



GESTIÓN DE INUNDACIONES:

EN UNA FORMA NATURAL Y BASADA EN LA NATURALEZA

UNA GUÍA VERDE



Se dedica esta Guía verde para inundaciones (FGG, por sus siglas en inglés) al espíritu de resiliencia de las personas de todo el mundo que se esfuerzan por sobrevivir y prosperar en un mundo que se encuentra en riesgo. Esperamos que esta guía y los servicios que brinda la naturaleza los inspiren y apoyen sus esfuerzos.

GUÍA
VERDE
PARA
INUNDACIONES

GESTIÓN DE INUNDACIONES: EN UNA FORMA NATURAL Y BASADA EN LA NATURALEZA UNA GUÍA VERDE

CONTENIDO

ILUSTRACIONES Y TABLAS	i
PREFACIO	iii
AGRADECIMIENTOS	v
SIGLAS	vii

1

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	2
--------------------------	---

2

CAPÍTULO 2: CÓMO USAR LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES	6
--	---

2.1 Etapas del marco para la Guía verde para inundaciones	7
--	---

3

CAPÍTULO 3: CONCEPTOS FUNDACIONALES Y TEMAS TRANSVERSALES CLAVE	36
---	----

3.1 Contenido de la sección	36
3.2 Inundaciones: definiciones, proceso natural y beneficios, peligros	36
3.3 El sistema de cuencas	41
3.4 El ciclo y la gestión del agua	47
3.5 El clima y las condiciones meteorológicas	49
3.6 Resiliencia	51
3.7 Temas transversales	52
3.8 Recursos adicionales	59

4

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES: DATOS, MÉTODOS Y ANÁLISIS	62
4.1 Contenido de la sección	62
4.2 Evaluación del riesgo de inundación	62
4.3 Priorización de los resultados de la evaluación	67
4.4 Evaluación del riesgo de inundaciones y necesidades y fuentes de información relacionadas con su gestión	68
4.5 Caracterización de la cuenca	76
4.6 Recursos adicionales	78

5

CAPÍTULO 5: MÉTODOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES	80
5.1 Contenido de la sección	80
5.2 Métodos estructurales	84
5.3 Métodos no estructurales	114
5.4 Aplicación de los métodos según el tipo de intervención, la ubicación (en la cuenca) y la escala	118
5.5 Factores que influyen en el éxito de la implementación de los métodos estructurales	122
5.6 Consideraciones importantes para el diseño, la implementación, el mantenimiento y la clausura de los métodos estructurales	126
5.7 El uso de las combinaciones óptimas de métodos estructurales duros y blandos	129
5.8 Planificación de recursos y costos en la selección e implementación de métodos estructurales	129
5.9 Monitoreo y evaluación	133
5.10 Recursos adicionales	134

6

CAPÍTULO 6: ASPECTOS URBANÍSTICOS	136
6.1 Contenido de la sección	136
6.2 ¿Qué son las inundaciones urbanas?	137
6.3 impactos de las inundaciones urbanas	137
6.4 ¿Qué factores afectan las zonas urbanas y las inundaciones?	137
6.5 Métodos de gestión de inundaciones urbanas	142
6.6 Gobernanza de las inundaciones urbanas	144
6.7 Zonas costeras urbanas y consideraciones especiales	146
6.8 Recursos adicionales	147

APÉNDICES	150
Apéndice A: tipología de los peligros de inundación	150
Apéndice B: los seis ámbitos del análisis de género	154
Apéndice C: escala de vientos de Beaufort	157
Apéndice D: orientación sobre los recursos y la planificación de costos para los métodos	158
Apéndice E: requisitos de monitoreo y evaluación para los distintos métodos	171
Apéndice F: elementos comunes del plan maestro y reglamentos de zonificación que se utilizan para la gestión del riesgo de inundaciones	179

GLOSARIO	184
BIBLIOGRAFÍA	196

ILUSTRACIONES Y TABLAS

Ilustraciones

- 2.1 Etapas del Marco de la *Guía verde para inundaciones*
- 2.2 Etapas y pasos del Marco de la *Guía Verde para inundaciones*
- 3.1 La cuenca y el ciclo del agua
- 4.1 Un esquema de las capas de SIG utilizadas en el análisis
- 5.1 Métodos estructurales y no estructurales para la gestión de riesgo de inundaciones
- 5.2 Escala de aplicación de los métodos estructurales y no estructurales
- 5.3 Cómo cambian el pico de la inundación y el tiempo de retardo con los métodos estructurales para la gestión del riesgo de inundaciones que reducen, retienen o detienen el flujo de las inundaciones
- 5.4 Esquema genérico y sección transversal de una presa pequeña
- 5.5 Un diseño típico de humedal artificial
- 5.6 Conservación de la cuenca alta
- 5.7 Restauración de humedales en los tramos inferiores de una cuenca y corte transversal de los humedales
- 5.8 Zanjones, pavimento permeable y dispositivos de infiltración
- 5.9 Cosecha de agua de lluvia y huertos de lluvia a nivel de hogares
- 5.10 Uso de estanques de retención artificial en un área urbana
- 5.11 Un borde entre un cuerpo de agua y un área urbanizada
- 5.12 Aliviaderos de crecidas en un sistema fluvial
- 5.13 Red de drenajes artificiales
- 5.14 Restauración de las vías de drenaje natural
- 5.15 Restauración de la vegetación y los hábitats ribereños
- 5.16 Eliminación de las barreras que impiden el flujo
- 6.1 Ejemplo de un ciclo hidrológico urbano
- 6.2 Temperatura y escorrentía en el microclima urbano

Tablas

- 4.1 Preguntas guía para realizar un análisis sencillo de los datos meteorológicos y del nivel del caudal
- 5.1 Métodos de gestión del riesgo de inundación y escalas de aplicación
- 5.2 Aplicabilidad de los métodos estructurales a los diferentes tipos de inundaciones y ubicaciones en la cuenca
- 5.3 Factores que son cruciales para la implementación exitosa de los métodos estructurales
- 5.4 Consideraciones para el diseño, la implementación, el mantenimiento y la clausura de los métodos estructurales
- 5.5 Combinaciones de métodos estructurales duros y blandos para garantizar la funcionalidad, el costo y los beneficios sociales y ambientales óptimos
- A1 Tipología de los peligros de inundación
- E1 Requisitos de monitoreo y evaluación para los distintos métodos
- F1 Elementos del plan maestro relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones
- F2 Aplicaciones de la zonificación para el uso de la tierra en la gestión del riesgo de inundaciones

PREFACIO

Hay factores múltiples y variados que contribuyen al aumento de las inundaciones a nivel mundial. Entre ellos se incluyen los factores meteorológicos, como las precipitaciones pluviales, las tormentas y los cambios de temperatura; los factores hidrológicos, como la humedad de los suelos y los niveles de las aguas subterráneas; y los factores sociales, como el cambio en el uso de la tierra y la ocupación de las llanuras inundables. Las inundaciones en las áreas urbanas constituyen una creciente preocupación, ya que las ciudades y pueblos se expanden rápidamente, muchos de ellos a lo largo de las costas, donde el aumento del nivel del mar y el hundimiento del terreno (o subsidencia) agravan el riesgo.

A través de los años, a medida que ha aumentado el riesgo de inundaciones, la naturaleza de dicho riesgo también ha cambiado. Por ejemplo, a pesar de que los científicos no pueden asegurar con toda seguridad que una inundación específica se deba al cambio climático, sí saben que el cambio climático contribuye a los eventos climáticos extremos. Al mismo tiempo, los formuladores de políticas y los profesionales han adoptado un cambio gradual, si bien continuo, en las políticas y prácticas, pasando del control de inundaciones a la gestión del riesgo de inundación. La razón de este cambio es que, según lo confirma la evidencia, la aplicación limitada de la ingeniería tradicional para controlar las inundaciones no es suficiente y ya no es apropiada como el enfoque único para manejarlas. La política del gobierno federal requiere que todas las inversiones federales que afectan las llanuras inundables cumplan con normas de gestión del riesgo de inundaciones más estrictas y contribuyan a conservar los valores naturales de las llanuras inundables. En esta política se establece una nueva norma para la reducción del riesgo de inundaciones que reduzca los riesgos y el costo de futuros desastres, aprovechando la política existente que “requiere que los departamentos y organismos ejecutivos (organismos) eviten, hasta donde sea posible, los impactos adversos a largo y corto plazo que se asocian con la ocupación y las modificaciones de las llanuras inundables y eviten el apoyo directo o indirecto al desarrollo de las llanuras cuando exista una alternativa posible.”¹

Las buenas prácticas actuales para la gestión de las inundaciones requieren un enfoque holístico e integrado que involucra múltiples disciplinas y experiencias. Dicho enfoque desarrollará la resiliencia y reducirá la vulnerabilidad tanto para las personas como para el medio ambiente. Estas prácticas mejoradas también contribuirán a que los planificadores comprendan y gestionen el riesgo de inundaciones.

El World Wildlife Fund (Fondo Mundial para la Naturaleza–WWF por sus siglas en inglés), en alianza con la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (OFDA, por sus siglas en inglés) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, ha elaborado la Guía para la gestión de inundaciones en una forma

¹ Orden ejecutiva No. 13690, 80 FR 6425 (30 de enero de 2015), <https://www.federalregister.gov/articles/2015/02/04/2015-02379/establishing-a-federal-floodrisk-management-standard-and-a-process-for-further-soliciting-and>.

natural y basada en la naturaleza: Una guía verde (Guía verde para inundaciones) para apoyar a las comunidades en el uso de métodos naturales y basados en la naturaleza para la gestión del riesgo de inundaciones a nivel local. Un equipo interdisciplinario mundial elaboró esta guía con un enfoque específico en fomentar el desarrollo y la aplicación de métodos naturales y basados en la naturaleza para gestionar el riesgo de inundaciones.

La Guía verde para inundaciones se basa en la experiencia colectiva y la revisión y análisis de las buenas prácticas para la gestión de inundaciones actuales y emergentes, así como en las consultas realizadas con expertos en ingeniería, gestión de los recursos hídricos, planificación y políticas urbanas, cambio climático y participación y desarrollo comunitario. Para preparar el enfoque y los contenidos de la guía, el equipo de redacción también consultó con representantes de distintas comunidades en Asia y Latinoamérica.

