

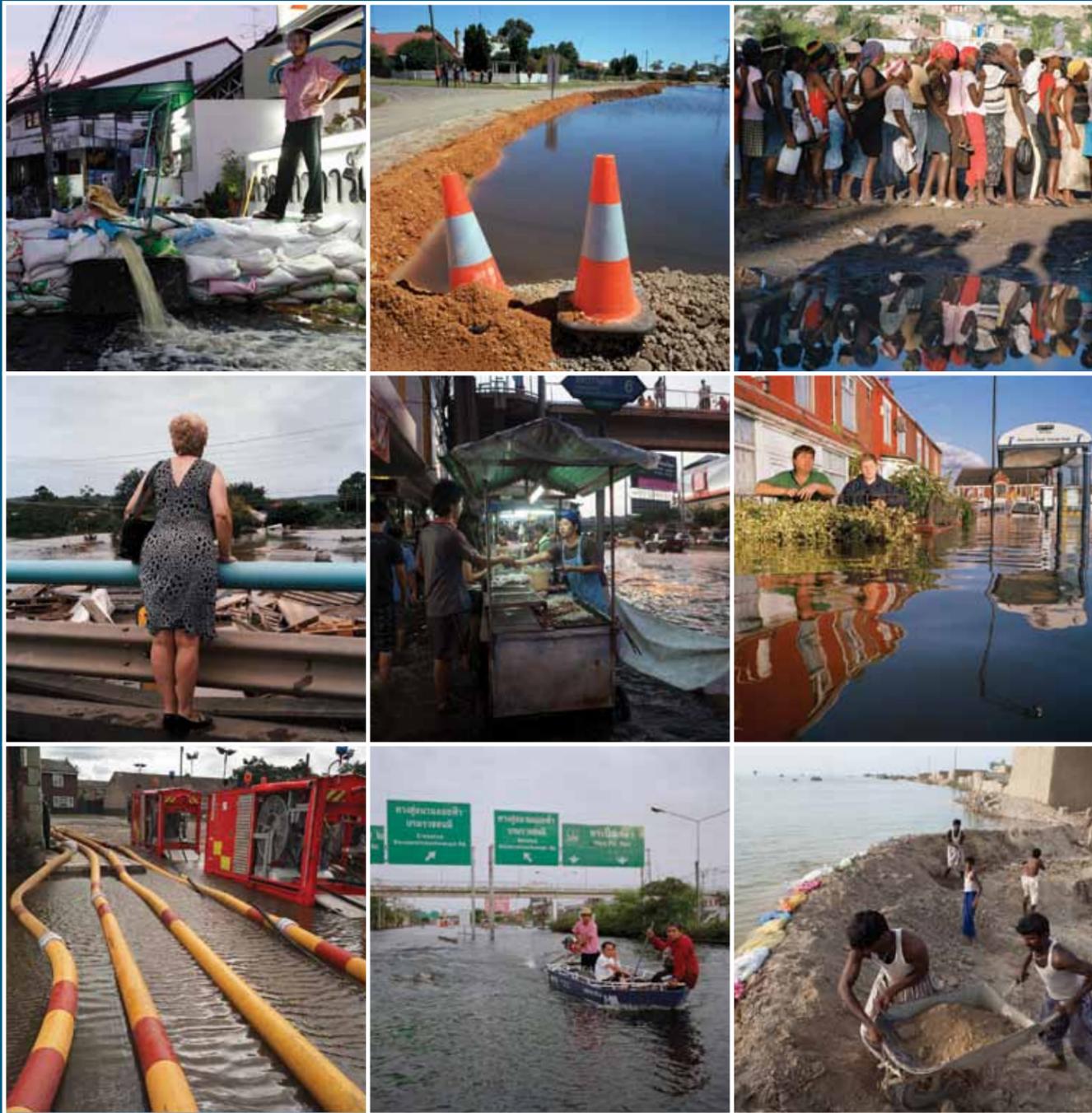
# Ciudades e Inundaciones

Guía para la Gestión Integrada del  
Riesgo de Inundaciones en Ciudades  
en el Siglo 21

Abhas K Jha | Robin Bloch  
Jessica Lamond



Ciudades e Inundaciones  
Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21



Las inundaciones en centros urbanos constituyen un serio y creciente desafío para el desarrollo. Se trata de un fenómeno global que provoca devastación generalizada, daños económicos y pérdida de vidas humanas. *Ciudades e Inundaciones Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21* ofrece una visión anticipada y apoyo operativo a los responsables políticos y técnicos de las ciudades en rápida expansión y pueblos de los países en desarrollo sobre la mejor forma de gestionar el riesgo de inundaciones. Se trata de un enfoque estratégico, en el que las medidas de gestión de riesgos son evaluadas, seleccionadas e integradas en un proceso que informa e involucra a toda la gama de actores interesados.

ISBN 978-0-8213-8866-2



SKU 18866



# Ciudades e Inundaciones



# Ciudades e Inundaciones

## Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21

### Resumen para hacedores de políticas

*Incluye estudios de caso y ejemplos de la región latinoamericana*

Abhas K Jha | Robin Bloch  
Jessica Lamond



THE WORLD BANK  
Washington, D.C.



**GFDRR**  
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

Reconocemos y agradecemos el generoso aporte de NDMI-MOPAS, la República de Corea y el GFDRR para posibilitar la traducción de este documento.



National Disaster Management Institute

Foto de portada: Wilaiporn Hongjantuek camina con el agua hasta el pecho en Amornchai, en las afueras de Bangkok, Tailandia (2011). Fuente: Gideon Mendel

Fotos de contraportada: fuente: Gideon Mendel

Este folleto contiene el Resumen, así como una lista de los contenidos, del libro "Ciudades e Inundaciones: Guía para la Gestión Integrada de las Inundaciones en Ciudades en el siglo 21", de próxima edición.

©2012 International Bank for Reconstruction and Development /International Development Association or The World Bank

1818 H Street NW

Washington DC 20433

Teléfono: 202-473-1000

Internet: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

Este volumen fue producido por personal del Banco Mundial, con contribuciones de colaboradores externos. Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados aquí no reflejan necesariamente las opiniones de los directores del Banco Mundial, o de los gobiernos que ellos representan.

El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este trabajo. Las fronteras, los colores, los nombres y otra información expuesta en cualquier mapa de este volumen no denotan, por parte del Banco, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni aprobación o aceptación de tales fronteras.

#### Derechos y autorizaciones

El material constante en esta obra está sujeto a derechos de autor. Dado que el Banco Mundial fomenta la diseminación de su conocimiento, esta obra puede ser reproducida completamente o por partes, para propósitos no comerciales, siempre y cuando se le atribuya toda la obra.

Para obtener una autorización para reproducir cualquier parte de esta obra con propósitos comerciales, por favor enviar una solicitud con información completa a Copyright Clearance Center Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA; teléfono: 978-750-8400; fax: 978-750-4470; Internet: [www.copyright.com](http://www.copyright.com).

Cualquier otra pregunta acerca de derechos y licencias, incluyendo derechos subsidiarios, dirigirse a Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2422; e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

## Tabla de contenidos

Reconocimientos	7
Acerca de los autores	9
Antecedentes	11
El creciente desafío de las inundaciones en ciudades	14
Comprendiendo las causas y riesgos de las inundaciones en ciudades	23
Un enfoque integrado de la gestión del riesgo de inundaciones	28
Implementando la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades	35
Doce principios clave para el manejo integrado del riesgo de inundaciones	42

# Ciudades e inundaciones: una guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones

## Estudios de caso y ejemplos de la región latinoamericana

---

Respuesta de la ciudad de México al cambio climático y la variabilidad climática	47
Bonos para catástrofes, México	48
Inundaciones en Colombia en el año 2011	49
Inundaciones repentinas y deslizamientos en Brasil	50
Control de inundaciones en la ciudad de Córdoba, Argentina	51
Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Argentina: Programa de prevención de inundaciones urbanas y drenaje	52
Limpieza de drenajes – caso de Managua	58
Fracaso debido al incumplimiento de regulaciones – el caso de Venezuela	58
Desechos sólidos – Bolivia, Brazil, Chile	58
Reutilización y reciclaje de basura y generación de empleo	59
Compensación y reducción de impuestos – el caso de Estrela, Brasil	59

## Reconocimientos

La investigación y redacción de *Ciudades e Inundaciones: Guía para la Gestión Integrada de las Inundaciones en el siglo 21* y el *Resumen para Tomadores de Decisiones* estuvieron a cargo de un equipo liderado por Abhas K. Jha (Líder del equipo de trabajo, Banco Mundial). Robin Bloch (de GHK Consulting) fue Gerente del Proyecto y Jessica Lamond (Universidad del Oeste Inglaterra) fue Editora Técnica. Zuzana Svetlosakova (Banco Mundial) y Nikolaos Papachristodoulou (GHK Consulting) aportaron con valiosos servicios y contribuciones como coordinadores del proyecto.

Reconocemos el aporte financiero del Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres (GFDRR).

Este documento fue preparado bajo la orientación general de Zoubida Allaoua, John Roome y Saroj Kumar Jha.

Debemos un reconocimiento especial a las organizaciones que se asociaron con el Banco Mundial para este proyecto: Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA por sus siglas en inglés).

El grupo consultor fue liderado por GHK Consulting; Baca Architects, Londres; y la Escuela de Tecnología de la Universidad de Wolverhampton. Los aportantes fueron Robert Barker, Alison Barrett, Namrata Bhattacharya, Alan Bird, John Davies, Emma Lewis, Peter Lingwood, Ana López y David Proverbs.

El diseño de la Guía fue desarrollado por Baca Architects. La versión para imprenta fue creada por Chris Jones y Jamie Hearn de Artupdate, Londres.

Las fotografías de gran formato, incluyendo la cubierta, provienen del proyecto “Drowning World”, ejecutado por Gideon Mendel, quien ha fotografiado inundaciones en el Reino Unido, la India, Haití, Pakistán y Tailandia. El trabajo ha sido reportado en el periódico *Guardian* y otras publicaciones.

También quisiéramos reconocer las contribuciones de las siguientes instituciones y organizaciones: Centro Asiático de Preparación para Desastres (Asian Disaster Preparedness Center, ADPC); UN-HABITAT; la Organización Central de Ingenieros de Salud Pública y Ambiente (Central Public Health & Environmental Engineering Organisation, CPHEEO), el Ministerio de Desarrollo Urbano, Gobierno de la India; Deltares; el Centro Alemán de Investigación para las Ciencias de la Tierra (German Research Centre for Geosciences, GFZ); Autoridad Metropolitana de Desarrollo de Manila (MMDA), Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (StEB-TB); y la Autoridad para la Reconstrucción de Queensland.

Nos beneficiamos grandemente del trabajo de nuestros más importantes colegas revisores y asesores: Franz Drees-Gross, Michael Jacobsen, Manuel Marino, Joe Manous, Carlos Costa, Frans van de Ven, Víctor Vergara, Baba Hitoshi, Avinash Tyagi, Burrell E. Montz, Curtis B. Barrett, José Simas, Heinz Brandenburg y Emily White.

Agradecemos los aportes de las siguientes personas, quienes compartieron sus experiencias, hicieron sugerencias, participaron en talleres regionales de actores y expertos, contribuyeron a los estudios de caso, comentaron los borradores y brindaron su apoyo: Daniel A. Hoornweg, Mathias Spalivero, Silva Magaia, R.D. Dinye, Madame Ayeva Koko, Ndaye Gora, Zounoubate N’Zombie, Pramita Harjati, Muh Aris Marfai, N.M.S.I. Arambepola, Ho Long Phi, Menake Wijesinghe, Fawad Saeed, Janjaap Brinkman, Fook Chuan, Trevor Dhu, Achmad Haryadi, Marco Hartman, Josefina Faulan, Dinesh Kumar Mishra, Stéphane Hallegatte, Aphisayadeth Insisiengmay, L.V. Kumar, Rajesh Chandra Shukla, Divine

OdameAppiah, Robert Belk, Juzer Dhoondia, Heidi Kreibich, Philip Bubeck, Bill Kingdom, Fritz Policelli, Loic Chiquier, Marcus Wijnen, Marianne Fay, Nicola Ranger, Paul Huang, Rolf Olsen, Shahid Habib, Vijay Jagannathan, Winston Yu, Zachary Usher, John Frimpong Manso, Tony Asare, Segbefia Alexander Yao, Stephen Yao, Anthony Mompoti, Richard Dugah, Martin Oteng-Ababio, Grace Abena Akese, Clifford Amoako, Solomon N-N Benni, Mohammed Alhassan, Kwasi Baffour Awuah, James K. Boama, Daniel Ayivie, Felix Agyei Amakye, Wise Ametefe, David Asamoah, Ranjini Mukherjee, Rajeev Malhotra, Rajesh Chandra Shukla, Anirban Kundu, Ranu Sinha, Amit Saha, Deepak Singh, Ahmed Kamal, Naseer Gillani, Hazrat Mir, Alamgir Khan, John Taylor, Oktariadi Adi, Nanang W.P. Safari, Febi Dwi Rahmadi, Teguh Wibowo, Jose Miguel Ruiz Verona, Desti Mega Putri, Matt Hayne, Jonathan Griffin, Aris Munardar, Gita Chandrika, Iwan Gunawan, Peter de Vries, Koen Elshol, Jurjen Wagemaker, Tanaka Kataya, Yulita Sari Soepardjo, M. Abdul, Anton Sunarwibowo, Olivia Stinson, M. Rudy, G. Dedi, M. Feuyadi, A. Andi, Elfina Rosita, Omar Saracho, Yusak Oppusunggu, Faisyar, Suryani Amin, Paul van Hofwegen, Rinsan Tobing, Achmad Haryadi, Shinghu Tamotsu, Ampayadi N, Bambang Sigit, M. Feryadiwinarso, Hetty Tambunan, Michael van de Watering, Dan Heldon, Christopher Yu, Ramon Santiago, Liliana Marulanda, Wilson A. Tabston, Gloria R., Arnold Fernandez, Aristioy Teddy Correa, Shelby A. Ruiz, Alvidon F. Asis, Noel Lansang, Reynaldo Versomilla, Joel Las, Yolando R. de Guzman, Morito Francesco, Gabrielle Iglesias, Khondoker Golam Tawhid, Prasad Modak, Young Kim, Arlan Rahman, Stefan G. Koeberle, Ousmane Diagana, Zie Ibrahima Coulibaly, Fasiliddin Rakhimov, Makhtar Diop, Boris Enrique Utria, Yolande Yorke, Klaus Rohland, Kate Isles, Lasse Melgaard, Julia M. Fraser, Sombath Southivong, Khamlar Phonsavat, Alaa Hamood, Emmy Yokoyama, Faris Hadad-Zervos, Francis Ato Brown, Pilar Maisterra, Abdulhamid Azad, Suzy Kantor, Poonam Pillai, Anil Pokhrel, Penelope J. Brook, Ellen A. Goldstein, Swarna Kazi, Patricia Lopez, Tatiana Proskuryakova, Giovanna Prenzushi, Raja Rehan Arshad, Haris Khan, Yan Zhang, Catherine G. Vidar, Mark C. Woodward, Asta Olesen, Nicholas J. Krafft, David Sislen, Jonathan Rothschild, Dzung Huy Nguyen, Dean A. Cira, Benita Sommerville, Josephine Masanque, A. David Craig, Piers E. Merrick, Chris Pratt, Marie E. Brown, Ana Campos Garcia, Geoffrey H. Bergen, Daniel M. Sellen, Eric Dickson, Francoise Clottes, Michael Corlett, Herve Assah, Syed Waqar Haider, Emmanuel Nkrumah, Camille Lampart Nuamah, Nelson Antonio Medina Rocha, Francisco Carranza, Charles Tellier, Helene Djoufelkit, Michael John Webster, Carlos Felipe Jaramillo, Giuseppe Zampaglione, Armando Guzman, Asif Faiz, Rachid Benmessaoud.

