Municipalidad y con las principales organizaciones sociales, gremiales, empresariales, académicas y culturales del medio.

El 6 de febrero de 2019, esta estrategia fue acordada en un Memorándum de Entendimiento firmado entre el presidente de la República, el intendente de Asunción, el presidente de la Junta Municipal de Asunción, el arzobispo de Asunción y otros representantes de los poderes del Estado. Este documento reivindica la vigencia de tres puntos esenciales:

1. Abordar los aspectos sociales, promoviendo la participación activa e inclusiva de todos los actores de la comunidad;
2. Desarrollar criterios mínimos, metodologías de priorización y una hoja de ruta para actividades y proyectos, para así poder coordinar acciones entre las agencias estatales y la Municipalidad de Asunción con el fin de acelerar los procesos técnicos, urbanísticos, y financieros, a fin de que las obras se ejecuten con urgencia ante la situación acuciante de las familias que habitan los Bañados de Asunción;
3. Estudiar la creación de un mecanismo de gestión interinstitucional.

Dentro de este propósito, se acordó integrar una Mesa de Trabajo Interinstitucional en forma inmediata, la cual elevará una propuesta final a las autoridades respectivas de la Presidencia de la República y de la Municipalidad de Asunción. El Gobierno Nacional ha expresado la intención de que el Plan de Trabajo que resulte de esa mesa sea refrendado por un decreto presidencial. Con relación a los proyectos que forman parte del PMFC que ya tienen un mayor avance de desarrollo y gestión, el memorándum sugiere diseñar mecanismos de gestión conjunta entre el Gobierno Nacional y el Gobierno Municipal, para cada proyecto en forma individual.

1.2 Este proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar y desarrollar una versión beta de un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) teniendo en cuenta diferentes criterios y cuyo énfasis sea la reducción del riesgo de inundación fluvial y pluvial en las áreas de interés. La finalidad del DSS es facilitar las discusiones entre los diferentes actores y respaldar la toma de decisiones transparentes relacionadas con la ejecución o selección de proyectos dentro del PMFC.

Descargo o exclusión de responsabilidad

Debido a que el DSS es una versión beta, esto implica que los resultados presentados por la herramienta no deben interpretarse como una decisión final, sino más bien como una primera tentativa de estructurar la información disponible y el proceso de toma de decisiones en función de un conjunto de criterios y puntajes que deben verificarse en un proceso más inclusivo e interactivo en el marco del PMFC. Sus principales propósitos son ilustrar cómo podría ser la interfaz y visualización de un DSS para Asunción, ¿cómo un DSS puede apoyar la toma de decisiones en Asunción? o ¿cómo un DSS puede apoyar la discusión con respecto a los impactos positivos y negativos de los proyectos sugeridos en el PMFC?

1.3

Este documento

Este documento describe las actividades realizadas para el diseño, desarrollo y uso posterior de la versión beta personalizada para la ciudad de Asunción del sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) para el PMFC con el fin de disminuir el riesgo de inundaciones.

El capítulo 2 explica que es un DSS, da algunos ejemplos y muestra el DSS diseñado para Asunción enfocándose en el Plan Maestro de la Franja costera.

El capítulo 3 describe cuál fue el proceso llevado a cabo para definir los criterios usados para la toma de decisiones en el DSS personalizado para Asunción

El capítulo 4 describe de qué forma se cuantificó el impacto generado por distintos proyectos al riesgo de inundación en las áreas de interés.

El capítulo 5 describe las medidas o proyectos incluidos en el DSS y la forma en la que estos fueron calificados según los criterios definidos en el capítulo 3.

El capítulo 6 describe como usar el DSS y los resultados obtenidos después de un taller de aplicación con las partes relevantes interesadas.

El capítulo 7 incluye conclusiones y recomendaciones derivadas del proyecto.

2 Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS)

2.1 Introducción

Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS por sus siglas en inglés: Decision Support Systems) son programas computarizados utilizados para evaluar (calificar) elecciones, escenarios y cursos de acción en una organización, empresa o un proyecto. Un DSS analiza cantidades masivas de datos, recopilando información completa y comprensiva que se puede utilizar para resolver problemas y tomar decisiones informadas. Estos sistemas se han venido desarrollando desde hace varias décadas. Su objetivo principal era originalmente apoyar a los tomadores de decisiones. No obstante, las evaluaciones muestran que el uso real de la mayoría de los DSS no ha cumplido con estas ambiciones. Por esa razón, el objetivo principal de un DSS se ha transformado gradualmente a mejorar la participación de las partes interesadas para tomar decisiones informadas y respaldadas por la sociedad.

En este capítulo y en el Anexo A, presentamos a manera de ejemplo los paneles de visualización (Dashboards) de dos DSS desarrollados por Deltares los cuales han sido utilizados por un grupo grande y diverso de diferentes actores o tomadores de decisiones en diferentes contextos. Basados en lo anterior, finalizamos el capítulo con la descripción del diseño y funcionamiento del DSS que se desarrolló para apoyar la toma de decisiones para el Plan Maestro de la Franja Costera (PMFC) en Asunción.

2.2 Ejemplos de DSS's

En este capítulo presentamos a manera de ejemplo los paneles de visualización (Dashboards) de dos DSS desarrollados por Deltares los cuales han sido utilizados por un grupo grande y diverso de diferentes actores o tomadores de decisiones en diferentes contextos:

1. Kit de planificación: “Darle espacio al río”;
2. Kit de planificación del Delta del Paraná.

Para cada panel y DSS desarrollado, señalamos cual era el objetivo del DSS. Su funcionamiento y para qué tipo de toma de decisiones se puede usar se encuentra de forma más detallada en el Anexo A.

2.2.1 Kit de planificación: “Darle espacio al río”

El DSS desarrollado para el proyecto “Darle espacio al río” a lo largo de los principales ríos de los Países Bajos, fue realizado con el objetivo de permitir la discusión y comparación de diferentes medidas (la mayoría soluciones verdes o basadas en la naturaleza) cuyo objetivo final era la disminución de los niveles de agua en los tramos analizados. Los niveles de agua fueron un indicador para el riesgo de inundación en las zonas de estudio. El DSS fue diseñado como una plataforma Web y sus usuarios fueron gestores y formuladores de políticas públicas y otras partes interesadas (juntas de agua, sociedad civil, etc.).

En esta herramienta los usuarios podían seleccionar diferentes tipos de medidas y evaluar el impacto en los niveles de agua los cuales fueron directamente relacionados con el riesgo de inundación y posibles impactos a la naturaleza, agricultura entre otros criterios relevantes para la toma de decisiones en los Países Bajos. Los efectos de las medidas sobre los niveles de agua fueron previamente calculados con un modelo hidráulico. El DSS combina los efectos de seleccionar varias medidas (estrategia). Para más información vea el Anexo A.

2.2.2

Kit de planificación del Delta del Paraná

El DSS del Delta del Paraná facilita la evaluación integrada y la toma de decisiones enfocándose en el desarrollo sostenible del Delta del Paraná. La herramienta permite la comparación del rendimiento de diferentes intervenciones o estrategias (conjunto de medidas) y cuantifica (cuando sea posible) el impacto en los indicadores ecológicos, económicos, sociales e hidrológicos. El DSS se desarrolla en el contexto de la Planificación Adaptativa del Delta del Paraná. El sistema se basa en datos provenientes de sistemas de información geográfica, análisis de escenarios externos (cambio climático), y relaciones conceptuales entre factores clave identificados en estudios previos realizados por expertos argentinos acerca de sectores productivos, las cualidades únicas del Delta, su ecología, bienes ecológicos y servicios prestados por el Delta.

En su primer desarrollo participaron actores locales como ONGs, municipalidades, provincias, organizaciones de productores (ganaderos y producción de madera) y otras partes interesadas del Delta del Paraná en Argentina.

2.3

DSS para el Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción

2.3.1

Objetivo

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar y desarrollar una versión beta de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para el Plan Maestro de la Franja Costera (PMFC) de Asunción teniendo en cuenta los impactos económicos, sociales y ambientales de las intervenciones o proyectos, con el fin de reducir el riesgo de inundación fluvial y pluvial en la ciudad.

Debido a que el DSS es una versión beta, esto implica que este no puede ser directamente usado para la toma de decisiones en el marco del PMFC. Su único propósito por el momento es ilustrar cómo un DSS puede apoyar la toma de decisiones en Asunción, cómo un DSS puede apoyar la discusión con respecto a los impactos positivos y negativos de los proyectos sugeridos en el PMFC, y cómo podría ser la interfaz y visualización de un DSS para Asunción.

Un objetivo importante del DSS es mostrar el impacto de diferentes proyectos e intervenciones sobre el riesgo de inundación (tanto fluvial como pluvial). Sin embargo, como la decisión de ejecutar o no un proyecto no solo se basa en el impacto sobre el riesgo de inundación, también debe mostrarse el impacto de las medidas sobre otros criterios que sean relevantes para el contexto paraguayo. El beneficio adicional de esto es que un mayor número de medidas pueden ser incluidas en el DSS (es decir, aquellos proyectos que no tienen como objetivo principal reducir el riesgo de inundación).

El énfasis principal del DSS como se mencionó anteriormente es mostrar impactos sobre el riesgo de inundación debido a la implementación de proyectos o intervenciones en el sistema, razón por la cual una página en el DSS muestra un mapa que señala ubicaciones para las cuales se calculó el cambio de la probabilidad de inundación cada vez que uno o varios proyectos son seleccionados.

2.3.2

Diseño

El DSS consta de dos páginas. La primera página (Figura 2.1) es una introducción al DSS, su contenido y el uso que se le debe dar a la información incluida en la versión beta (incluyendo todas las descargas o exclusiones de responsabilidad). Esta página incluye un link (lado izquierdo) que dirige al usuario al presente reporte ( Enlace al reporte) y otro link (lado derecho) que da acceso la segunda página del DSS ( Explorar panel de visualización). En la parte inferior se encuentran instrucciones generales de como navegar por la herramienta.

Sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS)

para el Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción



El presente DSS es una versión beta. Esto implica que los resultados presentados por la herramienta no deben interpretarse como una decisión final, sino más bien como una primera tentativa de estructurar la información disponible y el proceso de toma de decisiones en función de un conjunto de criterios y puntajes que deben verificarse en un proceso más inclusivo e interactivo en el marco del PMFC.

Su propósito es ilustrar ¿cómo un DSS puede apoyar la toma de decisiones en Asunción? . ¿Cómo un DSS puede apoyar la discusión con respecto a los impactos positivos y negativos de los proyectos sugeridos en el PMFC? y dar una indicación de cómo podría ser la interfaz y visualización de un DSS para Asunción.

instrucciones generales de uso
Para selección múltiple (Ctrl + click derecho)
Para mostrar información (Click izquierdo > "Show as Table")
Para información de medidas (Click en Icono de Información)

Enlace al reporte Explorar panel de visualización

THE WORLD BANK VIVA Deltas

Figura 2.1 Primera Pantalla (pantalla introductoria) del DSS para el PMFC de Asunción v0.1

La segunda página (Figura 2.2) permite que el usuario combine proyectos/medidas para desarrollar una estrategia (Combinación de proyectos y escenario climático). En total la herramienta permite la construcción de dos⁷ estrategias en paralelo (Estrategia 1 y 2). La puntuación (ver Capítulo 5) de las medidas individuales (seleccionadas para cada estrategia) con respecto a cada uno de los subcriterios de decisión incluidos en el DSS (ver Capítulo 3) se muestra en las tablas centrales. Se asignó adicionalmente una puntuación general a nivel de estrategia para facilitar su comparación. Sin embargo, una puntuación general no es algo simple de asignar pues es un proceso participativo complejo que debería incluir a todas las partes interesadas y que debería utilizar los puntajes de las medidas individuales como información de fondo. Debido a que este ejercicio no pudo realizarse debido a las restricciones de viaje y distanciamiento social impuestas por el COVID-19, el DSS hace una primera sugerencia para la puntuación general de la estrategia, utilizando la puntuación total como un promedio de los puntajes de las medidas individuales. Esto solo da una primera indicación, sin embargo, la puntuación de las medidas individuales como se muestra en las tablas centrales sigue siendo lo más importante.

Esta página da acceso a 4 formas de visualización diferentes de los resultados (haciendo clic en diferentes iconos en la pantalla): efectos en el riesgo de inundación (Página 2.1) , resultados en tabla y gráfico de radar (Página 2.2) , descripción de las medidas (Página 2.3) y descripción de los subcriterios (Página 2.4)

⁷ En la versión beta del DSS, solo se incorporó la construcción de dos estrategias debido a la cantidad de información que debe ser presentada al usuario. Las buenas prácticas para el diseño de paneles de visualización (dashboard) indican que debe haber un límite de densidad de información presentada al usuario para evitar una “parálisis de análisis” que dificulte el uso de la herramienta. En el desarrollo final de la herramienta se puede evaluar la opción de incorporar más estrategias según las preferencias de los usuarios. <https://www.datapine.com/blog/dashboard-design-principles-and-best-practices/>



Figura 2.2 Segunda Pantalla (pantalla enfocada en *impactos** de medidas en los subcriterios relevantes para la toma de decisiones) del DSS para el PMFC de Asunción v0.1.

*La escala de colores (semáforo) mostradas en las tablas corresponde a la escala de puntuación cualitativo de los proyectos (de -2 a +2), donde el color rojo y naranja implica un efecto negativo en el subcriterio (Puntaje -2 y -1), el color amarillo un efecto neutro (puntaje 0) y los colores verdes efectos positivos (Puntaje+1 y +2). Vea la definición haciendo clic en el ícono (i) o pasando el cursor por encima de alguno de los puntajes en la tabla

**Efectos en el riesgo de inundación** (Página 2.1- ver Figura 2.3): esta pantalla permite que el usuario observe el impacto de las estrategias seleccionadas (Página 2) con respecto al riesgo de inundación. Cuando se selecciona una medida o proyecto, el DSS muestra el impacto de la medida en la probabilidad de inundación, no solo en el lugar donde se realiza la intervención, sino también en otras ubicaciones. En el Capítulo 4 describimos cómo se determinó el impacto de las medidas en el riesgo de inundación. Esta página también permite realizar modificaciones a las estrategias (selección/remoción de proyectos o medidas o cambios en los escenarios climáticos);

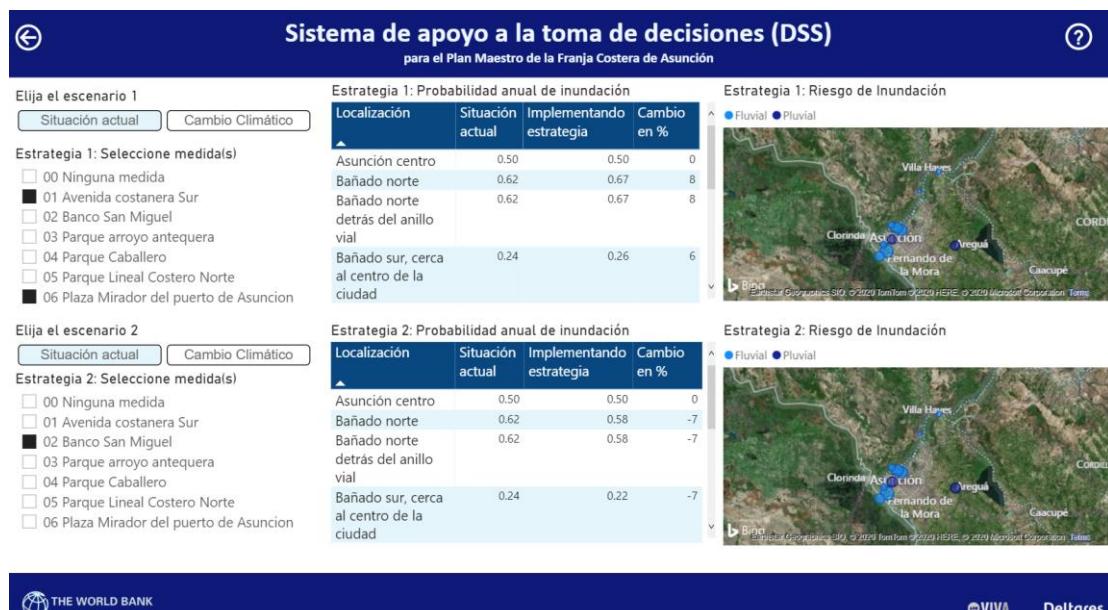


Figura 2.3 Pantalla 2.1 (pantalla enfocada en riesgo de inundación) del DSS para el PMFC de Asunción v0.1.



- **Resultados en tabla y gráfico de radar** (Página 2.2 – ver Figura 2.4): esta pantalla permite que el usuario observe el impacto *total* (promedio) de las estrategias seleccionadas (Página 2) con respecto a criterios generales (Tabla 1.1) de decisión con el fin de que los tomadores de decisión puedan entender las ventajas y desventajas de cada estrategia. Los resultados también están disponibles en formato de tabla. Esta página también permite realizar modificaciones a las estrategias (selección/remoción de proyectos/medidas o cambios en los escenarios climáticos);

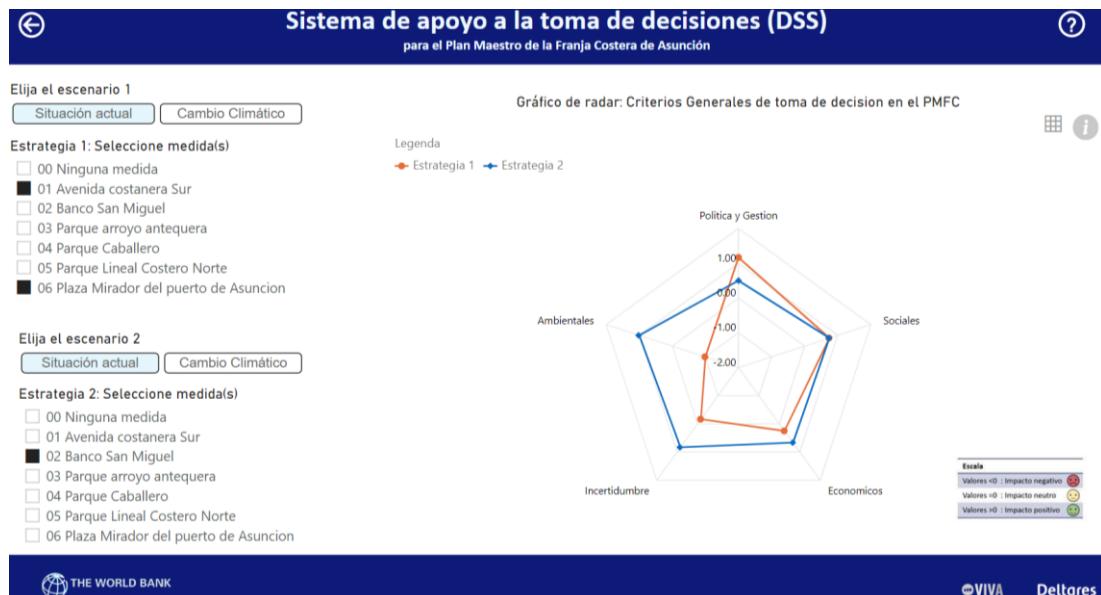


Figura 2.4 Pantalla 2.2 (pantalla enfocada en impactos de medidas en los criterios relevantes para la toma de decisiones) del DSS para el PMFC de Asunción v0.1.



- Descripción de las medidas (Página 2.3): esta pantalla proporciona información de los proyectos o medidas. Para cada uno de estos se proporciona una breve descripción, así como un mapa de su localización y un bosquejo indicativo de la intervención. También se proporciona un link a la plataforma AsuParticipa. El Capítulo 5 desarrolla con más detalle la descripción de los proyectos incluidos en el sistema



Figura 2.5 Pantalla 2.3 (pantalla enfocada en descripción de cada uno de los proyectos/medidas incluidos en el sistema) del DSS para el PMFC de Asunción v0.1.



- **Descripción de los subcriterios** (Página 2.4 – ver Figura 2.4):): esta pantalla proporciona información acerca de la escala de puntaje y la definición de los subcriterios usados para la toma de decisiones en Asunción. Información relacionada a esta visualización se puede observar directamente en la segunda página si el cursor se pasa por alguno de los puntajes presentados en las tablas principales

Sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS)

para el Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción

Escala cualitativa:
de -2 a +2

-2 efecto negativo 0 efecto neutro 2 efecto positivo

Criterios de evaluación	Definición del subcriterio
Ambientales	
Efectos sobre la naturaleza	Indica que tanto el proyecto impacta los sobre espacios naturales (Biodiversidad, calidad, cantidad de espacio natural)
Económicos	
Costos	Indica los costos de implementación en millones de Dólares (M USD)
Disponibilidad de fondos	Indica si el proyecto cuenta con medios inmediatamente disponibles para su ejecución
Oportunidades Económicas	Indica si el proyecto puede generar oportunidades económicas adicionales para la comunidad
Reducción de riesgo	Indica la disminución del riesgo de inundación debido a la implementación del proyecto
Incertidumbre	
Flexibilidad	Indica la facilidad que tiene un proyecto de ser adaptado en el futuro con el fin de hacer frente a nuevas condiciones climáticas (cantidad de espacio disponible, etc.)
Robustez	Indica que tanto el proyecto puede resistir cambios causados por el cambio climático (variedad de caudales y eventos de precipitación) sin necesidad de intervención inmediata
Política y Gestión	
Interés Político, voluntad y compromiso	Indica que tanto consenso/apoyo político existe para impulsar el proyecto

THE WORLD BANK Deltas

Figura 2.6 Pantalla 2.4 (pantalla enfocada en descripción de los subcriterios de decisión) del DSS para el PMFC de Asunción v0.1.