La guía parte de los recursos y documentos existentes y los complementa, y se basa en el enfoque de la Gestión Integrada de Inundaciones (IFM, por sus siglas en inglés), que reconoce que algunas veces, una inundación es un proceso natural y beneficioso. La guía está diseñada de manera que se maximicen los beneficios de las crecidas, a la vez que proporciona orientación sobre la gestión y minimización de las inundaciones utilizando métodos naturales y basados en la naturaleza. Creemos que estos métodos son una parte importante de un enfoque integrado y estratégico para la gestión del riesgo de inundaciones. Dado que la guía se centra principalmente en los métodos para la gestión de inundaciones, no está diseñada para abordar cada elemento de la gestión del riesgo de inundaciones. Hay otros recursos disponibles para aprender más sobre la gestión del riesgo de inundaciones.²

La guía se diseñó para los responsables de la gestión del riesgo de inundaciones, entre los que se incluyen los gobiernos municipales, los grupos comunitarios y las organizaciones no gubernamentales (ONG). La guía le brinda a este público una orientación práctica y las herramientas para comprender el contexto local relacionado con el riesgo de inundaciones. Al mismo tiempo, describe una serie de métodos para la gestión de inundaciones que pueden usarse combinándolos de distintas formas. Se incluyen varios estudios de caso que ilustran muchos problemas y retos relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones y la forma como las comunidades de todo el mundo se están adaptando y están desarrollando sus propios métodos para la gestión de inundaciones. Cada situación y cada comunidad son diferentes; el usuario de la guía deberá adaptar los métodos según sea apropiado para el contexto local y los objetivos específicos de la gestión del riesgo de inundaciones y buscar el apoyo técnico que sea necesario.

La Guía verde para inundaciones se apoyará con un programa de capacitación y un sitio web –www.envirodm.org– con una biblioteca de recursos que contienen información adicional sobre prácticas innovadoras, estudios de caso y oportunidades de aprendizaje.



La Guía verde para inundaciones se basa en la experiencia que tiene WWF con la respuesta a desastres y la reducción de riesgos en todo el mundo. Desde el año 2005, WWF ha colaborado con organismos humanitarios y de desarrollo, la Organización de Naciones Unidas (ONU) y otras para integrar los aspectos ambientales a las políticas y programas de recuperación, reconstrucción y reducción de riesgos. Hemos impartido capacitaciones sobre la gestión de desastres responsable con el medio ambiente en Indonesia, Tailandia, Sri Lanka, las Maldivas, Nepal, Paquistán, Chile, Guatemala, Belice y Haití.

² Paul Sayers et al., *Flood Risk Management: A Strategic Approach* (Gestión del riesgo de inundaciones: un enfoque estratégico) (París: UNESCO, 2013), <http://www.adb.org/sites/default/files/publication/30246/flood-risk-management.pdf>.

AGRADECIMIENTOS

Gerente del Proyecto

Anita van Breda, World Wildlife Fund

Directora Creativa / Diseñadora Gráfica

Melissa Carstensen, QueenBee Studio

Editores

Heather Benit

Martha Thomas

Ilustrador

Greg Maxson

Equipo de Investigación y Redacción

Dr. Masood Arshad, WWF-Pakistán

Nadia Bood, World Wildlife Fund Belice

Oscar Guevara, WWF-Colombia

Dr. Missaka Hettiarachchi, Miembro de WWF

Nausheen Iqbal, World Wildlife Fund

Charles Kelly, ProAct

Ibrahim Khan, WWF-Paquistán

Lauren Kovach, World Wildlife Fund

Linh Nguyen, World Wildlife Fund

Schuyler Olsson, World Wildlife Fund

Didier Pedreros, WWF-Colombia

Jennifer Pepson Elwood, World Wildlife Fund

Ed Tongson, WWF-Filipinas

Anita van Breda, World Wildlife Fund

Dr. Bart Wickel, Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo

Grupo Consultivo

Ada Benavides, U.S. Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU.

Dr. Wolfgang Eric Grabs, Organización Meteorológica Mundial

Karin M. Krchnak, World Wildlife Fund

Jonathan Randall, DAI

Steve Stockton, U.S. Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU.

Dr. Ayse Sezin Tokar, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

Consultas

Europa:

Programa Asociado de Gestión de Crecientes – Organización Meteorológica Mundial

Regina Junio, Miembro de WWF-Programa Educación para la Naturaleza, EE.UU.

Dr. Bruce Lankford, Universidad de East Anglia, RU

Homero Paltán, Universidad de Oxford

Paul Sayers, Sayers and Partners and Associate Advisor WWF-UK

Colombia:

Luis Gerardo Camargo, Oficial de RRD– Usme Borough (Bogotá)

Humberto González Marentes, Consultor en Hidrología y Meteorología

Lina María Hernández, IDIGER – Bogotá Oficina de RRD y Cambio Climático

Darío Londoño Gómez, profesor y consultor

Diana A. Paredes, Oficial de RRD – Usme Borough (Bogotá)

Belice:

John Augustine, Vicepresidente Seine Bight Village
 Sandy Beach, Sandy Beach Real Estate
 Lily Bowman, Belize Red Cross Society
 Jacinto Casimiro, Secretario de Helpage
 Wayne Casimiro, Concejo de Hopkins Village
 Víctor Castillo Jr., National Emergency Management Organization
 Oficina de Cambio Climático de Belmopán, Belice
 Rudolph Coleman, Helpage
 Petrona Coy, Southern Environmental Association
 Keith Emmanuel, National Emergency Management Organization
 Shelton DeFour, National Emergency Management Organization
 Walter Garbutt, Southern Environmental Association
 Nicole Gomez, Southern Environmental Association
 Dennis Gonguez, Servicio Nacional Metereológico de Belice
 Ann Gordon, Oficina Nacional de Cambio Climático de Belice
 Miembros de la comunidad de Hopkins Village, Stann Creek District
 Frederick Hunter, Belize Red Cross Society
 Charlie Leslie Jr., Exdirigente del Concejo del Pueblo, Placencia
 Clyde Martínez, maestro
 Uwahnie Martínez, Palmento Grove
 Ashford Miranda, Concejo de Hopkins Village
 Félix Miranda, Garifuna Fabrics
 Arreini Palacio, Southern Environmental Association
 Hilaria Ramos, Concejo de Hopkins Village
 Samir Rosado, Autoridad de Gestión de la Zona Costera
 Miembros de la comunidad de Seine Bight Village
 Florencio Shal, conductor
 Wayne Usher, City Emergency Management Organization
 Safira Vásquez, Oficina Nacional de Cambio Climático de Belice
 Monique Vernon, Southern Environmental Association
 Tennielle Williams, hidróloga principal
 Michalyn Young, Southern Environmental Association

Sri Lanka:

P. Hettiarachchi, Irrigation Department of Sri Lanka
 Sunil Jayaweera, Disaster Management Centre of Sri Lanka
 Chandana Kalupahana, Urban Development Authority of Sri Lanka
 Badra Kamaladasa, Sri Lanka Water Partnership
 Ranjith Rathnayake, Sri Lanka Water Partnership
 S. Soysa, Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation
 Dr. Kithisiri Weligepola, Irrigation Department of Sri Lanka
 Dr. Nimal Wijerathne, Wetlands Management Unit, Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation

Pakistán:

Dr. Masood Arshad, WWF-Pakistan

Estados Unidos:

Angela Andrade, Conservation International
 Curtis Barrett, USAID Office of Foreign Disaster Assistance
 Charles Conley, iMMAP
 Pascal Debons, Action Against Hunger
 Manishka de Mel, Columbia University Center for Climate Systems Research
 Adam Dixon, World Wildlife Fund
 Robyn Fischer, WaterAid America
 Mark Gruin, International Orthodox Christian Charities
 Julia Hanby, InterAction
 Youngjae Kim, George Washington University
 Achala Navaratne, American Red Cross
 Dana Perzynski, Ayers Saint Gross Architects
 Dr. Malini Ranganathan, American University
 Tonya Rawe, CARE USA
 Cynthia Rosenzweig, Columbia University Center for Climate Systems Research
 Rose Schneider, Health Systems Management
 Charles Setchell, U.S. Agency for International Development
 Doug Sheredos, Site Resources Inc.
 Kevin Taylor, World Wildlife Fund
 Alice Thomas, Refugees International

Vietnam:

Dr. Ian F. Wilderspin, *Disaster Risk Reduction & Climate Change Adviser*

World Wildlife Fund. 2016. Natural and Nature-based Flood Management: A Green Guide. Washington, DC: World Wildlife Fund. <http://envirodm.org/flood-management> © 2016 WWF. All rights reserved by World Wildlife Fund, Inc. Reproduction of this publication for educational and other noncommercial purposes is authorized without prior permission of the copyright holder. However, WWF Inc. does request advance written notification and appropriate acknowledgment. WWF Inc. does not require payment for the noncommercial use of this published work and in no way intends to diminish use of WWF research and findings by means of copyright. Reproduction or other use of photographs and maps that appear in this publication is prohibited.

Disclaimer: This Guide is made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID). The contents are the responsibility of World Wildlife Fund and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States Government.

SIGLAS

ACC	Adaptación al cambio climático
ADPC	Centro Asiático de Preparación para Casos de Desastre
AIIH	Asociación Internacional de Investigaciones e Ingeniería Hidráulicas
APFM	Programa Asociado de Gestión de Crecientes
APP	Alianza Público Privada
AsD	Banco Asiático de Desarrollo
CDA	Oficina de Desarrollo del Comercio de Pakistán
CDRN	Red Ciudadana de Respuesta a los Desastres (Filipinas)
CPP	Colaboración público-privada
EAI	Examen Ambiental Inicial
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
ERD	Evaluación de riesgo a desastres
EVI	Evaluación de vulnerabilidad e impacto
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FEMA	Agencia Federal de Gestión de Emergencias
GFDRR	Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de los Desastres
GIRH	Gestión integrada de los recursos hídricos
GLOF	Crecidas repentinas de los lagos glaciares
GRASS	Software GIS "Geographic Resources Analysis Support System"
GRN	Gestión de los recursos naturales
HDDS	Sistema de Distribución de Datos sobre Peligros
ICIMOD	Centro Internacional para el Desarrollo Integrado de las Montañas
ICU	Isla de calor urbana
IFM	Integrated Water Management (Gestión Integral de Inundación)
IFNet	Red Internacional sobre Inundaciones

IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LIMCOM	Limpopo Watercourse Commission
MdE	Memorandos de Entendimiento
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
OFDA	Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONG	Organización no gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ONUSPIDER	Plataforma de las Naciones Unidas de información obtenida desde el espacio para la gestión de desastres y la respuesta de emergencia
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PPG	Presupuesto con Perspectiva de Género
PSNDM	Red del Sector Privado para la Gestión de Desastres (Filipinas)
PYME	Pequeña y mediana empresa
RRD	Reducción del riesgo de desastres
SAD	Sistema de Ayuda a la toma de Decisiones
SAGA	Sistema para Análisis Automatizados Geocientíficos
SIG	Sistema de información geográfica
SMHN	Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales
SUDS	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
UNIFEM	Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer
UNISDR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
UNITAR	Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación
UNOOSA	Oficina de Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Exterior
UNOSAT	Programa de aplicaciones satelitales operacionales del UNITAR
USACE	Cuerpo de Ingenieros de los EE. UU.
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos
VA	Evaluación de la vulnerabilidad
VANT	Vehículo aéreo no tripulado
VCA	Evaluaciones de la vulnerabilidad y la capacidad
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

1. INTRODUCCIÓN

Desde que se fundaron los primeros asentamientos, los seres humanos han venido experimentando y adoptando distintas formas de gestionar el riesgo de las inundaciones. Unos enfoques se han diseñado para prevenir, otros para gestionar y algunos más para manejar el impacto de las inundaciones. Todo el que busque opciones para la gestión del riesgo de inundaciones deberá comprender cómo funcionan los distintos métodos –y en qué circunstancias–. También deben estudiarse los costos y beneficios financieros, sociales y ambientales de las distintas intervenciones para la gestión de las inundaciones.