También quisiéramos agradecer a Liz Campbell, Ryan Hakim, Lawrence Dakurah, D.K. Ahadzie y Ruby Mangunsong por su apoyo organizativo y logístico en los talleres regionales en Accra, Ghana, Delhi, India, Jakarta, Indonesia y Manila, Filipinas. Mathis Primdal y Roy Brockman de GHK consulting también brindaron su apoyo.

Carly Rose editó una última versión del libro. Jeffrey N. Lecksel, de la Unidad de Diseño de Mapas del Banco Mundial, desarrolló algunos mapas. La Oficina de Publicaciones del Banco Mundial proveyó sus servicios bajo la supervisión de Patricia Katayama y con el apoyo de Andrés Meneses y Denise Marie Bergeron.

Indy Gill desarrolló un portal y un sitio web <http://www.gfdr.org/gfdr/urbanfloods>, donde se puede descargar la Guía y sus materiales de soporte. El sitio fue construido por Jaime Yépez y Ritesh Sanan, del Banco Mundial, con apoyo de Hemang Karelia.



## Acerca de los autores

**Abhas K. Jha** es Especialista Líder en Ciudades y Líder de Programa de Gestión del Riesgo de Desastres para la región de Asia Oriental y el Pacífico del Banco Mundial. Es el responsable del área de manejo del riesgo de desastres en la región. Trabaja en el Banco Mundial desde 2001, liderando su trabajo en temas urbanos, de gestión del riesgo de desastres y vivienda en Turquía, México, Jamaica y el Perú. Además actúa como Coordinador Regional de Gestión del Riesgo de Desastres en Europa y Asia Central. Abhas también ha trabajado como asesor del Director Ejecutivo del Banco Mundial para India, Bangladesh, Sri Lanka y Bután en temas relacionados con el desarrollo urbano, la infraestructura y las finanzas del cambio climático. Anteriormente, trabajó durante 12 años en el Servicio Administrativo de la India (el servicio civil senior de la India), en el gobierno de la India (en el Ministerio Federal de Finanzas y antes en el Estado de Bihar) y también es autor principal de la publicación del Banco Mundial “Hogares más seguros, comunidades más fuertes: un manual para la reconstrucción post desastres”. Los principales intereses de Abhas son la resiliencia de las ciudades y las ciudades como sistemas adaptativos complejos.

El **Dr. Robin Bloch** es Consultor Principal y Director del área de Planificación, Territorios y Desarrollo Económico de GHK Consulting, Londres. Es un planificador urbano educado primero en Sudáfrica y luego en los Estados Unidos. Sus principales áreas de experticia e interés investigativo incluyen la planificación espacial y del uso del suelo en áreas metropolitanas; la gestión del ambiente urbano, la sostenibilidad y la resiliencia; y las industrias urbanas. Robin tiene más de 20 años de experiencia internacional, sobre todo en el África Subsahariana, el Sur y Este del Asia, y en la formulación de políticas, estrategias y planes y en la formulación, implementación y evaluación de proyectos y programas. Es Profesor Visitante Adjunto de la Escuela de Arquitectura y Planificación, Universidad de Witwatersrand, Johannesburgo, e Investigador Asociado en el Centro para la Investigación en Ciencias Sociales de la Universidad de Ciudad del Cabo.

La **Dra. Jessica Lamond** es una investigadora experimentada en la gestión del riesgo de inundaciones, con énfasis especial en las implicaciones de las inundaciones en el medio ambiente construido. Su especialidad incluye la recuperación post inundaciones, los impactos financieros y económicos en los propietarios, la valoración de la propiedad en riesgo, las implicaciones para

los seguros y las barreras y estímulos para la adaptación a las inundaciones. Actualmente es investigadora asociada principal en la Universidad del Occidente de Inglaterra, donde participa en investigaciones apoyadas por importantes financistas e industriales, y actúa como consultora para instituciones gubernamentales y de manejo del riesgo de inundaciones. Jessica tiene abundantes publicaciones en revistas académicas y de investigación y es la editora principal del libro “La amenaza de las inundaciones: impactos y respuestas para el medio ambiente construido”, para Taylor publishing, que agrupa los puntos de vista de expertos en enfoques estructurales y no estructurales al manejo del riesgo de inundaciones en ciudades.

## Colaboradores

Robert Barker, Baca Architects

Alison Barrett, Consultora independiente

Namrata Bhattacharya, Escuela de Tecnología, Universidad de Wolverhampton

Alan Bird, Consultor independiente

Profesor John Davies, Profesor of Ingeniería Civil, Arquitectura y Construcción, Facultad de Ingeniería y Computación, Universidad de Coventry

Emma Lewis, GHK Consulting

Dr. Peter Lingwood, CeConsult

Dra. Ana López, Grantham Research Institute y Centre for the Analysis of Time Series, London School of Economics and Political Science

Nikolaos Papachristodoulou, GHK Consulting

Profesor David Proverbs, Profesor y Director del Departamento de Construcción y Propiedad, Universidad del Occidente de Inglaterra

## Antecedentes

Las inundaciones en ciudades son un desafío grave y creciente. Teniendo como telón de fondo el crecimiento demográfico, las tendencias de la urbanización y los cambios climáticos, las causas de las inundaciones están cambiando y sus impactos se están acelerando. Este gran desafío en evolución significa que los tomadores de decisión deben hacer mucho más para comprender y manejar mejor y más efectivamente los riesgos actuales y futuros.

Este resumen acompaña a la publicación *Ciudades e Inundaciones: Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21*, que aporta con una guía operativa anticipatoria sobre cómo manejar el riesgo de inundaciones en un ambiente urbano en transformación y con un clima cambiante. La guía argumenta a favor de un enfoque estratégico para el manejo del riesgo de inundaciones, en el cual se identifican, evalúan, seleccionan e integran medidas apropiadas en un proceso que incluye e informa a todo el espectro de actores.

La Guía encarna el estado de la técnica en la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades. Está diseñada de manera exhaustiva y amigable para el usuario, a fin de que sea útil como una cartilla para tomadores de decisión y autoridades, especialistas técnicos, funcionarios gubernamentales de los niveles central, regional y local, actores de la comunidad, la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

Contiene capítulos que:

- Describen las causas, probabilidades e impactos de las inundaciones
- Proponen un enfoque estratégico, innovador e integrado para el manejo del riesgo de inundaciones, que se aplica al seleccionar y combinar medidas estructurales, de ingeniería dura, con medidas de manejo, no estructurales
- Discuten cómo estas medidas pueden financiarse y ponerse en práctica, basándose en las capacidades y recursos de todos los actores implicados
- Especifican procedimientos para monitorear y evaluar el progreso de la implementación.

Más de cincuenta casos sobre medidas y procedimientos de manejo, de todo el mundo, ilustran los mensajes clave sobre políticas. Demuestran lo que se está implementando para enfrentar exitosamente los desafíos del manejo del riesgo de inundaciones en una amplia variedad de contextos urbanos.

Varias secciones cubren los detalles operativos de la implementación de una serie de medidas clave para el manejo del riesgo de inundaciones y aportan con importante información técnica.

Para concluir, se presentan 12 principios rectores de política para la gestión integrada del riesgo de inundaciones.

Este resumen sintetiza las áreas clave que deben conocer los tomadores de decisión, y sobre las que deben actuar, cuando crean políticas para el manejo del riesgo de inundaciones en ciudades y desarrollan marcos estratégicos para manejar exitosamente el creciente riesgo de inundaciones urbanas.

Las inundaciones en ciudades plantean un grave desafío para el desarrollo y la vida de sus habitantes, en particular los residentes de pueblos y ciudades en expansión en países en desarrollo.



Ghulam Rasool Buriro camina por el centro inundado del pueblo de Khairpur Nathan Shah, 2010, Pakistán. Fuente: Gideon Mendel

## El creciente desafío de las inundaciones en ciudades

Las inundaciones son un fenómeno global que causa devastación, daños económicos y pérdida de vidas humanas

En los pasados 18 meses, han ocurrido inundaciones destructivas a lo largo de la cuenca del río Indo, en Pakistán, en agosto del 2010; en Queensland (Australia), Sudáfrica, Sri Lanka y las Filipinas a fines del 2010 e inicios del 2011; acompañadas por deslizamientos en la región Serrana del Brasil, en enero de 2011; que fueron seguidos por el tsunami, producido como resultado de un terremoto, y que afectó al noreste de la costa japonesa en marzo de 2011; inundaciones a lo largo del río Mississippi en agosto de 2011; en la provincia sureña de Sindh, en Pakistán, en septiembre de 2011; y en extensas áreas de Tailandia, incluyendo la ciudad de Bangkok, en octubre y noviembre de 2011.

Las inundaciones son el desastre natural más frecuente. El número de inundaciones reportadas ha crecido significativamente, en especial en los últimos 20 años. Las Figuras 1 y 2 ilustran esta tendencia. El número de personas afectadas por las inundaciones y las pérdidas financieras, económicas y aseguradas también han aumentado. Apenas en el año 2010, 178 millones de personas fueron afectadas por inundaciones. Las pérdidas totales en años excepcionales, como 1998 y 2010, pasaron de los 40 mil millones de dólares.

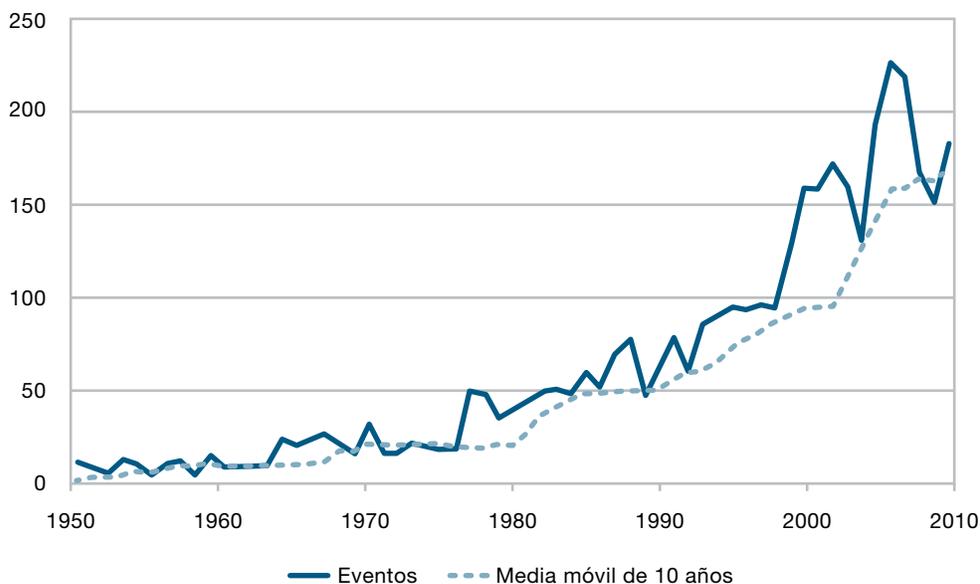


Figura 1: Número de inundaciones reportadas. Fuente: basado en datos de EM-DAT/CRED

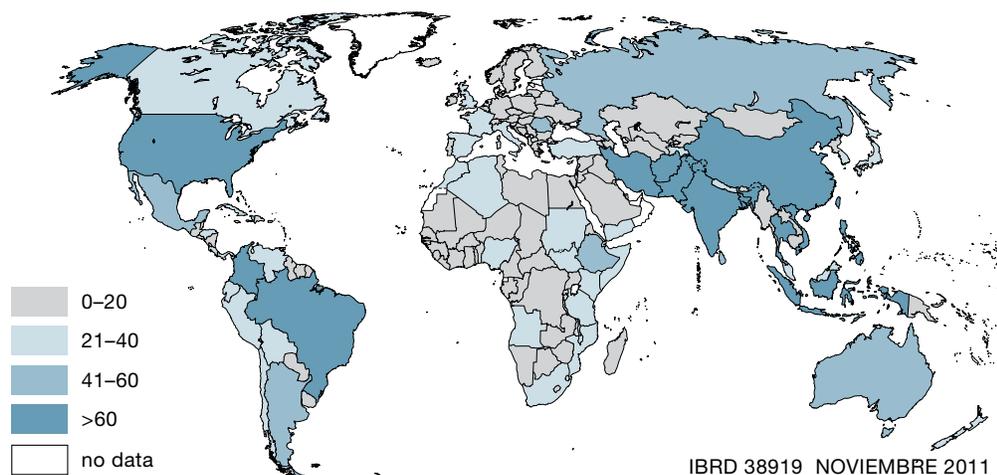


Figura 2: Inundaciones, 1970-2011. Fuente: EM-DAT: La base de datos internacional de desastres de OFDA/CRED [www.emdat.be](http://www.emdat.be) - Université Catholique de Louvain - Bruselas - Bélgica. Noviembre 2011

El número de vidas perdidas en relación directa con las inundaciones está creciendo más lentamente, o inclusive decreciendo. Esto refleja la exitosa implementación de medidas de manejo del riesgo de inundaciones. Si bien ello es alentador, el número de víctimas mortales todavía es alto en países en desarrollo, donde las inundaciones tienen un impacto desproporcionadamente alto sobre los pobres y aquellos con desventajas sociales, en particular las mujeres y los niños.

En todo el mundo, las áreas urbanas en riesgo han sido particularmente afectadas por los crecientes impactos de las inundaciones. Los impactos, tanto actuales como proyectados, imprimen un sentido de urgencia a la necesidad de hacer que el manejo del riesgo de inundaciones en asentamientos urbanos tenga alta prioridad en la agenda política y las políticas. La comprensión de las causas y efectos de los impactos de las inundaciones y el diseño, la inversión en medidas para minimizar estos impactos y su implementación deben ser parte integral del pensamiento actual sobre el desarrollo y deben integrarse en las metas más amplias del desarrollo.

Las inundaciones afectan a los asentamientos urbanos de todo tipo, desde pequeños poblados y pueblos comerciales y centros de servicios de tamaño mediano, por ejemplo a lo largo del río Indo, hasta ciudades más grandes, megaciudades y áreas metropolitanas como Sendai, Brisbane, Nueva York, Karachi y Bangkok, que han sido recientemente afectadas por inundaciones.

Los países definen lo que es un asentamiento urbano en formas muy distintas, lo que dificulta lograr una definición consistente de lo que son las inundaciones en ciudades. Las estadísticas de daños usualmente no se clasifican por su localización urbana o rural, haciendo difícil discriminar las pérdidas entre las poblaciones urbanas y rurales.

Sin embargo, existen diferencias reales entre las inundaciones urbanas y rurales. Aunque las inundaciones rurales puedan extenderse en territorios mucho más extensos y afectar a los sectores más pobres de la población, las inundaciones urbanas son mucho más costosas y difíciles de manejar.

Los impactos de las inundaciones urbanas también son particulares, debido a la mayor concentración de pobladores y activos. Esto hace que el daño sea más grave y costoso. Los asentamientos urbanos también contienen la mayor parte de activos económicos y sociales de los países, de tal manera que las inundaciones en estos ambientes con frecuencia tienen consecuencias más serias para la sociedad, al causar daños y trastornos que van más allá del nivel de las aguas.