3 Criterios usados para la toma de decisiones

Todos los procesos de toma de decisión son diferentes, debido a esto, un sistema DSS siempre debe ser personalizado para cada situación y contexto. Esto es particularmente cierto para los criterios que deben incluirse en el DSS. En este capítulo se resumen las actividades llevadas a cabo para determinar los criterios más relevantes para la toma de decisiones en Asunción.

3.1 Desarrollo de una lista preliminar

Basados en experiencias con el desarrollo de herramientas DSS, Deltares realizó una lista preliminar de criterios que comúnmente son usados para evaluar proyectos dentro del contexto de gestión integrada de riesgos. La lista preliminar fue realizada teniendo en cuenta el concepto de desarrollo sostenible (Figura 3.1), el cual es idealmente alcanzado cuando hay un balance entre equidad social, conservación ecológica y eficiencia económica. Esto implica que al menos tienen que existir criterios sociales, ambientales y económicos en la toma de decisiones.

Junto a la empresa Ecosistema Urbano, la cual se enfoca en diseño social urbano y la cual tiene experiencia en la implementación de proyectos en Asunción, Deltares realizó una sesión de lluvia de ideas para determinar criterios que se ajustaran a estas tres categorías (sociales, ambientales y económicos). De la sesión surgieron dos categorías adicionales: criterios relacionados con incertidumbres asociadas al cambio climático en la región, y criterios relacionados con política y gestión. En total alrededor de 64 subcriterios fueron propuestos, los cuales fueron agrupados en las 5 categorías de criterios generales mencionadas anteriormente (ver Anexo C⁸).

Debido a que 64 subcriterios es un número muy alto para incorporar en un proceso de toma de decisiones que sea efectivo, el número de subcriterios se redujo teniendo en cuenta que algunos requerían de un alto nivel de información que no está enteramente disponible para toda el área de estudio o que simplemente eran muy difíciles de cuantificar o podrían tener un alto nivel de subjetividad. Al final, la lista preliminar fue reducida a 17 subcriterios, los cuales fueron presentados en entrevistas remotas a la Mesa Interinstitucional de trabajo y a diferentes actores que hacen parte de los ministerios o entidades involucradas en la toma de decisiones referentes al PMFC de Asunción con el fin de mejorar o discutir la propuesta. La lista presentada se puede ver en la Tabla 3.1, la cual contiene una descripción de cada subcriterio.

En la definición de los subcriterios se tuvo en cuenta que estos fueran lo más simple posibles, que difirieran unos de los otros para evitar doble conteo y que el número total de subcriterios no fuera muy alto para focalizar la decisión en solo aquellos aspectos realmente relevantes para la toma de decisiones. Un numero alto de subcriterios hace que el DSS de torne más complejo y menos transparente (el usuario tendría procesar una cantidad elevada de información) con el riesgo de convertirse en una caja negra que los usuarios no comprendan y por lo tanto no usen.

Idealmente en una situación sin pandemia (COVID-19), se hubiera organizado un taller participativo en Asunción de uno o dos días de duración, donde en común acuerdo todas las partes interesadas, expertos locales y el equipo de Deltares hubieran definido puntualmente cada subcriterio y

⁸ En el Anexo C se muestra la tabla completa de todos los criterios que fueron inicialmente pensados para Asunción. Esta lista puede ser consultada para una fase posterior de desarrollo.

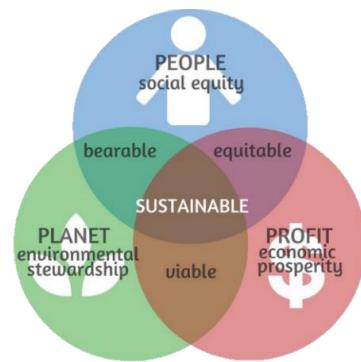


Figura 3.1 Concepto Triple-P de sostenibilidad (People, Profit and Planet). Fuente: newleaf-ilc.com

adicionalmente la forma de cuantificarlo basados en los procesos actuales de decisión e información local disponible. Un taller virtual con alto número de participantes dificulta la participación equitativa de todos los involucrados, por lo tanto se optó por reuniones virtuales individuales. No obstante, la interacción obtenida en reuniones remotas es limitada y por lo tanto para una fase de desarrollo final del DSS se recomienda hacer los talleres presenciales pues esto facilitaría el uso de la herramienta para un proceso oficial de toma de decisiones. Adicionalmente esto ayudaría a todas las partes interesadas a entender los diferentes puntos de vista entre instituciones y ayudaría a aumentar la colaboración entre las partes interesadas.

Tabla 3.1. Lista preliminar de criterios y subcriterios presentados a la Mesa Interinstitucional de trabajo del PMFC y partes interesadas

Criterios Generales	Subcriterio	Descripción o explicación
Sociales	Interés cívico, recepción o voluntad	Indica si existe apoyo o rechazo existe frente a un proyecto o medida determinada por parte de la sociedad civil
	Complejidad social	Indica si el proyecto incluye procesos participativos activos que incluyan a la sociedad civil en la fase de diseño, planeación y ejecución para atender sus necesidades.
	Reducción de efectos intangibles personales causados por inundación (estrés, pérdida de pertenencias, etc.)	Indica si existe reducción en las pérdidas o impactos personales relacionados con desastres de inundación debido a la implementación del proyecto. Esto puede ser expresado en: <ul style="list-style-type: none"> • Número anual esperado de víctimas (caso este sea el caso en Asunción) • Número anual previsto de personas afectadas • Número de personas afectadas por un evento de determinada frecuencia (1:10 o 1:100 años)
	Inclusión social	Indica si hay incorporación de personas o comunidades más vulnerables en el proyecto y si esta medida mejora las condiciones de esta parte de la población.
	Calidad de vida	Indica si hay mejoría en la calidad de vida de las personas en Asunción debido a la implementación del proyecto. La calidad de vida puede ser medida en diferentes aspectos tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Mejoría en la seguridad del área • Mayor acceso a servicios públicos, educación, etc. • Mayor acceso a áreas de recreación.
Ambientales	Efectos sobre la naturaleza	Indica los efectos de un proyecto sobre la naturaleza. Esto puede ser expresado en términos de reducción de la calidad del paisaje, detrimento de área natural para urbanización, interrupción de ecosistemas, etc.
	Residuos y contaminación	Indica si el proyecto disminuye los residuos sólidos y la contaminación del ambiente
	Movilidad sostenible	Indica si el proyecto contribuye a una movilidad sostenible en Asunción. El criterio se puede cuantificar por medio del número de kilómetros de carriles dedicados exclusivamente al transporte público o peatonal cada cierto número de habitantes, kilómetros de ciclovías, senderos, proximidad a redes de transporte, etc.
Económicos	Costos	Indica los costos del proyecto. Los costos pueden ser de implementación, pero también pueden incluir costos de operación y mantenimiento
	Reducción del riesgo (económico) de inundación	Indica la reducción de los daños anuales previstos (en millones de dólares, valor presente, por año) generados por inundaciones;
	Oportunidades económicas	Indica si el proyecto genera oportunidades adicionales de trabajos o actividad económica en el área
	Fondos	Indica si el proyecto tiene fondos disponibles para su implementación (aprobados en presupuestos, por ejemplo). Este criterio podría también evaluar si el modelo de financiación escogido para el proyecto es sostenible o no
Incertidumbre	Robustez	Indica que tan resistente o robusto es el proyecto para soportar eventos naturales extremos asociados con el cambio climático
	Flexibilidad	Indica que tan flexible es el proyecto para realizar modificaciones con el fin de adaptarse al cambio climático una vez este haya sido ejecutado. Esto depende del espacio disponible y la complejidad de las obras necesarias para realizar alteraciones en la propuesta inicial.
Política y gestión	Interés político	Indica si existe consenso entre las partes políticas interesadas (instituciones) para apoyar o abanderar la ejecución de un proyecto
	Simplicidad de la gestión	Indica la simplicidad para ejecutar el proyecto en términos de capacidad institucional, colaboración entre entidades, disponibilidad de terrenos, duración de la implementación, estructura de gestión, etc.
Otros	Covid-19	Indica si el proyecto podría ser afectado por la pandemia

3.2

Discusión con las partes interesadas

Discutimos la propuesta inicial de los criterios relevantes para la toma de decisiones en Asunción (ver Tabla 3.1) con la Mesa Interinstitucional de trabajo y en entrevistas individuales con miembros (ver lista detallada en el Anexo B) de las siguientes instituciones:

- Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH)
- Unidad Técnica del Gabinete Social (UTGS)
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)
- Secretaría Técnica de Planificación del desarrollo económico (STP)
- Ministerio de Hacienda (MH)
- Municipalidad de Asunción (MCA)
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)

El objetivo de estas reuniones era: determinar si todos los criterios y subcriterios eran relevantes, revisar si había algún subcriterio faltando en la lista, y discutir la importancia relativa y los pesos de las diferentes categorías (5) de criterios.

Las reuniones

La primera reunión realizada fue junto a la Mesa interinstitucional de trabajo. En esta reunión se dio una explicación detallada a todos los asistentes de que es un DSS, porque y para qué es necesaria la definición de criterios que ayuden a evaluar los objetivos del PMFC de Asunción y algunos ejemplos para que los participantes pudieran reflexionar y comentar acerca de cuáles son los aspectos determinantes para la ejecución de un proyecto en Asunción. La Tabla 3.1 se compartió y los participantes realizaron comentarios generales acerca de los criterios propuestos, incluyendo el hecho de que parte de la región de los Bañados se sustenta a partir de actividades de reciclaje y que por lo tanto un subcriterio de disminución de residuos para esta región podría ser parcialmente perjudicial en el sentido de que es el sustento económico de varias familias. También se resaltó el hecho de que en Asunción casi no hay fatalidades causadas directamente por inundaciones, pero que si hay bastantes familias afectadas y desplazadas por estos eventos. De igual manera, se comentó que el dinero asociado a disminuir los daños por inundación está enfocado en la atención de la emergencia (albergues, evacuación, etc.), pero no en mitigación o reconstrucción, y que por lo tanto daños materiales en propiedades privadas no son cuantificados ni reportados como pérdidas (este trabajo será realizado por la consultora IH Cantabria como parte del PMFC).

Debido a que la reunión fue un webinario que dificultaba la participación activa de todos los miembros de la mesa, se decidió hacer entrevistas individuales con cada una de las partes interesadas para obtener información detallada acerca de todos los criterios propuestos. Se organizaron sesiones de 2.5 horas con los actores clave donde se cumplieron los objetivos descritos planteados inicialmente. La Tabla 3.2 resume las apreciaciones generales dadas por el grupo de 7 instituciones con las cuales se tuvo una entrevista.

Tabla 3.2 Resumen de los resultados obtenidos en las entrevistas individuales con miembros de diferentes entidades gubernamentales en Asunción.

Criterios Generales	Subcriterio	Percepción general**	Notas- Aclaraciones
Sociales	Interés cívico, recepción o voluntad	+?	Podría ser relevante, pero habría que definir el interés de qué grupo ¿Cómo determinarlo? ¿Entrevistas, etc.?
	Complejidad social	-?	La participación de las partes interesadas es importante para asegurarse de que el proyecto satisfaga las necesidades de las personas. Sin embargo, muchas preguntas sobre a quién involucrar y cómo involucrarlas. ¿Más bien un requisito de proyecto que criterio de decisión?
	Reducción de efectos intangibles personales causados por inundación	+	Para este criterio sería útil usar el número anual de familias afectadas. Las fatalidades por inundación son muy raras.
	Inclusión social	+	Los institutos valoran este criterio de manera diferente. Aparentemente hay mucho debate en Asunción sobre por qué se debe invertir dinero en proyectos que sean beneficiosos para las personas que contribuyen de forma menor a la economía de la región

Criterios Generales	Subcriterio	Percepción general**	Notas- Aclaraciones
	Calidad de vida	+?	Los actores tienen diferentes opiniones. Algunos encuentran criterios importantes para el acceso a los servicios sociales, la salud y la seguridad. Otros piensan que esto está más relacionado con los requisitos del proyecto.
Ambientales	Efectos sobre la naturaleza	+	Todo el mundo encuentra esto importante. El significado exacto difiere: No. de espacios verdes públicos, No. de especies, calidad del agua, etc. Podría ser bueno diferenciar entre la naturaleza relacionada con las zonas públicas y el río. Sugerencia, hablar con ONGs ambientales que alguna vez han causado retrasos o cancelación de proyectos.
	Residuos y contaminación	- / -?	Los representantes mencionan que el reciclaje de residuos es una importante fuente de ingresos para las personas de los Bañados. También piensan que este criterio podría tener valores similares para todos los proyectos
	Movilidad sostenible	+?	Algunas personas relacionan esto con el espacio para bicicletas / peatones, reducción del uso de combustible fósil, pero la mayoría de los representantes subrayan la importancia de las distancias cortas al trabajo, o los servicios sociales. En ese caso debería ser parte del subcriterio de calidad de vida
Económicos	Costos	+	Los costos de mantenimiento a menudo no se tienen en cuenta para la ejecución del proyecto. Comentan que sería bueno incluir esto, pero no toda la información está disponible
	Reducción del riesgo (económico) de inundación	+	No hay herramientas para calcular esto. A menudo los daños son limitados a los costos de evacuación y reasentamiento temporal.
	Oportunidades económicas	+? / +	Muchas personas piensan que esto es relevante, ya que puede hacer que un proyecto sea rentable, pero también piensan que esto es difícil de determinar y depende también de otros aspectos (como la sensación de seguridad, etc.)
	Fondos	+	Los actores comentan que financiación autosostenible y la participación del sector privado son beneficiosos para la ejecución de un proyecto.
Incertidumbre	Robustez	-?	La mayoría de los representantes considera esto como un requisito de proyecto, en lugar de un criterio de toma de decisión.
	Flexibilidad	-?	La mayoría de los representantes considera esto como un requisito de proyecto, en lugar de un criterio de toma de decisión.
Política y gestión	Interés Político	+ / ++	Consenso e interés político son esenciales para poner en marcha el proyecto. Algunas personas mencionaron específicamente el gobierno nacional.
	Simplicidad de la gestión	+	La duración del proyecto puede ser un riesgo debido al cambio de equipos en las instituciones por el período electoral. También se mencionó la capacidad institucional como determinante para ejecutar un proyecto

**La convención de símbolos indica lo siguiente para los subcriterios: ++ es muy relevante, + es relevante, +? podría ser relevante, -? probablemente no sea relevante, - no es relevante. Los colores también muestran la relevancia: los colores verdes son positivos, los colores naranja y rojo indican una percepción negativa.

Según los comentarios dados por cada instituto, se decidió que de la lista inicial presentada se removerían los subcriterios de complejidad social, residuos y contaminación y movilidad sostenible debido a que generaron opiniones opuestas, son difíciles de cuantificar o tal vez no se aplican generalmente para todos los tipos de proyectos que están siendo incluidos en el PMFC. Contrario a la opinión de varios de los entrevistados, se decidió mantener los dos criterios de incertidumbre debido a que estos son conceptos que están siendo internacionalmente adoptados para promover ciudades resilientes con capacidad de adaptación al cambio climático. Consecuentemente, cualquier plan maestro debería incluir estos conceptos para garantizar que las inversiones realizadas puedan soportar futuras variaciones generadas por cambios climáticos.

En cuanto a los pesos asignados durante el taller a cada una de las 5 categorías planteadas, los entrevistados estuvieron de acuerdo en que, a la hora de tomar una decisión en Asunción, los criterios políticos y de gestión son los que más pesan, seguidos por los criterios económicos los cuales pueden llegar a tener la misma importancia. Los entrevistados comentaron que los criterios ambientales han recibido poca atención en la toma de decisiones, no obstante, expresaron que se ha aumentado la concientización de que la parte ambiental es un aspecto importante y que este

puede dar un valor agregado significativo a la ciudad de Asunción, razón por la cual comentaron que estos criterios deberían recibir un peso igual o inclusive mayor a otros criterios de decisión.

Debido a que la función de un DSS es brindar la información más relevante de una forma transparente y estructurada para que los tomadores de decisión puedan realizar elecciones informadas que sean reproducibles, la configuración inicial del DSS no asignara pesos a cada uno de los criterios de decisión. El DSS colectara y presentara toda la información técnica, pero los usuarios (tomadores de decisión) liderarán la asignación de pesos para llegar a una serie de intervenciones que se adapten mejor a sus objetivos.

4 Impacto de las intervenciones en el riesgo de inundación

4.1 Introducción

Este DSS muestra cómo las diferentes medidas puntúan en una serie de criterios, como el interés político, los costos y los efectos ambientales (ver detalles en capítulo 5). Sin embargo, también muestra cómo estas intervenciones pueden afectar el riesgo de inundación. Por ejemplo, si se eleva parte de la llanura de inundación, esto reducirá el espacio disponible para el cauce, lo cual conlleva a una diminución de la capacidad de descarga del río y en consecuencia un aumento de los niveles de agua.

La elevación de parte de la llanura de inundación reducirá el riesgo de inundación localmente (el área elevada se inundará con menor frecuencia), pero debido al aumento generado en los niveles de agua, otras ubicaciones a lo largo del río pueden inundarse con mayor frecuencia o con mayor intensidad (profundidades mayores de inundación) aumentando la exposición al riesgo de estas áreas.

En este capítulo explicamos cómo estimamos el impacto de las posibles medidas en los niveles de agua y en la probabilidad de inundación de diferentes lugares a lo largo del río Paraguay (no solo en Asunción, sino también aguas arriba de la ciudad).

4.2 Impacto individual de una medida en los niveles del río Paraguay

Normalmente construimos un modelo hidráulico de dos dimensiones (2D) para obtener mejores aproximaciones del impacto de intervenciones en los niveles de agua. Tal modelo está siendo desarrollado (por la consultora IH Cantabria) en un proyecto paralelo para el PMFC. Desafortunadamente, los resultados del modelo no estuvieron disponibles a tiempo para su uso en este proyecto (el desarrollo de un DSS). Por tal razón, se desarrolló una herramienta en Excel como alternativa para estimar los cambios en los niveles de agua generados por la ejecución de una intervención.

Los cálculos de las profundidades de equilibrio se utilizaron para estimar los cambios en los niveles de agua generados por diversas medidas. Asumiendo que existe una descarga constante, se calcula el efecto en el nivel del agua en una sección transversal. Debido a esto, las medidas se describen en términos de cambios generados en la sección transversal del río (tanto en las dimensiones como en la rugosidad del lecho). El efecto sobre el nivel del agua se determina mediante un cálculo de equilibrio (fórmula de Chézy), que suele dar una buena aproximación a la solución exacta dentro de ciertos límites. El efecto en los niveles del río aguas arriba de la medida se calculan usando el método de la media longitud el cual está basado en la función de Bresse para curvas de remanso. La función de Bresse calcula cómo disminuye gradualmente el cambio en el nivel del agua en la dirección aguas arriba.

Para este proyecto se estimaron los impactos en los niveles de agua en 3 ubicaciones:

1. En la zona del Bañado Sur
2. En la zona del Bañado Norte
3. Y a unos 15 a 20 km al norte del centro de Asunción.

El impacto de los cambios en la sección transversal del río depende mucho de la pendiente del río. Utilizamos información publicada en dos documentos para estimar la pendiente:

- LH-Info PAR LHA-01-165-97 - Parana-EzeizaV - Dic-1997; y
- RESUMEN FINAL DE LA CONSULTORA-ABT-97.

La Tabla 4.1 muestra las cifras del documento “RESUMEN FINAL DE LA CONSULTORA-ABT-97”, el cual hace referencia a la sección del río Paraguay entre Asunción y la confluencia con el río Paraná. La tabla muestra que, en promedio, el río Paraguay tiene una pendiente muy suave. En la herramienta Excel utilizamos un valor de 3 cm por km. Este valor también se menciona en el documento “RESUMEN FINAL DE LA CONSULTORA-ABT-97”.