Cuando los miembros de una comunidad viven, trabajan y se divierten en un área propensa a las inundaciones, se exponen a sufrir daños relacionados con dichos fenómenos.¹ La actividad del hombre (como los rellenos, la construcción de represas y la urbanización) puede conllevar nuevos riesgos para las áreas que anteriormente no se inundaban. En ambos casos, se puede gestionar el riesgo de inundaciones alterando los aspectos tanto naturales como físicos (como el paisaje, la hidráulica, la vegetación) o las actividades humanas (como los planes para el uso de la tierra y las ubicaciones de los asentamientos).

En la Guía para la gestión de inundaciones en una forma natural y basada en la naturaleza: Una guía verde (Guía verde para inundaciones) se apoya el concepto de que las medidas para gestionar el riesgo de inundaciones deben ser exhaustivas, específicas a la localidad, integradas y balanceadas en todos los sectores pertinentes.² Por lo tanto, la guía se basa, hasta donde es posible y práctico, en el enfoque **Gestión Integrada de Inundaciones**³ (IFM, por sus siglas en inglés) conforme lo define el Programa Asociado de Gestión de Crecientes (APFM, por sus siglas en inglés):

"En el enfoque IFM se integra el desarrollo de los recursos terrestres e hídricos en una cuenca hidrográfica, dentro del contexto de una gestión integrada de recursos hídricos, con miras a maximizar el uso eficiente de las llanuras inundables y minimizar la pérdida de vidas y propiedad. La gestión integrada de las inundaciones, al igual que la gestión integrada de los recursos hídricos debe fomentar la participación de los usuarios, planificadores y formuladores de políticas a todo nivel. El enfoque debe ser abierto, transparente, inclusivo y comunicativo; debe requerir la descentralización de la toma de decisiones y debe incluir la consulta pública y la participación de los actores relevantes en la planificación e implementación."⁴

1 En la Guía verde para inundaciones se reconoce que la definición de una comunidad puede variar y es específica al contexto

2 Abhas K. Jha, Robin Bloch y Jessica Lamond, Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century (Las ciudades y las inundaciones: una guía a la gestión integrada del riesgo a las inundaciones urbanas en el siglo XXI) (Washington, DC: Publicaciones del Banco Mundial, 2012), 167, <https://www.gfdrr.org/sites/gfdrr/files/urban-floods/urbanfloods.html>.

3 Los términos escritos en negritas se pueden encontrar en el glosario.

4 Programa Asociado de Gestión de Crecientes (APFM, por sus siglas en inglés) y Organización Meteorológica Mundial (OMM), Integrated Flood Management: Concept Paper, Integrated Flood Management Tools (Gestión Integrada de Inundaciones: documento conceptual, Herramientas para la gestión integrada de inundaciones), no. 1047 (Ginebra, Suiza: WMO, 2009), http://www.apfm.info/publications/concept_paper_e.pdf.

Para fines de la Guía verde para inundaciones, utilizamos las definiciones adoptadas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (USACE por sus siglas en inglés) para describir las características naturales como las creadas por la acción de los procesos físicos, biológicos, geológicos y químicos que operan en la naturaleza, mientras que las características basadas en la naturaleza se crean mediante el diseño, la ingeniería y la construcción realizados por los seres humanos.⁵

En toda la guía utilizamos los términos “natural” y “basado en la naturaleza” indistintamente. También reconocemos que, en algunos casos, los profesionales pueden usar otros términos, como “verde” o “infraestructura verde”, de manera indistinta con los términos “natural” y “basado en la naturaleza”.

En la Guía verde para inundaciones se organizan los métodos para la gestión de las inundaciones en dos categorías: estructurales y no estructurales. Los métodos estructurales conllevan cambios físicos a los elementos naturales o a la infraestructura construida por el hombre, lo cual incluye los métodos de ingeniería (duros—llamados algunas veces de “obra gris”) como las represas o los canales para controlar las inundaciones y los métodos naturales y basados en la naturaleza (blandos—llamados algunas veces métodos verdes), como la protección de los humedales, la restauración de las cuencas altas o los jardines de lluvia.

Las medidas no estructurales se definen como aquellas cuyo objetivo es cambiar los convenios sociales, como las leyes, los reglamentos, las instituciones sociales, las organizaciones o el comportamiento individual. La mayoría de los proyectos para la gestión del riesgo de inundaciones constan de componentes estructurales (métodos duros y blandos) y no estructurales. En la guía, recomendamos el uso combinado de múltiples métodos duros y blandos y enfoques estructurales y no estructurales que se complementan unos a otros y mejoran la eficacia de cualesquiera otros métodos para la gestión del riesgo de inundaciones existentes. En la mayoría de los casos, se requerirá una combinación de métodos y, por lo tanto, no se recomienda el uso de un solo enfoque aislado. En el Capítulo 5 de la guía se profundiza en una lista exhaustiva de métodos estructurales y no estructurales para la gestión del riesgo de inundaciones.

En el capítulo “Cómo utilizar la Guía verde para inundaciones” se brinda orientación a los responsables de la gestión de inundaciones (denominados gestores o usuarios de la guía) sobre la recolección de información, análisis y toma de decisiones durante las múltiples etapas de un ciclo típico de un proyecto para la gestión del riesgo de inundaciones.⁶

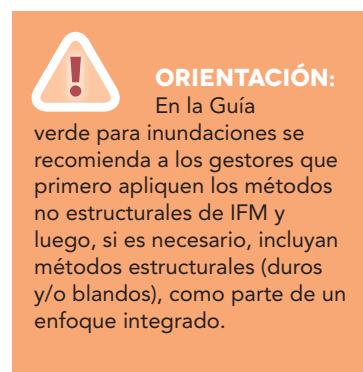
La Guía verde para inundaciones está organizada en capítulos, como sigue:

Capítulo 1. Introducción

En este capítulo se explica el objetivo y la forma como está organizada la Guía verde para inundaciones.

Capítulo 2. Cómo utilizar la Guía verde para inundaciones

En este capítulo se explica cómo llevar a cabo un ciclo de gestión de un proyecto para efectuar un análisis preliminar y establecer las metas y objetivos, basándose en la comprensión del contexto y el riesgo; cómo identificar una gama de métodos adecuados para la gestión de inundaciones; cómo seleccionar métodos específicos; cómo determinar los planes de operación y monitoreo, y cómo evaluar las estrategias que se implementaron. Todo el proceso se concibió para que sea continuo y circular; por lo tanto, el sistema debe actualizarse con regularidad, tal como se describe en este apartado.



5 Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE, por sus siglas en inglés) Coastal Risk Reduction and Resilience (Reducción del riesgo costero y resiliencia) (Washington, DC: Dirección de Obras Civiles, 2013), http://www.corpsclimate.us/docs/USACE_Coastal_Risk_Reduction_final_CWTS_2013-3.pdf.

6 Aunque la Guía verde para inundaciones se escribió para abordar la mayoría de los tipos de inundaciones, en este documento no se incluyen las causadas por el desbordamiento repentino de lagos glaciares.

Capítulo 3. Conceptos fundamentales y aspectos transversales clave

En este capítulo se explican los elementos clave para comprender el contexto en el que se lleva a cabo la gestión de inundaciones. Entre los temas que se tratan están las definiciones, causas, beneficios y peligros de inundaciones; los sistemas de cuencas y sus características; el ciclo hidrológico y la gestión del agua y el clima, la variabilidad del clima y las condiciones atmosféricas. También se plantean aspectos transversales clave relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones, entre los que se incluyen las instituciones, los reglamentos, la coordinación y cooperación intersectorial, la participación de la comunidad, el género, el sector privado, las finanzas y el financiamiento.

Capítulo 4. Evaluación del riesgo de inundaciones: datos, métodos y análisis

En este capítulo se cubren los elementos pertinentes a la evaluación del riesgo de inundaciones. Es esencial comprender el riesgo de inundaciones para planificar y seleccionar las opciones apropiadas para la gestión del riesgo que se presentan en el Capítulo 5. En este capítulo se estudian las necesidades y las fuentes de la gestión del riesgo de inundaciones y luego se presenta la naturaleza de las cuencas en una forma sencilla para su plena comprensión. Debido a que en la actualidad existe una amplia gama de técnicas y herramientas para la evaluación del riesgo que se encuentran a disposición del usuario de la Guía verde de inundaciones, este apartado se centra en los resultados que debería generar la evaluación del riesgo y cómo estos resultados pueden usarse para seleccionar los métodos para gestionar las inundaciones. Este capítulo concluye con un método para evaluar las capacidades institucionales para gestionar el riesgo de inundaciones, lo cual es un aspecto clave para decidir cuál es la combinación más apropiada de métodos de gestión.

Capítulo 5. Métodos estructurales y no estructurales

Aquí se analizan los métodos estructurales y no estructurales para la gestión de las inundaciones, basándose en un enfoque de gestión integrada de inundaciones (IFM, por sus siglas en inglés). Las inundaciones tienen consecuencias a muchos niveles, entre los que se incluyen los nacionales / regionales, de cuenca, de llanura inundable, de la comunidad y del hogar. Por lo tanto, en este capítulo se tratan los métodos de gestión que deben seleccionarse basándose en los requisitos específicos a distintas escalas. En esta guía no se aconseja el uso de un solo método de gestión del riesgo utilizado aisladamente. Se recomienda una combinación de métodos integrados estructurales –tanto duros como blandos– y métodos no estructurales como el enfoque óptimo; uno que mejorará la eficacia de los métodos de gestión de riesgo existentes. En el resto de este apartado se presentan los distintos métodos para la gestión del riesgo de inundaciones y se proporcionan los criterios esenciales para el diseño y selección y los costos y beneficios comparativos.