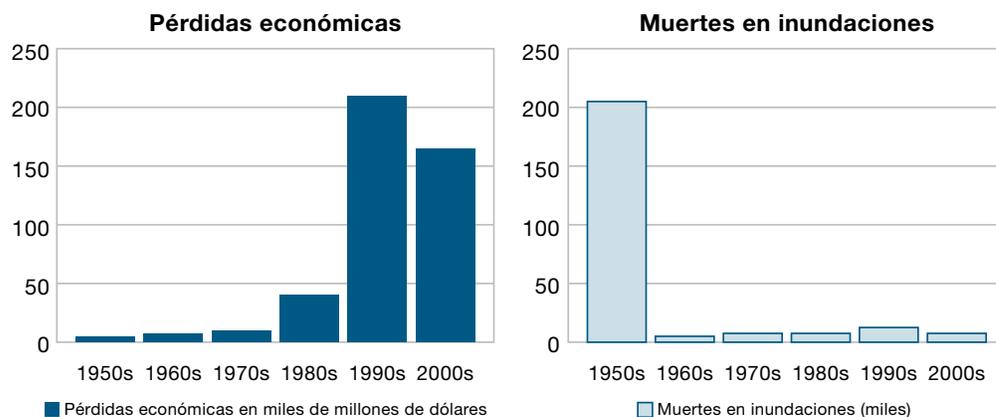


Figura 3: Pérdidas económicas y muertes reportadas Fuente: basado en EM-DAT/CRED

Los impactos directos de los grandes eventos representan el mayor riesgo para vidas y propiedades. La Figura 3 muestra el crecimiento de los impactos monetarios directos que resultan de las inundaciones. Los efectos indirectos, y frecuentemente de largo plazo, como enfermedades, mala nutrición y menores oportunidades educativas y la pérdida de medios de vida, también pueden erosionar la resiliencia de las comunidades y otras metas del desarrollo. A ello también contribuye la necesidad de enfrentar constantemente inundaciones

regulares y de menor magnitud. Estos impactos indirectos pueden ser difíciles de identificar inmediatamente y todavía más difíciles de evaluar. Sin embargo, las personas pobres y desaventajadas usualmente son quienes más sufren por el riesgo de inundaciones.

La urbanización, característica definitoria del crecimiento demográfico mundial, contribuye a, y complica, el riesgo de inundaciones. En el año 2008, por primera vez en la historia de la humanidad la mitad de la población mundial vivía en áreas urbanas; de ella, dos tercios están en países de ingresos bajos y medios. Se espera que la proporción llegue al 60% en el año 2030 y al 70% en el 2050, lo cual significará un total de 6200 millones de personas, o el doble de la población rural proyectada. Conforme la mayoría de la población mundial sea urbana, las inundaciones en ciudades significarán una proporción cada vez más importante del impacto total de las inundaciones.

Así, las inundaciones urbanas se están volviendo más peligrosas y su manejo es más costoso por el tamaño de la población expuesta. Esto afecta a asentamientos de todos los tamaños: mientras en el año 2030 se pronostica que existirán 75 conglomerados urbanos de más de 5 millones de habitantes, se espera que las poblaciones humanas de todos los tamaños continúen creciendo, como lo demuestran las Figuras 4 y 5. De hecho, al año 2030, la mayoría de habitantes urbanos vivirá en pueblos y ciudades con poblaciones de menos de un millón de habitantes, donde la infraestructura y las instituciones tienen menos capacidad para enfrentar las amenazas. La gestión del riesgo de inundaciones urbanas no está confinada únicamente a las ciudades más grandes.

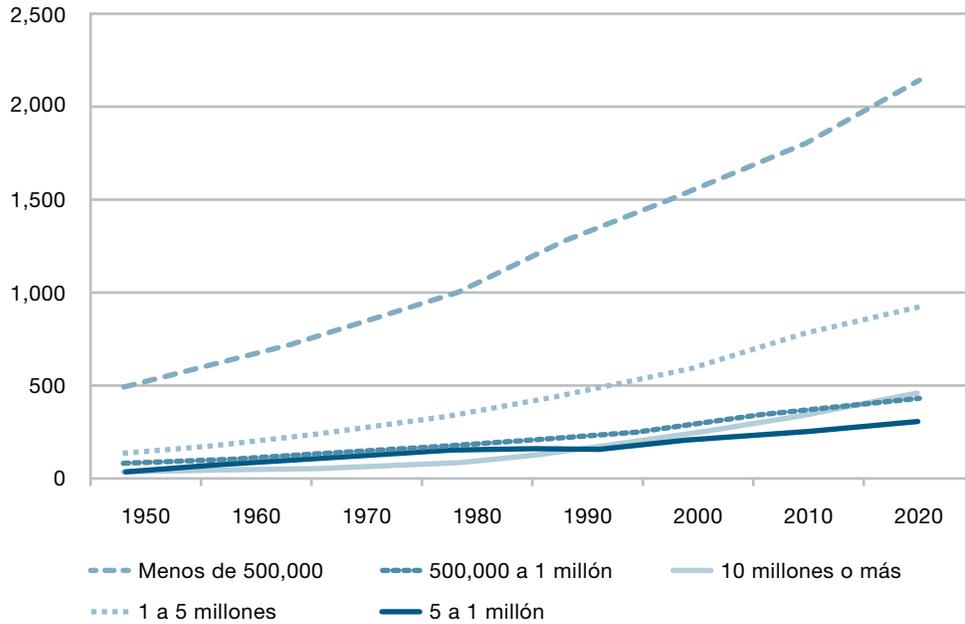


Figura 4: Crecimiento de la población según el tamaño de las ciudades. Fuente: basado en la División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales del Secretariado de las Naciones Unidas, *Prospectiva de la Población Mundial: revisión de 2008* y *Prospectiva de la urbanización mundial: revisión del 2009*.

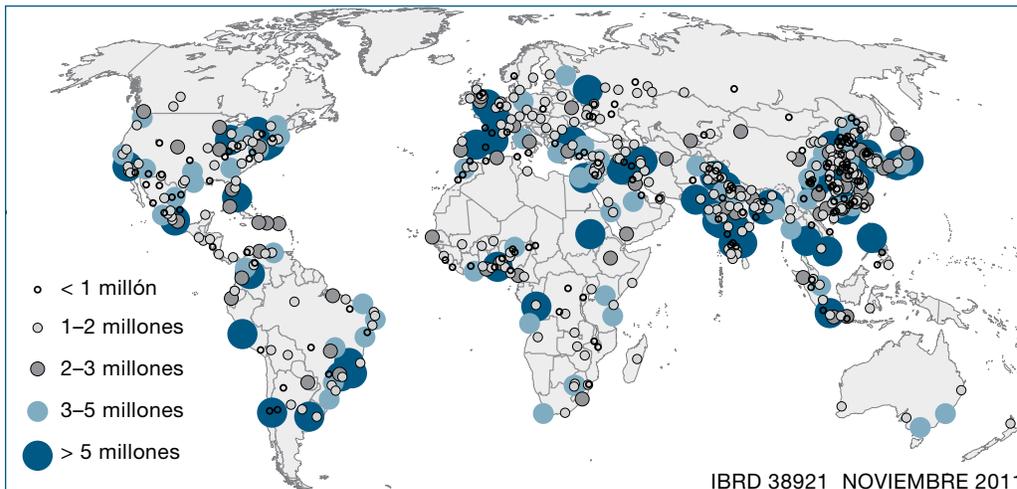


Figura 5: Aglomeraciones urbanas con más de 750,000 habitantes, 2010. Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas, División de Población; *Prospectiva de la Urbanización Mundial, Revisión de 2009*; Archivo 12: Población de Conglomerados urbanos con 750,000 o más habitantes en 2009, por país, 1050-2025 (miles) (Noviembre 2011)

La urbanización mal planificada y manejada también contribuye a la creciente amenaza de inundaciones, debido al inadecuado cambio en el uso del suelo. La gran expansión que sufren ciudades y pueblos para acomodar a la población creciente con frecuencia lleva a asentamientos no planificados en llanuras y áreas inundables en las costas y tierra adentro.

En el mundo en desarrollo, una gran proporción del crecimiento y la expansión urbana tienen lugar en asentamientos informales densamente poblados, de mala calidad, que con frecuencia se denominan “tugurios”. Están localizados tanto en los centros de las ciudades como en su periferia, regiones suburbanas o periurbanas, y con frecuencia sufren el mayor riesgo. La concentración de población pobre en estas áreas, que por lo general carecen de viviendas apropiadas así como de infraestructura y servicios, incrementa el riesgo de inundaciones y hace que los impactos sean más graves para las personas desaventajadas.

A los crecientes impactos de las inundaciones se suman los de la expansión urbana por fuera de las defensas contra inundaciones existentes; el incremento de la pavimentación y las superficies impermeables; la superpoblación, la mayor densidad y congestión; drenajes, infraestructura de saneamiento y manejo de desechos sólidos insuficientes, antiguos o mal mantenidos; sobre-extracción de aguas subterráneas, que ocasiona hundimientos; y la ausencia de manejo del riesgo de inundaciones.

El cambio climático es la otra tendencia global que tendrá un impacto significativo en el riesgo de inundaciones. Las alteraciones en los patrones meteorológicos asociadas a un clima más cálido tienen el potencial de causar más inundaciones, con sus impactos directos e indirectos. Los patrones observados y proyectados de cambio climático pueden amplificar el riesgo de inundaciones existente, por ejemplo al:

- Incrementar el ritmo de elevación del nivel del mar, que es uno de los factores que agravan los daños por inundaciones en las zonas costeras
- Cambiar los patrones de lluvia locales, lo que podría llevar a inundaciones ribereñas más frecuentes y a niveles más altos, así como a inundaciones repentinas más intensas.

- Cambiar la frecuencia y duración de los episodios de sequía que llevan a la extracción de agua subterránea y ocasionan hundimientos, que empeoran el impacto de la subida del nivel del mar.
- Incrementar la frecuencia de tormentas, lo que conduce a marejadas más frecuentes.

Según la opinión de los científicos del clima, expresada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el incremento observado en los extremos climáticos es consistente con un clima más caliente. Aunque no se puede atribuir los eventos extremos individuales al cambio climático, éste último sí puede incrementar la probabilidad de ocurrencia de algunos eventos. La subida del nivel del mar también es un fenómeno conocido y observado. Aunque el cambio climático tiene el potencial de incrementar grandemente las amenazas y riesgos de inundaciones, no parece ser el causante principal del aumento en los impactos que se observa actualmente.

En escalas de tiempo menores, se espera que la variabilidad natural del sistema climático y otros riesgos no climáticos tengan un mayor impacto en el riesgo de inundaciones que las tendencias climáticas a largo plazo. La urbanización acelerada y el desarrollo urbano podrían también incrementar significativamente el riesgo de inundaciones, independientemente del cambio climático. Por ejemplo, en Jakarta, Indonesia, el actual hundimiento del suelo ocasionado por la extracción de aguas subterráneas y la compactación altera la relación entre los niveles de tierra firme y mar 10 veces más que el impacto del aumento del nivel del mar que se esperaría como resultado del cambio climático.

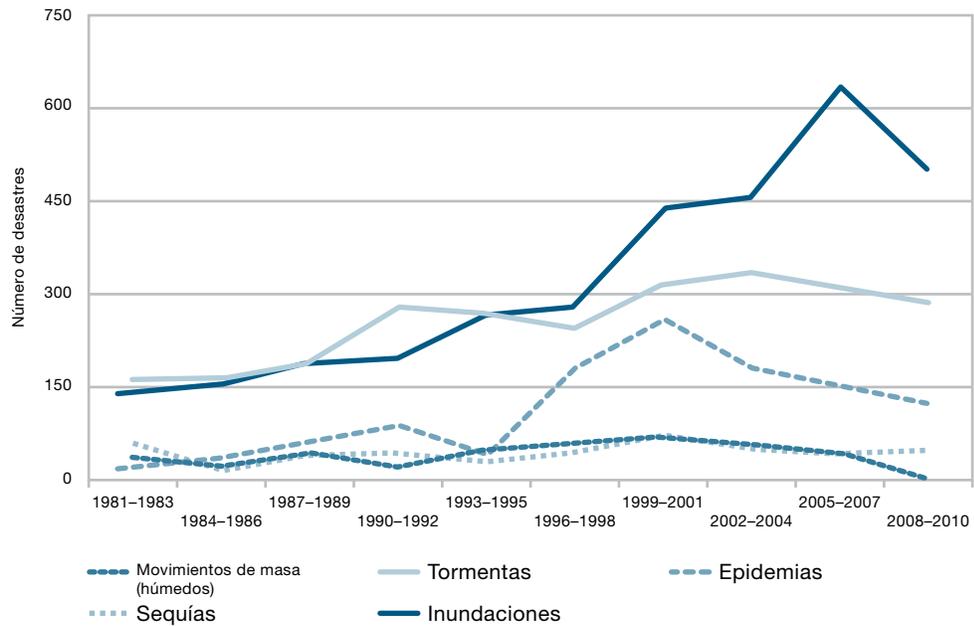


Figura 6: Tendencias en desastres relacionados con el agua.  
Fuente: basado en EM-DAT/CRED

En escalas de tiempo mayores, el cambio climático podría tener un papel más significativo. Ambas perspectivas, a largo y corto plazo, deben considerarse en la gestión del riesgo de inundaciones: “El punto clave es encontrar formas de incluir, dentro de las inversiones y elecciones a corto plazo, consideraciones de las tendencias a largo plazo y de los peores escenarios”<sup>1</sup>. La figura 6 ilustra las tendencias de desastres relacionados con el agua en los últimos 30 años.

Al gestionar los actuales riesgos de inundaciones, y al planificar para el futuro, se debe encontrar un equilibrio entre enfoques de sentido común, que minimizan los impactos mediante una mejor gestión urbana y el mantenimiento de la infraestructura para mitigación de inundaciones, y enfoques con visión de futuro que se anticipen y defiendan contra las futuras amenazas de inundaciones construyendo nueva infraestructura para la mitigación de inundaciones o redefiniendo radicalmente el entorno urbano. Este equilibrio será distinto para cada ciudad o población en riesgo. Para tomar decisiones sobre la priorización apropiada de los esfuerzos de gestión de las inundaciones, se requiere de una comprensión de los riesgos por inundación presentes y futuros.

<sup>1</sup> Revkin A. “On Dams, Gutters, Floods and Climate Resilience.” Dot Earth blog en el periódico The New York Times, agosto 30, 2011.



Un residente trata de retirar el lodo después de una inundación en Gonaïves, Haití, 2008. Fuente: Gideon Mendel

## Comprendiendo las causas y riesgos de las inundaciones en ciudades

Como primer paso en la gestión del riesgo de inundaciones en ciudades, las autoridades deben comprender las amenazas que pueden afectar al medio ambiente urbano. Entender las amenazas requiere de una mejor comprensión de los tipos y causas de inundaciones, sus probabilidades de ocurrencia y su expresión en términos de extensión, duración, profundidad y velocidad.

Este entendimiento es esencial para diseñar medidas y soluciones que puedan prevenir o limitar los daños de un tipo específico de inundación. Igualmente importante es conocer dónde y con qué frecuencia es posible que ocurran inundaciones, qué población y activos ocupan las áreas de potencial afectación, cuán vulnerables son las personas y sus asentamientos, cómo se planifican y desarrollan los asentamientos, y qué están haciendo para reducir los riesgos por inundación. Esto es crítico para comprender las necesidades, urgencias y prioridades en la implementación de medidas de gestión del riesgo de inundaciones.

Como el riesgo de inundaciones evoluciona con el tiempo, los diseñadores de políticas también deben explorar cómo las decisiones cambian a la luz del clima cambiante. Los procesos de toma de decisiones deben incorporar información sobre los modelos utilizados para proyectar el cambio climático a distintas escalas, y se debe comprender las incertidumbres relacionadas con esos resultados.

Las zonas urbanas pueden inundarse por ríos, inundaciones costeras, flujos de aguas pluviales y subterráneas, y fallos de sistemas artificiales. Las inundaciones urbanas por lo general provienen de una compleja combinación de causas, como resultado de una combinación de extremos meteorológicos e hidrológicos, tales como precipitación y escorrentía extremos. Sin embargo, con frecuencia también ocurren como resultado de las actividades humanas, incluyendo el crecimiento y desarrollo no planificados en llanuras de inundación, o la ruptura de una presa o un dique que no alcanza a proteger asentamientos planificados.