Tabla 4.1 Pendientes en el tramo entre Asunción y Paraná (RESUMEN FINAL DE LA CONSULTORA-ABT-97)

Tramo	Pendiente (cm/km)
km 0 al km 89	2.38
km 89 al km 230	1.54
km 230 al km 340	2.67
km 340 al km 351	6.72
km 351 al km 390	3.28

En realidad, el efecto en el nivel del agua cuando se implemente una medida será menor al calculado por la herramienta DSS. Esto se debe a que la reducción máxima se desarrolla siguiendo una curva de remanso. Para ríos con una pendiente muy pequeña, como el río Paraguay, esto significa que para lograr el efecto máximo en los niveles de agua, una intervención debe realizarse a lo largo de gran distancia. Debido a que muchas medidas en Asunción tienen una longitud limitada, esto implica que los efectos calculados con la fórmula de Chézy se han sobreestimado. Estimamos que las medidas deben tomarse en una extensión de aproximadamente 100 km antes de que alcancen su máximo efecto, por lo tanto para obtener una primera indicación, aplicamos el 25% del efecto máximo. No obstante, estos números deberán ser remplazados con resultados provenientes de un modelo hidrodinámico⁹ (calibrado) que estime con mayor precisión los cambios generados en los niveles de agua por intervenciones realizadas en el sistema.

Un segundo problema con la aplicación de la fórmula de Chézy es que es no es aplicable para flujo gradualmente variado donde existan efectos de remanso. Los niveles de agua del río medidos en Asunción y la relación nivel-caudal (también llamada curva de calibración) señalan que aguas abajo de la estación de aforo en Asunción existe una contracción cuello de botella que eleva los niveles de agua en el río. En ese caso, se habla de efectos de remanso y la fórmula de Chézy utilizada en realidad no es válida. No obstante dadas las limitaciones del proyecto (falta del modelo hidráulico), en el momento no es posible hacer una mejor estimación de los efectos en el nivel del agua.

4.3 Impacto conjunto (combinación de varias medidas) en los niveles de agua del río Paraguay

En el DSS es posible seleccionar más de 1 medida para crear una estrategia. El efecto combinado de las medidas se obtiene al sumar los efectos individuales. Explicaremos esto usando un ejemplo (ver también los valores teóricos en la Tabla 4.2).

Ejemplo

1. Si se elevan parte de los terrenos de humedales del Bañado Sur, esto puede aumentar los niveles de agua cerca del Bañado Sur en aproximadamente 0.2 m (ver Tabla 4.2) y

⁹ Los modelos realizados por IH Cantabria podrían ser usados para actualizar las estimaciones realizadas por la herramienta

- cerca del Bañado norte, el impacto habrá disminuido a unos 0,15 m. Y al norte de Asunción, el impacto probablemente será de unos 0,05 m;
2. La elevación de parte de las llanuras de inundación del Bañado Norte no tendrá efecto cerca del Bañado Sur, pero si tendrá un efecto cerca del Bañado Norte y aguas arriba de esta región;
 3. La excavación de un canal lateral reducirá los niveles de agua. En la Tabla 4.2 se asume que la reducción máxima será de 0.1 m.

Para determinar el efecto total de estas tres medidas (teóricas), se suma el efecto en cada ubicación.

Tabla 4.2 Impacto en el nivel del agua de una combinación de medidas ficticias

	elevar parte del Bañado Sur	elevar parte del Bañado Norte	excavar un canal frente a Bañado Sur	efecto combinado total
Sur (Bañado sur)	0.2	0	-0.1	0.1
Central (Bañado norte)	0.15	0.10	-0.08	0.17
Norte (al norte de Asunción)	0.06	0.04	-0.03	0.07

4.4 Impacto en las probabilidades de inundación

Se definieron 8 ubicaciones a lo largo del río Paraguay para las cuales se calcularon los cambios en la probabilidad de inundación y, por lo tanto, en el riesgo de inundación. Según el mapa de la Figura 4.1 seleccionamos áreas que 1) pueden inundarse y 2) debido a su exposición pueden experimentar grandes daños. Las ubicaciones seleccionadas se mencionan en la Tabla 4.3 y se muestran en la Figura 4.2. La tabla también indica a qué zonas de la región pertenecen los niveles de agua calculados (sur, centro o norte).

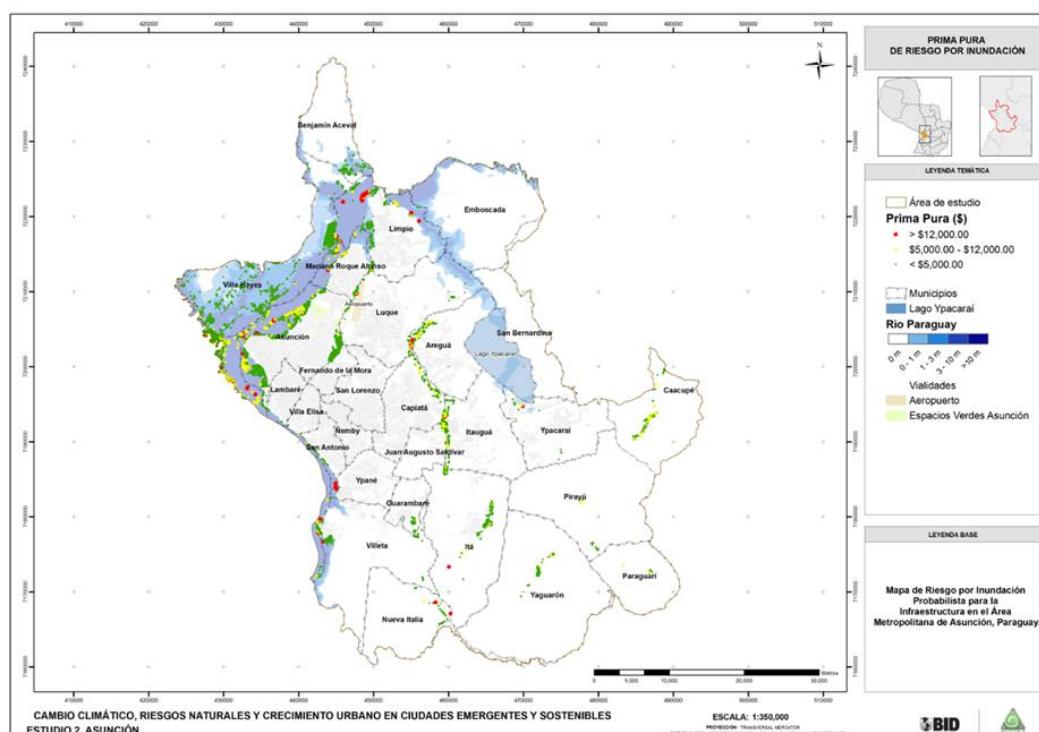


Figura 4.1 Zonas inundables y con daños.

Tabla 4.3 Ubicaciones seleccionadas a lo largo del río Paraguay

No.	Nombre	zonas	Probabilidad actual de inundación estimada (año ⁻¹)
1	Bañado sur, Cerca al centro de la ciudad	Sur	0.24
2	Bañado sur, otras áreas	Sur	0.80
3	Pilcomayo	Sur	0.53
4	Bañado norte	Centro	0.62
5	Bañado norte detrás del anillo vial	Centro	0.62
6	Chaco'i Sub-Urbano	Centro	0.28
7	Remansito	Norte	0.00
8	Pequeña zona del área Piquete Kue San Francisco, Limpio	Norte	0.10

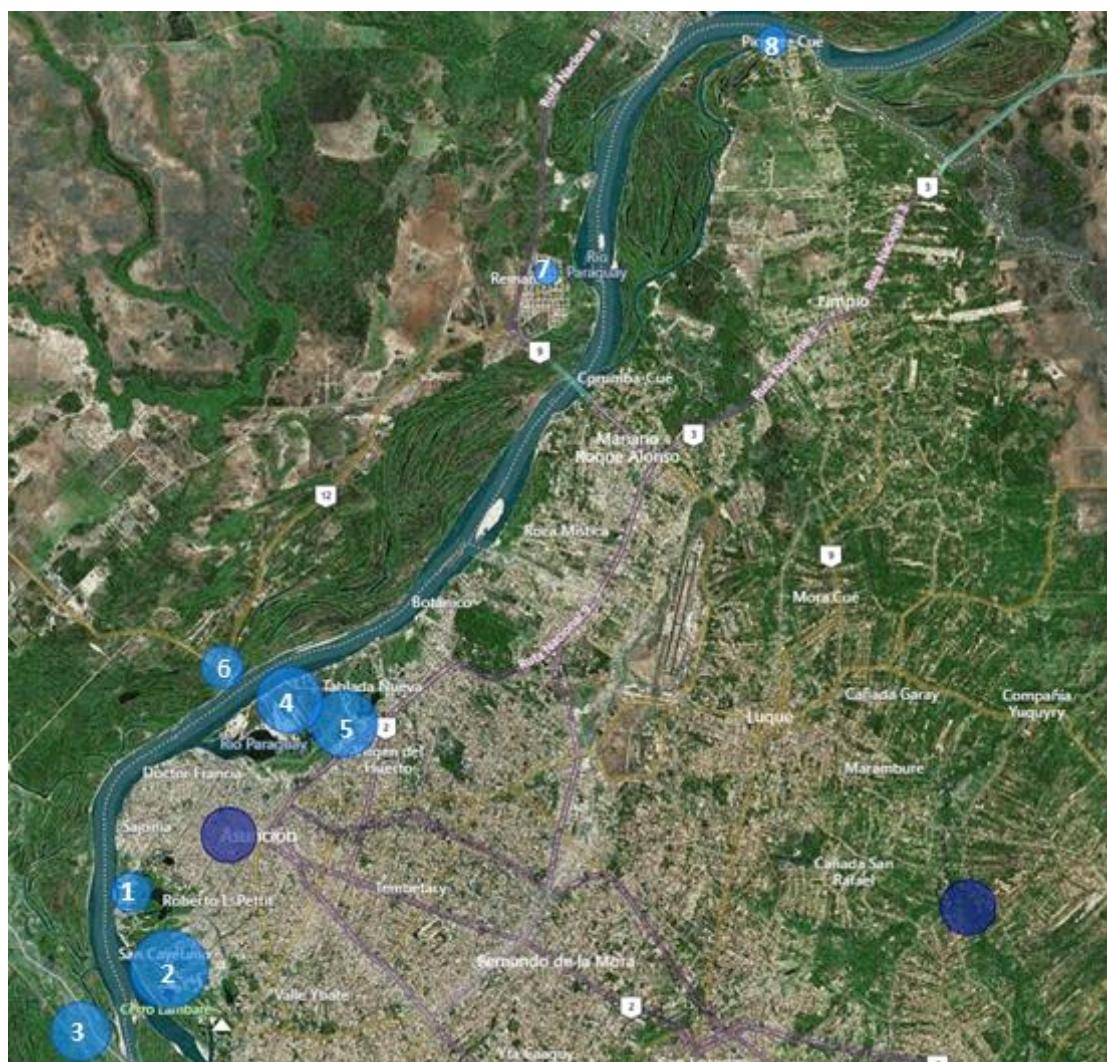


Figura 4.2 Ubicación de las áreas seleccionadas

Las probabilidades de inundación se estimaron utilizando la elevación de cada ubicación (derivada de floodmap.net) e información sobre la probabilidad de excedencia de descargas y los niveles de agua medidos en Asunción (ver Tabla 4.4). Por ejemplo, si un área tiene una elevación de 64 msnm, la probabilidad de inundación se estimó en aproximadamente 1: 1000 por año (también

denominado ‘período de retorno’¹⁰). Caso los niveles de agua en el río aumentaran unos 30 cm, la misma área se inundaría durante una inundación de 1: 500 años. En las condiciones actuales, un evento de inundación de 500 años corresponde a una descarga de aproximadamente 14,000 m³/s, y un nivel de agua de aproximadamente 63.8 m. Después de la implementación de medidas que causen un aumento de 30 cm en los niveles de agua, la misma descarga de 14,000 m³/s daría como resultado niveles de agua de aproximadamente $63.8 + 0.3 = 64.1$ m.s.n.m. Esto significa que las áreas que ahora solo se inundan con un promedio de una vez cada 1000 años, se inundarán una vez cada 500 años.

El cambio en la probabilidad de inundación no es constante. Para áreas relativamente altas, un aumento de 0.3 m en los niveles de agua puede resultar en una probabilidad de inundación dos veces mayor. Para áreas más bajas, la diferencia será menor. Dadas todas las incertidumbres en la determinación de los efectos del nivel del agua y la elevación real, decidimos aplicar un valor promedio. Según la relación que aplicamos en el DSS, un aumento de 0.3 m en el nivel del agua aumentará la probabilidad de inundación 1.5 veces.

Tabla 4.4 Período de Retorno de descargas y cotas de agua en Asunción (obtenido de RESUMEN FINAL DE LA CONSULTORA-ABT-97)

Período de Retorno en años	Descarga (m ³ /s)	Cota de Agua (metros)
2.33	5065.38	59.482
5	6553.96	60.586
10	7740.86	61.29
25	9240.51	62.03
50	10353.04	62.512
100	11457.36	62.942
500	14009.26	63.806
1000	15106.36	64.13

Adicionalmente, se encontró que existe un objetivo relacionado al periodo de retorno de inundaciones fluviales del río Paraguay. Según el PMFC, La cota de seguridad (estándar mínimo de protección contra inundaciones fluviales) es de 64 m.s.n.m (lo cual equivale a un periodo de retorno entre 500 y 1000 años de acuerdo a la Tabla 4.4). Para inundación pluvial, no se encontró como tal un estándar general específico que deba ser seguido para la selección de un periodo de retorno mínimo para el diseño de obras de drenaje, esta elección está asociada a los costos, espacio disponible, la vida útil de la obra (>50 años para autopistas y rutas primarias, >30 años para colectores locales y >10 años para vías en desarrollo), la probabilidad de falla de la estructura durante su vida útil, entre otros factores.

Para las medidas propuestas para inundación pluvial, se estimó (como primera indicación) la probabilidad actual (promedio) de inundación pluvial (en el centro de Asunción) como 0.5 (periodo de retorno de 2 años¹¹), este valor podría ser actualizado cuando un modelo hidrológico de la región esté disponible (Estudio IH Cantabria) . Debido a que para establecer el efecto en la probabilidad de inundación de las medidas de protección propuestas (vea sección 5.2.3) es necesario tener información detallada, se asumieron coeficientes fijos de disminución en la probabilidad para ciertas

¹⁰ El periodo de retorno es una representación usada para representar la probabilidad de ocurrencia de un evento en un periodo determinado. Por ejemplo, un periodo de retorno de 50 años corresponde a una probabilidad de excedencia de 1:50 = 0.02 o 2% para un año cualquiera (la probabilidad de excedencia del evento para cada año será del 2%).

¹¹ Esta información fue determinada por datos publicados en el documento “IDOM_Gestión Inundaciones_plan de acción ICES_V2.docx” los cuales mencionan arroyos (Arroyo Salada en la Ruta Luque – San Bernardino y arroyo Nu Guazú) que colectan aguas pluviales

medidas las cuales variaron de 20% a 5%¹² dependiendo del tipo de intervención realizada. Por ejemplo, se asumió que mejorar el sistema de drenaje disminuiría en 20% la probabilidad de inundación, pero soluciones locales como una plaza de agua solo disminuirían la probabilidad en 5%. Una vez se tenga un modelo de inundación urbano y diseños un poco más detallados de las medidas (área, ubicación y características técnicas), la efectividad de las medidas podría ser actualizada en la herramienta. Para realizar un diseño que permita la evaluación de la efectividad de las medidas se necesitan al menos los siguientes datos:

- Ubicación de la medida y área (esto necesita conocimiento local para poder identificar lugares con potencial de intervención);
- Tipo del suelo en cada lugar a ser intervenido: se necesitan valores de conductividad hidráulica y tasa de infiltración del suelo. Suelos en los cuales estar propiedades tengan valores altos, permiten un mayor almacenamiento de aguas lluvias. Lugares donde estos valores sean bajos pueden ser alterados (reemplazar parte del suelo por arena y combinar con drenaje subterráneo) para aumentar su capacidad;
- Profundidad del agua subterránea (niveles superficiales de agua subterránea limitan la capacidad de almacenamiento de la capa de suelo insaturado en áreas verdes y causan inestabilidad de los cimientos debajo de las carreteras / edificios. Cuanto más profunda se encuentre el agua subterránea, mejor se puede implementar soluciones verdes o basadas en la naturaleza o sistemas de drenaje sostenibles que dependan de la tasa de infiltración. En el caso de niveles freáticos poco profundos, aún se puede aplicar este tipo de soluciones si se combinan con un sistema de drenaje de aguas subterráneas);
- Uso del suelo: La aplicación de soluciones alternativas (verdes) para la disminución de inundaciones pluviales (vea sección 5.2.3) requiere espacio. En áreas verdes, estas pueden implementarse fácilmente En paisajes urbanos y plazas, se dispone de menos espacio y la aplicabilidad depende de la situación local. Medidas subterráneas como cajas de infiltración y pavimentos porosos pueden ser una alternativa en lugares densamente urbanizados;
- Pendiente del suelo: Las áreas planas son más aptas para el almacenamiento y retención de aguas lluvias. En áreas inclinadas (> 5%) esto aún se puede lograr aplicando estructuras en cascada;
- Espacio disponible en el subsuelo: La presencia de cables y tuberías, raíces de árboles y otras estructuras subterráneas limitan la aplicabilidad de algunas soluciones verdes o basadas en la naturaleza, especialmente en calles estrechas, esto puede ser un factor limitante.

Una vez se tenga esta información en combinación con la información hidrológica, se puede usar en una primera fase de diseño la herramienta de soporte de adaptación (AST) (vea Anexo D). Esta herramienta permite obtener una estimación de la efectividad y costos de medidas para disminuir la inundación pluvial así como otro tipo de amenazas. Debido a que esto en si puede ser un proyecto entero por sí mismo, salía del alcance del presente proyecto. No obstante puede ser considerado como una actividad para una siguiente fase de desarrollo de la herramienta DSS.

¹² Estos valores de efectividad relativamente bajos se escogieron debido a la magnitud de las inundaciones pluviales en Asunción (ver Figura 5.22).

5 Medidas potenciales y su puntuación

En este capítulo describimos brevemente las 26 medidas que fueron incluidas en el DSS y sus impactos en los niveles del río.

5.1 Introducción

Las medidas que se incluyen en la versión beta del DSS tienen diferentes objetivos:

- El primer conjunto de medidas consta de los proyectos incluidos en el PMFC. Algunas de las medidas no tienen como objetivo reducir el riesgo de inundación, pero a menudo tienen otros objetivos, como mejorar la infraestructura en Asunción;
- Deltares propuso un segundo grupo de medidas con el objetivo de reducir el riesgo de inundación fluvial (es decir, el riesgo de inundación relacionado con las crecidas del río Paraguay). Las medidas propuestas no se han discutido con las partes interesadas y, por lo tanto, solo pueden verse como ejemplos de diferentes tipos de intervenciones que podrían implementarse para reducir el riesgo de inundación fluvial;
- El tercer grupo de medidas tiene como objetivo la reducción de las inundaciones pluviales. Estas medidas también se incluyeron para dar ejemplos de intervenciones que podrían considerarse en Asunción para reducir el efecto de la precipitación local y las inundaciones urbanas.

Cada medida se evaluó utilizando los criterios de decisión que se muestran en el capítulo 3 y que se repiten en la sección 5.3 de este documento. Debido a la falta de datos provenientes de modelos hidráulicos o informes detallados, las calificaciones se basan en el juicio de expertos y reglas generales. Las puntuaciones se pueden mejorar en una etapa posterior, cuando los resultados de modelos de amenaza y riesgo de inundación estén disponibles.

Deltares fue principalmente responsable de estimar el impacto en la amenaza de inundación pluvial y fluvial. La calificación de los otros criterios se realizó en estrecha cooperación con Ecosistema Urbano, el Banco Mundial y la colaboración de varias entidades gubernamentales de Asunción incluyendo a la Mesa Interinstitucional de trabajo del PMFC.

5.2 Descripción de las medidas

A continuación se describen brevemente todas las intervenciones incluidas en el DSS.

5.2.1 PMFC (AsuParticipa)

El PMFC consta de 15 medidas, que se muestran en el mapa de la Figura 5.1. El sitio web <http://asuparticipa.cds.com.py> proporciona información más detallada sobre las medidas. En este reporte solo damos una breve descripción, con un enfoque en los aspectos que pueden afectar el riesgo de inundación en el área de interés.