Capítulo 6. Aspectos urbanísticos

Se describen aspectos que atañen específicamente a las áreas urbanas, entre los que se incluye la naturaleza de las inundaciones, los impactos del clima, la gobernanza de las inundaciones urbanas y consideraciones sobre las áreas urbanas costeras. La urbanización incrementa el riesgo de inundación y aumenta la frecuencia de las inundaciones localizadas, y las áreas urbanas costeras se enfrentan a la amenaza adicional del aumento del nivel del mar. Las diferencias entre las inundaciones urbanas y rurales no siempre se distinguen; no hay una definición común de lo que constituye un área urbana. Dada la severidad y el gasto de los impactos de las inundaciones urbanas, recalcamos algunos aspectos clave que se relacionan con las inundaciones en las áreas urbanas que el usuario de la guía debería considerar cuando la utilice en áreas urbanas.

SÍMBOLOS DE GUÍA

Los símbolos que encontrará a continuación se encuentran en toda la guía para ayudar a los lectores a encontrar las hojas de trabajo relevantes y para indicar orientaciones o advertencias importantes, información y ejemplos de interés. A través del texto, hay términos que están resaltados para indicar que estos pueden encontrarse en el glosario.



Conceptos fundamentales y aspectos transversales clave



Aspectos urbanísticos



Resumen de los datos de evaluación del riesgo de inundación



Evaluación de la capacidad institucional para la gestión de las inundaciones



Tabla e informe sobre la caracterización de la cuenca



Evaluación del proyecto



Revisión de los métodos seleccionados



Requisitos operativos



Plan de monitoreo



Información



Ejemplo



Orientación

2. CÓMO USAR LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES

En este capítulo se describe el marco para la Guía verde para inundaciones (el Marco) que corresponde a la estructura de los capítulos de la Guía y está organizado en forma similar a un ciclo básico de un proyecto que consta de cinco etapas:

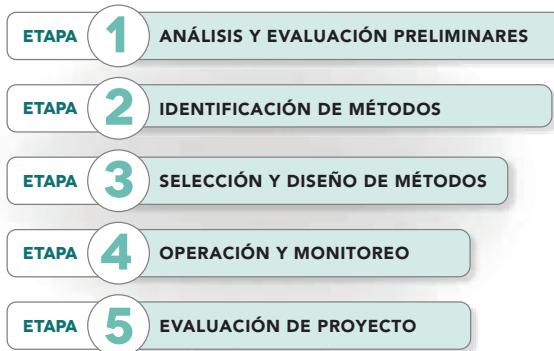


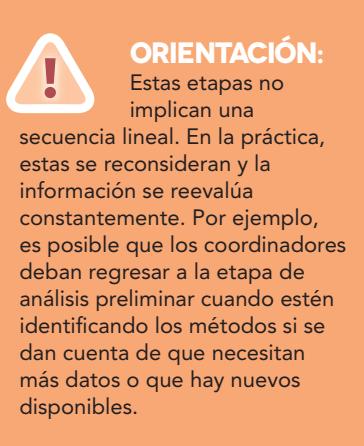
ILUSTRACIÓN 2.1 ETAPAS DEL MARCO PARA LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES

En cada capítulo se proporcionan herramientas (tablas y hojas de trabajo) de apoyo para ayudar al usuario a recolectar y organizar información para recorrer el ciclo y tomar decisiones basadas en información sobre la selección y el uso de métodos para la gestión de inundaciones. Cada etapa del Marco incluye múltiples pasos, inclusive los que en la Guía se denominan **PASOS DE PROCESO**.

Tenga en cuenta, sin embargo, que la Guía verde para inundaciones y el Marco no están diseñados como un árbol de decisiones o un sistema de apoyo para las decisiones (SAD) con resultados específicos cuantificables.

En vez de ello, en el Marco se detallan los pasos clave y los requerimientos de información que los coordinadores deben estudiar y considerar al seleccionar los métodos naturales y basados en la naturaleza que se usarán en un proyecto para la gestión de inundaciones. En el Marco, se dan instrucciones a los usuarios para que efectúen lo siguiente:

- Identificar los tipos de información y análisis que se necesitan para caracterizar el contexto de la gestión de inundaciones y de riesgo.



- Identificar y seleccionar posibles combinaciones de los métodos para la gestión de inundaciones (duros, blandos y no estructurales) que se aplican dentro del contexto.
- Elaborar planes de mantenimiento y monitoreo para el proyecto.
- Evaluar los métodos seleccionados y el proyecto como un todo.

Como se describió en la introducción, la guía proporciona información básica sobre una gama de métodos para la gestión de inundaciones, las cuales se categorizan en tres tipos: métodos naturales y basados en la naturaleza (métodos blandos, también llamados algunas veces "verdes"), métodos de ingeniería dura (también llamados algunas veces métodos "grises" o duros) y métodos no estructurales. Además se describen las ventajas y desventajas comparativas de los diversos métodos y se analiza cómo una combinación de estos métodos puede lograr que estos se complementen y se maximicen los beneficios colaterales de tipo ambiental.

2.1 ETAPAS DEL MARCO PARA LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES

En la ilustración 2.1 se identifican las cinco etapas propias del Marco para la Guía verde para inundaciones. En la ilustración 2.2 se ilustran los pasos y las herramientas clave que se incluyen en cada etapa. En el resto del capítulo se explica cómo usar la información y las herramientas de la Guía conforme a las etapas del Marco.

ETAPA

1

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN PRELIMINARES (CAPÍTULOS 2, 3, 4 y 6)

En esta etapa, los usuarios de la Guía analizarán la información pertinente para comprender las características clave de su contexto local y el riesgo potencial de una inundación y establecer los objetivos preliminares para la gestión del riesgo de inundaciones.

PASO 1: Comprender los contextos cuenca y social

Los usuarios deben efectuar un análisis del contexto para comprender los aspectos fundamentales más importantes del área geográfica de interés. Un análisis del contexto debería permitir al coordinador comprender los aspectos clave, entre los que se incluyen los tipos principales de inundaciones que ocurren en el área; las características físicas de la cuenca; las tendencias de las condiciones meteorológicas y el clima en la localidad; las características sociales del área, que incluyen los aspectos relacionados con el género; el potencial para la participación comunitaria, y los actores pertinentes. Además, el coordinador debería conocer plenamente los aspectos institucionales, de gobernanza, financieros y políticos que son pertinentes para la gestión de inundaciones.

Vea el capítulo 3 que contiene consideraciones sobre el análisis del contexto; la hoja de trabajo del *Marco de la Guía verde para inundaciones*  le ayudará al usuario a documentar y organizar la información relacionada con el análisis de los aspectos contextuales clave. Si desea información sobre los proyectos ubicados en áreas urbanas, vea el capítulo 6; la hoja de trabajo del *Marco de la Guía verde para inundaciones*  le ayudará al usuario a documentar y a organizar la información relativa a los aspectos urbanísticos clave.

PASO 2: Comprender las incertidumbres con respecto al riesgo y al clima

El usuario deberá comprender plenamente el riesgo de inundación que existe en el área. En la Guía verde para inundaciones se sugieren formas de interpretar los parámetros críticos que se relacionan con el mapeo y análisis de los peligros, el análisis de la vulnerabilidad y la capacidad, el análisis de la capacidad institucional y la gestión de la incertidumbre relativa al clima. En la guía no se proporcionan instrucciones sobre la realización de evaluaciones completas de los riesgos, ya que existen múltiples recursos que apoyan la realización de evaluaciones de riesgos y de vulnerabilidad. Más bien, se considera cómo interpretar las evaluaciones de riesgo con el fin de prestar asistencia para seleccionar los métodos apropiados para gestionar el riesgo de inundaciones. En la guía tampoco se abordan los costos de las evaluaciones de riesgo.

Vea el capítulo 4 donde se incluye el esquema básico de una evaluación de riesgo, los procedimientos de mapeo y los enlaces a otros recursos que tratan sobre los procedimientos para efectuar las evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad. Las hojas de trabajo   y  les ayudarán a los usuarios a organizar la información relativa a los riesgos, la capacidad institucional y las características de las cuencas. Además, las necesidades de información y las fuentes de ella descritas en el capítulo 4 ayudan a los usuarios proporcionándoles opciones para presentar visualmente y monitorear la distribución geográfica de los posibles riesgos e impactos de una inundación.

PASO DEL PROCESO: Establecer los objetivos preliminares para la gestión del riesgo de inundaciones

Antes de identificar los métodos potenciales para un proyecto de gestión del riesgo de inundaciones, los coordinadores deben decidir cuáles serán los objetivos preliminares. Los objetivos se refieren a las metas específicas y medibles del proyecto –por ejemplo, “reducir el anegamiento del área A durante una inundación del río B que ocurre cada 50 años.”

Los usuarios de la guía deberán establecer los objetivos para la gestión del riesgo de inundaciones en colaboración y con la participación de múltiples actores relevantes. Generalmente, los objetivos de la gestión de inundaciones se pueden dividir en tres categorías, basándose en el tipo de intervención:

1. Reducir y manejar el caudal que entra a la llanura inundable (también llamado caudal de crecida)
2. Mejorar el drenaje de las aguas de una inundación e incrementar la protección contra las inundaciones en una llanura inundable
3. Mejorar la adaptación y preparación para las inundaciones en un área específica

La escala de una intervención dependerá, en cierta medida, en los objetivos, y podrá incluir actividades a uno o más niveles, inclusive:

- nacional o transnacional
- cuenca
- llanura inundable
- comunidad
- hogar.

Los tipos (y la magnitud) de las inundaciones, las características de las cuencas y las vulnerabilidades y capacidades (sociales / institucionales) identificados en los análisis de riesgo y contexto deberían ayudar a determinar los objetivos del proyecto. En la práctica, sin embargo, los objetivos muchas veces se ven influenciados por las discusiones y negociaciones que se llevan a cabo entre los actores relevantes, basándose en una amplia gama de factores económicos y políticos y normas institucionales. **La orientación específica para establecer los objetivos preliminares sobrepasa el alcance de la guía, ya que con ello podría simplificar demasiado un proceso complejo. En la guía también se asume que los usuarios aplicarán los principios establecidos de participación pública, inclusión social y gobernanza democrática.¹**

¹ Banco Asiático de Desarrollo (BAsD), Strengthening Participation for Development Results: An Asian Development Bank Guide to Participation (Fortalecimiento de la participación para lograr resultados de desarrollo: una Guía del Banco Asiático de Desarrollo para la participación) (Ciudad de Mandaluyong, Filipinas: BAsD, 2012), <http://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/33349/files/strengthening-participation-development-results.pdf>; ONU Mujeres, Guidance Note: Gender Mainstreaming in Development Programming (Nota de orientación: integración del género a la programación de desarrollo) Nueva York: ONU Mujeres, 2014), <http://www.unwomen.org/~media/headquarters/attachments/sections/how%20we%20work/ unsystemcoordination/gendermainstreaming-issuesbrief-en%20pdf.pdf>; Comisión Económica y Social para Asia Occidental (CESPAO), “What is Good Governance?” (“¿Qué es la buena gobernanza?) Consultado el 14 de abril de 2016, <http://www.unescap.org/sites/default/files/good-governance.pdf>.