Aquí es importante distinguir entre la probabilidad de ocurrencia de un evento climático y la probabilidad de ocurrencia de una inundación. La inundación es básicamente causada por fenómenos meteorológicos que pueden ser difíciles de predecir. Por esta razón, las predicciones de amenaza de inundaciones comúnmente se expresan como probabilidades, calculadas

utilizando datos históricos del área de interés. El valor de la inferencia basada en observaciones históricas depende naturalmente de la disponibilidad y calidad de los datos.

Por lo tanto, la comprensión de estas probabilidades es crítica para entender el riesgo. El lenguaje probabilístico puede ser confuso, ya que las personas no comprenden intuitivamente una probabilidad de inundación del uno por ciento anual (o de uno en 100). El uso de un concepto alternativo, como es el período estimado de retorno, por ejemplo “una inundación de 100 años” es también malentendido como una inundación que con certeza ocurrirá en los próximos 100 años; a veces, incluso se entiende como una inundación que solo puede ocurrir una vez cada 100 años. De manera similar, dos eventos con el mismo período de retorno pueden tener diferentes magnitudes, y en consecuencia afectar a la misma población de diferentes maneras. Cuando existe incertidumbre sobre lo que ocurrirá a largo plazo o cuando no se comprende la incertidumbre, por ejemplo debido a datos incorrectos, comunicar el riesgo de inundaciones en términos de probabilidades puede ser desorientador y complicar la toma de decisiones.

La utilización de mapas para comunicar las amenazas y riesgos es una ayuda valiosa para la toma de decisiones. Los mapas de amenaza de inundación son herramientas visuales para comunicar las amenazas existentes en un área, planificar el desarrollo, la respuesta a emergencias y para la formulación de políticas. Estos mapas incorporan información sobre amenazas en el contexto de los bienes y la población expuestos y su vulnerabilidad. Pueden a menudo expresarse en términos de daños esperados, y pueden ser utilizados como herramientas complementarias en la toma de decisiones.

El pronóstico de inundaciones es otra herramienta esencial que ofrece alertas sobre inundaciones a la población que todavía está expuesta al riesgo, en un esfuerzo por salvar vidas y propiedades. Sin embargo, sin un análisis de las causas físicas de las inundaciones registradas, y del contexto geofísico, biofísico y antropogénico (o causado por el hombre) que determina el potencial de ocurrencia de una inundación, las predicciones podrían empeorar los daños ocasionados por las inundaciones, ya sea por subestimar o por sobreestimar las amenazas. La modelación de amenazas enfrenta muchos desafíos en la actualidad.

Existen incluso mayores fuentes de incertidumbre para la proyección de futuros riesgos por inundación. Usualmente se asume que las inundaciones futuras seguirán los patrones del pasado, porque son generadas por los mismos procesos cíclicos del clima, el terreno, la geología y otros factores. Cuando este supuesto es cierto, se dice que el sistema es estacionario, lo que hace que se pueda predecir el futuro con base en el pasado. Cuando el supuesto es falso, el futuro se vuelve mucho más incierto. La figura 7 ilustra el uso de mapas de amenaza para representar amenazas actuales y futuras. Para las inundaciones en las ciudades, las dos fuentes potenciales más importantes de lo que se denomina no estacionariedad (es decir, los patrones del pasado y las tendencias son malos predictores del futuro), son el rápido desarrollo de las zonas propensas a inundaciones a medida que avanza la urbanización y los cambios en los patrones climáticos asociados con el cambio climático.

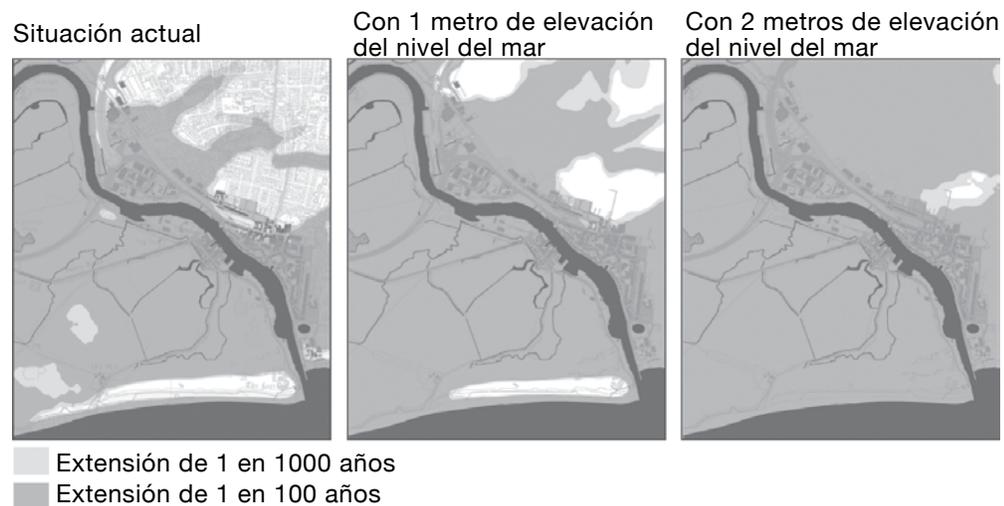


Figura 7: Mapa del riesgo de inundaciones. Fuente: Baca Architects

La urbanización es sin duda una tendencia inevitable, imparable y positiva que, sin embargo tiene el potencial de incrementar significativamente el riesgo de inundaciones. Sin embargo, la proyección del futuro crecimiento poblacional urbano es incierta en lo que respecta a la escala y distribución espacial de las poblaciones. Del mismo modo, el impacto del crecimiento urbano futuro en el riesgo de inundaciones será influenciado por las políticas y decisiones de los habitantes urbanos, que pueden o no ocupar zonas de riesgo de inundación, o adoptar una adecuada planificación y diseño urbanos.

También hay considerables incertidumbres en las proyecciones climáticas. Esto se debe a la dificultad de predecir con precisión la trayectoria futura del desarrollo socio-económico, y como consecuencia de un conocimiento incompleto del sistema climático y las limitaciones de los modelos computarizados utilizados para generar proyecciones. La importancia relativa o absoluta de las diferentes fuentes de incertidumbre depende de la escala espacial, el intervalo de tiempo de la proyección, y la variable analizada.

La conclusión inevitable es que la exactitud o precisión de los pronósticos del riesgo de inundaciones a largo plazo será baja, y que no se debe poner excesiva confianza en las probabilidades futuras. Es igualmente evidente que una mejor planificación y gestión del desarrollo urbano puede mitigar el incremento del riesgo de inundaciones en el futuro.

El desarrollo de adaptaciones adecuadas para protegerse contra el riesgo de un futuro incierto se complica aún más por una combinación de las características de la infraestructura urbana a proteger y por la duración de los períodos de construcción y vida útil de la infraestructura y proyectos de protección contra inundaciones. Esto puede resultar en que grandes proyectos de protección enfrenten nuevos retos incluso antes de haber sido concluidos, como por ejemplo en la ciudad de Ho Chi Minh, Vietnam, donde el plan maestro para mitigar inundaciones por medio de drenajes mejorados del 2001 tuvo que enfrentar precipitaciones máximas mayores a las esperadas.

Defenderse contra futuras inundaciones requerirá entonces de enfoques más robustos en la gestión de inundaciones, que puedan enfrentar una mayor incertidumbre o ser adaptables a un mayor rango de escenarios futuros. Esto podría llevar a un mayor uso de enfoques de gestión del riesgo de inundaciones más flexibles y graduales, a la incorporación de mayor flexibilidad en el diseño de medidas de ingeniería, o a la aceptación de potenciales sobre-especificaciones para medidas inflexibles.

Con una sólida comprensión de las causas e impactos de las inundaciones urbanas, una apreciación de la probabilidad de inundación en el futuro y de las incertidumbres que la rodean, y el conocimiento de las potencialidades y limitaciones de los distintos enfoques de gestión del riesgo de inundación, los tomadores de decisiones pueden adoptar un enfoque integrado.



Mujeres haciendo fila para recibir ayuda alimentaria en la ciudad de Gonaives, Haití, dos semanas después de que toda la ciudad se inundara durante los huracanes Ike y Hanna, 2008, Haití. Fuente: Gideon Mendel

## Un enfoque integrado de la gestión del riesgo de inundaciones

Un enfoque integrado de la gestión del riesgo de inundaciones es una combinación de medidas de gestión del riesgo que, tomadas como un todo, pueden reducir exitosamente los riesgos de inundación en ciudades. La guía ayuda a tomadores de decisiones a desarrollar este enfoque integrado y estratégico que se adapte a sus condiciones y necesidades específicas.

Las medidas de gestión de inundaciones suelen ser típicamente descritas como estructurales o no estructurales. Las medidas estructurales tienen por objetivo reducir el riesgo de inundaciones controlando el flujo del agua, tanto afuera como al interior de los asentamientos urbanos. Son complementarias a medidas no estructurales que apuntan a mantener a la gente a salvo de las inundaciones a través de una mejor planificación y gestión del desarrollo urbano. Una estrategia global e integrada debe estar vinculada a la planificación urbana y a las políticas y prácticas administrativas vigentes.

Las medidas estructurales y no estructurales no se oponen entre sí, y las estrategias más exitosas combinan ambos tipos. También es importante tener en cuenta el nivel y características de los riesgos existentes y los posibles cambios futuros en el nivel de riesgo, para lograr un equilibrio entre las inversiones a largo y corto plazo necesarias para manejar el riesgo de inundación. Pero conforme se aceleren la urbanización y el cambio climático, es muy posible que sea necesario alejarse de lo que hoy es con frecuencia un exceso de confianza en las defensas de ingeniería dura, para llegar a soluciones no estructurales más adaptables e incrementales.

Las medidas estructurales abarcan desde estructuras de ingeniería dura, como las defensas contra inundaciones y canales de drenaje, hasta medidas complementarias o alternativas más naturales y sostenibles, como los humedales y amortiguadores naturales. Estas pueden ser muy eficaces cuando se usan apropiadamente, como lo atestiguan los éxitos bien documentados de la Barrera del Támesis, las defensas contra el mar en Holanda y los sistemas de los ríos japoneses. Las medidas estructurales pueden, sin embargo, ser desbordadas por eventos cuya magnitud rebasa las especificaciones del diseño. Muchas de las medidas estructurales también transfieren el riesgo de inundaciones, reduciéndolo en un lugar y aumentándolo en otro. La reorientación del flujo

del agua con frecuencia también tiene impactos ambientales. En algunas circunstancias, esto es aceptable y apropiado, mientras que en otras puede no serlo. En todos los casos, se mantiene un riesgo residual de inundación. Las soluciones estructurales también pueden tener un costo inicial alto, a veces su presencia puede inducir a la falta de proactividad y su fracaso puede resultar en mayores impactos si las estructuras fallan o si su capacidad es rebasada, tal como ilustró trágicamente el tsunami de Japón en el año 2011.

Estas consideraciones, y el hecho de que siempre existirá un riesgo residual de inundación, nos llevan a tener que incorporar medidas no estructurales en cualquier estrategia. Siempre hay un rol para las medidas no estructurales, que manejan el riesgo mediante el desarrollo de capacidades para que las personas puedan enfrentar las inundaciones en el medio en que se desenvuelven. Medidas no estructurales, como sistemas de alerta temprana, pueden ser vistas como un primer paso para proteger a las personas en ausencia de medidas estructurales más costosas, pero también serán necesarias para manejar el riesgo residual que queda después de la implementación de medidas estructurales. Las medidas no estructurales por lo general no requieren de grandes inversiones iniciales, pero a menudo se basan en una buena comprensión de la amenaza de inundación y en sistemas de predicción adecuados - a modo de ejemplo, un plan de evacuación de emergencia no puede funcionar sin algún aviso previo.

Las medidas no estructurales pueden categorizarse bajo cuatro propósitos principales:

- Planificación y gestión de la respuesta ante emergencias, incluyendo alertas y evacuación, como, por ejemplo, en los sistemas locales de alerta de inundaciones en Filipinas y en la Cuenca de Lai Nullah, Pakistán.
- Aumento de la preparación a través de campañas de sensibilización, como se demuestra en Mozambique y Afganistán. La preparación incluye procedimientos para reducir el riesgo de inundaciones en ciudades, como el mantenimiento de desagües limpios a través de una mejor gestión de residuos sólidos.
- Evitar inundaciones mediante la planificación del uso del suelo, como se ve en la Ley de Inundaciones de Alemania y reglamentos de planificación en Inglaterra y Gales. La planificación del uso del suelo contribuye tanto a la mitigación como a la adaptación a las inundaciones en ciudades.
- La aceleración de la recuperación y su aprovechamiento para incrementar la resiliencia mediante mejoras en el diseño y la construcción de edificaciones - el llamado "volver a construir mejor". Como ejemplo se tiene la planificación de la reconstrucción resiliente de la aldea de Xaafuun, Somalia, afectada por un tsunami.

La financiación adecuada del riesgo, por ejemplo el uso de seguros de inundación donde estén disponibles, o el uso de donaciones y financiamiento gubernamental contribuyen a lograr a una rápida recuperación.

En muchas medidas no estructurales, el desafío se encuentra en la necesidad de involucrar la participación y el acuerdo de las partes interesadas y sus instituciones. Esto incluye a veces mantener recursos, actividades de concientización y preparación durante décadas sin inundaciones, teniendo en cuenta que la memoria de los desastres tiende a debilitarse con el tiempo. Este desafío aumenta por el hecho de que la mayoría de las medidas no estructurales están diseñadas para minimizar, mas no evitar los daños, y por lo tanto la mayoría de la gente instintivamente preferirá una medida estructural.

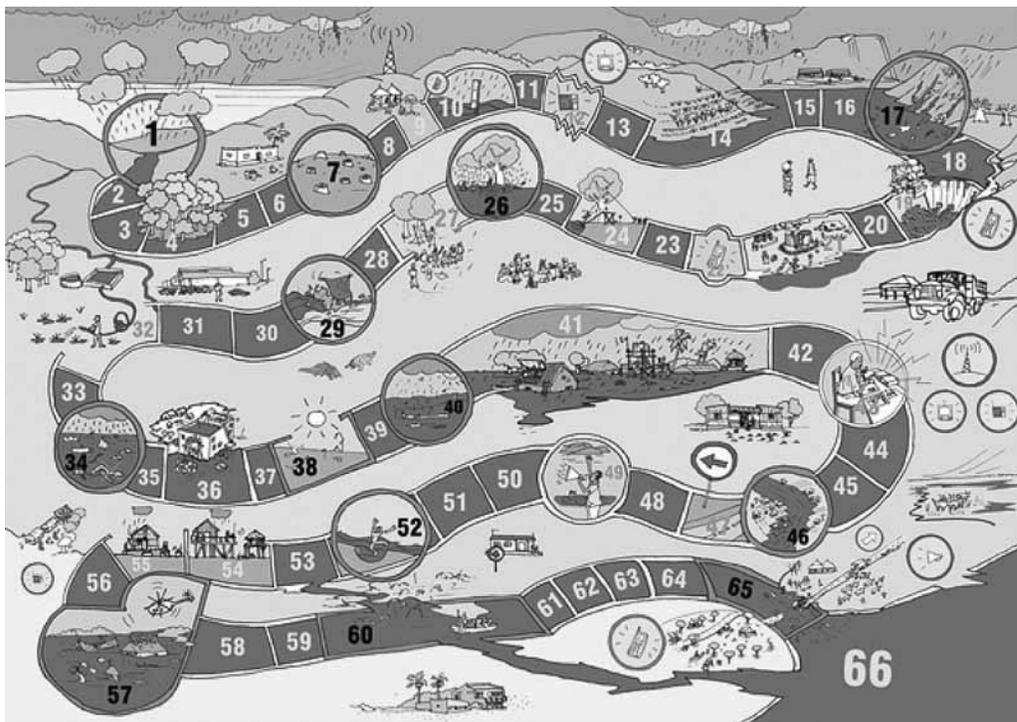


Figura 8: el juego del río. Fuente: UN-HABITAT

La generación de los cambios necesarios en las actitudes y comportamientos puede requerir de la inversión de tiempo y recursos para organizar la comunicación y ejecutar amplias consultas. Un ejemplo de buena práctica de participación comunitaria por medio de herramientas didácticas se encuentra en Mozambique, donde el Juego del Río desarrollado por UN-HABITAT y socios locales bajo un proyecto de Alianza de Ciudades (Figura 8) se utiliza para educar, comunicar y comprometer la participación de múltiples actores.