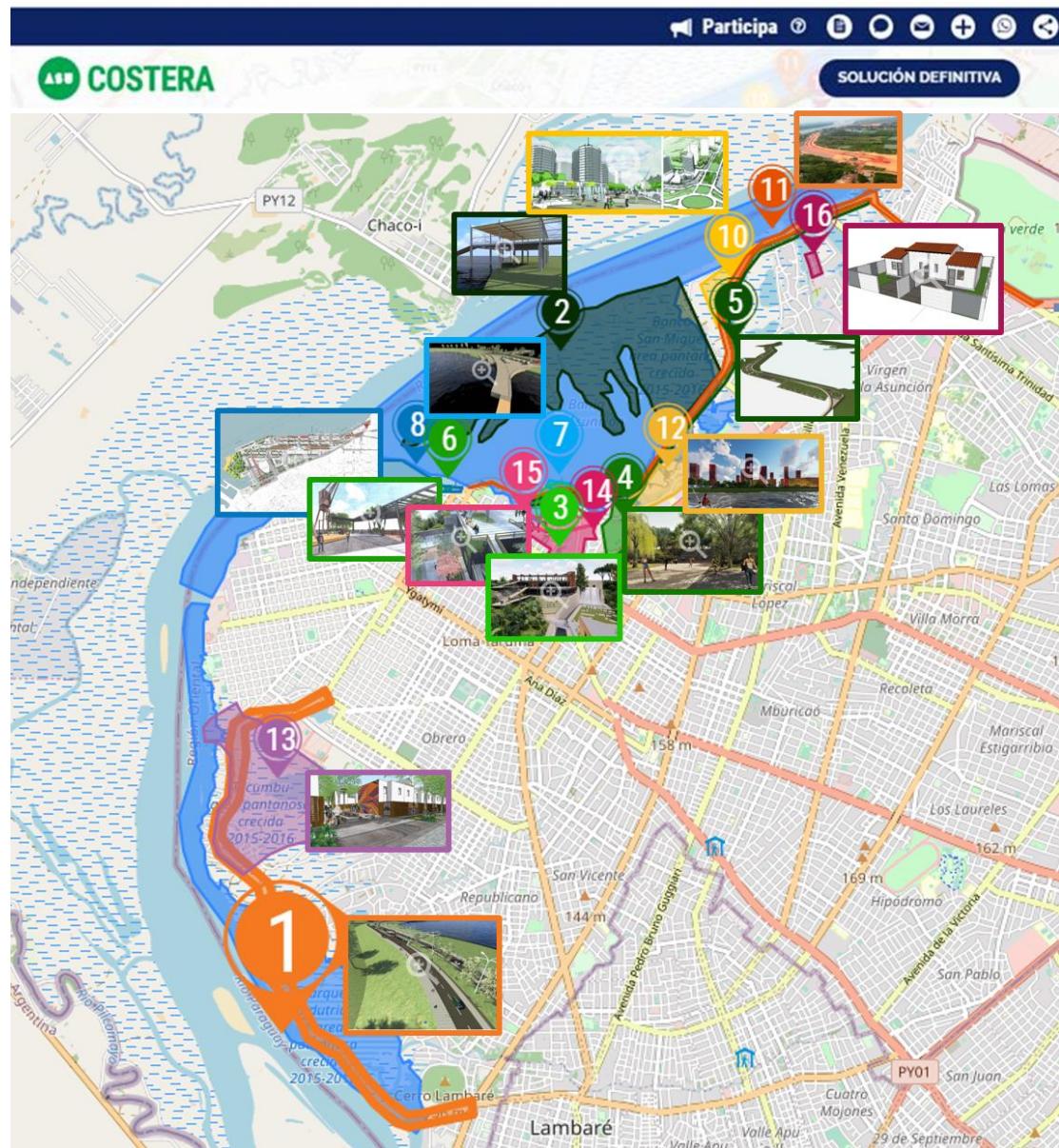


Figura 5.1 Ubicación de las medidas del PMFC (captura de pantalla modificada del sitio web <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

1. Avenida Costanera Sur

Construcción de una carretera de circunvalación (un anillo vial). La carretera tiene una elevación de 64 m. Habrá dos aberturas con puentes (60 m y 180 m de largo) y algunas alcantarillas y drenajes. Parte de la llanura de inundación permanecerá disponible para almacenamiento, pero no habrá un flujo adecuado (en términos de bajas velocidades).

El aumento máximo en el nivel del agua debido a la implementación de esta medida será de aproximadamente 0.4 m. Como se explica en el capítulo 3, se decidió tomar solo el 25% de este efecto máximo (el efecto máximo solo se alcanzará si la medida se aplica en una extensión de aproximadamente 100 km). Con el fin de evitar el doble conteo con el proyecto 13 (consolidación de barrios en el Bañado Sur: Tacumbú y Capitán Bozzano), utilizamos un efecto de 5 cm en el DSS.

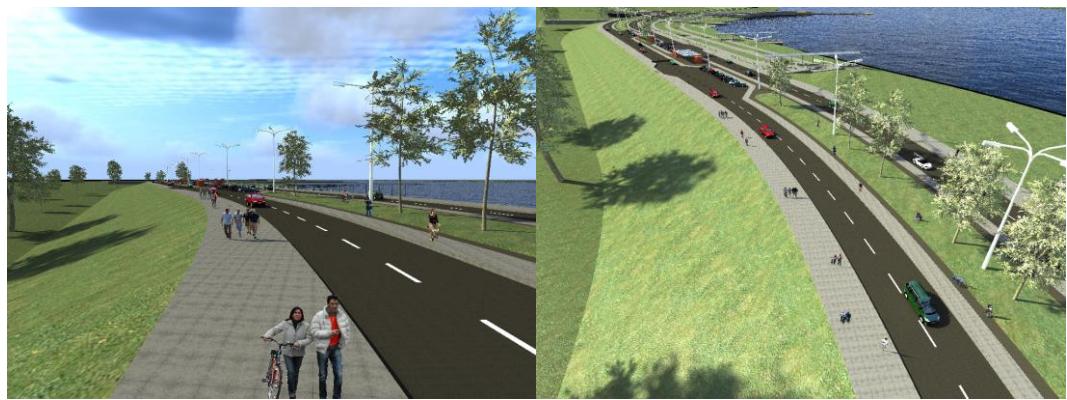


Figura 5.2 Bosquejos de la Avenida costanera Sur (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

2. Banco San Miguel

Desarrollo de un parque natural. La elevación del lugar varía de aproximadamente 59 m a aproximadamente 62 m y no cambiará (no se planea hacer rellenos). Se realizará una pasarela sobre estacas elevadas para evitar el daño del ecosistema y asimismo incentivar la pesca y el turismo responsable.

Si la rugosidad sigue siendo la misma, no hay efecto en los niveles de agua debido a la estructura elevada siempre y cuando se asegure que los pasos debajo de la pasarela no estén bloqueados, de lo contrario los niveles de agua pueden aumentar.

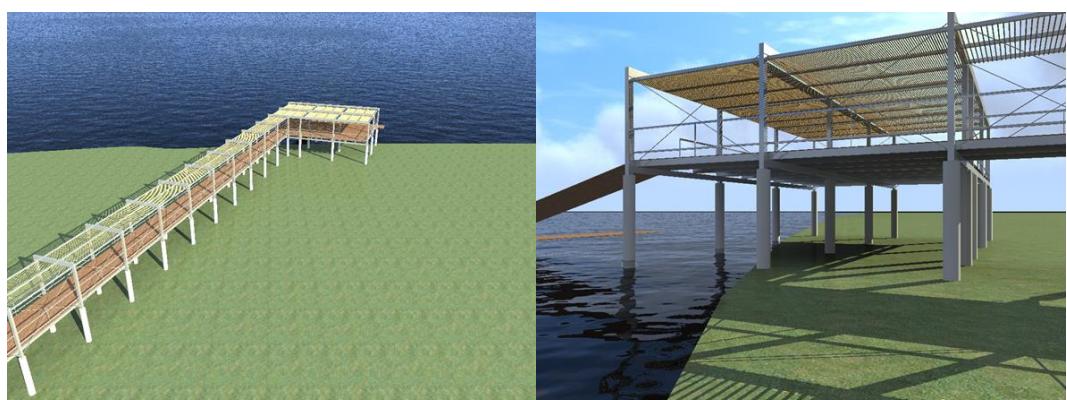


Figura 5.3 Bosquejos del Banco San Miguel (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

3. Parque arroyo Antequera

Revitalización y desarrollo de un pequeño parque en una pendiente pronunciada cerca de un arroyo. Es un área relativamente alta y no propensa a inundaciones fluviales. Los principales problemas se deben a la basura y las pendientes pronunciadas que causan erosión. La medida no afectará los niveles de agua en el río Paraguay.



Figura 5.4 Bosquejos del parque arroyo Antequera. (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

4. Parque Caballero

Restauración y revitalización de una zona verde existente llamada Parque Caballero. El parque está dividido en la parte superior (13 hectáreas) y la parte inferior (9 hectáreas). La elevación no cambiará. La medida consiste en la reubicación de personas ubicadas en el parque y en la reforestación con especies nativas. Se buscará reposicionar al Parque como centro de encuentros sociales y culturales como elemento de unión entre el Río Paraguay y la ciudad de Asunción. Las medidas tomadas para la revitalización del parque no generaran impacto en los niveles de agua en el río.



Figura 5.5 Bosquejos del parque Caballero
(fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

5. Parque Lineal Costero Norte

Desarrollo de un parque lineal a lo largo del lado este de la carretera principal en la región de los Bañados Norte. Debido a que la vía costanera norte ya bloquea el flujo, el parque no tendrá ningún efecto considerable sobre los niveles de agua.



Figura 5.6 Figura 5.7 Bosquejos del parque lineal norte (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

6. Plaza Mirador del puerto de Asunción

Desarrollo de una plaza integrada al plan de reconversión urbana del puerto de Asunción. La plaza ser destinada a zona de esparcimiento público y comercio. La mayor parte del área donde se ubicará la plaza es alta, pero el borde hacia el río está por debajo de la cota 63 msnm. Esta parte relativamente pequeña se elevará. Si asumimos que solo se levanta la tierra existente, entonces el impacto en los niveles de agua será probablemente menor a 0.5 cm.



Figura 5.8 Bosquejos de la plaza Mirador del Puerto de Asunción (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

7. Puerto Deportivo de la Bahía

Proyecto de construcción de un puerto menor utilizado para recreación, ubicado a lo largo de la carretera principal en la región norte de los bañados. El impacto en el flujo del río será limitado (en comparación con la construcción de la carretera a la que está unido).



Figura 5.9 Bosquejos del Puerto Deportivo de la Bahía (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

8. Programa Reconversión Urbana del Puerto de Asunción y Terminal Metrobús

Esta medida tiene por finalidad la rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura urbana y de transporte (puerto y terminal de transporte). Se ubica en cercanías al proyecto 6 y al igual que este, presenta algunas áreas con una elevación inferior a 64 m, las cuales se elevarán a un nivel de 64 m. El impacto de esta medida en los niveles de agua depende del diseño:

- Si el área actual solo se eleva a 64 m, entonces los niveles de agua aumentarán en menos de 1 cm;
- Si el área se extiende hacia el canal principal, los niveles de agua aumentarán más;
- Si la medida se extiende hacia el canal principal con aproximadamente 40 m, los niveles de agua pueden aumentar en aproximadamente 15 cm.

En el DSS supusimos que solo se elevaría el área actual.

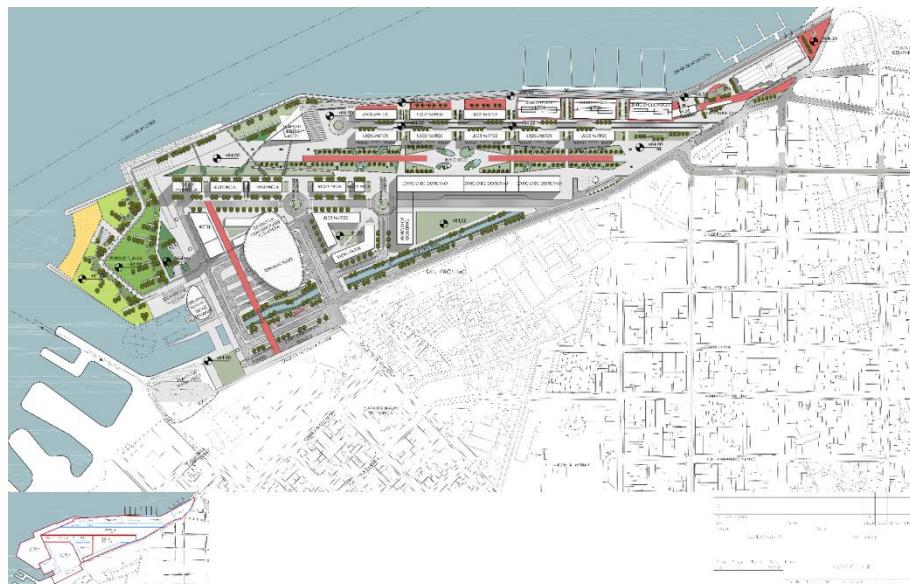


Figura 5.10 Bosquejos del Programa de Reconversión Urbana del Puerto de Asunción y Terminal Metrobús
(fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

9. Eco-Distrito Expo-Feria Asunción

Plan de desarrollo de un nuevo distrito urbano y ecológico con viviendas y bienes culturales en la región de la Costanera Norte de Asunción. Esta es un área con alto potencial urbano y económico en el futuro. Se ubicará cerca del río. La elevación actual es de alrededor de 60 msnm, la cual se elevará a un nivel mínimo de 64 msnm, generando un aumento en los niveles de agua de alrededor 3 cm.

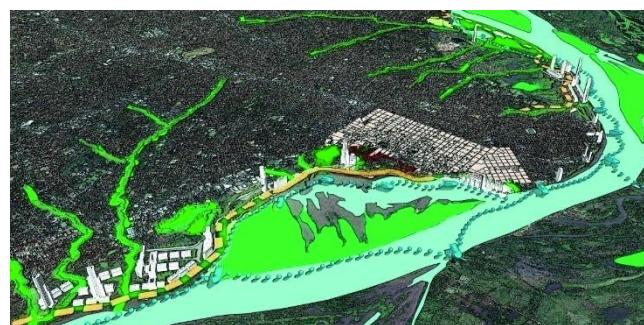


Figura 5.11 Bosquejos del Eco-Distrito Expo-feria Asunción
(fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

10. Avenida Costanera Norte de Asunción – 2da etapa y conexión Avda. Primer Presidente con Ruta Nacional No. 9

Desarrollo de la carretera principal a lo largo del Bañado Norte. La elevación es de 64 msnm. La costanera cierra parte de la llanura de inundación (aunque hay algunas conexiones entre el río y la llanura de inundación detrás de ella). La vía ya ha sido construida. El impacto en los niveles del agua será inferior a 2 cm.



Figura 5.12 Bosquejos de la Avenida Costanera Norte de Asunción – 2da etapa y conexión Avda. Primer Presidente con Ruta Nacional No. 9 (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

11. Eco Bahía 1

Desarrollo de un nuevo barrio urbano de alta calidad. Se encuentra entre la avenida costanera y la ciudad formal. Hay áreas bajas, que se han rellenado, pero debido a su ubicación detrás de la avenida costanera, no tiene un impacto en los niveles de agua del río.



Figura 5.13 Figura 5.14 Bosquejos de Eco-bahía 1
(fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

12. Consolidación de barrios en el Bañado Sur (Tacumbú y Capitán Bozzano)

Proyecto de construcción de aproximadamente 2.500 viviendas en 77 hectáreas de tierras rellenas en la Franja Costera Sur con el fin de consolidar a los pobladores del área, solucionar el problema recurrente de las inundaciones y crear espacios públicos en las costas del Río Paraguay para el saneamiento ambiental de la laguna Yrupé, y un parque lineal de 1.000 metros de longitud.



Figura 5.15 Bosquejos de Consolidación de barrios en el Bañado Sur (Tacumbú y Capitán Bozzano)

(fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

A medida que se eleve el área, disminuirá la capacidad de descarga del río. Esto dará como resultado un aumento en los niveles de agua hasta 0.1 m. Sin embargo, para evitar el doble conteo con el proyecto número 1, utilizamos un efecto de 0.05 m en el DSS.

13. Consolidación del barrio Chacarita Alta

Proyecto que busca consolidar uno de los barrios más antiguos de Asunción. El objetivo principal es mejorar la calidad de vida de la gente que vive todavía en condiciones de precariedad en esta zona ribereña. La parte alta conocida como Chacarita Alta se encuentra en zona no inundable y por lo tanto no afecta los niveles en el río. El proyecto es financiado por el BID y está en fase de ejecución.



Figura 5.16 Bosquejos de Consolidación del barrio Chacarita Alta y Baja (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

14. Consolidación del barrio Chacarita Baja

Proyecto que busca la relocalización de pobladores en zonas inundables en nuevos barrios urbanizados y el mejoramiento socioeconómico y fortalecimiento del capital social de la población ribereña. Esta medida requiere una inversión social muy alta en vivienda. El proyecto está en la lista, pero en realidad no se ha abordado. Toda el área es susceptible a inundaciones periódicas y se tendrán que realizar trabajos de rellenos. Sin embargo, como el área se encuentra detrás de la carretera de circunvalación en el norte de Bañado, no tendrá mucho efecto sobre los niveles de agua en el río.

15. Urbanización Cerrito Cará Cará

La construcción de la Urbanización Cerrito Cará-Cará incluyó viviendas para unas 94 familias que decidieron permanecer en este lugar debido a la construcción de la primera planta de tratamiento de efluentes cloacales de Asunción. El área donde se realizó la urbanización se encuentra en el lugar elevado detrás de la carretera en el norte de la región de los Bañados, por lo tanto no tendrá ningún efecto sobre los niveles de agua en el río.



Figura 5.17 Bosquejos de Urbanización Cerrito Cara Cará (fuente: <http://asuparticipa.cds.com.py/map>)

5.2.2 Inundación fluvial

Las medidas descritas a continuación tienen como fin la disminución del riesgo de inundación fluvial. Estas medidas son propuestas por Deltares y están basadas en el concepto de “construir con la naturaleza” (Building with Nature o Nature-based solutions en inglés) y en las experiencias de los países bajos en darle más espacio a los ríos para disminuir el riesgo de inundación.

16. Canal lateral Nanawa

Excavación de un canal lateral en la orilla oeste del río, frente al Bañado Sur. La efectividad depende de las dimensiones del canal:

- Ancho 100m, nivel del lecho 54m, cambio de nivel de agua -3 cm
- Ancho 150m, nivel del lecho 54m, cambio de nivel de agua -5 cm
- Ancho 200m, nivel del lecho 54m, cambio de nivel de agua -8 cm

El canal lateral incorporado en el DSS tiene un ancho de 150 m y ofrece oportunidades para la naturaleza.



Figura 5.18 Canal lateral Nanawa

17. Eliminación de árboles y arbustos – Nanawa

La eliminación de árboles y arbustos en la llanura de inundación opuesta al Bañado Sur dará como resultado una menor rugosidad hidráulica y, por lo tanto, menores niveles de agua. La efectividad depende del ancho de la zona donde se elimina la vegetación:

- Ancho 500 m, cambio de nivel de agua -3 cm
- Ancho 1000 m, cambio de nivel de agua -5 cm

La medida incorporada en el DSS tiene un ancho de 500 m.



Figura 5.19 Eliminación de árboles y arbustos – Nanawa

18. Ensanchamiento del canal principal - Bañado Sur

La medida aumenta la capacidad de descarga del canal principal. El ensanchamiento del canal principal con 50 m cambia el nivel de agua con -2 cm.

Esta medida será difícil de implementar ya que es necesario eliminar varios edificios. Otra desventaja de ampliar el canal principal es que los niveles de agua caerán durante los períodos con baja descarga. Esto puede causar problemas para la navegación y reducir los niveles de aguas subterránea en las áreas circundantes, con efectos negativos en los humedales.

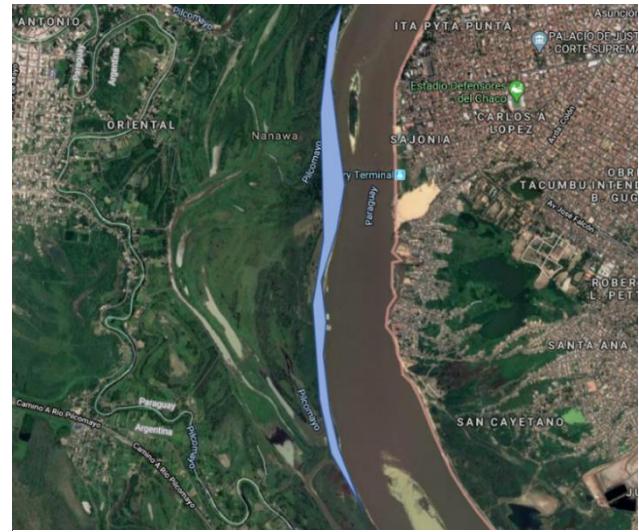


Figura 5.20 Ensanchamiento del canal principal - Bañado Sur

19. Canal Lateral Bañado Norte

Excavación de un canal lateral al oeste de la carretera en el Bañado Norte. El ancho del canal es 50 m. Los niveles de agua disminuirán en aproximadamente 2 cm.