ETAPA

2

IDENTIFICACIÓN DE MÉTODOS

Una vez que los objetivos preliminares se hayan establecido, los coordinadores de inundaciones deben identificar posibles métodos para la gestión del riesgo de inundaciones. En esta etapa, es importante que los coordinadores comprendan que se pueden usar distintas combinaciones de métodos para alcanzar los mismos objetivos. La identificación de los métodos apropiados para un conjunto dado de objetivos depende de los hallazgos de la etapa 1, la cual se debe consultar cuantas veces sea necesario, dependiendo del contexto y el riesgo. Una vez que se identifican los métodos posibles, debe analizarse su pertinencia social, política, ambiental, económica y financiera en el contexto local.

En el Capítulo 5 se proporcionan las descripciones técnicas básicas que corresponden a una amplia gama de métodos de gestión, los cuales se resumen en la tabla que aparece a continuación. También se incluye información y orientación sobre la aplicabilidad de una serie de herramientas, consideraciones sobre su diseño y sus aspectos de operación y mantenimiento, seguridad, así como los componentes de los costos y los impactos ambientales y sociales de estos métodos.



Los pasos principales de esta etapa son los siguientes:

PASO 1: Identificar los métodos idóneos

Identificar los métodos para la gestión del riesgo que se adecuan en forma general a los objetivos preliminares y al contexto. En la Ilustración 5.1 se muestran los métodos duros, blandos y no estructurales que se incluyen en la guía. Los métodos seleccionados deben llenar los tres criterios básicos:

1. Apropiado para los tipos de intervenciones que se consideran en los objetivos preliminares. En la Tabla 5.1 se presentan las categorías de los métodos conforme al tipo de intervención.



ORIENTACIÓN:

En la guía se recomienda que los coordinadores primero apliquen los métodos de gestión integral de inundación (IFM) no estructurales y luego, si es necesario, incluyan métodos estructurales (duros y/o blandos) como parte de un enfoque integrado.

2. Aplicable a las escalas de intervenciones consideradas en los objetivos preliminares. En la ilustración 5.2 se categorizan los métodos conforme a la escala de la intervención.
3. Adecuado para los tipos de inundación que se identifican en el análisis de riesgo y apropiado para la localización dentro de la cuenca. En la Tabla 5.2 se categorizan los métodos basándose en los tipos de inundación a los que se aplican y en su idoneidad para las distintas ubicaciones dentro de una cuenca.

PASO 2: Comparar los métodos

Luego de que se hayan seleccionado los métodos apropiados basándose en los tres criterios, el coordinador puede empezar a comparar los métodos basándose en las ventajas y desventajas económicas, operativas, sociales y ambientales y los aspectos estructurales de los métodos. En las tablas 5.3 y 5.4 se proporciona información y orientación para realizar dichas comparaciones. Siempre que sea posible, se insta a los usuarios de la guía que adquieran información más exhaustiva sobre estos aspectos. Las comparaciones le ayudarán a los coordinadores a afinar su lista de métodos y a eliminar aquellos que tienen más desventajas que ventajas. (Por ejemplo, un método que pueda conllevar ventajas considerables de tipo económico y operativo podría tener desventajas ambientales que no son aceptables.) Por lo tanto, en la guía se recomienda que el coordinador considere a fondo todas las alternativas cuando haga las comparaciones, y que incorpore un proceso para la toma de decisiones en el que participe un equipo multidisciplinario.

PASO DEL PROCESO: Revisar y modificar los objetivos de gestión del riesgo de inundaciones

El coordinador deberá volver a revisar la etapa 1 después de terminar de comparar los métodos y crear una lista de los métodos preseleccionados para la gestión del riesgo de inundaciones. En este momento, en el marco para la Guía verde para inundaciones se recomienda revisar los objetivos preliminares, ya sea para ajustarlos con el fin de que sean coherentes con los métodos o para ajustarlos con el fin de que sean coherentes con los objetivos de la gestión del riesgo de inundaciones. Los objetivos preliminares se establecen según los riesgos y el contexto local; sin embargo, hay factores como costos, requisitos de mantenimiento operativo, regulaciones gubernamentales y normas sociales que pueden limitar la viabilidad de cumplir con los objetivos establecidos. Mediante la etapa para la identificación de métodos también se puede identificar la necesidad de contar con más datos provenientes del análisis de riesgo y del contexto, lo que, a la vez, afectará la determinación de los objetivos específicos. Por lo tanto, revisar y, de ser necesario, modificar los objetivos luego de identificar los métodos son pasos importantes del proceso general. Los pasos principales de la siguiente etapa (selección y diseño de métodos) incluyen el estimado de costos y los estudios de factibilidad, que requieren la participación de expertos y pueden conllevar costos considerables. Por lo tanto, la reconsideración cuidadosa de los objetivos con el fin de limitar el número de métodos preseleccionados es una medida importante para optimizar los costos.

ETAPA

3

SELECCIÓN Y DISEÑO DE MÉTODOS (CAPÍTULO 5)

Luego de que los objetivos del proyecto se determinaron y los métodos potenciales se hayan preseleccionado, los coordinadores pueden seleccionar una combinación definitiva de métodos para la gestión de inundaciones y llevar a cabo estudios de factibilidad y diseños detallados del proyecto.

Los principales pasos de esta etapa son:

PASO 1: Considerar las especificaciones, los aspectos de gestión y las estimaciones de costos

Los coordinadores deben preparar especificaciones básicas (Ej.: componentes, requerimientos de tierra, tamaño, aportes de recursos) y estimaciones de costos aproximados para cada método preseleccionado. “Especificaciones básicas” no significa diseños detallados o estimaciones de precisos. En las descripciones de los métodos que se presentan en el capítulo 5 (secciones 5.2 y 5.3) y en el Apéndice D se brinda orientación sobre especificaciones, aporte de recursos y detalles de costos para que el usuario pueda empezar. Es importante que los coordinadores comprendan bien los aspectos

relevantes que se relacionan con cada método preseleccionado (diseño, implementación, mantenimiento y clausura). En la Tabla 5.4 se brinda orientación básica sobre estos aspectos de cada método. Para comprender a fondo las implicaciones del diseño, costo y gestión y para eliminar métodos que pueden suponer problemas dentro de un contexto dado, el usuario de la guía deberá solicitar el consejo de profesionales con experiencia en estos métodos específicos.

PASO 2: Combinar los métodos

A lo largo de toda la guía, se hace énfasis en la importancia de seleccionar una combinación de diversos métodos para la gestión del riesgo de inundaciones. Los métodos que se combinan de manera que se complementan uno al otro serán los más exitosos para alcanzar los objetivos de la gestión de riesgo de inundaciones conjuntamente con los beneficios colaterales de tipo social y ambiental. En la Tabla 5.5 se brinda orientación básica con respecto a las ventajas de combinar los métodos de ingeniería dura y los métodos naturales y basados en la naturaleza. En la guía se recomienda al usuario que busque la asesoría de expertos en estos métodos con el fin de combinarlos y localizarlos estratégicamente dentro de la cuenca, con el fin de lograr los objetivos del proyecto.

PASO 3: Revisar los métodos seleccionados

Una vez que se haya seleccionado un conjunto definitivo de métodos, los coordinadores deben revisarlos con el fin de cerciorarse que cumplen con los criterios técnicos, ambientales y sociales que se enfatizan en la guía. La hoja de trabajo del Marco de la Guía verde para inundaciones  está diseñada para brindarles asistencia a los coordinadores en la revisión de la selección.

PASO DE PROCESO: Llevar a cabo estudios de factibilidad, evaluaciones ambientales y revisiones de los diseños

Un estudio de factibilidad es una medida importante en todo proyecto y es esencial para establecer la factibilidad técnica y financiera de los métodos para la gestión de inundaciones que se hayan seleccionado.² Según se considere apropiado, los coordinadores deben seleccionar a un equipo de profesionales calificados para que lleven a cabo estudios de factibilidad sobre el proyecto. Idealmente, los conocimientos especializados de este equipo deberían cubrir la gama entera de los métodos que se están considerando (duros, blandos y no estructurales). Las descripciones de los métodos que aparecen en el capítulo 5, especialmente en las secciones 5.7 y 5.8 brindan una orientación sobre los conocimientos especializados que se recomiendan para los estudios de factibilidad y el diseño. Generalmente, en todo proyecto para la gestión del riesgo de inundaciones también se requiere una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) o un Examen Ambiental Inicial (EAI).³ En la mayoría de los países, la ley requiere una EIA o un EAI antes de iniciar un proyecto a grande o mediana escala, y los procedimientos se encuentran debidamente establecidos por directrices reglamentarias y principios profesionales. Independientemente de los requisitos reglamentarios, en la guía se recomienda que se lleve a cabo un estudio de impacto tanto para las situaciones de desarrollo como para la gestión de desastres.⁴ Como sucede con los estudios de factibilidad, una EIA o un EAI deberán efectuarlos profesionales calificados basándose en los métodos que se han seleccionado. Los estudios de factibilidad y de impacto ambiental deben llevarse a cabo con la participación del mayor número de actores relevantes que sea posible.

La mayor parte de los métodos para la gestión del riesgo de inundaciones los deben diseñar y planificar cuidadosamente profesionales calificados, independientemente del tipo que sea: convencional, natural o basado en la naturaleza o no estructural. Los coordinadores deben seleccionar cuidadosamente a profesionales para que efectúen el diseño técnico. El diseño de la mayoría de los métodos requerirá aportaciones de profesionales multidisciplinarios (Ej.: ingenieros, ecólogos, científicos sociales, organizadores comunitarios). Las descripciones de los métodos que se incluyen en el capítulo 5, sección 5.2, tratan aspectos de diseño básico para los métodos estructurales. Los principios de diseño

2 Public and Private Infrastructure Investment Management Center [Centro de Gestión de Inversiones Públicas y Privadas en Infraestructura–PIMAC], General Guidelines for Preliminary Feasibility Studies [Directrices generales para los estudios de factibilidad preliminares], 5a edición. (Seúl: Instituto Coreano para el Desarrollo, 2008), http://pimac.kdi.re.kr/eng/mission/pdf/General_Guidelines_for_PFS.pdf.