La gestión de inundaciones puede beneficiarse enormemente del involucramiento de los actores . De hecho, si el desafío de la comunicación y las consultas se supera con éxito, las mejoras en la resiliencia contra inundaciones serán significativas.

También es importante tomar en cuenta asuntos temporales y espaciales a la hora de determinar la estrategia. La gestión integrada del riesgo de inundaciones en las ciudades tiene lugar en un rango de escalas, incluyendo a la cuenca y la captación de agua. Esto se debe al hecho de que la fuente de inundación puede estar a cierta distancia de la ciudad o población. A menudo, la mejor opción puede ser enfrentar la inundación antes de que llegue al entorno urbano.

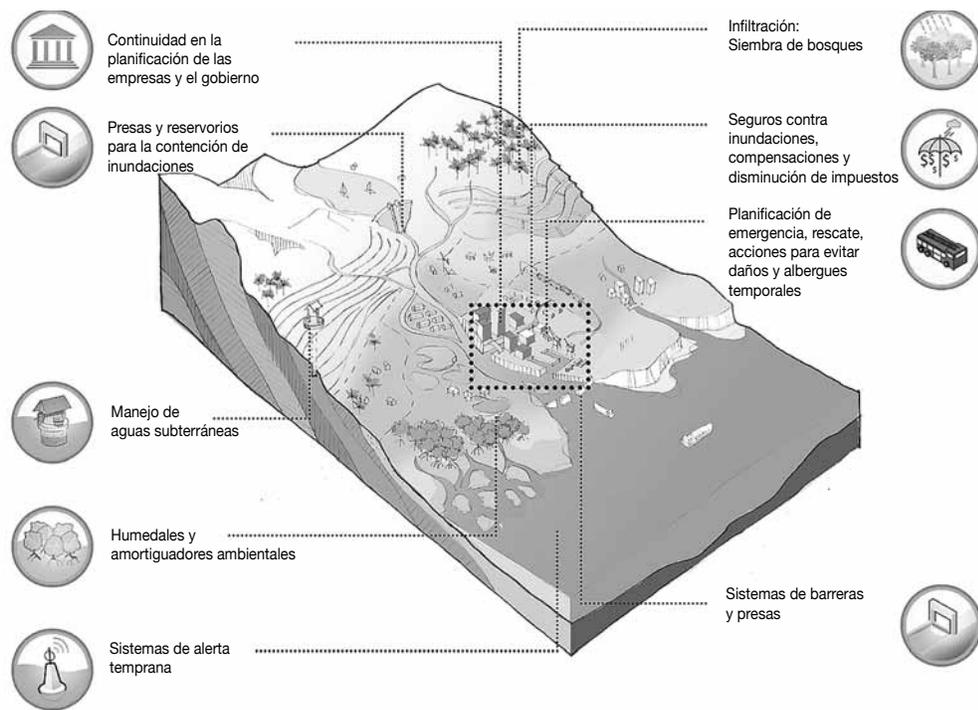


Figura 9: Resumen de las opciones de manejo del riesgo de inundaciones

Fuente: Baca Architects

Múltiples técnicas de manejo pueden aplicarse en lugares apropiados en las cuencas que rodean a un entorno urbano, como se ilustra en la Figura 9. Las medidas estructurales, como defensas contra las inundaciones y sistemas de conducción, pueden constituir una respuesta a largo plazo para el riesgo de

inundación. Sin embargo, requieren de grandes inversiones que no siempre será posible concretar. Las medidas no estructurales, como sistemas de alerta de inundación y planes de evacuación, son necesarias para salvaguardar a la población de ciudades y pueblos que ya están en riesgo de inundarse, estén o no protegidos por defensas. Existen también medidas de gestión y diseño urbano que se pueden implementar con mayor rapidez, como una mejor operación y mantenimiento de la infraestructura; creación de parques en zonas urbanas; mejoramiento del drenaje y del manejo de residuos sólidos, y un mejor diseño de los edificios, protección y adaptación. Esto permitirá ocupar zonas en riesgo de inundación, al tiempo que se reducen los impactos esperados.

La planificación del uso del suelo y la regulación del crecimiento urbano son aspectos clave de la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades. Particularmente en los países en desarrollo, una mejor planificación de nuevas áreas urbanas es fundamental para evitar que las predicciones acerca del futuro incremento en los impactos de las inundaciones se haga realidad.

Por lo tanto, es importante integrar la gestión del riesgo de inundaciones en la planificación y manejo del uso del suelo con el fin de minimizar el riesgo y manejar los impactos de las inundaciones. Particularmente en asentamientos urbanos en expansión, el riesgo de inundación puede ser visto como menos importante frente a otros problemas sociales y económicos. Por lo tanto, es probable que se permita que continúe el crecimiento urbano en llanuras de inundación, en respuesta a la presión sobre la tierra y otras consideraciones políticas y económicas. Sin embargo, si los nuevos entornos urbanos en áreas en riesgo de inundación están mejor planificados, se puede emplear un diseño receptivo a inundaciones a un costo potencialmente menor y con menos impactos durante la fase de construcción o reconstrucción, en lugar de tratar de adaptar el diseño después del evento. Esto permite construir edificios de diseño resiliente, con potenciales beneficios a futuro.

Es necesario explorar el potencial de reducción de costos y ampliación de beneficios de las medidas de gestión del riesgo de inundaciones. Por ejemplo, una utilización muy eficaz de la poca tierra disponible en ciudades y zonas urbanas densamente pobladas es la construcción de cuencas retardantes de uso múltiple, que almacenan agua de la inundación para controlar el flujo de salida cuando sea necesario. En otras ocasiones, estas cuencas se utilizan para otros fines como el deporte, el ocio o el estacionamiento de autos. La cosecha de agua lluvia también puede ser una medida innovadora para prevenir

las inundaciones urbanas. Forma parte de un sistema de drenaje sostenible y el agua se puede utilizar para fines diferentes al consumo humano, lo que resulta en su conservación. Invertir en una mejor gestión urbana, como en el caso de los residuos sólidos, también reduce el riesgo de inundaciones, puede tener beneficios de salud y ambientales, y se puede utilizar para crear empleo y reducir la pobreza.

La gestión de aguas subterráneas puede evitar los hundimientos, mitigando el riesgo de inundaciones en zonas bajas, pero además protege a los edificios e infraestructuras, como se ha intentado en Bangkok. Humedales, bio-protectores, zonas de amortiguamiento ambiental y otras medidas de “reverdecimiento urbano” que producen beneficios ambientales y de salud en las zonas urbanas también pueden reducir los impactos de las inundaciones. Estas medidas de reverdecimiento tendrán muchos otros beneficios además de reducir el riesgo de inundaciones en las áreas circundantes, incluyendo la reducción del efecto isla de calor urbano y el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, y por lo tanto la creación de un entorno urbano más saludable. Por ejemplo, áreas de amortiguamiento alrededor del río Primero en la ciudad de Córdoba, Argentina, mejoraron el entorno urbano y los residentes en situación de riesgo fueron reubicados en lugares más seguros.

Dadas las muchas metas urgentes del desarrollo y las limitaciones de recursos que enfrentan los tomadores de decisiones en las ciudades, es necesario ser muy rigurosos al gestionar el riesgo de inundaciones. Un conjunto específico de medidas que podrían ser adecuadas en un lugar determinado solo se debe adoptar después de una seria consideración y consulta con los actores. La creación de un enfoque integrado incluirá la identificación de conjuntos de medidas técnicamente viables para reducir el riesgo de inundaciones.

La gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades está diseñada para estar en armonía con los temas relacionados con la planificación del agua y puede ser parte de una agenda más amplia, como la regeneración urbana o la adaptación al cambio climático. Las acciones para reducir el riesgo de inundaciones deben llevarse a cabo a través de un proceso participativo que involucre a todos los actores que tienen interés en la gestión de las inundaciones, incluyendo a las personas en situación de riesgo o directamente afectadas por las inundaciones. Las medidas seleccionadas deberán negociarse entre los actores, y deberán ser adaptables a las condiciones naturales, sociales y económicas, que se espera cambien con el tiempo.



Pobladores trabajando juntos para construir defensas contra las inundaciones a fin de mantener las aguas fuera de su comunidad, 2010, Pakistán. Fuente: Gideon Mendel

## Implementando la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades

La Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades aboga a favor de un enfoque integrado del manejo del riesgo de inundaciones en ciudades, que combine medidas estructurales y no estructurales. Este manejo integrado tiene un alcance holístico, un contenido estratégico y es de naturaleza colaborativa.

Un enfoque integrado puede ser difícil de alcanzar cuando la administración municipal adolece de capacidad técnica, fondos o recursos. Los intereses de los actores también varían, lo que da lugar a diversos incentivos y motivaciones para la acción.

Por ejemplo, muy a menudo los residentes no quieren abandonar áreas ya desarrolladas en planicies de inundación, que son vulnerables y contravienen las regulaciones para el uso de suelo diseñadas por autoridades y planificadores. Esta situación puede afectar a residentes más pobres, que viven en riberas de ríos cercanas a oportunidades económicas; o a personas más adineradas, que tienen sus casas frente al mar.

Para tener éxito, la implementación requiere de una participación más amplia y de un cambio en los métodos tradicionales de gestión. A niveles políticos e institucionales, las acciones para reducir los riesgos de inundación deben emplear herramientas y técnicas que extrapolen las tendencias actuales hacia el futuro, para evaluar escenarios alternativos y para construir estrategias y enfoques integrados. La repetición de los errores del pasado puede tener consecuencias desastrosas para el presente y el futuro.

Es un requisito fundamental identificar la información, experiencias y métodos que puedan aportar los distintos actores, incluyendo profesionales y residentes, y diseñar medidas utilizando dichas experiencias y conocimientos. También es importante estar conscientes del contexto en que opera el manejo de inundaciones en ciudades, que puede estar en manos de tomadores de decisión a nivel nacional, regional, local/municipal y comunitario.

Por lo tanto, la gestión integrada del riesgo de inundaciones requiere de una mayor coordinación entre los gobiernos de las ciudades, los gobiernos nacionales, ministerios, empresas del sector público, incluyendo empresas de servicios como

energía y agua potable, junto con instituciones meteorológicas y de planificación, la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales, instituciones educativas, centros de investigación y el sector privado. Es esencial entender las capacidades de estos actores y los incentivos que los movilizan, incluyendo cómo escogen o pueden utilizar sus propios y limitados recursos en medio de altos niveles de incertidumbre. Las decisiones del gobierno sobre el manejo de riesgos compiten contra demandas, con frecuencia más urgentes, de recursos escasos, y contra otras prioridades para el uso del suelo y el desarrollo económico.

Obtener el balance correcto entre medidas estructurales y no estructurales es también un desafío. Las autoridades necesitan tener una clara visión de las alternativas, métodos y herramientas que pueden utilizar para tomar decisiones adecuadas. Las decisiones sobre el manejo de riesgos por inundaciones son complejas y requieren de amplia participación de especialistas técnicos, al igual que de no especialistas. Existen herramientas y técnicas que permiten a las autoridades y sus especialistas técnicos decidir entre alternativas y evaluar sus costos. Es de mucha utilidad el uso de distintas herramientas para estimar el resultado de las decisiones tomadas, informar sobre los riesgos y crear vínculos entre actores principales. Ejemplos de esto son los mapas de riesgos y amenazas y las técnicas de simulación y visualización, que pueden ilustrar el impacto de las decisiones para múltiples actores, y los análisis de costo beneficio que pueden hacer que el proceso de toma de decisiones sea más transparente y responsable.

Son útiles los indicadores adecuados, simulaciones realistas, buena información sobre riesgos y herramientas de visualización de datos. Pero a pesar de estas herramientas, debe existir una comprensión fundamental, que a menudo falta, sobre los procesos físicos que intervienen en las inundaciones y sobre el resultado esperado de las medidas de manejo de inundaciones que se hayan tomado.

Si bien es cierto que la implementación y los resultados de las medidas de manejo de inundaciones pueden expresarse en términos puramente económicos, las autoridades, planificadores urbanos y especialistas técnicos también deben considerar temas más amplios. Se deben considerar muchos aspectos, tales como el impacto de las medidas en la degradación ambiental, la biodiversidad, la equidad, el capital/capacidad social, y otras potenciales ventajas y desventajas. Es importante reconocer que el riesgo residual nunca se reduce a cero, que el costo de reducir el riesgo puede exceder los beneficios de hacerlo, y que podría no existir financiamiento para invertir en medidas. Adicionalmente, el diseño de

políticas en la era de la urbanización y el cambio climático debe enfrentar la gran incertidumbre asociada con la predicción de futuros patrones de inundación. Esta incertidumbre puede llevar a la indecisión.

Entonces, la toma de decisiones debe ser robusta. La evaluación de los costos y beneficios de cada medida o combinación de medidas debe formar parte integral de una estrategia más amplia que fije metas para futuras inversiones y que priorice la inversión en las actividades más urgentes y efectivas. La estrategia escogida contendrá una combinación de alternativas que se desempeñen bien bajo diferentes escenarios, en lugar de una sola solución óptima, como se ilustra en la figura 10. Esto nos llevará a preferir enfoques flexibles, conocidos como *no lamentables*, que incluirán medidas que serán costo-efectivas aún si en el futuro ocurren cambios en el riesgo de inundaciones.