El principal beneficio de este proyecto sería mejorar la calidad de agua de la Bahía, al tener agua del río Paraguay, es compatible con anteproyectos denominados reactivación del arroyo Cara-Cará.



Figura 5.21 Canal Lateral Bañado Norte

5.2.3 Inundación pluvial

En el caso de Asunción, la falta de cobertura de los sistemas de alcantarillado pluvial, en combinación con una capacidad insuficiente de los sistemas de drenaje existentes¹³ hace que durante eventos de lluvia de alta intensidad las calles se inunden fácilmente (Figura 5.22). De igual manera, la mayoría de los proyectos de vivienda y uso comercial/industrial no permiten la infiltración local aumentando la escorrentía la cual es dirigida en su totalidad hacia las calzadas.



Figura 5.22 Inundación en Asunción en 2019 por lluvias intensas.

Fuente: <https://www.catastrofesmundiales.com/inundaciones-asuncion-paraguay/>

Las medidas descritas a continuación tienen como fin la disminución del riesgo de inundación pluvial. Estas medidas son propuestas por Deltares y están basadas en el concepto de “construir con la naturaleza”. Las intervenciones no están ligadas a una ubicación específica, y por lo tanto su descripción se da una forma general.

¹³ La urbanización en Asunción ha bloqueado los cauces naturales de la ciudad. Adicionalmente, el bloqueo por un inadecuado manejo de los residuos sólidos en la ciudad hace que los sistemas de drenaje (naturales y construidos) no trabajen a su capacidad máxima, disminuyendo así su capacidad de transporte. La falta de mantenimiento y limpieza de estos sistemas contribuye al problema, sin contar que muchos sistemas de drenaje fueron dimensionados para eventos de menor magnitud a los que se están registrando hoy en día.

20. Estanque de retención seco

Los estanques secos son áreas excavadas que están diseñadas para retener una cantidad determinada de aguas de escorrentía y permite que el exceso agua lluvia sea descargado en el sistema de drenaje. Estas instalaciones están diseñadas para drenarse completamente en 48 horas, y pueden ser completamente plantadas con especies nativas o simplemente césped.

El aumento de la capacidad de almacenamiento de un sistema se puede aplicar en diferentes escalas. Capturar la escorrentía en los techos de viviendas se considera la escala más pequeña. Esto es seguido por la retención de la escorrentía de un campo agrícola mediante la creación de pequeñas represas dentro de pequeños canales o depresiones en el campo. Y, en última instancia, se pueden designar grandes espacios como áreas de inundación para almacenar temporalmente las descargas excesivas del río. Se utiliza una cuenca de retención para gestionar la escorrentía de aguas pluviales para evitar inundaciones y erosión aguas abajo, y mejorar la calidad del agua en un río, arroyo, lago o bahía adyacente.



Figura 5.23 Ejemplo de un estanque de retención seco

El estanque de retención puede ser húmedo también (llamado estanque húmedo o cuenca de detención húmeda). Esto es un lago artificial con vegetación alrededor del perímetro e incluye un espejo de agua permanente en su diseño. El estanque de detención también puede estar seco. En ese caso, solo se inunda durante eventos de lluvia extrema, pero en condiciones normales puede usarse para otros fines, como la recreación.

21. Parques y bosques urbanos

Un parque urbano, también conocido como parque municipal o parque público, es un espacio destinado a ofrecer recreación y espacio verde a los residentes y visitantes de la ciudad. Características comunes de los parques municipales incluyen parques infantiles, jardines, pistas de correr o senderos y canchas de deportes.

Los parques urbanos y los bosques urbanos son áreas dentro de la ciudad que albergan abundante vegetación.

Estos espacios varían en tamaño, pero normalmente son lo suficientemente grandes como para convertirse en un oasis verde en un área urbana. Además de proporcionar un espacio para la recreación, mejorar la biodiversidad, contribuir a una mejor calidad del aire, y a una reducción de las temperaturas superficiales¹⁴, también contribuyen a limitar las inundaciones, la desecación y la salinización al aumentar la capacidad de infiltración del suelo y crear áreas de amortiguación



Figura 5.24 Ejemplo de un bosque urbano en Málaga, España (<https://noticiaspositivas.org/espana/bosque-urbano-en-malaga/>)

¹⁴ Se ha descubierto que los parques urbanos pueden reducir en promedio la temperatura ambiente en 1°C. (con una reducción diurna de 0.94 °C y una reducción nocturna de 1.15 °C). Resultados de un ejercicio de modelación, demostraron que un aumento del 10% en las áreas verdes densas en la región de Gran Manchester podrían reducir las temperaturas

22. Humedales urbanos

Los humedales son áreas naturales ricas en agua que ocurren principalmente a lo largo de ríos y deltas. Por su propia naturaleza, los humedales son áreas inundables y, como tales, son amortiguadores naturales del agua proveniente de diversas fuentes (ríos, lluvias, mares). Los humedales funcionan como cuencas de retención de agua, amortiguadores de energía (provenientes de olas), trampas de sedimento, áreas de tratamiento de aguas residuales (mediante filtración y la inmovilización de microorganismos perjudiciales) y además son uno de los ecosistemas más diversos del planeta (40% de todas las especies de plantas y animales se crían o viven de ellos).

En algunas ciudades como Londres, por ejemplo, los humedales cumplen la función de aumentar la biodiversidad y crear áreas de recreación naturales para los habitantes de la ciudad. En ciudades como Asunción (región de los Bañados Norte y el Banco San Miguel), estas áreas son catalogadas como áreas importantes para la conservación de las aves (AICA) y no deberían ser intervenidos pues son sitios críticos para el desarrollo mundial de estas especies.

Debido a la expansión urbana y la disminución de agua subterránea (por sobreexplotación del recurso), mundialmente este tipo de ecosistema ha estado sometido a grandes presiones y su tasa de pérdida ha llegado al menos a un 70% (en 100 años) en ciertas regiones. Esto ha hecho que todos sus beneficios ecológicos no sean aprovechados y que en general existan más perjuicios por su remoción que su conservación. En consecuencia (debido al deterioro de estos ecosistemas), se ha discutido en las agendas internacionales la posibilidad de crear humedales urbanos dentro y alrededor de las ciudades para poder recuperar o crear lugares naturales que ayuden a amortiguar la escorrentía superficial, y ralenticen la velocidad de drenaje hacia los principales cauces evitando así picos en los caudales que puedan generar inundaciones.

Los humedales pueden implementarse con o sin adiciones que mejoren la capacidad de tratamiento del ecosistema. Esto se puede realizar por medio de procesos de aireación, alteración de la composición del suelo o la introducción de una especie de planta particular. Dependiendo del diseño, la implementación de tales humedales artificiales mejora la habitabilidad de la ciudad, reduce las inundaciones aguas abajo de su localización y aumenta la disponibilidad de agua durante los períodos de sequía.

máximas superficiales (hasta la década de 2080 para todos los escenarios de emisiones), en, o por debajo de los datos registrados durante 1961 hasta 1990, mitigando así los efectos del cambio climático (Unión Europea, 2015).



Figura 5.25 Infografía que muestra el valor de los humedales urbanos (Wetlands international¹)

El costo de los humedales artificiales puede variar de \$ 7 a \$ 15 / m² y generalmente son menos costosos que las intervenciones tradicionales de ingeniería (plantas de tratamiento por ejemplo) diseñadas para la misma función, aunque estos costos también son muy variables según los costos del suelo. Un acre (4,047 m² aproximadamente) de humedal puede almacenar de 3.8 a 5.7 millones de litros de agua de inundación, lo que reduce el pico de descarga en los sistemas de alcantarillado y drenaje urbano.

23. Mejorar el sistema de drenaje superficial

La función primaria de los drenajes de superficie tradicionales es recolectar y transportar la escorrentía al drenaje de aguas lluvias y a los canales. Estas estructuras incluyen canales, cunetas, sumideros de acera, etc. Dependiendo del diseño, también pueden proporcionar capacidad de almacenamiento y de infiltración.



Figura 5.26 Ejemplo de un sumidero urbano

24. Pavimento permeable

El pavimento permeable contiene espacio vacío en la superficie que permite que el agua pase a través de la capa de pavimento hacia la parte inferior. Además de reducir la escorrentía de las aguas de lluvia y proporcionar retención en su base, el pavimento permeable filtra contaminantes tales como sólidos suspendidos y metales pesados. Algunos ejemplos de aplicaciones de pavimentación permeables son: hormigón permeable, asfalto permeable y pavimentos de hormigón con bloqueo permeable.



Figura 5.27 Ejemplo de pavimento permeable

25. Cuneta de césped

Una cuneta de césped es un canal de transporte de poca profundidad con lados suavemente inclinados diseñado para almacenar y ralentizar temporalmente la escorrentía con el fin de eliminar la materia sólida y los contaminantes.



Figura 5.28 Bioswale o bio-cuneta

(<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/bioswales/>)

Las bio-cunetas o drenajes sostenibles son celdas de bio-retención que recogen, detienen, infiltran y filtran la escorrentía. Las bio-cunetas son instalaciones de transporte (sistemas lineales) que son más largas que anchas y que están conectadas a un sistema de drenaje subterráneo.

26. Plaza de agua

Las plazas de agua son plazas públicas que manejan las aguas lluvias durante los eventos de precipitación. Dependiendo de las condiciones climáticas en cualquier momento, una plaza de agua puede estar completamente llena o vacía.



photo Ossip van Duivenbode

Figura 5.29 Plaza de agua en Rotterdam, Países Bajos

5.3 Puntuación de las medidas

5.3.1 Sistema de puntaje general

Cada uno de los proyectos fue calificado según la definición de cada uno de los subcriterios incluidos en la Tabla 5.1. El sistema de puntuación utilizado para aquellos subcriterios que no tienen una forma directa de cuantificación (por ejemplo: simplicidad de la gestión) fue un sistema cualitativo usando una escala de -2 a +2, donde -2 siempre indica un efecto negativo, +2 señala un efecto positivo y 0 indica un efecto neutro. Para aquellos subcriterios que pueden ser cuantificados fácilmente (por ejemplo; costos de un proyecto), se reporta el valor del subcriterio según su definición (por ejemplo: costos de implementación en millones de dólares) y luego teniendo en cuenta el rango de valores de todas las medidas en el DSS, se ajustan los valores a la misma escala de -2 a +2.

En su configuración inicial, el DSS presenta los resultados del ejercicio de puntuación (por subcriterio) para cada uno de los proyectos seleccionados en formato de tabla, y da un resumen por proyecto en términos de los cinco criterios generales (Tabla 5.1), asignando pesos equivalentes y mostrando los resultados en un gráfico de radar. Los usuarios tienen la libertad de alterar los pesos en un ejercicio de toma de decisión, caso sea considerado que un criterio tiene mayor importancia que otro.

El DSS permite construir una estrategia (combinar dos o más proyectos disponibles en el sistema). El DSS muestra una tabla con la puntuación de cada medida en cada uno de los subcriterios mencionados en la Tabla 5.1. se han sumado los puntajes individuales para obtener una indicación aproximada del puntaje general de la estrategia. La base de datos sobre la cual se construyó el DSS está diseñada de tal manera que se puedan asignar pesos, por ejemplo, para hacer que los proyectos de mayor envergadura reciban mayor peso a aquellos de menor impacto. En su configuración actual todos los proyectos tienen el mismo peso. Para la toma de decisiones, la puntuación de las medidas indicadas en la tabla principal sigue siendo la más importante. Sin embargo, el puntaje promedio se puede usar para una comparación rápida de las estrategias.

Tabla 5.1. Sistema de puntuación para cada uno de los subcriterios incluidos en el DSS (todos los criterios usan el sistema de puntaje cualitativo con una escala de -2 a +2)

Criterio general	Nombre del subcriterio	Definición del subcriterio	Descripción de puntaje alto	Descripción de puntaje bajo
Política y Gestión	Interés Político, voluntad y compromiso	Mide cualitativamente que tanto consenso/apoyo político existe para impulsar el proyecto	Interés o apoyo político/ ministerios (Puntaje: 2)	Hay rechazo político (Puntaje: -2)
	Simplicidad de la gestión	Cuantifica que tan simple es la gestión del proyecto en términos de capacidad institucional, colaboración entre entidades y duración del proyecto para lograr su ejecución	Muy fácil de implementar, corta ejecución, suficiente capacidad institucional para ejecutar (Puntaje: 2)	El proyecto presenta desafíos inconciliables que pueden desatar demoras o incluso suspensión del proyecto (puntaje -2)
Económicos	Costos	Cuantifica los costos de implementación en millones de Dólares (M USD)	<10M\$ = +2 10-50 M\$ = +1 50-100 M\$ = 0	>200 M\$ = -2 100-200 M\$ = -1
	Reducción de riesgo de inundación	Cuantifica la disminución del riesgo de inundación debido a la implementación del proyecto	El proyecto reduce altamente el riesgo de inundación (Puntaje: 2)	El proyecto aumenta el riesgo de inundación de la región (Puntación: -2)
	Oportunidades económicas	Cuantifica cualitativamente si el proyecto puede generar oportunidades económicas adicionales para la comunidad	Oportunidades directas generadas por el proyecto (Puntaje: 2)	El proyecto afecta la economía local y no da compensaciones (Puntaje: -2)
	Disponibilidad de fondos	Cuantifica si el proyecto cuenta con medios inmediatamente disponibles para su ejecución	Con fondos aprobados y disponibles (Puntaje: 2)	Sin fondos y no entraña en el presupuesto de ninguna entidad (Puntaje: -2)
Sociales	Interés Cívico, recepción o voluntad	Cuantifica cualitativamente si el proyecto cuenta con el apoyo de la población general de Asunción (No solo personas directamente afectadas por el proyecto)	Interés total de la población (Puntaje: 2)	Personas se oponen o rechazan el proyecto (Puntaje: -2)
	Reducción de personas afectadas por inundación	Cuantifica la reducción en el número de personas que se ven afectadas en caso de inundación por la implementación del proyecto	Reducción alta del número de personas afectadas por inundación (Puntaje: 2)	Aumento del número de personas afectadas por inundación (Puntaje: -2)
	Inclusión social	Cuantifica que tanto el proyecto beneficia a poblaciones vulnerables dentro de la localidad	El proyecto beneficia a grupos vulnerables (Puntaje: 2)	El proyecto tiene un efecto negativo para las poblaciones vulnerables (Puntaje: -2)
	Calidad de vida	Cuantifica que tanto el proyecto contribuye a mejorar aspectos de calidad de vida como acceso a servicios básicos, áreas verdes públicas (artificiales), seguridad, etc.	Alta Mejoría de calidad de vida (Puntaje: 2)	El proyecto disminuye la calidad de vida de las personas (Puntaje: -2)
Ambientales	Efectos sobre la naturaleza	Cuantifica los efectos del proyecto sobre espacios naturales (Biodiversidad, calidad, cantidad de espacio natural)	Proyecto protege y da espacios para que la naturaleza crezca y se desarrolle (Puntaje: 2)	El proyecto disminuye el espacio para naturaleza tanto en cantidad como en calidad (Puntaje: -2)
Incertidumbre	Robustez	Indica que tanto el proyecto puede resistir cambios causados por el cambio climático (variedad de caudales y eventos de precipitación) sin necesidad de intervención inmediata	Proyecto es capaz de resistir aumentos generados por cambio climático (Puntaje: 2)	Proyecto es muy sensible a cambio climáticos haciendo necesarias intervenciones inclusive antes del fin de su vida útil (Puntaje: -2)
	Flexibilidad	Indica la facilidad que tiene un proyecto de ser adaptado en el futuro para hacer frente a nuevas condiciones climáticas (cantidad de espacio disponible, etc.)	Proyecto permite modificaciones sin ningún problema (Puntaje: 2)	Proyecto no permite modificaciones una vez ejecutado (Puntaje: -2)

5.3.2

Ejercicio de puntuación preliminar

Usando la información de la Tabla 5.1, consultado la información publicada en ASUParticipa y entrevistando a expertos locales (del Banco Mundial y profesionales de Ecosistema Urbano relacionados con algunos proyectos del PMFC), se realizó un primer ejercicio de puntuación para los proyectos incluidos en el DSS el cual fue compartido y discutido con los expertos locales. Según sus apreciaciones algunos puntajes fueron modificados.

Por ejemplo, inicialmente para el proyecto 1 (Avenida Costanera Sur) se estimó que el puntaje de la medida en el subcriterio de reducción de personas afectadas era 0 debido a que se había asumido que el trazado de la vía no pasaría por lugares donde hubiera viviendas. Sin embargo, los expertos locales estimaron que la vía planeaba la relocalización de 2500 familias para lugares seguros fuera de la cota de inundación, por lo tanto el puntaje final fue 1 (reducción de personas en riesgo). El puntaje no fue el máximo (+2), debido a que la medida puede generar mayores inundaciones en otros lugares a lo largo del río donde personas habitan (esto no fue calculado, pero generaría una disminución en el número total de personas beneficiadas por la medida). De igual manera, para el proyecto 6 (Plaza Mirador Asunción), la plataforma AsuParticipa indica que el proyecto fue finalizado, razón por la cual el subcriterio de “fondos” recibió inicialmente el puntaje máximo de +2. No obstante, los expertos locales indicaron que solo una parte se ejecutó y que el proyecto por ahora está sin fondos para ser terminado (razón por la cual recibe un valor de +1 debido a que existieron solo fondos parciales).

También existieron dudas acerca del puntaje dado por ejemplo a “efectos sobre la naturaleza” de algunas medidas como la numero 21 y 24 (canales laterales para aumentar la capacidad de descarga). Los expertos locales estaban inclinados por un puntaje de -1, pensando que una intervención de esta parte podría cambiar negativamente la morfología del río y por tanto parte del ecosistema que depende del área. Sin embargo, debido a la experiencia internacional y en los Países Bajos por Deltares con este tipo de soluciones, se comentó que estos canales son localizados en áreas más tranquilas que el cauce principal, debido a que la mayoría de las veces no son canales navegables y por lo tanto no hay olas fuertes que impidan por ejemplo el crecimiento de vegetación en las márgenes del canal (situación común en el cauce principal, por ejemplo). Esto al largo plazo genera un aumento en la biodiversidad del área y le da oportunidades a la naturaleza para que se desarrolle libremente. Esto fue aceptado por los expertos locales y se optó por darle el máximo puntaje (+2) a estas medidas.

Un proceso similar se llevó a cabo para todos los proyectos incluidos en el DSS. Los resultados finales pueden ser observados en la Tabla 5.2. Es importante subrayar que las calificaciones se basan en el juicio de expertos como fue descrito anteriormente. No obstante, en una versión posterior mejorada del DSS, será necesario verificar estas calificaciones con expertos locales de las instituciones involucradas para asegurar que haya un apoyo local al sistema de calificación usado, pues esto generara confianza en la herramienta y facilitara su uso.

De igual manera, subcriterios netamente técnicos (por ejemplo: reducción de riesgo, o número de personas afectadas) pueden mejorarse en una etapa posterior, cuando los resultados de modelos de amenaza y riesgo de inundación estén disponibles.

Tabla 5.2 Puntuación individual por medida para cada subcriterio incorporado en el DSS para el PMFC de Asunción

Criterios generales		Política y gestión		Económicos			sociales			Ambientales		Incertidumbre		
No. Medida		Interés Político , voluntad y compromiso	Simplicidad de la gestión	Costos	Reducción de riesgo de inundación	Oportunidades Económicas	Disponibilidad de fondos	Interés Cívico / recepción voluntad	Reducción de personas afectadas por inundación	Inclusión social	Calidad de vida	Efectos sobre la naturaleza	Rrobustez	Flexibilidad
1	Avenida Costanera Sur	2	1	-1	-2	1	2	1	1	1	-2	1	-1	
2	Banco San Miguel	0	1	1	0	1	-1	1	1	0	2	2	1	2
3	Parque Arroyo Antequera	1	1	2	1	0	2	2	1	1	2	1	1	1
4	Parque Caballero	2	1	2	1	0	-1	2	1	0	2	0	1	1
5	Parque Lineal Costero Norte	2	0	2	0	1	1	2	1	0	1	0	1	1
6	Plaza Mirador del puerto de Asunción	0	2	2	0	1	-2	1	0	0	1	0	1	-1
7	Puerto Deportivo de la Bahía	1	2	2	0	1	2	0	0	0	0	-1	0	0
8	Programa Reconversión Urbana del Puerto y Terminal Metrobús	2	1	-1	0	2	1	2	0	0	1	0	1	-2
9	Eco-Distrito Expo-Feria Asunción	2	-1	-2	0	2	-1	1	0	-1	1	-1	1	-2
10	Avenida Costanera Norte de Asunción	2	1	-1	-1	1	2	1	1	0	1	-2	1	-1
11	Eco-Bahía 1	1	1	-2	1	2	1	0	1	1	1	-1	1	-2
12	Consolidación de barrios en el Bañado Sur	1	-2	-1	-1	2	1	1	1	2	1	-1	1	-2
13	Consolidación del barrio Chacarita Alta	1	-1	1	1	1	2	1	1	2	1	0	1	-2
14	Consolidación del barrio Chacarita Baja	-1	-1	-1	-1	1	-2	1	1	2	2	0	1	-2
15	Urbanización Cerro Cará Cará	1	1	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	-1
16	Canal lateral Nanawa	-2	-1	1	2	0	-1	0	1	0	1	2	1	2
17	Eliminación de árboles y arbustos - Nanawa	-1	1	2	1	0	-1	0	1	0	0	-1	0	2
18	Ensanchamiento del canal principal - Bañado Sur	-2	-1	1	2	0	-1	0	1	0	0	0	1	0
19	Canal Lateral Bañado Norte	1	1	1	1	0	-1	1	1	0	0	2	1	2
20	Estanque seco o lleno de agua	0	1	2	2	0	-1	0	1	0	1	1	1	1
21	Parque urbano	1	1	2	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
22	Humedales urbanos	0	-1	1	2	0	-1	1	1	0	1	2	1	1
23	Mejorar el sistema de drenaje	1	1	-1	2	0	-1	1	1	0	0	0	1	-1
24	Pavimento permeable	-1	1	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
25	Cuneta de césped o Biocuneta	0	1	2	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
26	Plaza de agua	1	0	2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0

M
a
t
r
i
z
d
e
P
u
n
t
u
a
c
i
ó
n

6 Aplicación del DSS

6.1 ¿Cómo usar el DSS?