3 Bindu N. Lohani et al., Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia: Volume 1 – Overview [Evaluación de Impacto Ambiental para los países en vías de Desarrollo en Asia: Volumen 1 – Generalidades] (Banco Asiático de Desarrollo, 1997), <http://adb.org/sites/default/files/pub/1997/eia-developing-countries-asia.pdf>.

4 En la Guía verde para inundaciones no se incluyen detalles sobre la metodología para los estudios de factibilidad y de impacto, ya que esta información se encuentra disponible en procesos científicos establecidos que sobrepasan el alcance de dicha guía.

para cada método, sin embargo, son muy específicos y dependen de la ciencia que rige el método y del contexto local. Por lo tanto, los coordinadores deberán obtener diseños técnicos detallados correspondientes a cada método que se ha seleccionado, incluyendo los planes operativos y de monitoreo realizados por los profesionales apropiados.

ETAPA

4

OPERACIÓN Y MONITOREO (CAPÍTULO 5)

La implementación del proyecto incluye la construcción y el establecimiento físico de métodos estructurales (como las represas y la restauración de humedales o cuencas) y la movilización de métodos no estructurales (como la planificación del uso de la tierra y los comités comunitarios para las inundaciones). Los coordinadores deben cerciorarse de que, cuando se implementa un proyecto, este se opere (controle y mantenga) adecuadamente. También es importante monitorear el proyecto en forma regular conforme a los indicadores operativos, de seguridad, sociales, ambientales y financieros.⁵ Los datos recolectados por medio del monitoreo deben revisarse con el fin de detectar cualquier inconveniente (especialmente los problemas de seguridad y del medio ambiente) que deba remediarse de inmediato antes de que se registre para su evaluación periódica.

Cada método tiene tareas específicas que se relacionan con la implementación, la operación, el mantenimiento y el monitoreo. Por lo general, estas tareas las efectúan o las supervisan profesionales calificados o personal y voluntarios capacitados. Por lo tanto, la guía no incluye detalles de implementación, operación o monitoreo para ningún método. Sin embargo, sí incluye instrucciones para la elaboración de planes básicos de monitoreo y operación para el proyecto, en general.

PASO 1: Elaborar planes detallados para la operación y el monitoreo

En la guía se recomienda que los coordinadores elaboren planes de operación y monitoreo durante la etapa de diseño. Estos planes son esenciales para la operación y el mantenimiento efectivo del proyecto y son útiles para la etapa de evaluación.

En la Tabla 5.4 se destacan los aspectos más importantes relacionados con la operación y el mantenimiento correspondientes a cada método. La hoja de trabajo del Marco de la guía  le ayuda a los coordinadores a planificar los requisitos operativos clave de los métodos seleccionados. Es importante identificar, documentar y asignar los recursos y las finanzas que se necesitan para la operación de cada método. Estas necesidades incluyen los materiales, el equipo, los recursos humanos, la documentación y otras necesidades logísticas. Contar con esta información desde el inicio le ayudará al coordinador a planificar los procedimientos operativos, los protocolos de mantenimiento y los reglamentos (Ej.: liberación de agua de las represas, el momento oportuno para emitir alertas de inundación).

En la Tabla E1 se describen las necesidades más importantes de monitoreo correspondientes a cada método. La hoja de trabajo del Marco de la guía  le ayuda a los coordinadores a delinejar una estrategia de monitoreo seleccionando métodos, parámetros y frecuencias para el monitoreo. Las hojas de trabajo del Marco  y  deben llenarse basándose en los planes de revisión elaborados durante la etapa de diseño, con asistencia de los expertos contratados para realizar el diseño y los empleados capacitados para actividades operativas.

5 Banco Asiático de Desarrollo (BAsD), Guidelines for Preparing a Design and Monitoring Framework [Directrices para elaborar un marco de diseño y monitoreo], 2^a edición. (Bangkok: BAsD, 2007), <http://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/32509/files/guidelines-preparing-dmf.pdf>; Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Manual for Project Monitoring, Review, Reporting and Evaluation [Manual para el monitoreo, la revisión, la rendición de informes y evaluación de proyectos], 3^a edición, Series Generales 14 (OIMT, 2007), http://www.itto.int/news_releases/id=3624.

PASO DE PROCESO: Preparar las evaluaciones

El usuario debe revisar los informes sobre el plan de operación y monitoreo en forma regular y realizar los ajustes que se requieren. El usuario también debe elaborar un plan, incluyendo los términos de referencia, para las evaluaciones periódicas que realizará un equipo de evaluación independiente.⁶



La evaluación de los éxitos y los fracasos de cada uno de los métodos para la gestión del riesgo de inundaciones, y de los proyectos en general, es un paso importante para identificar los cambios necesarios (revisiones) que se necesitan para continuar con el proyecto en forma exitosa.

PASO 1: Evaluar periódicamente los métodos y el proyecto, en general

Durante la etapa de diseño debe establecerse un cronograma para las evaluaciones periódicas. Una evaluación no es lo mismo que el monitoreo; este se realiza más frecuentemente para registrar en forma consistente los indicadores clave del proyecto. La evaluación, por otro lado, conlleva intervalos más largos y se utiliza para interpretar los datos de monitoreo y comprender los patrones de los resultados del proyecto.

Normalmente, las evaluaciones se diseñan para ayudarles a los coordinadores

- evaluar la efectividad, eficiencia, seguridad y aceptación social-ambiental del proyecto, en general, y cada método en forma individual;
- destacar nuevos aspectos (como problemas sociales, ambientales y climáticos), amenazas y oportunidades, a medida que el proyecto evoluciona;
- proporcionar los aportes necesarios para la revisión del proyecto y la planificación del siguiente ciclo.

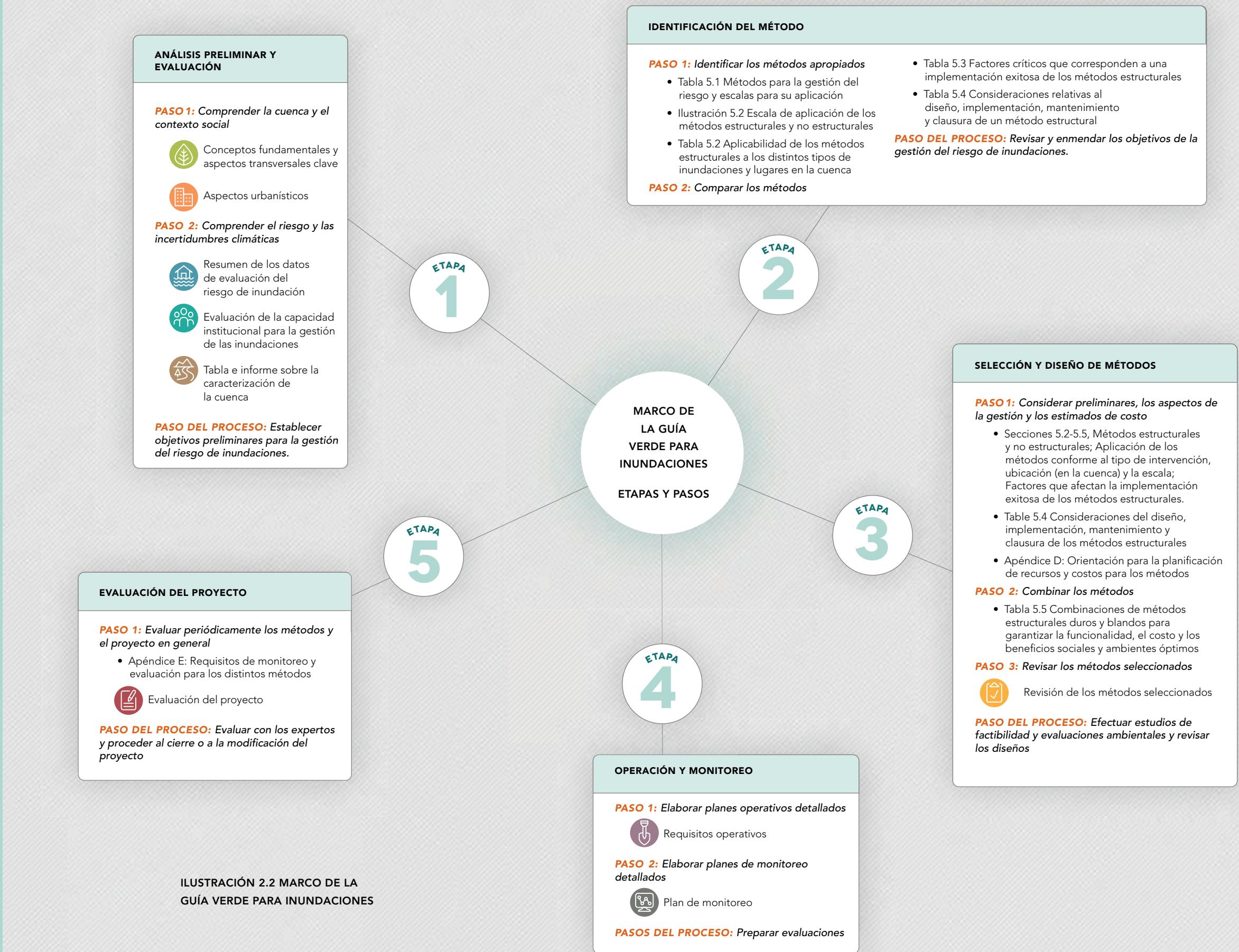
Las evaluaciones pueden llevarse a cabo en períodos de tiempo establecidos (Ej.: revisiones cada cinco años) o cuando haya factores externos (Ej.: cambios en la población, regímenes nuevos para la planificación, cambios en el clima) que requieran cambios en la operación o los objetivos del proyecto. La hoja de trabajo del Marco de la guía brinda las directrices básicas para una evaluación del proyecto que los coordinadores pueden efectuar como un paso inicial. La evaluación es un proceso participativo que puede efectuarse con aportes de todo el personal, los actores relevantes y las comunidades relacionadas con el proyecto. Si la evaluación indica que se cumplieron los objetivos y que las condiciones / operación de los métodos individuales son apropiadas, y que no hay mayores cambios en las características de las cuencas o en los patrones climáticos, el coordinador podría decidir continuar con el proyecto tal como está durante el siguiente período.

PASO DEL PROCESO: Evaluar con expertos y proceder al cierre o a la modificación del proyecto

Si se identifican problemas significativos en los resultados, las condiciones o el contexto del proyecto para la gestión del riesgo de inundaciones, los coordinadores deberán consultar con un equipo de expertos para que les den una asesoría inicial sobre los tipos de cambios que se necesitan. Sobre la base de este proceso de revisión, los coordinadores podrán decidir cuáles métodos deben mejorarse o ampliarse y cuáles deben reducirse, clausurarse o descontinuarse. Algunas veces, basándose en los resultados de la evaluación, el coordinador podría decidir el cierre del proyecto. En la guía no se menciona cómo deben tomarse estas decisiones, ya que son específicas para el contexto y están sujetas a factores políticos y económicos. Sin embargo, si se descontinúa un proyecto, el coordinador debe volver al principio del Marco de la guía (ilustración 2.2) y empezar el proceso de planificación nuevamente, empezando con la etapa de análisis.