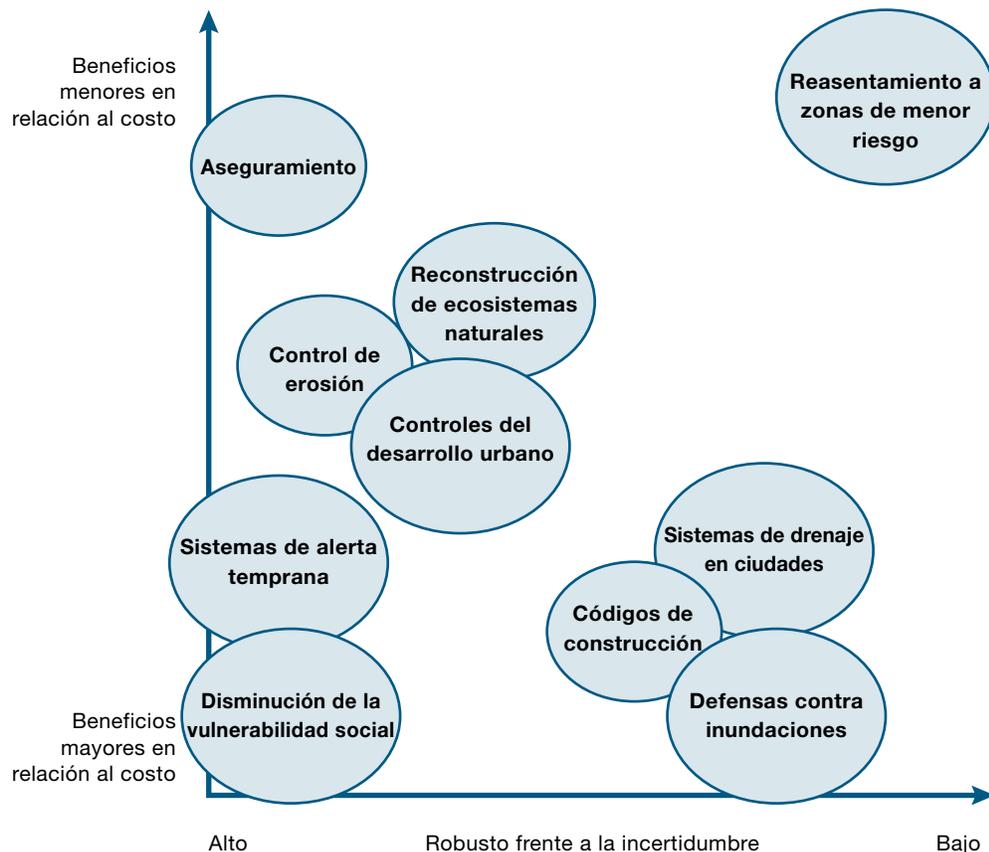


Figura 10: Costos y beneficios relativos de las opciones de manejo de inundaciones  
Fuente: Adaptado de Ranger y Garbett-Shields 2011

Muchas medidas no estructurales tienden a ser intrínsecamente flexibles, por ejemplo los sistemas de alerta temprana o los planes de evacuación. Las medidas estructurales son vistas como menos flexibles, pero en algunos casos puede incorporarse la flexibilidad, como por ejemplo en la instalación de cimientos más amplios en obras de defensa contra inundaciones, de tal manera que las defensas puedan elevarse posteriormente sin necesidad de reforzar las bases. La compra de barreras temporales para la defensa contra inundaciones también puede ser vista como una alternativa flexible, puesto que las barreras pueden instalarse donde y cuando sea necesario, conforme cambie el riesgo de inundación. Los beneficios de tales medidas no lamentables superan a sus costos, existan o no cambios en los riesgos por inundación en el futuro. Otros ejemplos incluyen pronósticos y sistemas de alerta temprana, que no son sensibles a futuros riesgos de inundaciones y son relativamente bajos en costos e instalación; mejores sistemas para el manejo de desechos, que tienen muchos beneficios para la salud ambiental independientemente de su impacto sobre los riesgos por inundación; y medidas ambientales que tienen valor recreativo.

[Para tener éxito también es fundamental identificar los arreglos institucionales que sean más efectivos para manejar los riesgos de inundación en las ciudades.](#) Los países y ciudades cuyas instituciones tienen buen desempeño están en mejores condiciones para prevenir desastres. Sin embargo, a menudo no existen arreglos institucionales ni marcos políticos adecuados que estimulen el manejo integrado y coordinado del riesgo de inundaciones en ciudades. Esta descoordinación entre la gobernanza de los mecanismos oficiales para el manejo del riesgo de inundaciones y lo que realmente se requiere para implementar un manejo integrado, es un gran obstáculo para lograr el cambio. Cuando el rol de las instituciones no está bien claro o establecido, se requiere de reformas para que las instituciones se complementen entre sí, y complementen los sistemas existentes para lograr una ejecución eficiente de las medidas y su rápida aceptación. Las instituciones informales y las redes sociales también juegan un papel crucial. Lecciones muy valiosas pueden extraerse de experiencias de manejo de inundaciones a nivel doméstico y de comunidades.

[La gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades es una intervención multi-disciplinaria y multi-sectorial que cae bajo la responsabilidad de varias entidades gubernamentales y no gubernamentales.](#) Las medidas de manejo de riesgos por inundaciones deben ser comprensibles, específicas para la localidad, integradas y equilibradas a través en todos los sectores involucrados. Debido a

su cercanía a los lugares afectados, las autoridades locales están en capacidad de tomar decisiones bien informadas. Sin embargo, es necesario que exista apoyo político y organizacional de niveles más altos para asegurar el éxito de la gestión integrada de los riesgos de inundación.

Con la presión de una rápida urbanización, la gobernanza y toma de decisiones en las ciudades a menudo se quedan cortas en relación con lo que se requiere para responder adecuadamente al desafío de las inundaciones. El refuerzo al cumplimiento de los estándares y regulaciones suele ser incompleto e incluso nulo. Los marcos regulatorios a menudo exigen estándares mínimos irreales, al mismo tiempo que no existen mecanismos adecuados para reforzar el cumplimiento de las regulaciones. También los fondos con frecuencia son limitados.

Por lo tanto, es vital vincular el manejo del riesgo por inundaciones en ciudades con la reducción de la pobreza, iniciativas de adaptación al cambio climático y con temas más específicos sobre administración y planificación urbana, tales como provisión de viviendas, tenencia de la tierra, creación de infraestructura urbana y la prestación de servicios básicos. Las soluciones robustas pueden contribuir a la reducción del riesgo por inundaciones, al tiempo que crean oportunidades para promover un mejor desarrollo urbano, más sostenible y resiliente.

La figura 11 en la página siguiente ilustra el proceso de la Gestión Integrada del Riesgo por Inundaciones. Abarca 5 pasos, desde la comprensión de la amenaza de inundaciones y la identificación de las medidas más apropiadas, hasta la planificación, implementación y finalmente evaluación de la estrategia y sus medidas.

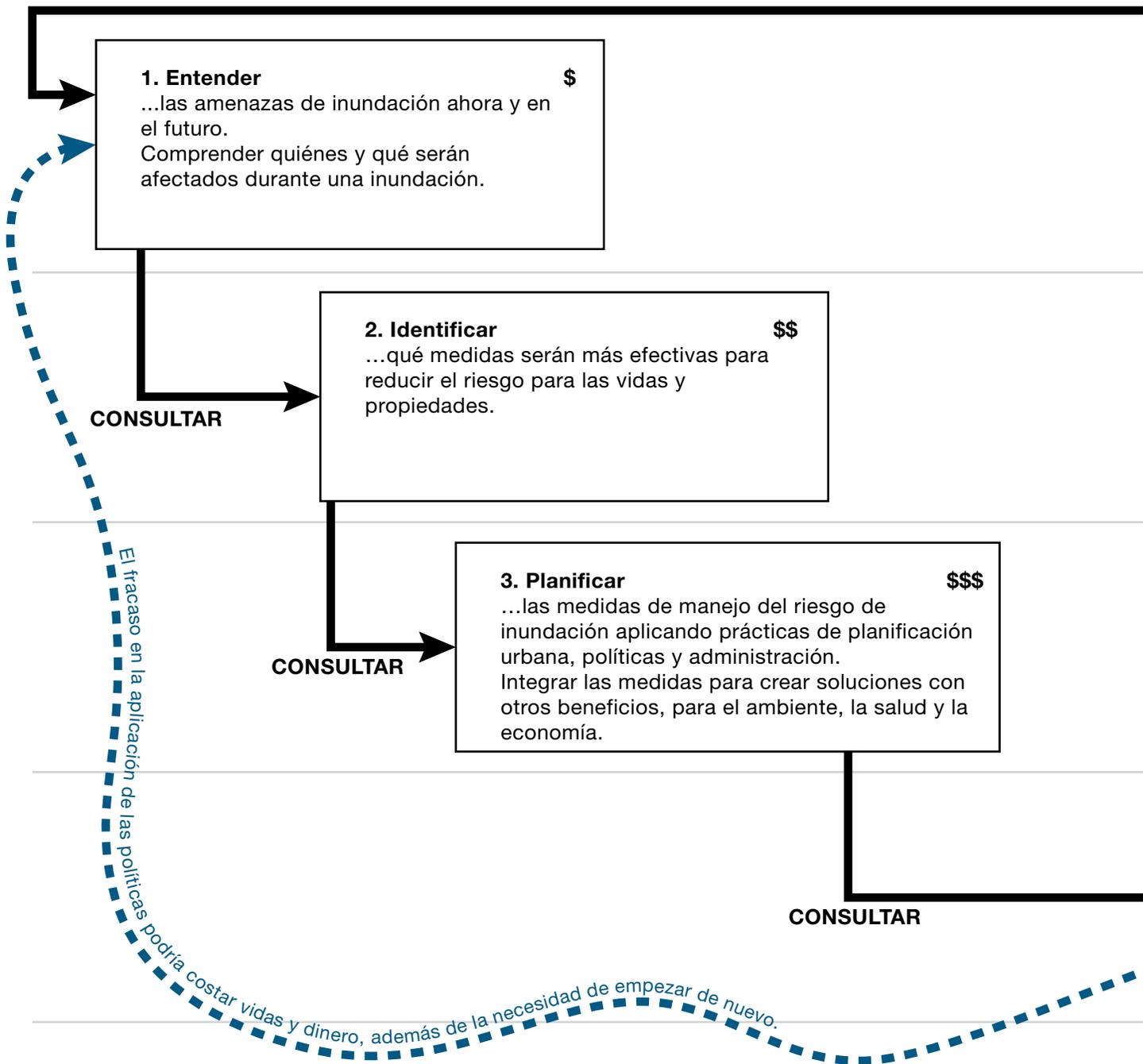


Figura 11: las cinco etapas de la gestión integrada del riesgo de inundaciones  
 Fuente: GHK Consulting y Baca Architects

MEJORAR: busca reducir el riesgo, incrementar la conciencia y mejorar la implementación

Etapa 1: entender la amenaza es esencial para el diseño de medidas y soluciones que puedan prevenir o limitar los daños por tipos específicos de inundaciones.

Etapa 2: un enfoque de gestión integrada del riesgo de inundaciones es una combinación de medidas de manejo del riesgo que, tomadas como un todo, pueden reducir exitosamente los riesgos de inundaciones en ciudades.

Etapa 3: el manejo de riesgos por inundaciones en ciudades requiere del desarrollo de una estrategia exhaustiva e integrada, a largo plazo, que pueda vincularse con la planificación urbana y las políticas y prácticas administrativas existentes.

**4. Financiamiento e implementación** \$\$\$  
...medidas para reducir riesgos.  
Dar prioridad a las medidas “no lamentables” y a las medidas con éxito fácil.

Etapa 4: la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades es una intervención multi-disciplinaria y multi-sectorial cuya implementación es responsabilidad de diversas entidades gubernamentales y no gubernamentales.

**5. Evaluar** \$  
...cuán efectivamente están funcionando las medidas y qué podría cambiarse en el futuro.

Etapa 5: la evaluación es importante para mejorar el diseño y la implementación de medidas estructurales y no estructurales para la gestión integrada del riesgo de inundaciones.

## Doce principios clave para el manejo integrado del riesgo de inundaciones

### **1. Cada escenario de riesgo de inundación es diferente: no existe un procedimiento único para el manejo de inundaciones**

Entender el tipo, fuente y probabilidad de inundación, los activos expuestos y su vulnerabilidad son pasos esenciales para identificar medidas apropiadas para el manejo de riesgos por inundaciones en ciudades. Es crucial que las medidas sean apropiadas para el contexto y las condiciones: una barrera para inundaciones en el lugar equivocado puede empeorar la inundación al detener la lluvia en lugar de permitir su flujo hacia el río, o empujando el agua hacia áreas más vulnerables aguas abajo; el impacto de un sistema de alerta temprana para reducir el riesgo de inundaciones repentinas puede ser limitado.

### **2. Los diseños para el manejo de inundaciones deben tener la capacidad de hacer frente a un futuro variable e incierto**

El impacto de la urbanización en el manejo de inundaciones es y seguirá siendo significativo. Pero no será del todo predecible a futuro. Además, en el presente y en un plazo más largo, incluso los mejores modelos para inundaciones y predicciones climáticas resultan en gran incertidumbre. Esto ocurre porque el clima futuro depende de las acciones impredecibles de los humanos, y porque el clima está llegando a escenarios nunca antes vistos. Los gestores del riesgo de inundaciones necesitan, entonces, considerar medidas que sean robustas ante la incertidumbre y para diferentes escenarios de inundaciones bajo condiciones de cambio climático.

### **3. La rápida urbanización requiere que la gestión del riesgo por inundaciones se integre en la planificación y gobernanza.**

La integración del manejo del riesgo de inundaciones en la planificación y administración urbanas, incorporando el uso del suelo, refugios, la infraestructura y los servicios es una necesidad clave. La rápida expansión de áreas urbanas construidas también ofrece una oportunidad para desarrollar nuevos asentamientos que incorporen el manejo integrado de las inundaciones desde el principio. La adecuada operación y mantenimiento de los activos para el manejo de inundaciones es también un tema de administración urbana.

#### **4. Una estrategia integral requiere de la utilización de medidas estructurales y no estructurales, además de buenos indicadores para “obtener el balance correcto”.**

No se debe pensar que al usar un tipo de medidas se está excluyendo al otro; en realidad son complementarias. Cada medida contribuye a la reducción de riesgos, pero las estrategias más efectivas usualmente combinarán varias medidas, que pueden ser de los dos tipos. Es importante identificar distintas maneras de reducir el riesgo para poder elegir aquellas que mejor logren los objetivos deseados, ahora y en el futuro.

#### **5. Medidas estructurales de alta ingeniería pueden transferir el riesgo aguas arriba y aguas abajo.**

Usadas apropiadamente, las medidas estructurales bien diseñadas pueden ser altamente efectivas. Sin embargo, se caracterizan por disminuir el riesgo de inundaciones en una localidad mientras lo incrementarán en otra. Los gestores de inundaciones en ciudades deben considerar si dichas medidas son favorables para la cuenca en general.

#### **6. Es imposible eliminar por completo el riesgo de inundaciones.**

Las medidas de ingeniería dura son diseñadas como defensas para un nivel predeterminado y pueden fallar. Otras medidas no estructurales están usualmente diseñadas para minimizar, antes que prevenir, el riesgo. Siempre existirá un riesgo residual para el cual debería planificarse una respuesta. Las medidas también deberían diseñarse para no fracasar estrepitosamente, de tal manera que si lo hacen, su caída no ocasione más daños que los que se hubieran presentado en ausencia de la medida.

## **7. Muchas medidas de manejo de inundaciones tienen múltiples co-beneficios más allá de su función primaria.**

Los vínculos entre manejo de inundaciones, diseño, planificación y administración urbanas, e iniciativas de cambio climático son beneficiosos. Por ejemplo, la renovación ecológica de espacios urbanos tiene un valor de esparcimiento, mejora la biodiversidad, es una protección contra las islas de calor y puede proveer barreras cortafuegos, producción de alimentos y espacios de evacuación. La mejora en el manejo de desechos sólidos tiene beneficios para la salud y mantiene la capacidad de los sistemas de drenaje, disminuyendo el riesgo de inundaciones.

## **8. Es importante tener en cuenta las consecuencias sociales y ecológicas de los gastos en el manejo de inundaciones.**

En tanto que los costos y beneficios pueden definirse en términos puramente económicos, las decisiones raramente se basan únicamente en consideraciones económicas. Algunas consecuencias sociales y ecológicas, como la pérdida de la cohesión social y la biodiversidad, no pueden medirse fácilmente en términos económicos. Por lo tanto, los administradores urbanos, las comunidades en riesgo, los planificadores urbanos y los profesionales de la gestión del riesgo de inundaciones deben hacer juicios cualitativos sobre estos temas más amplios.

## **9. Es fundamental aclarar las responsabilidades al construir y ejecutar programas de gestión del riesgo de inundaciones.**

La gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades con frecuencia está atrapada entre las dinámicas e incentivos que movilizan la toma de decisiones a diversos niveles (nacional, regional, municipal y comunitario). El empoderamiento y la apropiación mutua del problema por parte de entidades e individuos relevantes, llevará a la ejecución de acciones positivas para reducir el riesgo.

## **10. La implementación de medidas de manejo del riesgo por inundaciones requiere de la cooperación de múltiples actores clave.**

Un factor clave para el éxito es establecer un compromiso efectivo con la población en riesgo, en todas las etapas. El compromiso aumenta el cumplimiento, fortalece las capacidades y reduce los conflictos. Esto debe combinarse con un liderazgo fuerte y decidido y compromiso por parte de los gobiernos locales y nacionales.