El DSS puede ser accesado a través del siguiente link (Ctrl + clic izquierdo):

[Haga Clic aquí](#)

El enlace lo llevará a la primera página, la cual describe la funcionalidad del DSS y da instrucciones de como navegar por la herramienta. En esta página haga clic en el ícono “Explorar panel de visualización” para acceder a la segunda página. También se puede acceder a la segunda página haciendo clic en el ícono “>” que aparece en la parte inferior de la pantalla.

1 of 2

En la segunda página del DSS, el usuario puede construir dos estrategias (combinación de varias medidas y un escenario climático) para realizar una comparación basada en los criterios de decisión relevantes para el PMFC. Para seleccionar una medida haga clic izquierdo sobre el nombre de la medida. Para seleccionar varios proyectos a la vez mantenga oprimida la tecla Ctrl y haga clic izquierdo sobre los nombres de las medidas que quiera seleccionar.

En la segunda página el usuario puede elegir entre la situación actual o una situación futura de cambio climático. Haga clic izquierdo en cualquiera de las dos opciones para cada una de las estrategias (estrategia 1 y 2). La opción de no seleccionar ningún proyecto también está disponible (haga clic en “00 Ninguna medida”). La página irá actualizando los puntajes de los subcriterios según las elecciones de los usuarios. Un puntaje negativo está indicado por el símbolo “ - ” y un color rojo o naranja; un puntaje neutro por un color amarillo; un puntaje positivo por un color verde. En la columna “promedio” de cada una de las tablas, se indica el puntaje promedio en cada uno de los criterios de decisión del sistema. El usuario puede organizar las tablas en orden alfabético haciendo clic izquierdo en el ícono que aparece en la parte inferior del título de la tabla. El contenido de las tablas se puede disminuir o expandir haciendo clic en los símbolos que aparecen al lado izquierdo de las tablas. Si se quiere observar una definición rápida del subcriterio y el sistema de calificación, pase el cursor por encima de alguno de los puntajes incluidos en las tablas (Figura 6.1).

Estrategia 1: Criterios de evaluación	1	6	11	Promedio	
Ambientales					
Efectos sobre la naturaleza	-2.0	0.0	-2.0	-1.3	
Económicos					
Costos	-1.0	2.0	-1.0	0.0	
Disponibilidad de fondos	2.0	-2.0	2.0	0.7	
Oportunidades Económicas	1.0	1.0	1.0	1.0	
Reducción de riesgo	-2.0	0.0	-2.0	-1.0	
Incertidumbre					
Flexibilidad	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Robustez	1.0	1.0	1.0	1.0	
Política y Gestión					
Interés Político, voluntad y compromiso	2.0	0.0	2.0	1.3	
Simplicidad de la gestión	1.0	2.0	1.0	1.3	
Sociales					

Estrategia 2: Criterios de evaluación	2	21	24	Promedio	
Ambientales					
Efectos sobre la naturaleza	2.0	2.0	2.0	2.0	
Económicos					
Costos	1.0	1.0	1.0	1.0	
Disponibilidad de fondos	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Oportunidades Económicas	1.0	0.0	0.0	0.3	
Reducción de riesgo	0.0	2.0	1.0	1.0	
Incertidumbre					
Flexibilidad	2.0	2.0	2.0	2.0	
Robustez	1.0	1.0	1.0	1.0	
Política y Gestión					
Interés Político, voluntad y compromiso	0.0	-2.0	1.0	-0.3	
Simplicidad de la gestión	1.0	-1.0	1.0	0.3	
Sociales					

Figura 6.1 Tablas centrales de la segunda pantalla (pantalla enfocada en impactos de medidas en los subcriterios relevantes para la toma de decisiones) de la versión beta del DSS para el PMFC de Asunción.

En esta misma página (página 2) se pueden acceder a cuatro visualizaciones diferentes:

- Para acceder a la visualización de efectos en el riesgo de inundación haga clic izquierdo en el ícono 
- Para acceder a los resultados resumidos a nivel de estrategia en forma de gráfico de radar haga clic izquierdo en el ícono 
- Para acceder a la descripción de las medidas haga clic izquierdo en el ícono 
- Para acceder a una descripción de los subcriterios de decisión incorporados en el DSS y la escala de puntuación haga clic en el ícono 

En la visualización de efectos en el riesgo de inundación () , las tablas muestran ubicaciones en el mapa (parte lateral derecha) para las cuales la probabilidad de inundación fue calculada. Las tablas muestran en la segunda columna la situación actual, en la tercera columna el valor de la probabilidad si se implementan los proyectos seleccionados en la estrategia, y en la cuarta columna se muestra el cambio en porcentaje (%) que se generó en la probabilidad. Un valor negativo “-” indica que el riesgo disminuye, un valor positivo indica que el riesgo aumenta.

En los mapas en la parte derecha de esta visualización, se muestran las mismas localizaciones de las tablas. Se hace una distinción en colores (azules en distintos tonos) entre localizaciones relevantes para el riesgo de inundación pluvial o fluvial   . Los tamaños de los círculos en los mapas indican la magnitud de la probabilidad de inundación dada la implementación de proyectos.

Si se pasa el cursor sobre alguno de los puntos del mapa, el sistema muestra más información. Si se hace clic sobre alguno de los puntos, el mapa realizará automáticamente zoom a la región. Para volver a la página 2, haga clic sobre el ícono  que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla.

En la visualización de gráfico de radar () se presentan los resultados a nivel de estrategia para los 5 criterios generales incluidos en el DSS. Para obtener los mismos resultados en forma de tabla haga clic derecho sobre el ícono  que aparece en la pantalla.

En la visualización de descripción de las medidas () se presentan las 26 medidas incluidas en el sistema. El mapa en la parte lateral izquierda muestra las ubicaciones de las medidas. Pase el cursor por alguno de los puntos en el mapa para obtener una información resumida. Si hace clic izquierdo sobre uno de los puntos en el mapa podrá ver más información sobre la medida en la parte derecha de la pantalla. Haga clic izquierdo sobre la imagen descriptiva del proyecto para expandir la información disponible.

En la visualización de descripción de los subcriterios () se encuentra una tabla con las respectivas definiciones y una imagen que señala la escala numérica y de colores usada para realizar la puntuación (que aparece en la página 2) de cada subcriterio.

En todas las páginas del DSS aparece en la parte superior derecha el ícono  . Al pasar el cursor por encima del ícono, una breve descripción del objetivo de la página que se está visualizando actualmente aparecerá.

6.2 Primera aplicación del DSS con partes interesadas

La versión beta del DSS para el PMFC fue presentado a la mesa interinstitucional del trabajo. La reunión incluyó una síntesis del proceso llevado a cabo para el diseño de la herramienta, incluyendo la selección de criterios de evaluación, los proyectos incluidos en el DSS (haciendo énfasis en medidas de protección contra inundaciones basadas en la naturaleza), y su puntuación con

respecto a los criterios de evaluación seleccionados. Después de esto, cada una de las páginas del DSS se explicaron y una demostración en tiempo real se efectuó con los participantes por medio de la construcción de dos estrategias diferentes:

- Estrategia 1: enfocada en proyectos de infraestructura y vivienda (seleccionando por ejemplo proyectos viales y de consolidación de barrios);
- Estrategia 2: enfocada en proyectos con ventajas ambientales y que reduzcan la inundación fluvial.

Basados en estas dos estrategias se explicaron cada una de las páginas del DSS y se mostró como se puede navegar en la herramienta para obtener información y comparar proyectos. Una vez la demostración terminó, se abrió el espacio para preguntas, comentarios y sugerencias.

En general la herramienta fue bien recibida por los participantes y todos indicaron que el DSS podría ser usado para apoyar la toma de decisiones en Asunción una vez esté lista la versión final. Los participantes indicaron que para llegar a una versión final es necesario que:

- La herramienta sea actualizada con la última información técnica disponible (proveniente de estudios técnicos, de factibilidad y modelos que están siendo ejecutados (por ejemplo, proyectos de IH Cantabria y Ecosistema Urbano en el marco del PMFC));
- El DSS incluya una página donde se muestre la definición del subcriterio, cómo este se cuantifica (o de dónde proviene la información), y una explicación de la escala de puntaje usada. Por ejemplo, el subcriterio costos se refiere a los costos de implementación (en millones de dólares M\$) del proyecto según el estudio de factibilidad y diseño. Un proyecto con costos mayores a 200 M\$ recibe puntaje de -2, con costos entre 100 y 200 M\$ un puntaje de -1, etc. Esta sugerencia fue realizada debido a que por las restricciones impuestas por el COVID-19, la definición de criterios no pudo ser realizada simultáneamente con todas las partes interesadas (se optó por entrevistas virtuales individuales para llegar al nivel de participación esperado). Esto causó discusiones acerca de los criterios finales incluidos en la herramienta y su definición para poder calificar los proyectos según el sistema de puntuación escogido. Los participantes recalcan que esta información no solo debe aparecer en el reporte final pero también en la herramienta ya que facilita su uso (especialmente si el grupo de tomadores de decisiones puede cambiar). Esta recomendación se incorporó en la versión beta del DSS pero la información debe ser actualizada en una segunda fase de desarrollo;
- El DSS incluya no solo los proyectos de AsuParticipa y aquellos propuestos por Deltares, pero también desarrollos privados que estén siendo ejecutados o ya hayan sido aprobados y que puedan tener influencia en el sistema hidráulico/hídrico de la región (por ejemplo proyectos como Terminal Occidental , Condominio la Serena , Complejo San Francisco y el Puente Chaco-í);
- Una o varias instituciones tomen el liderazgo para el uso y la posible actualización de la base de datos en la cual está basado el DSS. Esta(s) institución(es) puede(n) liderar, por ejemplo, también la actualización del ejercicio de puntuación de cada uno de los proyectos incluidos en el DSS (apoyados por otros actores) y podrían liderar el uso/modificación de la herramienta para hacerla más a la medida del contexto paraguayo. Tanto el Ministerio de Obras Públicas y Comunicación y la Municipalidad de Asunción se mostraron interesados en tomar el liderazgo de la herramienta.

Adicionalmente, los participantes se mostraron muy interesados en la página enfocada en los efectos de los proyectos en el riesgo de inundación. Valoraron positivamente que se muestre el efecto aguas arriba y agua abajo de la medida y que se puedan sumar los efectos de implementar varias medidas a la vez (sin embargo, esto no es evaluado actualmente y podrían existir casos en los cuales una combinación de medidas aumente los riesgos de inundación en vez de disminuirlos).

Finalmente, la mesa interinstitucional indicó que la herramienta tenía potencial para ser usada inclusive en el contexto nacional y no solo en Asunción. Indicaron que de ser posible, se evalúe la opción de tener una base de datos única que alimente el DSS y la plataforma AsuParticipa para realizar una mayor estructuración de la información disponible. No hubo ningún comentario acerca de la visualización de la herramienta (estética del diseño gráfico del DDS).

Para obtener recomendaciones más puntuales acerca de la funcionalidad del DSS y pasos a seguir para el futuro desarrollo de la herramienta, se realizó la misma dinámica de la reunión descrita anteriormente pero esta vez con expertos locales en el área de hidrología, hidráulica y que también tuvieran una estrecha relación al plan maestro de la franja costera (ver participantes en el Anexo B). estos comentaron que para una segunda fase de desarrollo de la herramienta se debería considerar:

- Incluir no solo los cambios en la probabilidad de inundación generados por la implementación de un proyecto, sino también el cambio en la huella de inundación una vez estén disponibles y verificados los resultados de la consultora IH Cantabria. Se podría mostrar el mapa de inundación (tanto la huella como la profundidad) y sobreponer a este, la huella de donde están ubicadas las viviendas para tener una mejor visualización de los impactos y riesgos generados por los proyectos;
- Cambiar los supuestos de cambio climático incluidos en el DSS con los resultados obtenidos por la consultora IH Cantabria o si se considera más adecuado, se podría incluir el efecto de cambio climático por medio de un control deslizante (que considere tanto un aumento, como una reducción en las amenazas de inundación). Esto permitiría ver el efecto que tienen diferentes escenarios climáticos en los proyectos y en el riesgo de inundación;
- Cambiar el puntaje total de los criterios de evaluación (de promedio aritmético a promedio ponderado), donde por ejemplo no se le asigne ningún peso a proyectos que tengan un efecto neutro sobre un subcriterio, y se le asigne un peso mayor aquellos con máxima puntuación negativa o positiva. Esto debería realizarse con los tomadores de decisión y evaluar si existen otros métodos de ponderación que sean usados en el contexto local para obtener los puntajes finales por criterio y el puntaje total de la estrategia (también por algún tipo de ponderación de los 5 criterios generales);
- Que el DSS incorpore más proyectos que están en vía de desarrollo (Proyectos del PNUD, proyecto laguna Yrupe, por ejemplo);
- Incluir en alguna parte del DSS la explicación del sistema de calificación usado (detallando la razón para la asignación de determinados puntajes);
- Postular a la Academia (universidad o institutos técnicos o de investigación) como los encargados de mantener la herramienta actualizada con la última información técnica disponible. Esto podría realizarse bajo un convenio con la Municipalidad de Asunción, de esta forma la parte técnica de la herramienta queda bajo expertos locales y su uso bajo entidades públicas. La Academia podría usar la herramienta también como un instrumento de pedagogía para entrenar a sus alumnos en la estructuración de información y su relación con un proceso de toma de decisiones;
- Que puedan existir proyectos que condicionen la selección automática de otros proyectos incluidos en el DSS (En Asunción existen proyectos que se realizan en conjunto);
- Indicar el estado del proyecto (Completado, en ejecución, fase de diseño, etc.).

Los expertos locales comentaron que la herramienta es muy interesante y efectivamente lograría estructurar el proceso de toma de decisión de una forma organizada e incluyendo al máximo los aspectos técnicos y científicos relevantes clave para que las partes interesadas tomen una decisión informada. Ellos comentaron que debido al cambio constante de equipos en las organizaciones gubernamentales, es mejor involucrar a la academia en la actualización de la herramienta en un convenio con por ejemplo la Municipalidad de Asunción, esto ayudara a que la herramienta no sea archivada y pueda ser constantemente usada y mejorada para el proceso de toma de decisiones.

Conclusiones

Deltares desarrolló un sistema de apoyo a la toma de decisiones (*DSS* por sus siglas en inglés: Decision Support System) enfocado en la reducción del riesgo de inundación (pluvial y fluvial) en el marco de Plan Maestro de la Franja Costera (PMFC) de Asunción.

Esta versión beta del DSS estructuró la información disponible y el proceso de toma de decisiones en función de un conjunto de criterios y puntajes que deben verificarse en un proceso más inclusivo e interactivo en el marco del PMFC. La herramienta fue diseñada con una interfaz amigable y en una plataforma comercial de fácil uso y acceso (Microsoft | Power BI¹⁵) lo cual facilita su posterior desarrollo a una versión final. La base de datos usada para cargar información al DSS se realizó de una manera flexible lo cual permite que se adicione fácilmente un número ilimitado de proyectos o medidas y se modifique la información almacenada en el sistema.

El DSS permite la rápida comparación entre estrategias (conjunto de varias medidas) lo cual es vital para la toma de decisiones y facilita la discusión entre diferentes actores involucrados en esta. Igualmente, la herramienta permite la fácil reproducción de resultados lo cual contribuye a que los procesos de toma de decisión en Asunción sean más transparentes.

El sistema fue codesarrollado (por medio de reuniones virtuales debido al COVID-19) con expertos locales, diferentes tomadores de decisión (instituciones gubernamentales) e involucrando a institutos que están desarrollando proyectos paralelos al de Deltares para el PMFC (Ecosistema Urbano e IH Cantabria).

La herramienta DSS (versión beta) fue presentada a la Mesa Interinstitucional de Trabajo del PMFC y varios expertos locales. Los participantes de las reuniones indicaron que la herramienta tiene potencial para ser usada en un proceso formal de toma de decisiones una vez esté lista la versión final (implementando las recomendaciones para mejorar la herramienta) y exista capacitación y divulgación para su uso. Ellos indican que tal herramienta podría inclusive ser usada en el contexto nacional y no solo en Asunción y que alguna institución gubernamental debería liderar y coordinar su uso.

Los participantes se mostraron altamente interesados en la página enfocada en los efectos de los proyectos en el riesgo de inundación. Valoraron positivamente que se muestre el efecto de las medidas en varias ubicaciones y que se puedan sumar los efectos de implementar varias medidas a la vez (pues podrían existir casos en los cuales por la implementación conjunta de proyectos se aumente el riesgo de inundación en vez de disminuirlo).

Los expertos locales comentaron que la herramienta es muy interesante y efectivamente lograría estructurar el proceso de toma de decisión de una forma organizada e incluyendo al máximo los aspectos técnicos y científicos relevantes clave para que las partes interesadas tomen una decisión informada. Ellos comentaron que debido al cambio constante de equipos en las organizaciones gubernamentales, sería recomendable involucrar a la Academia en la actualización de la herramienta en un convenio con por ejemplo la Municipalidad de Asunción, esto ayudara a que la herramienta no sea archivada y pueda ser constantemente usada y mejorada para el proceso de toma de decisiones.