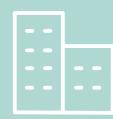
⁶ European Agency for Reconstruction (EAR), *Evaluation Guidelines* (Brussels: EAR, 2005), <http://ec.europa.eu/enlargement/archives/ear/publications/main/documents/RevisedEvaluationGuidelines.pdf>; Japan International Corporation Agency (JICA), *JICA Guideline for Project Evaluation* (JICA, 2004), http://www.jica.go.jp/english/our_work/evaluation/tech_and_grant/guides/pdf/guideline01-01.pdf.

MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES ETAPAS Y PASOS



MERCADO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES

ETAPAS Y PASOS



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



World Wildlife Fund. 2016. Gestión de inundaciones en forma natural y basada en la naturaleza: Una Guía verde Washington, DC: World Wildlife Fund. <http://envirodm.org/flood-management> © 2016 WWF. Todos los derechos reservados por World Wildlife Fund, Inc. Se autoriza la reproducción de esta publicación para fines educativos y no comerciales sin que sea necesario contar con la aprobación previa del propietario de los derechos de autor. Sin embargo, WWF Inc. solicita que se envíe una notificación escrita y que se haga el reconocimiento pertinente. WWF Inc. no requiere pago alguno por el uso no comercial de esta obra publicada y no implica, de ninguna manera, reducir el uso de las investigaciones y los hallazgos de WWF mediante los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción u otros usos de las fotografías que aparecen en esta publicación.

Descargo de responsabilidad: Esta guía ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

HOJAS DE TRABAJO PARA EL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES



**HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES
CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y ASPECTOS TRANSVERSALES CLAVE**

Tema		Ejemplos de respuestas	Descripción / Comentarios	Capítulo y sección correspondientes
1	Enumere los tipos de inundaciones y los impactos que experimenta su comunidad	<i>Crecidas repentinas e inundaciones fluviales estacionales</i>		Inundaciones: Definiciones, Proceso natural y beneficios, peligros, Sección 3.2
2	¿Las inundaciones en su comunidad contribuyen a generar procesos beneficiosos que apoyan la agricultura o el flujo de nutrientes? Si es así, describa brevemente.	<i>Apoya la producción de arroz en los deltas</i>		Proceso natural y beneficios, Sección 3.2.2
3	Describa los patrones de drenaje, los regímenes de lluvias y el uso de la tierra en su comunidad.	<i>Patrón de drenaje radial; lluvias variables; principalmente agrícola</i>		El sistema de cuencas Sección 3.3
4	¿Se monitorea el clima local en su comunidad? Si es así, describa brevemente e incluya información relacionada con el monitoreo de los niveles máximos y mínimos de lluvias, así como los promedios.	<i>El grupo local de la comunidad cuenta con una estación de monitoreo en una escuela</i>		Condiciones meteorológicas y el clima Sección 3.5
5	¿Saben si hay sitios en su cuenca que no tienen estaciones meteorológicas o información de monitoreo?	<i>Sí, el área montañosa arriba del pueblo.</i>		Observación y monitoreo de las condiciones meteorológicas Sección 3.5.3
6	¿Están familiarizados con todas las organizaciones, instituciones y sus procesos relativos a la gestión del riesgo de inundaciones? Llenen la Evaluación de la capacidad institucional para la gestión de inundaciones	<i>Sí, completaremos el análisis institucional</i>		Instituciones Sección 3.7.1
7	¿Han considerado cómo pueden participar su comunidad y otros sectores en las actividades para la gestión del riesgo de inundaciones? Si es así, describa brevemente.	<i>Sí, hemos incluido a grupos de jóvenes y mujeres</i>		Participación de la comunidad Sección 3.7.4
8	Describa la forma como su agencia / comunidad integra el género en todas las fases de la evaluación y planificación de los riesgos de inundaciones, inclusive la elaboración de presupuestos que tomen en cuenta la perspectiva de género.	<i>Se está efectuando un análisis de género con la comunidad y los socios comerciales</i>		Género Sección 3.7.6
9	¿Existen alianzas o redes público-privadas que se podrían incluir en las actividades de gestión de riesgo de inundaciones? Si es así, describa brevemente.	<i>Sí, nos hemos puesto en contacto con la red de gestión de desastres de la asociación empresarial local.</i>		Participación del sector privado Sección 3.7.7
10	¿Han considerado fuentes de financiamiento de múltiples sectores para la gestión de inundaciones natural y basada en la naturaleza? Si es así, describa brevemente.	<i>Sí, hemos considerado financiamiento proveniente del presupuesto del gobierno local, el fondo comunitario y ONG socias.</i>		Finanzas Sección 3.7.8


HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES: ASPECTOS URBANÍSTICOS

Tema		Ejemplos de respuestas	Descripción / Comentarios	Capítulo y sección correspondientes
1	Capítulo y sección correspondientes	<i>Se han convertido más espacios abiertos a espacios cubiertos.</i>		Factores físicos Sección 6.4.1
2	¿Cuáles son los impactos visibles de la urbanización en la hidrología y el microclima del área?	<i>El área ha experimentado temperaturas más altas y hay más escorrentía.</i>		Factores físicos Sección 6.4.1 Gobernanza y gestión Sección 6.4.3 Factores meteorológicos y climáticos Sección 6.4.2
3	Describa cómo ha cambiado la frecuencia de las inundaciones en su localidad en los últimos 10 años.	<i>Hay crecidas repentinas más frecuentes.</i>		Factores físicos Sección 6.4.1 Gobernanza y gestión Sección 6.4.3 Factores meteorológicos y climáticos Sección 6.4.2
4	¿Cuál es la condición de los sistemas de drenaje naturales y artificiales (canales, desagües, zanjas, riachuelos) en el área?	<i>Alguna erosión en los canales</i>		Factores físicos Sección 6.4.1 Gobernanza y gestión Sección 6.4.3 Factores meteorológicos y climáticos Sección 6.4.2
5	¿Hay ciertas condiciones (como la falta de mantenimiento, incursión de cuerpos de agua) que contribuyen al riesgo de inundaciones?	<i>Se acumula basura en los canales de drenaje.</i>		Factores físicos Sección 6.4.1 Gobernanza y gestión Sección 6.4.3
6	¿Se apoya el proceso de gestión de inundaciones urbanas en su área con prácticas de gobernanza como una planificación urbana adecuada, una integración de todos los sectores y la participación comunitaria?	<i>No hay mucha integración con los encargados de manejar los desechos o con grupos comunitarios.</i>		Gobernanza de inundaciones urbanas Sección 6.6
7	¿Cómo puede apoyar mejor la gestión del riesgo de inundaciones el gobierno local?	<i>Mejor recolección de basura y reglamentos para la gestión</i>		Gobernanza de inundaciones urbanas Sección 6.6
8	¿Los aspectos climáticos se consideran clave para la gestión de inundaciones urbanas en su área?	<i>No estamos seguros, pero revisaremos.</i>		Factores meteorológicos y climáticos Sección 6.4.2
9	Si no es así, ¿Cómo puede incorporarse el clima a la gestión de riesgos de inundaciones urbanas y a la planificación urbana?	<i>Considerando los problemas climáticos al seleccionar los métodos.</i>		Factores meteorológicos y climáticos Sección 6.4.2
10	¿Han considerado los riesgos de inundaciones específicos en las zonas costeras bajas y los factores que causan el aumento del nivel del mar, las marejadas ciclónicas y los tsunamis?	<i>No. Estudiaremos los problemas del aumento del nivel del mar con el gobierno local y las ONG.</i>		Áreas costeras urbanas y consideraciones especiales Sección 6.7



**HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES:
RESUMEN DE LOS DATOS SOBRE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES**

Columna 1	Columna 2		Columna 3	Columna 4	Columna 5
Evento de peligro de inundación / dimensión temporal y espacial	Factores que contribuyeron al evento		Frecuencia del evento	Pérdidas esperadas o históricas	Número de personas afectadas o en riesgo (indique grupos específicos de ser posible)
	Factores antropológicos	Factores naturales			
Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9		
Grupos con una vulnerabilidad mayor de la normal (indique el tipo y la cantidad)	Capacidades de adaptación (identifique los grupos específicos cuando sea necesario)	Notas	Prioridad		

Instrucciones para llenar la tabla de Resumen de los datos sobre evaluación del riesgo de inundaciones:

Columna 1 – Enumere el tipo de inundación (vea el capítulo 3, apéndice A, donde aparecen los tipos de inundaciones) y describa la dimensión espacial y temporal (frecuencia de las inundaciones o intervalo de recurrencia).

Columna 2 – Enumere los factores que contribuyen a las inundaciones bajo el título.

Columna 3 – Indique la frecuencia con la que han ocurrido las inundaciones en el pasado, utilizando, preferiblemente, una frecuencia anual, 1:5 (una vez cada cinco años); 1:10 (una vez cada 10 años); 1:20 (una vez cada 20 años); 1:50 (una vez cada 50 años), u otra frecuencia anual.

Columna 4 – Pérdidas, en términos monetarios, ocasionadas por la inundación, basándose en datos históricos o proyecciones de modelos.

Columna 5 – Población total que podría verse afectada por la inundación. También se puede desglosar la población afectada por sexo y edad para usar estos datos en el futuro.

Columna 6 – Escriba descripciones cortas de los grupos que se consideran más vulnerables a las inundaciones que el resto de la población afectada e indique su número.

Columna 7 – Enumere, por grupo específico cuando lo considere apropiado, las capacidades de adaptación que se han identificado.

Columna 8 – Agregue las notas necesarias para clarificar o ampliar la información que proporcionó.

Columna 9 – Enumere la prioridad (1 de X) basándose en (1) el informe original de evaluación de riesgos, (2) daño per cápita por año o (3) ajustes a la clasificación de daños per cápita basándose en aspectos específicos de vulnerabilidad y **capacidad de adaptación**.



HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES: EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DE INUNDACIONES

En esta tabla se describen las capacidades para la gestión de inundaciones, para su utilización en el Marco de la Guía verde para inundaciones.