## **11. Es necesario mantener una comunicación continua para incrementar la conciencia y reforzar la preparación.**

La comunicación permanente contrarresta la tendencia de la gente a olvidar los riesgos por inundaciones. Incluso un desastre mayor tiene una vida media en la memoria menor a dos generaciones y otras amenazas más inmediatas a menudo se ven como más urgentes. Eventos menos severos pueden olvidarse en menos de tres años.

## **12. Se debe planificar una pronta recuperación después de las inundaciones, y utilizar la recuperación para desarrollar la capacidad.**

Ya que las inundaciones seguirán devastando comunidades a pesar de que implementen las mejores prácticas de manejo, es importante planificar una recuperación rápida. Esto incluye planificar para tener disponibles los recursos humanos y financieros apropiados. El mejor plan de recuperación utiliza la reconstrucción como una oportunidad para construir comunidades más seguras y más fuertes, que tengan la capacidad de resistir de mejor manera una futura inundación.



Una mujer examina el barrio inundado de Rocklea desde la autopista de Ipswich en Brisbane, Australia (2011). Fuente: Gideon Mendel

## Estudios de caso y ejemplos de la región latinoamericana

Fuente: Todos los estudios de caso y ejemplos han sido tomados del libro “Ciudades e inundaciones: una guía para la gestión integrada del riesgo de inundaciones en ciudades en el Siglo 21”

### Respuesta de la ciudad de México al cambio climático y la variabilidad climática

México D.F., con alrededor de 19.5 millones de habitantes, es una de las áreas urbanas más grandes y densamente pobladas del mundo. En las últimas décadas, el área metropolitana ha experimentado una creciente incidencia de inundaciones. La precipitación anual aumentó de 600 milímetros a más de 900 milímetros en el siglo 20, en tanto que la incidencia anual de inundaciones repentinas por lluvias intensas aumentó, de entre uno y dos eventos anuales a entre seis y siete. Se espera que la incidencia de inundaciones repentinas continúe aumentando en el futuro, debido a la mayor frecuencia de lluvias intensas asociada con el cambio climático y la variabilidad climática.

También se han incrementado los impactos de las inundaciones, debido a la forma en que ocurren el crecimiento urbano y la expansión espacial. Los habitantes de asentamientos informales son particularmente vulnerables, ya que con frecuencia están asentados en áreas no planificadas o poco planificadas, propensas a inundaciones y deslizamientos de tierra.

El gobierno municipal de la ciudad de México reconoció, en años recientes, que el cambio climático plantea una amenaza seria para las personas y la economía y desarrolló un “Programa de Medidas de Adaptación al Cambio Climático” como parte de un programa de acción climática más amplio. Este programa de adaptación, que se espera comience a aplicarse en el año 2012, identifica las actividades necesarias para reducir los riesgos y efectos adversos del cambio climático y la variabilidad climática.

El primer paso del programa es identificar las amenazas primarias para la ciudad y hacer un análisis de vulnerabilidad, seguido por la integración de una perspectiva de adaptación a los actuales planes gubernamentales. Las medidas que finalmente se implementen se han categorizado en dos grupos. El primer grupo incluye un sistema de monitoreo hidrometeorológico y de predicción y el manejo de microcuencas, por ejemplo la protección y restauración de quebradas en la ciudad. El segundo grupo incluye proyectos, por ejemplo conservación de suelos y agua y techos verdes.

Ambos grupos incluyen medidas flexibles y no lamentables, por ejemplo sistemas de alerta temprana y de infraestructura verde. Tales medidas son menos sensibles

al futuro riesgo de inundaciones y sus costos de instalación son relativamente menores. Aunque en el futuro puedan ser necesarios cambios, conforme se modifican los riesgos, las soluciones flexibles permitirán que aquellos ocurran sin mayores inversiones nuevas o sin tener que revertir las acciones anteriores.

Fuentes: Ibarrarán 2011; Martínez et al. 2008

### Bonos para catástrofes, México

El gobierno mexicano tiene un enfoque innovador para las catástrofes asociadas con eventos naturales, que desarrolló en conjunto con el Banco Mundial. Se utilizan fondos de inversionistas para financiar la respuesta a eventos locales desencadenantes, previamente acordados. Los bonos para catástrofes comenzaron con bonos para terremotos, en 2006; fueron seguidos en el año 2009 por la emisión de 290 millones de dólares en un bono más amplio, que cubre riesgos de terremotos y huracanes. La venta de los bonos fue manejada por el grupo Goldman Sachs y Swiss Re; los bonos se pagan a los inversionistas, a menos que un terremoto o huracán desencadene una transferencia de los fondos al gobierno mexicano. El programa del Banco Mundial, llamado MultiCat, elimina el costo de emisión de los bonos y permite que los países aseguren financiamiento para cumplir con las medidas de respuesta emergente. Los bonos estarán maduros en el año 2012. Los bonos se usan para proteger las reservas de capital en los fondos “FONDEN” y “FOPREDEN”, que cubren todos los desastres naturales y su prevención, respectivamente.

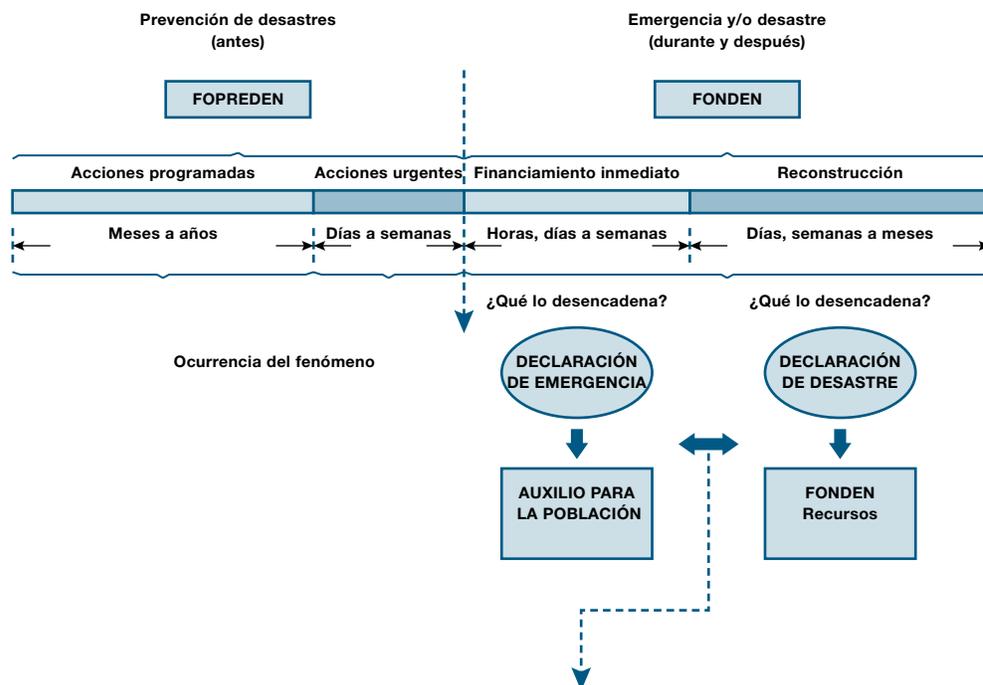


Figura 12: Línea de tiempo de la respuesta al desastre. FUENTE: adaptado de SEGOB 2009

Las acciones de prevención financiadas por el FOPREDEN incluyen:

- Acciones centradas en la identificación y evaluación de amenazas, vulnerabilidades y riesgos
- Acciones centradas en la reducción de riesgos y la mitigación de los daños causados por el impacto de los fenómenos naturales
- Acciones para fortalecer las capacidades preventivas de la población y su auto-protección antes de que se presenten situaciones de riesgo.

Los compradores de este tipo de bono de catástrofe, vendido frecuentemente por aseguradores que buscan reducir su propia exposición a los costos de catástrofes, pueden estar dispuestos a aceptar retornos más riesgosos al encontrar que sus ganancias disminuyen en otras inversiones en el mercado de bonos de ingreso fijo. Sin embargo, actualmente este es un mercado pequeño, ya que existen prerequisites en términos de la existencia de información adecuada sobre la evaluación del riesgo y sobre la solvencia de los gobiernos emisores. La participación del Banco Mundial ayuda a reducir el costo de la emisión de los bonos y facilita su venta por parte de países en desarrollo.

Este estudio de caso ilustra un posible mecanismo de transferencia del riesgo que protege los fondos asignados para la prevención y el manejo de desastres. Tiene dos ventajas: el bono puede estar operativo antes de que un fondo para catástrofes haya acumulado suficientes recursos para cubrir las posibles pérdidas máximas, y puede permitir que se hagan desembolsos del fondo sobre la base de necesidades para cubrir eventos más pequeños, facilitando la prevención del riesgo sin tener la preocupación de que un evento más grande deje a la población sin recursos. Sin embargo, es una alternativa costosa y puede estar por encima de la capacidad de muchos países en desarrollo.

Fuente: Swiss Re 2010(a); SEGOB 2009

### Inundaciones en Colombia en el año 2011

Continuas e intensas lluvias ocasionaron deslizamientos e inundaciones en 28 de los 32 departamentos de Colombia. En total, más de tres millones de personas (casi un 7% de la población total del país) sufrieron desplazamientos o daños significativos a sus hogares y medios de vida. Probablemente se trató del peor desastre causado por un evento natural en la historia del país: de acuerdo con el gobierno nacional, esta inundación podría reducir el PIB del año 2011 en más del 2%.

Los mayores desencadenantes de este desastre sin precedentes fueron el fenómeno de La Niña/El Niño, junto con la irregular geografía de Colombia. A mediados del año 2010, la precipitación en algunas partes de Colombia estuvo entre cinco y seis veces por encima del promedio. Adicionalmente, el suelo montañoso saturado por la lluvia se desmoronó, ocasionando deslizamientos a diario y también sedimentación, que incrementó los niveles de los ríos.

Sin embargo, como lo notó Manuel Rodríguez Becerra, ex Ministro del Ambiente, el riesgo de inundaciones ha crecido considerablemente debido a las actividades humanas. La deforestación y la destrucción de humedales, tanto en las montañas como en las planicies, ha alterado el ciclo del agua y ello ha llevado a más inundaciones, que a su vez han creado condiciones favorables para los deslizamientos. Más aún, con frecuencia se ha permitido que el desarrollo ocurra en planicies inundables; los sistemas de drenaje mal diseñados implican que aún lluvias modestas puedan ocasionar inundaciones repentinas. “Estas son catástrofes naturales pero, en esencia, son inducidas por el hombre”, comentó Bruno Moro, Coordinador de Ayuda Humanitaria de las Naciones Unidas en Colombia. Las recientes inundaciones demuestran el impacto de las actividades humanas para incrementar el riesgo de inundaciones – en este caso, una combinación de deforestación, destrucción de humedales, inadecuado desarrollo e infraestructura pobremente diseñada – y la necesidad de tomar en cuenta estos impactos en el diseño de medidas para el manejo de inundaciones.

Fuentes: Otis 2011; Morales 2011.

### Inundaciones repentinas y deslizamientos en Brasil

En Brasil, las inundaciones representan un severo riesgo para las personas, la infraestructura y las empresas. Las inundaciones fluviales y súbitas, acompañadas por deslizamientos, no son nuevas para el país. Es importante destacar que las inundaciones y deslizamientos en el Brasil, como en otros lugares, no solo afectan directamente a personas, edificaciones, infraestructura y el ambiente natural, sino que también tienen efectos indirectos como pérdidas por la interrupción de los negocios, así como mayores presiones sobre los presupuestos públicos y de los hogares. La interrupción de los negocios (por ejemplo, causada por daños a locales y edificios), el mayor tiempo de viaje y los costos y pérdida de ingresos son impactos indirectos que con frecuencia son más difíciles de cuantificar y

representan, sin embargo, una proporción significativa del daño total ocasionado a las comunidades por las inundaciones.

En enero de 2011, más de 800 personas murieron a consecuencia de las inundaciones que ocurrieron en el sureste del Brasil, incluyendo Río de Janeiro y Sao Paulo. Más de 100,000 personas quedaron sin hogar y se destruyó infraestructura clave. El incremento en la frecuencia y severidad de las inundaciones está ocasionando que la prevención del riesgo de inundaciones se convierta en una prioridad mayor. En respuesta a ello, el más grande programa de infraestructura del Brasil, 'Programa de Aceleração do Crescimento' (PAC), planea hacer inversiones en la prevención del riesgo de inundaciones y la Presidenta Dilma Rousseff solicitó el apoyo del Banco Mundial para modernizar los sistemas de gestión del riesgo de desastres del país.

Los proyectos serán ejecutados conjuntamente por los estados y las municipalidades, en tanto que el gobierno federal proveerá el financiamiento. Un ejemplo de inversión para prevenir el riesgo de inundaciones es un proyecto de drenaje urbano en la región de la Baixada Fluminense, que aspira a controlar las inundaciones en áreas urbanas y abarcará a un total de alrededor de 500,000 hogares. Este caso demuestra cuán importante es que los gobiernos intenten mitigar las futuras inundaciones por medio de la inversión en medidas de prevención del riesgo.

Fuentes: Swiss Re 2011; IUCN 2011; PAC 2: <http://www.brasil.gov.br/pac>

### Control de inundaciones en la ciudad de Córdoba, Argentina

El sistema de drenaje de la ciudad de Córdoba cuenta actualmente con 28 hectáreas de cuencas de retraso para atenuar la escorrentía. Esta área aumenta a 102 hectáreas si se incluyen las estructuras asociadas con nuevos desarrollos urbanos, actualmente en fase de diseño.

Observaciones *in situ*, ejecutadas mientras llovía, y la revisión de informes, evidencian que hasta la fecha no han existido problemas con la operación hidráulica de estas estructuras. Las cuencas, construidas en la década de 1990, están vinculadas con los actuales drenajes pluviales, que actúan como un sistema de colección. Un pequeño número de las estructuras se descargan en zanjas por desborde.

La mayoría de cuencas ha sido construida por empresas privadas y en general

están vinculadas con grandes instalaciones industriales y supermercados. Usualmente se trata de estructuras pequeñas, cada una con sus propios requisitos de mantenimiento. En algunos casos y como resultado de un buen plan de mantenimiento, existe una muy buena integración con el ambiente urbano circundante, lo que sirve para minimizar potenciales problemas ambientales.

Las cuencas más grandes han sido construidas y mantenidas por la municipalidad. Usualmente presentan un problema ambiental preocupante: contaminación por residuos líquidos y sólidos (aguas grises, acumulación de residuos, etc.) que ocasionan malos olores y pueden ocasionar enfermedades, deterioro de la infraestructura (erosión de las orillas, sedimentación, etc.) y la presencia de maleza y mosquitos. En pocas palabras, están pobremente integradas en el ambiente urbano y suburbano.

El caso de Córdoba demuestra cómo el sector privado puede participar en la implementación de medidas de manejo del riesgo de inundaciones, como por ejemplo pequeñas estructuras de contención.

Fuente: Tucci, 2007.

### Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Argentina: Programa de prevención de inundaciones urbanas y drenaje

Más del 80% de la población y actividad económica de la Argentina está localizado en el plano aluvial de los ríos Paraná y La Plata; en áreas susceptibles de inundaciones repentinas, cerca de ríos originados en los Andes; y en cuencas urbanas propensas a inundaciones. Como consecuencia de estas vulnerabilidades, el país ha sufrido extensas inundaciones en 1983, 1992 y 1998, que han ocasionado daños directos superiores a mil millones de dólares cada año. Las ciudades están especialmente en riesgo, debido a la urbanización no controlada de planicies de inundación, insuficiente infraestructura para drenaje, deterioros en los sistemas de almacenamiento de agua lluvia y débiles marcos institucionales y de política.