¹⁵ <https://powerbi.microsoft.com/en-us/what-is-power-bi/>

Recomendaciones

Si esta versión beta del DSS se desarrollara a una versión para su uso oficial, se recomienda realizar mejorías en los siguiente:

1. *Mejorar el cálculo de los impactos de las medidas en el riesgo de inundación (Aspectos Técnicos)*
 - Utilizar un modelo hidráulico 2D para la estimación de cambios en los niveles de agua del río causados por las diferentes medidas (evaluar si los resultados de los modelos 2D de IH Cantabria son suficientemente confiables para reemplazar las estimaciones hechas con las ecuaciones de Chézy y Bresse las cuales tiene limitaciones para ríos con efectos de curvas de remanso);
 - Calcular los cambios en el riesgo de inundación en el lugar o la página del riesgo de inundación. Con el modelo hidráulico será posible desarrollar mapas de profundidad del agua. Estos pueden usarse para estimar el daño económico durante las inundaciones con diferentes probabilidades de ocurrencia. Los cambios en el riesgo de inundación son más útiles en la toma de decisiones, porque proporcionan información sobre los costos o beneficios adicionales de una medida. Si la medida resulta en niveles de agua más altos, esto aumentará el riesgo de inundación, lo que resulta en costos adicionales. Si el nivel de agua es reducido, el riesgo de inundación se reducirá también y eso tendrá beneficios adicionales (un módulo de riesgo económico este siendo desarrollado por IH Cantabria el cual podría ser usado para mejorar la herramienta);
 - Solo se calculó el impacto para ciertas ubicaciones a lo largo del río. Una vez se tenga el modelo hidráulico los cambios en los niveles de agua pueden ser reportados cada km del río;
 - Incluir no solo los cambios en la probabilidad de inundación generados por la implementación de un proyecto, sino también el cambio en la huella de inundación una vez estén disponibles y verificados los resultados de la consultora IH Cantabria. Se podría mostrar el mapa de inundación (tanto la huella como la profundidad) y sobreponer a este, la huella de donde están ubicadas las viviendas para tener una mejor visualización de los impactos y riesgos generados por los proyectos;
 - Cambiar los supuestos de cambio climático incluidos en el DSS con los resultados obtenidos por la consultora IH Cantabria o si se considera más adecuado, se podría incluir el efecto de cambio climático por medio de un control deslizante (que considere tanto un aumento, como una reducción en las amenazas de inundación). Esto permitiría ver el efecto que tienen diferentes escenarios climáticos en los proyectos y en el riesgo de inundación;
 - Para el riesgo de inundación pluvial es importante tener un estudio detallado que cuantifique la intensidad y duración de eventos de precipitación. Igualmente se requieren estimaciones de la capacidad necesaria de drenaje, infiltración y almacenamiento para reducir las inundaciones provocadas por lluvias (aunque parte de esta información ya está disponible, se necesita información más puntual la cual podría provenir de los últimos estudios realizados por la consultora IH Cantabria). Adicionalmente, se necesita información detallada de las áreas y ubicaciones potenciales donde se puedan implementar las medidas (5.2.3) propuestas en este reporte, así como información detallada del tipo y uso de suelo, pendiente, información del agua subterránea y espacio disponible en el subsuelo para poder realizar un análisis que permita cuantificar la efectividad de las medidas (esto podría realizarse por medio de la herramienta AST (ver Anexo D) una vez se tenga toda la información disponible y los resultados podrían ser incorporados en el DSS).
2. *Mejorar la funcionalidad del DSS*
 - Dar acceso al DSS a los principales usuarios de la herramienta para que por medio de su uso, identifiquen funcionalidades que puedan estar faltando y den retroalimentación

- acerca de mejorías en la presentación de la información (puede ser en un taller posterior a la entrega de esta versión beta);
- Incorporar otros proyectos relevantes para el DSS (mostrar los resultados de otros estudios. Por ejemplo, los proyectos realizados por Ecosistema Urbano en Asunción, proyectos PNUD, laguna Yrupe, desarrollos privados (Terminal Occidental , Condominio la Serena , Complejo San Francisco y el Puente Chaco-í));
- Mejorar la puntuación de cada subcriterio por proyecto (dando énfasis a aquellos criterios con mayor subjetividad) con la ayuda de los diferentes actores y partes interesadas. Es importante que la puntuación de cada uno de los proyectos sea verificada en un proceso más inclusivo y participativo que el realizado para esta versión beta. Este proceso debe ser documentado e incluido en el reporte de desarrollo del DSS;
- Crear una página adicional en el DSS donde se encuentre la definición de los subcriterios y la escala de puntaje usada en el sistema. (aunque esta recomendación ya se implementó en la versión beta, esta página deberá ser actualizada con la información obtenida en un proceso participativo donde se llega a un acuerdo acerca de la definición y forma de cuantificación¹⁶ de los puntajes (relacionado con la recomendación anterior);
- Evaluar cambiar la forma en la que se cuantifico el puntaje total de los 5 criterios de evaluación (por ejemplo, de promedio aritmético a promedio ponderado), donde por ejemplo no se le asigne ningún peso a proyectos que tengan un efecto neutro sobre un subcriterio, y se le asigne un peso mayor aquellos con máxima puntuación negativa o positiva. Este ejercicio debería realizarse con los tomadores de decisión y evaluar si existen otros métodos de ponderación que sean usados en el contexto local para obtener los puntajes finales por criterio y el puntaje total de la estrategia (también por algún tipo de ponderación de los 5 criterios generales);
- Que existan proyectos en la herramienta que condicionen la selección automática de otros proyectos incluidos en el DSS (En Asunción existen proyectos que se realizan en conjunto);
- Que se indique el estado del proyecto (Completado, en ejecución, fase de diseño, etc.) en el DSS (podría ser en el panel principal (página 2) o en la página de descripción de las medidas (página 2.3);
- Conectar las medidas o proyectos a "objetivos" más grandes (por ejemplo, metas nacionales, metas de desarrollo sostenible, etc. ¿Tienen metas nacionales? ¿Metas de desarrollo sostenible? ¿Cómo contribuye una medida a la planeación nacional?
- Estudiar la necesidad de incorporar la construcción de un mayor número de estrategias en el DSS para su comparación (Evaluar si los usuarios requieren más de dos estrategias y caso sea necesario, diseñar la nueva visualización de la herramienta con estas condiciones)

3. Mantener el DSS actualizado

- Encontrar una persona o equipo local responsable de actualizar el DSS con la última información técnica disponible (con conocimiento en Power BI, Excel y el Plan Maestro de la Franja Costera). Idealmente la persona o equipo debe pertenecer o estar relacionado a la institución que lidere el uso de la herramienta (Municipalidad de Asunción o Ministerio de Obras Públicas y Comunicación o Universidad en convenio con algún ente gubernamental);
La idea de postular a la Academia (Universidades o institutos técnicos o de investigación) como los encargados de mantener la herramienta actualizada (en

¹⁶ Por ejemplo, en la presentación final del DSS beta a la mesa de trabajo se comentó que los costos netos de implementación podrían ser reemplazados por los costos relativos al área del proyecto o al número de familias beneficiadas por el proyecto. Este tipo de información es la que debe actualizarse una vez haya consenso acerca de los subcriterios y su forma de cuantificación y evaluación.

- convenio con la municipalidad de Asunción por ejemplo) podría presentar ventajas en el hecho que la parte técnica de la herramienta queda bajo expertos técnicos locales y su uso bajo entidades públicas encargadas de la toma de decisiones. La Academia podría usar la herramienta también como un instrumento de pedagogía para entrenar a sus alumnos en la estructuración de información y su relación con un proceso de toma de decisiones. Adicionalmente, esta opción tiene beneficios relacionados con la constancia y permanencia de los equipos técnicos lo cual ayudaría a que la herramienta no sea archivada y pueda ser constantemente usada y mejorada para el proceso de toma de decisiones. Esta situación sería más complicada al designar a una entidad pública para la actualización constante de la herramienta (los equipos en el ámbito público pueden tener alta variabilidad debido a los cambios de gobierno, lo cual puede llevar a que la herramienta sea archivada);
- Si el equipo o la persona encargada de actualizar la herramienta tiene un alto conocimiento de PowerBI (Herramienta de Microsoft office 365), nuevas funcionalidades pueden ser agregadas o modificadas según las necesidades de los tomadores de decisión;
 - Conectar la base de datos del DSS con bases de datos locales para que la información se actualice automáticamente (puede existir un riesgo de que si no se usan formatos iguales a los actuales, la herramienta deje de funcionar);
 - Realizar capacitaciones y talleres para el uso y desarrollo de la herramienta en el ámbito público y político (los talleres tienen que ser participativos y deben orientarse en entender cuales son los principales objetivos de los tomadores de decisión para que el DSS pueda atender las necesidades de un proceso de selección). Adicionalmente, se debería plantear (una vez sea definido quien va a asumir la actualización de la herramienta) una serie de talleres técnicos donde haya una transferencia de conocimiento del estado actual de la herramienta (de parte de Deltares), su estructura, funcionamiento y programación para que esta pueda continuar siendo desarrollado localmente;
 - Para un desarrollo futuro de la herramienta se recomienda el uso de una base real de datos como SQL. Actualmente, el DSS usa una hoja de cálculo de Google (Excel) para simplificar los resultados, no obstante esto no será posible en el futuro si se quiere incorporar resultados directos de ejercicios de modelación (por ejemplo modelación hidráulica o hidrológica);
 - Comprar un dominio en internet para la ubicación de la herramienta (el enlace de la herramienta puede ser un nombre sencillo y no un link extendido como el que da PowerBI).

A.1

Kit de planificación: "Darle espacio al río"

Contexto y objetivo de la herramienta

La altura de los diques a lo largo de los principales ríos de los Países Bajos se basó históricamente en una descarga fluvial de diseño con una probabilidad esperada de excedencia de aproximadamente 1:1000 por año. Sin embargo, después de dos grandes inundaciones ocurridas en 1993 y 1995, se incrementó la descarga de diseño. Como consecuencia, dos alternativas surgieron: elevar los diques o implementar medidas para contrarrestar el aumento en los niveles del río. El último tipo de medidas se llamaron intervenciones para "darle espacio al río" e incluyeron la eliminación de obstáculos hidráulicos, la reducción de espigones, el aumento de espacio en las llanuras de inundación, el retroceso de diques y la creación de canales laterales para la desviación de inundaciones. El área de estudio consistió en unos pocos cientos de kilómetros de diferentes ramas de río. A lo largo del área de estudio, diferentes grupos de actores y partes interesadas identificaron aproximadamente 700 medidas, para las cuales individualmente se determinó su impacto en los niveles de agua a lo largo del río, pero también su impacto sobre otros criterios.

Objetivo

El objetivo del 'kit de planificación' era apoyar a las partes interesadas con el desarrollo de estrategias alternativas, que consistían en combinar diferentes intervenciones para "darle espacio al río" y conjuntamente cumplir el requisito de reducir los niveles de agua a un nivel objetivo.

Medidas

El DSS contiene cientos de medidas cuyo fin es "darle espacio al río". Todas las medidas incluidas tienen un impacto en los niveles de agua. Aquellas medidas o intervenciones sin efecto alguno en los niveles del río (por ejemplo: sistemas de alerta temprana, planes de evacuación o adaptación de viviendas para ser a prueba de inundaciones) no fueron incluidas en el DSS.

Criterios de decisión

El criterio de decisión más importante fue la reducción de los niveles de agua (sinónimo de reducción de riesgo de inundación). El impacto de cada medida en el nivel del agua se calculó con modelos hidráulicos de dos dimensiones (2D). También se proporcionó información sobre los costos de cada medida. Adicionalmente en su versión más reciente, el kit de planificación incluyó impactos en la agricultura, la naturaleza y varios otros criterios los cuales se resumieron en fichas técnicas disponibles para cada una de las medidas incorporadas en el DSS.

Funcionamiento del DSS

El núcleo de este DSS comprende una base de datos con todos los impactos que se calcularon para todas las medidas. El usuario puede escoger una sección del río y un escenario climático (menú desplegable en el lado izquierdo de la Figura A.7.1). El aumento en el nivel de agua de diseño se representa en un gráfico (parte superior de la Figura A.7.1). Debajo de este gráfico, el usuario puede seleccionar medidas en una tabla¹⁷. El impacto de las medidas seleccionadas en el nivel del agua es actualizado en el gráfico superior. El kit de planificación supone que el efecto de las medidas individuales calculadas con el modelo hidráulico se puede sumar para obtener el efecto total (esta suposición fue probada y comprobada como verdadera para los principales ríos de los Países Bajos).

¹⁷ La tabla visualizada en la parte inferior de Figura 2.1 puede ser cambiada por un formato de gráfico o un mapa de acuerdo con las preferencias del usuario



Figura A.7.1 Panel de visualización (dashboard) de una versión reciente del kit de planificación “darle espacio al río”

Cuando el usuario ha combinado varias medidas en una estrategia, puede guardar esta estrategia para su uso posterior. También se puede imprimir un resumen de la estrategia (en términos de medidas seleccionadas y disminución total del nivel del agua). Adicionalmente, el usuario puede hacer clic en una medida para abrir una ficha técnica (archivo PDF) con información adicional sobre la medida (tipo, ubicación exacta, diseño, impacto en otros criterios, etc.).

Usos del DSS

- Este DSS es aplicable para los procesos de planificación que implican el desarrollo de estrategias destinadas a reducir los niveles de agua. Cuando las estrategias también incluyen medidas con otros tipos de efectos, esta herramienta no es adecuada;
- El efecto de estrategias alternativas (combinación de medidas) solo se puede determinar correctamente si se pueden agregar / sumar los efectos de medidas individuales.

Otros beneficios

El DSS demostró ser importante para el archivamiento de datos. Todas las medidas que se evaluaron y sus impactos se almacenaron en un solo lugar. La base de datos también incluyó las medidas que no fueron seleccionadas para la implementación del proyecto.

A.2

Kit de planificación del Delta del Paraná

Contexto y objetivo de la herramienta

El DSS del Delta del Paraná facilita la evaluación integrada y la toma de decisiones enfocándose en el desarrollo sostenible del Delta del Paraná. La herramienta permite la comparación de diferentes intervenciones y cuantifica (cuando sea posible) el impacto en los indicadores ecológicos, económicos, sociales e hidrológicos. El DSS se desarrolla en el contexto de la Planificación Adaptativa del Delta del Paraná. El sistema se basa en:

- Datos provenientes de sistemas de información geográfica (SIG);
- Análisis adicional de escenarios externos (como cambio climático);
- Relaciones conceptuales entre factores clave identificados en estudios previos realizados por expertos argentinos acerca de sectores productivos, las cualidades únicas del Delta, su ecología, bienes ecológicos y servicios prestados por el Delta.

En su primer desarrollo participaron actores locales como ONGs, municipalidades, provincias, organizaciones de productores (ganaderos y producción de madera) y otras partes interesadas del Delta del Paraná en Argentina.

Objetivo

El objetivo principal del DSS es proporcionar un instrumento para comparar el rendimiento de diferentes medidas / intervenciones o una combinación de intervenciones, llamado estrategia, a través de un número

de criterios o indicadores y teniendo en cuenta diferentes escenarios climáticos. Por medio de entrevistas con los interesados y resultados de estudios previos, se definió una lista corta categorizada de medidas las cuales fueron incluidas en el DSS.

Criterios de decisión

El DSS incluye un sistema de puntuación cuya función es comparar el desempeño de diferentes estrategias con respecto a diferentes indicadores. Dos tipos de indicadores o criterios fueron incluidos:

1. indicadores que se relacionan directamente con los objetivos de las políticas públicas – llamados indicadores de apoyo a la toma decisión;
2. indicadores que describen el impacto de escenarios e intervenciones en el suelo, el agua y el ecosistema – llamados indicadores del sistema hídrico.

En el sistema de puntuación actual, los indicadores reflejan todo el Delta del Paraná. Los valores usados para la puntuación son por ahora cualitativos, a excepción de algunos resultados provenientes de modelos hidrodinámicos que indican la tendencia del impacto (aumento / disminución) en comparación con el caso base (la condición actual del Delta).

El tipo de indicador a visualizar en el sistema puede ser seleccionado por el usuario (ver Figura A.7.2 parte inferior derecha). Una lista detallada con ejemplos de indicadores proveniente de estudios previos y entrevistas, verificados mediante consultas, se muestra en una pestaña separada del DSS. La lista actual de indicadores se derivó de documentos clave de las políticas nacionales argentinas, como PIECAS-DP, el Plan Nacional de Agua y el plan nacional para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Funcionamiento del DSS

El kit de planificación está disponible en dos idiomas: español e inglés, los cuales pueden ser escogidos por el usuario según su preferencia. El DSS consta de cinco paneles interactivos principales:

1. escenarios de cambio climático;
2. perspectivas (de diferentes partes interesadas);
3. estrategias (combinaciones de intervenciones) para comparar;
4. indicadores;
5. visualización del mapa.

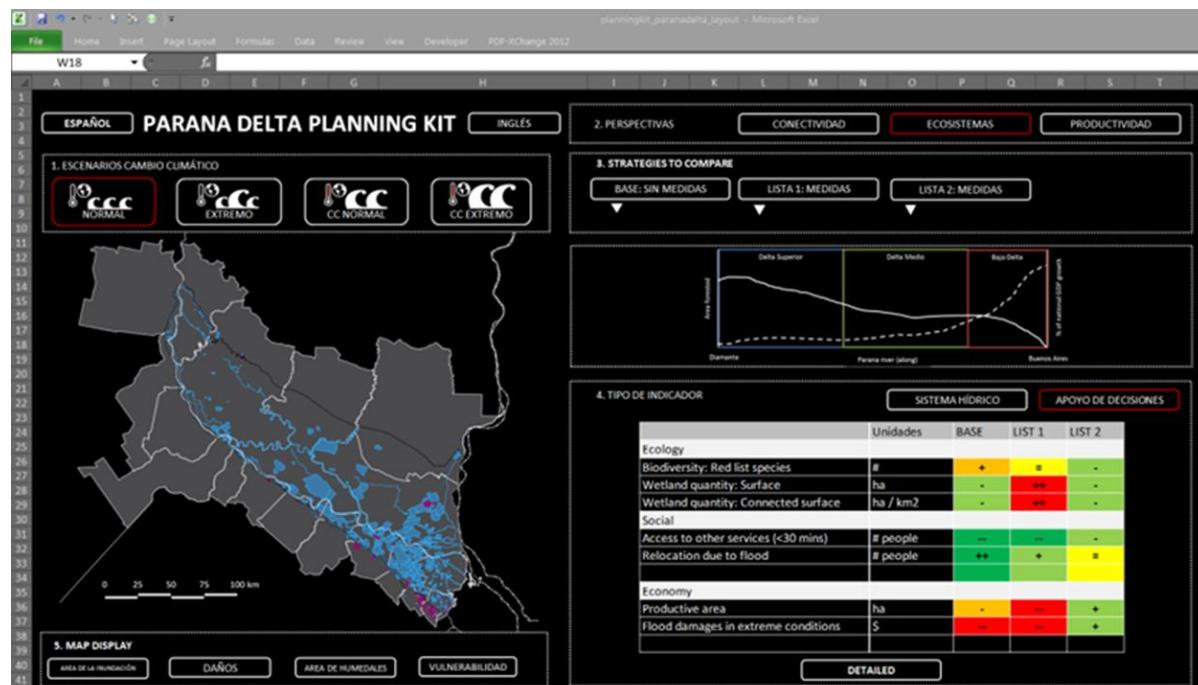


Figura A.7.2 Pantalla principal del kit de planificación Delta de Paraná v0.1

Usos del DSS

El kit de planificación Delta de Paraná no está completamente desarrollado y no es tan avanzado como el kit de planificación: “darle espacio al río”. La herramienta se introdujo en Argentina y ayuda al Instituto Nacional del Agua (INA) a hacer que su conocimiento sea más accesible para la toma de decisiones estratégicas. El desarrollo de un kit de planificación de este tipo en un entorno de escasez de datos es un desafío, pero demostrar los diferentes aspectos de un panel de visualización (como el mostrado en la Figura A.7.2) brinda una buena base para discutir con las partes interesadas sobre:

- la relevancia de escenarios externos, por ejemplo: cambio climático;
- qué intervenciones conocen y su opinión sobre ellos;
- qué aspectos (indicadores) del Delta (y en qué escala espacial / temporal) están particularmente interesados cada uno de los actores involucrados en la toma de decisiones.

El uso de perspectivas para las partes interesadas brinda flexibilidad para adaptar el panel de control a sus preferencias de información, así como la oportunidad de visualizar cuáles son las medidas e indicadores importantes para otros actores y así entender sus necesidades.