Desde inicios de 1990, la reducción del riesgo de inundaciones se convirtió en una prioridad para el gobierno nacional, que ha ejecutado y financiado programas estratégicos para disminuir la vulnerabilidad ante la amenaza de inundaciones en todo el país. Estos programas están siendo ejecutados en cercana coordinación con los gobiernos provinciales, la ciudad de Buenos Aires y autoridades locales;

y cuentan con la participación de instituciones internacionales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo. El enfoque estratégico comenzó con programas de respuesta a emergencia que buscaban rehabilitar la infraestructura dañada, programas de respuesta a desastres y coordinación institucional. Estos fueron seguidos por programas de prevención de inundaciones que incluían medidas estructurales y no estructurales para proteger vidas, defender la infraestructura y disminuir la pérdida de productividad económica. Una tercera fase incluye apoyo para mejorar la capacidad de la infraestructura de drenaje, mejoras en la planificación del uso del suelo y la gestión integrada del agua, entre otras intervenciones de política e institucionales para incrementar el nivel de protección ante inundaciones en centros urbanos y áreas rurales seleccionadas.

En el caso de la ciudad de Buenos Aires, en la década de 1930 del siglo pasado se construyó un sistema básico de drenaje. Sin embargo, la estructura de drenaje existente no puede manejar la combinación de intensas tormentas con menos de diez años de período de retorno, distribuidas en un territorio casi un 100% impermeable, ni las deficiencias del sistema de recolección de desechos sólidos de una ciudad con densidades de población promedio de cerca de 150 habitantes por hectárea, que llegan hasta 300 habitantes en algunas partes de la ciudad. La variabilidad del tiempo también es un factor, porque existen evidencias de tormentas más intensas originadas en el sistema del Atlántico sur, que con frecuencia se combinan con marejadas más altas. La combinación de estos factores (urbanización, impermeabilidad, alto nivel freático y variabilidad climática) hacen que el drenaje sea un problema complejo para toda la ciudad de Buenos Aires.

Para enfrentar estos problemas, el gobierno de la Ciudad de Buenos Aires solicitó asistencia financiera del Gobierno Nacional para emprender un plan maestro de drenaje urbano integral. Este plan fue formulado en el año 2004 por un consorcio de compañías consultoras internacionales y locales, con financiamiento del Banco Mundial. El plan maestro permitió una mejor comprensión de las inundaciones en Buenos Aires y una buena evaluación de las opciones de manejo de inundaciones dentro de un enfoque integrado que incluye medidas estructurales y no estructurales, apropiado análisis socioeconómico y evaluaciones de impacto ambiental. En el año 2007 se aprobó un proyecto de manejo de inundaciones e inversiones en la cuenca del río Maldonado, que recibió la mayor prioridad porque se trata de la cuenca más afectada de la ciudad. A finales del año 2011

estaba a punto de completarse la construcción de grandes túneles subterráneos, se estaba construyendo una red de ductos de drenaje secundarios y estaban en ejecución medidas no estructurales, incluyendo la instalación de estaciones pluviométricas e hidrométricas, la operación de sofisticados modelos de drenaje y estudios para mejorar la gestión del uso del suelo y la recolección de residuos sólidos. Se anticipa la creación de un programa de seguimiento para otras cuencas urbanas y para consolidar los esfuerzos no estructurales en marcha.

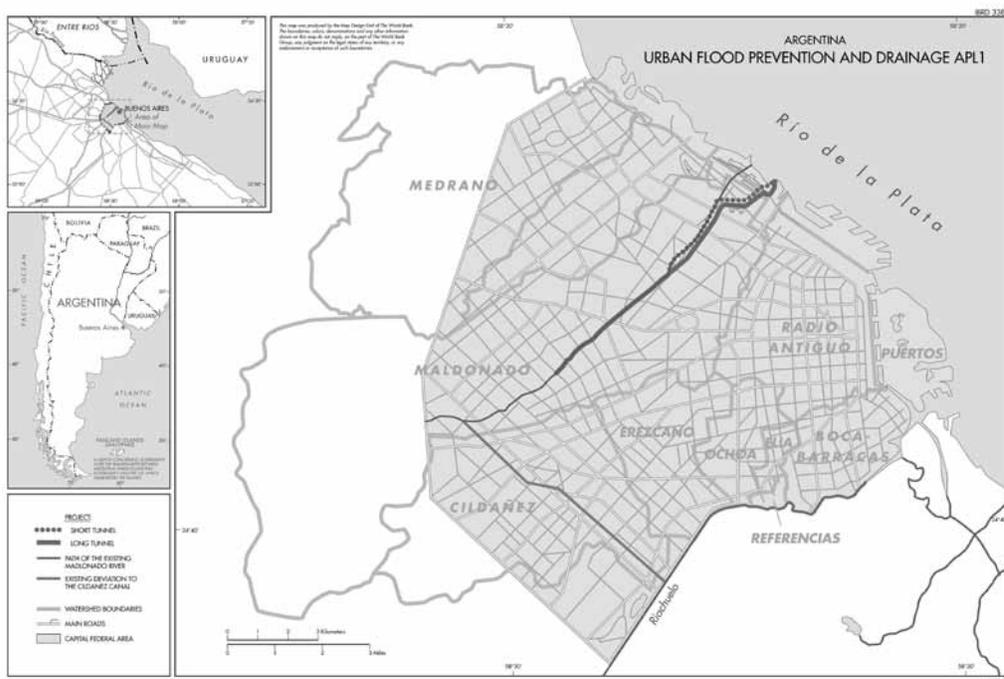


Figura 13: Plan maestro de drenaje de Buenos Aires, Fuente: World Bank (2005)

Las siguientes secciones describen las dos fases del programa que se ejecuta actualmente en Buenos Aires y algunas provincias. Estas fases apuntaron a proteger valiosos activos y a las personas que viven en áreas susceptibles de inundarse, mediante la construcción de defensas físicas, la implementación de un programa de vivienda para mejorar la resiliencia de la población de menores ingresos y el fortalecimiento de la capacidad de instituciones nacionales y provinciales para enfrentar las inundaciones.

### Fase 1

Las medidas propuestas intentaban reducir la exposición de Buenos Aires a las inundaciones, mejorando el nivel de protección provisto por el sistema de

drenaje e implementando un programa de gestión de riesgos. El proyecto se centró en la identificación y reducción de riesgos mediante prevención, mitigación y educación.

Para conseguirlo, el proyecto apuntó a mejorar la resiliencia de la ciudad ante las inundaciones mediante: (a) planificación del uso del suelo, códigos de construcción, prácticas constructivas, manejo del ambiente urbano, incremento de la información mediante mapas de amenaza, planes de contingencia y análisis de vulnerabilidad; y (b) el mejoramiento de las defensas ante inundaciones de la ciudad, por medio del drenaje. El proyecto tiene tres componentes principales, que se describen a continuación:

#### Componente 1: manejo del riesgo

Este componente ha financiado la provisión de asistencia al gobierno de la ciudad, para promover la adopción de un enfoque de gestión del riesgo para enfrentar las inundaciones, incluyendo la prevención, la mitigación y la respuesta. Además, el componente fortalecería las instancias administrativas existentes, de tal manera que la transferencia de responsabilidades de la unidad de implementación a aquellas pudiera planificarse durante la implementación.

#### Componente 2: desarrollo de instalaciones defensivas clave

El componente de medidas estructurales financia obras por un total de 282 millones de dólares, incluyendo la construcción de dos túneles de recolección de 9.9 y 4.7 kilómetros de longitud (por 192 millones de dólares) y 46 kilómetros de conexiones secundarias adicionales (por 90 millones) para mejorar el funcionamiento del sistema de drenaje existente en la cuenca del Maldonado. Los túneles se diseñaron para que complementaran los sistemas subterráneos existentes, mejorando la capacidad de descarga durante flujos pico para toda la cuenca. Se espera que los túneles subterráneos principales estén terminados a mediados del año 2012. Sin embargo, una gran parte de la red secundaria tendrá que completarse en una fase de seguimiento.

Este componente también incluye:

- El desarrollo de estudios de factibilidad detallados para las otras cuencas de la ciudad, a fin de apoyar la toma de decisiones para futuras inversiones en infraestructura de drenaje, alineadas con el plan maestro.
- El componente incluyó la contratación de un equipo especializado para supervisar la construcción de los túneles, así como de un Panel Técnico de Asesores

Independientes para que revisaran el enfoque estratégico del proyecto y apoyaran el diseño de ingeniería.

La implementación de medias no estructurales está atrasada, pero ya existen resultados importantes, tales como el Centro de Interpretación Hidráulica, lanzado en octubre de 2009, que está abierto para consultas del público.

### Componente 3: Implementación y auditoría del proyecto

La unidad de implementación del proyecto, bajo administración de la ciudad, transferiría progresivamente la operación de los activos hidráulicos y los programas no estructurales a instancias permanentes, con base en su capacidad institucional, complementada con programas de entrenamiento.

### Fase 2

La fase 2 se centra en seis provincias donde apunta a fortalecer la capacidad de gestión del riesgo mediante el desarrollo institucional e inversiones en infraestructura de manejo de inundaciones. Esta fase se preparó en el marco del Acuerdo Federal por el Agua, bajo el liderazgo de las provincias y en cercana coordinación con Comité Hidráulico Federal (COHIFE), de carácter interjurisdiccional. El COHIFE fue responsable de desarrollar principios de gestión del agua de alcance nacional, que han sido adoptados por los gobiernos provinciales y forman la base para la acción coordinada. En este marco se seleccionaron las provincias con mayor predisposición a las inundaciones. Esta fase se centra en:

- Fortalecimiento institucional, mediante la provisión de instrumentos de reducción del riesgo de inundaciones a las instituciones provinciales.
- Mejoramiento de la preparación para inundaciones en áreas vulnerables, que no se benefician de defensas estructurales. Se entregó viviendas mejoradas en áreas más seguras a familias de bajos ingresos que vivían en áreas propensas a inundaciones y a familias que fueron reasentadas debido a la construcción de las obras.
- Desarrollo de estructuras defensivas para proteger importantes áreas urbanas de los efectos de las inundaciones.

### Lecciones aprendidas de pasadas operaciones en el país

- Las inversiones son afectadas por el carácter impredecible de las asignaciones de los fondos públicos para infraestructura. Las asignaciones están sujetas a

modificaciones que retrasan el progreso de los proyectos.

- Los proyectos de protección contra inundaciones en la Argentina se diseñan dando poca consideración al financiamiento de costos recurrentes y del apoyo institucional necesario para mantener los activos, una vez construidos. Para enfrentar esta situación, la ciudad de Buenos Aires ha contratado el mantenimiento de las obras de drenaje con el sector privado y se ha comprometido a extender el contrato para abarcar la nueva red, así como a preparar un nuevo contrato de mantenimiento para los túneles, debido a sus especificaciones técnicas.
- La inadecuada recolección de desechos sólidos compromete el rendimiento de los sistemas de drenaje. Desafortunadamente, todavía es un desafío encontrar soluciones efectivas para este problema.
- Los procedimientos de coordinación existentes, entre instancias gubernamentales, se acordaron en un contexto de débil capacidad institucional. Debería actualizarse para mejorar la eficiencia y efectividad.

### Lecciones de política

Las estrategias centradas en cuencas hidrográficas han ayudado a priorizar las intervenciones en áreas urbanas y rurales.

Las medidas no estructurales, sumadas a los efectos protectores de intervenciones físicas en las ciudades, son esenciales para desarrollar resiliencia ante las inundaciones.

Los proyectos de protección contra inundaciones se diseñan e implementan prestando poca consideración a su mantenimiento. La experiencia demuestra la importancia de incluir amplias estrategias de mantenimiento para mantener las condiciones de la infraestructura.

Procedimientos de adquisición prolongados y las elecciones locales explican la mayor parte del lento progreso de algunos componentes del programa. En Buenos Aires, una vez que se adjudicaron los principales contratos, las obras han avanzado según lo planificado.

Fuentes: Banco Mundial, 2005; Banco Mundial, 2006; Halcrow, 2011. Plan Maestro de Drenaje de Buenos Aires: <http://www.halcrow.com/Our-projects/Project-details/Buenos-Aires-drainage-masterplan/>.

### Limpieza de drenajes – caso de Managua

Un ejemplo de un enfoque innovador al problema puede apreciarse en la ciudad de Managua, capital de Nicaragua. La ciudad está situada en terreno irregular y empinado, y está conformada por centros urbanos dispersos separados por áreas con menos población. El reciente crecimiento acelerado llevó a déficits en los servicios básicos. La ciudad identificó que la débil gobernanza urbana llevó a deficiencias en el servicio de recolección de desechos. Desde 1980, se estableció un sistema de micro represas con el doble propósito de atenuar las inundaciones y retener los desechos. Se han construido más de 16 represas e investigaciones demuestran que aquellas extraen más de 500 metros cúbicos de sedimentos del río (Tucci, 2007). Sin embargo, las micro represas reciben poco mantenimiento y no existe una ordenanza para la planificación del uso del suelo, a fin de regular los nuevos desarrollos urbanos. Tampoco existe un Plan Maestro de Drenaje. Esto significa todavía ocurren inundaciones cada año en algunos barrios de Managua.

### Fracaso debido al incumplimiento de regulaciones – el caso de Venezuela

Las regulaciones para llanuras de inundación, los códigos de construcción y los planes de evacuación y emergencia solo pueden alcanzar sus metas si las personas cooperan y cumplen con sus directivas. Con frecuencia, debido a complacencia o intereses, las personas y organizaciones no cumplen y la solución implementada no alcanza su meta de protección. Por ejemplo, la inundación y flujo de escombros que ocurrieron en 1999 mataron a alrededor de 30,000 personas, muchas de las cuales residían en tugurios en áreas altamente inseguras. Los programas de manejo de aguas subterráneas tampoco han alcanzado sus objetivos, debido a la falta de cumplimiento.

### Desechos sólidos – Bolivia, Brasil, Chile

Debido a la rápida expansión urbana y al desarrollo no planificado en áreas urbanas, la cantidad de desechos sólidos se incrementa diariamente y la capacidad de disposición disminuye, por lo que menos personas tienen acceso a los servicios de recolección. Por ejemplo, en ciudades como La Paz (Bolivia) y Brasilia (Brasil), se recoge alrededor del 90% de desechos sólidos, mientras

que por otro lado, en Santiago de Chile la recolección total cubre menos del 57% (USAID, 2006).

Se pueden ofrecer incentivos a la disposición responsable de basura o al reciclaje, como se puede ver en Curitiba (Brasil) donde se ofrecían vegetales frescos a cambio de los desechos entregados en centros de disposición. Estas prácticas pueden traer dobles beneficios, al incrementar la ingesta nutricional de residentes de asentamientos informales.

### Reutilización y reciclaje de basura y generación de empleo

Existen ejemplos de pequeñas comunidades en Bolivia, Colombia, Costa Rica, Guatemala y Perú que utilizan arreglos informales, contratos y concesiones para estimular la recolección de desechos y el reciclaje por parte de microempresas y cooperativas. Las microempresas o cooperativas pueden llevar los desechos a un área centralizada, para ser recogidas por camiones privados o municipales. Aunque estas microempresas o cooperativas son comunes en la región, los acuerdos con las municipalidades todavía son incipientes. Algunas los están implementando y otras están considerando el asunto.

### Compensación y reducción de impuestos – el caso de Estrela, Brasil

“En Estrela... se preparó un estudio para la ciudad, como parte del Plan Maestro Urbano, y éste fue implementado en la regulación municipal. Después de aplicar la legislación, las áreas de riesgo se preservaron y gradualmente se reasentó a la población en áreas seguras, utilizando incentivos tributarios. Los incentivos consistieron en el otorgamiento de permisos de construcción en el centro de la ciudad. Las pérdidas por inundaciones y la población afectada han disminuido desde 1979.”

Fuente: Tucci 2004.