B Listado de entrevistados para el desarrollo del DSS

B.1 Entrevistas individuales para subcriterios

En fechas **25 al 27 de mayo de 2020**, de 9:00 a 1:00 pm se realizaron reuniones individuales con las siguientes instituciones y participantes:

- Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH)
 - Margarita María Elías Bellassai (Directora - Dirección de Monitoreo y Evaluación)
 - Cynthia Rodríguez (Directora - Dirección de Planificación urbana de la Dirección general de Planificación)
- Unidad Técnica del Gabinete Social (UTGS)
 - Amílcar Guillen. (Coordinador Infraestructura, Salud y Energía - Unidad de gestión)
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)
 - Nora Páez
 - David Fariña
 - José Silvero
- Ministerio de Hacienda (MH)
 - Jorge Villagra (Coordinador - Dirección de Inversión Pública)
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
 - Mirta Isabel Medina Ruiz (Directora - Dirección General de Gestión Ambiental y social)
 - Pedro Cardozo (Coordinador - Unidad Ejecutora de Proyectos Franja Costera)
 - Guillermo González . (Técnico ambiental - Dirección General de Gestión Ambiental y social)
 - Cynthia
- Municipalidad de Asunción (MCA)
 - Raúl Pintos (Asesor - Asesoría Política y de gestión de la Intendencia)
- Secretaría Técnica de Planificación del desarrollo económico (STP)
 - Carolina Pedrozo
- Consultor externo
 - Gonzalo Garay

B.2 Entrevistas generales con la Mesa interinstitucional de trabajo

En fecha **22 de abril de 2020**, se realizó un taller de soluciones verdes y basadas en la naturaleza y una explicación de sistema de apoyo a la toma decisiones con énfasis en los criterios de evaluación. Los participantes fueron:

- Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH)
 - Oscar Mercado (Director - Dirección General de Planificación)
 - Margarita Elías (Directora - Dirección de Monitoreo y Evaluación)
 - Cynthia Rodríguez (Directora - Dirección de Planificación urbana de la Dirección general de Planificación)
 - Patricia Giménez. (Consultora Externa)
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
 - Mirta Medina (Directora - Dirección General de Gestión Ambiental y social)
 - Cynthia Yanes (Coordinadora Proyecto Nuevo Barrio Tacumbú)
 - Pedro Cardozo (Coordinador - Unidad Ejecutora de Proyectos Franja Costera)
 - Guillermo González López. (Técnico ambiental - Dirección General de Gestión Ambiental y social)
- Gabinete de la Presidencia:
 - Amílcar Guillen (Coordinador Infraestructura, Salud y Energía - Unidad de gestión)
- Ministerio de Hacienda (MH)
 - Jorge Villagra (Coordinador - Dirección de Inversión Pública)
- Municipalidad de Asunción
 - Raúl Pintos (Asesor - Asesoría Política y de gestión de la Intendencia)

- Paola Irala (Asesore de gabinete - Gabinete de Intendencia)
- Equipo Banco Mundial:
 - Klass de Groot
 - Santiago Arias
 - Horacio Terraza
 - Francis Fragano
 - Felipe Montoya
 - Sara Pérez
 - Sandra López
 - Adriana Judith Mancuello.
- Consultores externos
 - Gonzalo Garay
 - María del Carmen Álvarez
- Otros
 - Víctor Raúl Benítez (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD / Miembro Consejo Consultivo IDH 2020)
- Ecosistema Urbano
 - Belinda Tato
 - Antonella Milano
 - Jorge Toledo
 - Marco Rizzetto
 - Nayla Saniour

En fecha **15 de Julio de 2020**, se presentó la herramienta DSS a la Mesa de Trabajo con el fin de obtener una última retroalimentación. Los participantes fueron:

- Raúl Pintos Grassi
- Paola Irala
- Ricardo Pereira
- Adriana Avila
- Amílcar Guillen
- Nora Páez
- Santiago Scialabba
- Oscar Mercado
- Cynthia Yanes
- María del Carmen Alvarez
- Pedro Cardozo
- Eva Gutierrez
- Sara Esther Perez Moreno
- Felipe Montoya Pino
- Jorge Toledo
- Gonzalo Garay
- Klaas de Groot
- Santiago Ezequiel Arias

B.3

Talleres de puntuación de subcriterios

En fecha **25 de Junio de 2020 y 1 de Julio de 2020**, se realizaron reuniones para definir los puntajes preliminares del sistema DSS con el equipo local del Banco Mundial y Ecosistema Urbano:

- Gonzalo Garay Z
- Jorge Toledo
- María Alvarez

B.4

Entrevistas con expertos técnicos locales para funcionalidad del DSS

En fecha 4 de agosto de 2020, de 9:00 a 11:00 am se realizó una reunión con los siguientes expertos locales. Estos expertos son consultores independientes, que tienen contratos por proyecto, sin relación de dependencia permanente.

- Andrés Wehrle, consultor local de IH Cantabria
- Benito Pereira, consultor local para el proyecto de Laguna Yrupé, del BID
- Christian Escobar, consultor local para distintos proyectos, incluidos proyectos de la franja costera
- Juan Pablo Nogués, consultor local del BID, para el proyecto del BID con IH Cantabria
- Pedro Gaete, consultor local para distintos proyectos, incluidos proyectos de la franja costera

C Criterios y Subcriterios

Tabla 7.1 Lista preliminar de criterios y subcriterios desarrollados por Deltares y Ecosistema Urbano

Principales criterios para la priorización y la toma de decisiones	Posibles subcriterios	Valor
Políticos y relacionados con la gestión		
Interés político, voluntad y compromiso	Valor/ganancia política percibida	Puntuación -2 a +2
	Propaganda de la ciudad, representatividad	Puntuación -2 a +2
Complejidad de la gestión	Capacidad institucional	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta la organización, eficiencia, conocimiento, recursos (por origen)
	Capacidad económica institucional	Ingresos propios como porcentaje de los ingresos totales
	Tenencia de la tierra / disponibilidad institucional de los terrenos	Puntuación -2 a +2 dependiendo de la condición de tenencia (informal, en formalización, formalizada) y/o complejidad (multipropiedad, derechos adquiridos, privado o público, etc.)
	Duración prevista de la implementación	Puntuación -2 a +2, convertida de un rango entre el proyecto más corto y el más largo, o por valores fijos de duración asignados a cada valor
	¿Hay un catastro actualizado?	Sí/No, o un rango de -2 a +2 dependiendo del estado del catastro (inexistente, anticuado, en curso, hecho)
	¿Hay otros estudios requeridos y pendientes?	Sí/No, o un rango de -2 a +2 dependiendo del número y/o estado de los estudios
	Estructura de gestión	¿Se mantendría una estructura de gestión clara (o se transferiría) después de la implementación? Sí/No
	Mejora de la eficiencia de la gestión	Puntuación -2 a +2
	¿Impacto en el contexto de COVID-19?	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta el empleo, el impacto en la economía, el impacto en la vivienda... ?
Económicos		
Costos	Implementación	Valor actual de los costos en M\$ (o Millones de PGY)
	Operación y mantenimiento	¿Los costos de O&M son asequibles para los vecinos y las instituciones involucradas? O una medida relativa de costo/año*m2.
Reducción del riesgo económico (reducción de pérdidas económicas)	Exposición a desastres naturales	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta cuánta exposición a la cantidad de impactos posibles (área inundable, deslizamientos de tierra, cursos de agua, tormentas de viento, incendios forestales...)
	Resiliencia a los desastres naturales	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta las soluciones internas propuestas en el proyecto (este factor puede no tener sentido si una ubicación no tiene un proyecto específico)
Oportunidades económicas	Trabajos	Oportunidades económicas
	Actividad económica	Número y/o variedad de negocios que incluiría -posiblemente también empresas/hectáreas - relacionado con el "índice de diversidad urbana" definido por algunos
	Usos no residenciales	Zona de construcción no residencial/área total construida

Principales criterios para la priorización y la toma de decisiones	Posibles subcriterios	Valor
	Punto focal de atracción ciudadana/turística	
	índice de diversidad urbana (economía)	
Financiación	Modelo de financiación sostenible	¿Tiene un modelo de financiación sostenible a medio y largo plazo? Sí/no, o puntuación -2 a +2, basada en la existencia de rendimientos económicos, etc.
	Disponibilidad de los fondos necesarios	Sí/No, o un rango de -2 a +2 dependiendo de lo disponibles que estén (listos para usar, bajo gestión, previstos, desconocidos...)
Sociales		
Interés cívico, recepción o voluntad		Puntuación -2 a +2, considerando el consenso y la oposición de otras partes interesadas (vecinos, sector privado, etc.)
Complejidad social	Relocalización	Total de unidades de vivienda a reubicar, o factor entre el número de personas provistas de nuevas viviendas/desalojados en la zona
	Compromiso social - participación	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta la existencia (sí/no), alcance y estado
	Existencia de un proceso de planificación participativo	Sí/No
	Presupuestos participativos	Existencia de un presupuesto participativo y porcentaje del presupuesto determinado a través de la participación de la sociedad civil
	Compromiso social - participación	¿Se proponen estructuras y dinámicas de participación continuas? Sí/no, o medida relativa.
	Nivel de organización de las partes interesadas afectadas	Puntuación -2 a +2, tal vez basada en indicadores como "tasa de asociación" (asociaciones/población registradas)
	Tasa de asociación	Número de asociaciones/población registradas
Efectos intangibles personales	Riesgo de víctimas (¿mitigación?)	Número anual previsto de muertes al año, ¿las cuales se evitarían con la ejecución de este proyecto?
	Personas afectadas (¿prevención?)	Número de personas afectadas por un evento de 1:10 o 1:100 años - cuál sería?
	Exposición a desastres naturales	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta cuánta exposición a la cantidad de impactos posibles (área inundable, deslizamientos de tierra, cursos de agua, tormentas de viento, incendios forestales...)
	Resiliencia a los desastres	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta las soluciones internas propuestas en el proyecto (este factor puede no tener sentido si una ubicación no tiene un proyecto específico)
Inclusión social	Incidencia de impuestos/costos de infraestructura en los habitantes	Relación entre (impuestos+costos)/(ingresos medios). Los impuestos y los costos de infraestructura generalmente se consideran un disyuntor en Paraguay.
	¿Equidad, diversidad, integración?	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta aspectos como la diversidad social, las medidas activas de integración/diversidad, la asequibilidad, etc.
	Integración social	¿El proyecto incluye o se conecta a programas sociales/culturales para fomentar la integración social?
	(clase media) vivienda	Número de unidades de vivienda (especialmente de clase media) que se incluirían en el área, o cociente: unidades / área. Este es un objetivo clave en el área.
	Porcentaje de viviendas ubicadas en asentamientos informales	Número de viviendas ubicadas en asentamientos informales/viviendas totales
Calidad de vida	Déficit cuantitativo de viviendas	(Número de hogares - número de viviendas)/Número de hogares
	Espacios públicos	Puntuación -2 a +2, teniendo en cuenta la cantidad y calidad de los espacios públicos que crearía

Principales criterios para la priorización y la toma de decisiones	Posibles subcriterios	Valor
Social	Instalaciones/servicios públicos	No. de servicios en el área/persona? ¿Por proximidad a distancia X? (educación, salud, deporte, cultura, asistencia social, recreación, etc.)
	Presencia natural	El índice entre áreas naturales/áreas construidas ("natural" tendría que ser definido. ¿Cuenta cualquier zona verde?)
	Zonas verdes por habitante	m2/habitante
	Espacio vial para peatones	Necesitaría un proyecto detallado que no tendremos a este nivel
	Conectividad de la red verde (espacios verdes)	
	Proximidad simultánea de espacios verdes	
	Zonas verdes por cada 100.000 habitantes	m2/habitante
	Índice de Habitabilidad en el Espacio Público (IHEP)	Basado en 9 aspectos ergonómicos, fisiológicos y psicológicos de cómo las personas perciben los espacios públicos.
	Proximidad a instalaciones/servicios públicos	
	Espacios recreativos públicos por cada 100.000 habitantes	
	Mejoría de la percepción de seguridad	Porcentaje de ciudadanos que se sienten seguros - medida potencial de disturbios, criminalidad, etc.
	¿Seguridad durante la implementación?	
Ambientales		
Efectos sobre la naturaleza	Efectos en la calidad del paisaje	Puntuación -2 a +2, considerando... criterios que se definirán como "calidad paisajística"
	Preservación natural	El índice entre las áreas naturales propuestas/existentes ("natural" tendría que definirse. ¿Cuenta cualquier zona verde?)
	Continuidad del ecosistema	
	Permeabilidad al suelo	Necesitaría un proyecto detallado que no tendremos a este nivel
	Superficie artificial	Porcentaje de terreno artificial calculado utilizando la siguiente fórmula: (%): [Superficie artificial/superficie total del distrito municipal] x100
	Densidad	(personas o unidades habitacionales)/hectárea
Residuos y contaminación		Sistema de gestión de residuos en vigor, o integración con los existentes, sí/no, o grado de cobertura o capacidad/carga.
Movilidad sostenible	Kilómetros de carriles dedicados exclusivamente al transporte público por cada 100.000 habitantes	
	Kilómetros de ciclovías por cada 100.000 habitantes	
	Kilómetros de pavimento y sendero por cada 100.000 habitantes	
	Proximidad a redes de transporte alternativas al automóvil	
Resistencia a la incertidumbre		

Principales criterios para la priorización y la toma de decisiones	Posibles subcriterios	Valor
Robustez		Puntuación -2 a +2
Flexibilidad		Puntuación -2 a +2

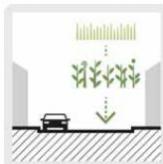
D Visión general de las medidas incluidas en la herramienta de soporte de adaptación (AST)

La herramienta de soporte de adaptación (AST por sus siglas en inglés Adaptation Support Tool) se ha desarrollado para apoyar la planificación colaborativa de medidas de adaptación climática para ciudades más resilientes y atractivas. El AST puede ser utilizado en talleres de diseño e individualmente por planificadores urbanos, arquitectos paisajistas, administradores de agua, ingenieros civiles, partes interesadas locales y otros expertos para crear diseños conceptuales. Los participantes pueden usar el AST en una pantalla táctil para seleccionar intervenciones de adaptación, ubicarlas en el área de su proyecto e inmediatamente obtener una estimación de su efectividad y costos. Se puede encontrar más información en:

<https://publicwiki.deltares.nl/display/AST/Adaptation+Support+Tool+and+KBS+Toolbox+Home>

ADAPTATION SUPPORT TOOL
urban design principles to develop green-blue infrastructures in the city

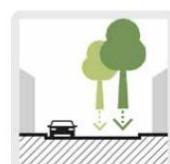
Incorporar césped al paisaje urbano/ Adding turf to streetscape



Césped que se introduce típicamente en un paisaje urbano en la acera peatonal el cual mejora la estética del pasillo proporcionando al mismo tiempo beneficios ambientales. El reemplazo de la superficie impermeable con césped reduce el volumen y la tasa de escorrentamiento de aguas lluvias durante los eventos de precipitación y mitiga el efecto de la isla de calor urbano.



Adición de árboles a la calle/ Adding street trees



La introducción de árboles en las calles puede tener un profundo efecto en la estética de un barrio. Los árboles en las calles mejoran la calidad del aire a través de la transpiración, reducen la tasa y el volumen de escorrentía de las aguas lluvias, secuestran carbono y proporcionan hábitat para la vida silvestre.



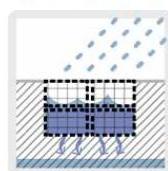
Techos verdes/ Extensive green roof



Techos verdes es un sistema de cubiertas multicapa que están envueltos parcial o totalmente con vegetación. Los techos verdes tienen una profundidad máxima de quince centímetros que contiene medios de cultivo, membrana impermeabilizante, drenaje y a menudo mecanismos de riego. Los techos verdes pueden soportar plantas de raíces poco profundas y por lo tanto requieren menos apoyo estructural y mantenimiento.



Cajas de infiltración/ Infiltration box



Estructuras modulares subterráneas que se utilizan para detener, retener e infiltrar las aguas lluvias en el lugar. Un beneficio importante de estas instalaciones es la capacidad de maximizar el uso de la tierra para funciones, tales como estacionamientos y al mismo tiempo reteniendo agua en el subsuelo al mismo tiempo.



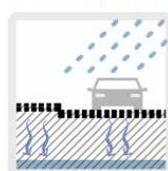
Parque urbano/ Urban park



Un parque urbano, también conocido como parque municipal o parque público, es un espacio destinado a ofrecer recreación y espacio verde a los residentes y visitantes de la ciudad. Características comunes de los parques municipales incluyen parques infantiles, jardines, senderismo, pistas de correr o senderos y canchas de deportes.



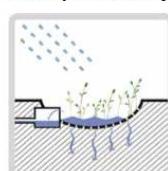
Pavimento permeable/ Pervious pavement



El pavimento permeable contiene espacio vacío en la superficie que permite que el agua pase a través de la capa de pavimento hacia la parte inferior. Además de reducir el escorrentío de las aguas lluvias y proporcionar retención en su base, el pavimento permeable filtra contaminantes tales como sólidos suspendidos y metales pesados. Algunos ejemplos de aplicaciones de pavimentación permeable son: hormigón permeable, asfalto permeable y pavimentos de hormigón con bloques permeables.



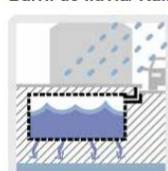
Estanque seco/ Dry pond



Los estanques secos son áreas excavadas que están diseñadas para retener una cantidad determinada de aguas de escorrentía y permite que el exceso agua lluvia sea descargado en la alcantarilla. Estas instalaciones están diseñadas para drenarse completamente en 48 horas, y pueden ser completamente plantadas con especies nativas o simplemente hierbas de césped.



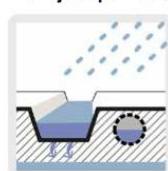
Barril de lluvia/ Rain barrel



Un barril de lluvia es un pequeño tanque de aguas pluviales, típicamente de 50 a 60 galones de tamaño, usado para recolectar y almacenar la escorrentía de techos a través de cañerías y bajantes. Estos son comunes en propiedades residenciales y pequeños centros comerciales. El agua recogida se utiliza a menudo para regar jardines.



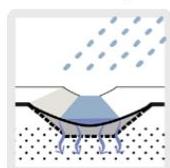
Drenaje superficial/ Surface drain



La función primaria de los drenajes de superficie tradicionales es recolectar y transportar la escorrentía al drenaje de aguas lluvias y los canales. Estas estructuras incluyen canaletas de la calle, cuencas de la captura, y entradas de la acera. Dependiendo del diseño, también pueden proporcionar capacidad de almacenamiento y de infiltración.



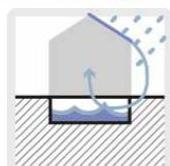
Cuneta de césped/ Grassed swale



Una cuneta de césped es un canal de transporte depresivo de poca profundidad con lados suavemente inclinados diseñado para almacenar y ralentizar temporalmente el escorrentío con el fin de eliminar la materia sólida y los contaminantes de la escorrentía.



Cosecha de agua de lluvia/ Rainwater harvesting



La cosecha de agua de lluvia es la recolección y almacenamiento de aguas lluvias para su reutilización en el sitio. Esto se consigue al capturar la escorrentía desde el techo de un edificio, sin embargo, también puede incluir la recolección de escorrentía de sistemas tales como condensado de aire acondicionado. Las estructuras de recolección pueden adoptar múltiples formas y ser instaladas ya sea por encima del suelo o subsuperficial.



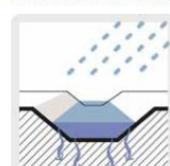
Plaza de agua/ Water square



Las plazas de agua son plazas públicas que manejan las aguas lluvias durante los eventos de precipitación. Dependiendo de las condiciones climáticas en cualquier momento, una plaza de agua puede estar completamente llena o no contener agua en absoluto.



Biocuneta/ bioswale



Biocunetas son celdas de bioretención que recogen, detienen, infiltran y filtran la escorrentía. Las biocunetas son instalaciones de transporte (sistemas lineales) que son mayores en longitud que anchura que están conectadas a un sistema de drenaje interno.



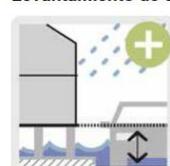
Instalar nuevo alcantarillado/ Install new storm sewer



El aumento de la capacidad de alcantarillado proporciona una tasa de flujo más alta, un mayor volumen de almacenamiento dentro de las tuberías de drenaje y una tasa de descarga mayor. Este tipo de instalación puede ser muy eficaz cuando se combina con medidas de infraestructura verde en la superficie.



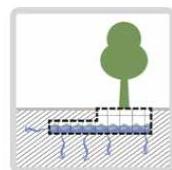
Levantamiento de estructura existente/ Elevate existing houses



Elevar las viviendas por encima de la superficie de inundación minimiza el riesgo de daños y pérdidas repetitivas.



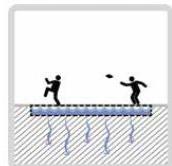
Celdas de árboles/ Tree cell



Las celdas de árbol son una tecnología que soporta el peso del pavimento con el fin de crear un espacio vacío por debajo para la detención de aguas lluvias en el sitio y la infiltración de aguas subterráneas.



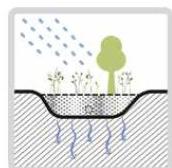
Campo de recreación percolado/ Infiltration recreation field



Instalaciones multifuncionales que están diseñadas específicamente para actividades atléticas y gestión de aguas lluvias. La retención de las aguas lluvias se realiza en la base de las instalaciones donde se encuentran suelo y arena. La superficie se siembra normalmente con especies tolerantes a la sequía. Es importante no colocar césped en estas instalaciones, ya que el césped incluye una capa de tierra arcillosa que restringirá la infiltración.



Celdas de bioretención/ Bioretention cell



Las celdas de bioretención recogen, detienen, infiltran y filtran el escorrentío de las aguas lluvias antes de liberarlo a un sistema de alcantarillado. Estas instalaciones típicamente cuentan con retención de agua superficial y subterránea.



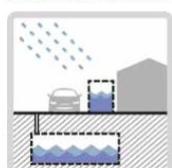
Áreas verdes/ Green open space



Espacios abiertos que normalmente consisten en grandes extensiones de césped y árboles. Las áreas verdes brindan oportunidades para funcionar como hábitat de vida silvestre, detener y tratar la escorrentía de las aguas lluvias, reducir los efectos de las islas de calor y secuestrar el carbono.



Cisternas/ Cisterns



Las cisternas son esencialmente grandes barriles de lluvia con capacidades que varían típicamente de 100 a 10.000 galones. Estas instalaciones de aguas lluvias pueden estar situadas sobre el suelo o de forma subterránea y almacenan temporalmente las escorrentías de los tejados y las superficies impermeables adyacentes. La escorrentía recogida a menudo se reutiliza como riego. Si no se reutiliza, se permite que el escorrentío recogido se infiltre en el suelo o se descargue a través de una conexión hacia la alcantarilla.





Deltares is an independent institute
for applied research in the field of water
and subsurface. Throughout the world,
we work on smart solutions for people,
environment and society.

Deltares