I. ¿Qué organizaciones están involucradas en la gestión de inundaciones?

Nombre de la organización	Información de contacto, incluyendo la ubicación	Tipo de trabajo que lleva a cabo	Área de operaciones (marque el área en el mapa)	Proyectos o actividades específicas en la cuenca y su duración (marque las ubicaciones en el mapa)	Anote si se han recolectado documentos y/o detalles de proyectos / actividades

II. Políticas y actividades para la gestión de inundaciones

Pregunta	Haga un círculo en la respuesta	Acción que se tomará
¿Cuenta con información sobre los planes de gestión de inundaciones nacionales o específicos para las cuencas?	Sí o no	<p>Si la respuesta es sí, escriba un resumen a continuación y recolecte copias, si es posible.</p> <p>Si la respuesta es no, dé una explicación</p>
¿Cuenta con información sobre cómo se están implementando los métodos para la gestión de inundaciones río arriba de su comunidad?	Sí o no	<p>Si la respuesta es sí, escriba un resumen y recolecte copias de los planes y los informes de las actividades, si es posible.</p> <p>Si la respuesta es no, dé una explicación y planifique la recolección de información.</p>



<p>¿Cuenta con información sobre cómo se están implementando los métodos para la gestión de inundaciones río abajo de su comunidad?</p>	<p>Sí o no</p>	<p>Si la respuesta es sí, escriba un resumen y recolecte copias de los planes y los informes de las actividades, si es posible. Si la respuesta es no, dé una explicación y planifique la recolección de información.</p>
<p>¿Cuenta con información sobre planes o proyectos de gestión de inundaciones locales?</p>	<p>Sí o no</p>	<p>Si la respuesta es sí, escriba un resumen y recolecte copias de los planes y los informes de las actividades, si es posible. Si existen los planes locales para la gestión de inundaciones, pero no está disponible ninguna información, incluya un plan para adquirir información adicional.</p>
<p>III. Capacidad de la agencia o agencias implementadoras</p>		
<p>Tema</p>		<p>Aportes</p>
<p>Nivel de autoridad para la gestión de inundaciones</p>		<p>Indique el nombre de la autoridad o autoridades involucradas y un resumen de las acciones que pueden tomar para gestionar inundaciones.</p>
<p>Nivel de planificación para la gestión de inundaciones</p>		<p>Indique el nombre de la autoridad o autoridades involucradas y un resumen de su planificación para la gestión de inundaciones.</p>
<p>Recursos financieros disponibles para la gestión de inundaciones</p>		<p>Indique el nivel de financiamiento anual disponible para la gestión de inundaciones. Indique qué nivel de financiamiento está disponible para cada tipo específico de gestión de inundaciones.</p>
<p>Capacidad organizativa para llevar a cabo proyectos de infraestructura</p>		<p>Escriba un resumen de cuán efectivamente las agencias logran implementar actividades para la gestión de inundaciones. Por ejemplo, considere la cantidad de personal, el área y el nivel de conocimientos especializados del personal, la ubicación del personal, la autoridad y los recursos financieros de la agencia, etc.</p>
<p>Capacidad organizativa para dar mantenimiento a la estructura</p>		<p>Escriba un resumen de cómo la agencia mantiene las actividades de gestión de inundaciones que ha implementado.</p>
<p>Alcance comunitario</p>		<p>Escriba un resumen de cómo la agencia a cargo de la gestión de inundaciones interactúa con las comunidades al respecto de la gestión de inundaciones.</p>



IV. Capacidad de las comunidades involucradas en la gestión de inundaciones					
<i>Organizaciones comunitarias involucradas en la gestión de inundaciones, gestión de desastres o trabajo o abogacía relativos al medio ambiente</i>					
A. Nombre de la organización comunitaria	B. Información de contacto y ubicación	C. Tipo de trabajo que efectúa	D. Área de operaciones (describa el área y márquela en un mapa)	E. Proyectos en la cuenca y su duración (describa las ubicaciones y márquelas en un mapa)	F. Anote si se han recolectado documentos y detalles del proyecto
Tema	Acción que se tomará				
G. Capacidad de movilización de corto plazo	Escriba un resumen corto de la capacidad que tienen las organizaciones basadas en la comunidad enumeradas anteriormente para movilizar recursos humanos y de otro tipo para llevar a cabo actividades de gestión de inundaciones.				
H. Instrucción básica y capacidad técnica	Proporcione una breve evaluación de la instrucción básica y la capacidad técnica que existe en la comunidad o comunidades involucradas en las actividades de gestión de inundaciones.				
I. Concienciación ambiental y sobre desastres	Proporcione una breve evaluación de la conciencia que existe en la comunidad sobre las condiciones ambientales, el clima y la gestión de desastres, destacando los proyectos específicos que existen o las organizaciones que se encuentran activas en estas áreas.				



HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES: TABLA E INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCA

Fecha	Nombre de la cuenca (generalmente toma el nombre de un río o arroyo importante que desemboca en la cuenca)	Localización de la cuenca (ya sea una descripción corta de la ubicación o las coordenadas de los mapas)
Persona(s) que llena(n) el formulario (si es más de una persona, agregue los nombres adicionales al final de la tabla)		
Pregunta 1: ¿Cuál es el tipo de cuenca o subcuenca? (Vea el capítulo 3)		
1. Precipitación poco frecuente limitada a meses específicos y generalmente en muy pocas cantidades, aunque hay eventos extremos en raras ocasiones. 2. Precipitación frecuente durante todo el año con meses de resultados más altos. 3. Precipitación variable durante todo el año, con alguna nieve. 4. Precipitación variable concentrada durante períodos específicos del año, como lluvias en el otoño, nieve en el invierno y lluvia y nieve en la primavera. 5. Períodos secos* y húmedos muy marcados	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Registros de la oficina meteorológica local • Estación local para el monitoreo de las condiciones meteorológicas 	1. Las inundaciones no son comunes y suceden con poca frecuencia, cuando hay precipitación copiosa. 2. Hay inundaciones cuando la precipitación total sobrepasa los promedios, ya sea en eventos separados (un ciclón) o mediante la combinación de eventos (varios ciclones en un tiempo reducido). 3. Las inundaciones pueden ocurrir a causa de una tormenta severa, el deshielo de nieve y períodos largos de precipitación intensa, como ciclones o sistemas climáticos estancados. 4. Ocurren inundaciones cuando hay tormentas intensas en el otoño o en la primavera y como un efecto combinado de lluvias y deshielo en la primavera. 5. Las inundaciones se relacionan con tormentas violentas al principio de la época lluviosa o como resultado de sistemas climáticos que se estancan sobre un área y producen una precipitación excepcionalmente copiosa.
Pregunta 2: ¿Cuáles son los tipos y las condiciones de los suelos que hay en la cuenca?		
1. Más permeables, arenosos, guijarros y piedrecitas, más materia orgánica 2. Menos permeables, 3. Menos permeables, limosos, arcillosos, turbosos, salinos, con menos materia orgánica 4. Capa de suelo gruesa o delgada 5. Humedad del suelo, húmedo o seco.	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Mapa de suelos obtenido en la oficina local de GRN • Informes sobre suelos de los organismos gubernamentales 	El tipo de suelo influye en la velocidad de infiltración y la capacidad de retención. Los suelos menos permeables incrementan la posibilidad de escorrentía, lo que puede contribuir a causar inundaciones.

* "Seco" se utiliza aquí como la ausencia de precipitaciones en forma regular. Estas áreas podrían permanecer húmedas si no llueve.



Pregunta 3: ¿Qué tipo de sustrato geológico hay en la cuenca?		
Más permeable (roca fracturada, piedra caliza erosionada, rocas volcánicas) Menos permeable (granito fresco / no fracturado, arenisca, piedra caliza)	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none">• Mapa geológico obtenido en la oficina de planificación del uso de la tierra	Un sustrato menos permeable aumenta la posibilidad de que los suelos se saturén, lo cual causa escorrentía que, a su vez, propicia las inundaciones.
Pregunta 4: ¿Qué tipo de vegetación es la que predomina en la cuenca?		
Un hábitat en gran parte intacto, como bosques, praderas y pantanos. Una combinación de hábitat intacto y especies introducidas (incluyendo cultivos y pastos) Áreas manejadas en su mayoría, como campos, plantaciones y tierras de pastoreo. Poca o ninguna vegetación	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none">• Un mapa o informe del uso de la tierra obtenido en la oficina local de planificación del uso de la tierra o de GRN	El tipo, cantidad y manejo de la vegetación y la forma como interactúa con los suelos pueden ser factores que propician el riesgo de inundación..
Pregunta 5: ¿Cuál es el tamaño de la cuenca?		
Grande, con relación a otras cuencas en la región Ni grande ni pequeña cuando se compara a otras cuencas en la región Pequeña, si se compara con otras cuencas en la región	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none">• Un mapa o informe del uso de la tierra obtenido en la oficina local de planificación del uso de la tierra o de GRN	Las cuencas más grandes reciben y pueden descargar más agua que las cuencas pequeñas que reciben la misma cantidad de precipitación. (Sin embargo, las cuencas más pequeñas con menos capacidad de retención pueden inundarse más rápidamente que las cuencas más grandes con mayor capacidad de retención.)
Pregunta 6: ¿Qué pendiente tiene la cuenca, en general?		
Más del 5% Entre un 5% y un 1% Menos del 1%	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none">• Un mapa o informe del uso de la tierra obtenido en la oficina local de planificación del uso de la tierra o de GRN	Cuanto más inclinada sea la cuenca, más probabilidades habrá de que se inunde rápidamente cuando se dé una precipitación copiosa o un deshielo rápido. Cuanto menos inclinada la cuenca, habrá menos probabilidades de que se inunde rápidamente. Sin embargo, una pendiente poco pronunciada probablemente retendrá el agua de una inundación, ya que desagua más lentamente.
Pregunta 7: ¿Cómo se usa la tierra en la cuenca?		
Las tierras se encuentran mayormente intactas La mitad de la cuenca se ha convertido en campos, pastizales o huertos, o se usa para la extracción de leña. Toda la cuenca se ha convertido en campos, pastizales o huertos o se usa para la extracción de leña.	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none">• Un mapa o informe del uso de la tierra obtenido en la oficina local de planificación del uso de la tierra o de GRN	En algunos casos, una cuenca con áreas intactas es menos probable que se inunde que una cuenca con campos, pastizales, huertos o extracción de leña. Cuanto menos se perturbe un área o cuanto más bajo sea el impacto de su uso, mejor será la gestión del riesgo de inundaciones.



Pregunta 8: ¿Qué tipos de canales hay en la cuenca? (Pueden existir varios tipos en una cuenca. Marque los tipos en el mapa.)

Estrechos e inclinados	Por ejemplo:	1. El movimiento del agua puede ser rápido, pero no hay erosión extrema de la ribera.
Curvos y serpenteantes en forma de "S", con lecho angosto	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridades fluviales • Mapas geológicos o hidrológicos • Oficinas del uso local de la tierra y servicios geológicos 	2. Es posible que haya erosión de la ribera, pero los niveles del caudal son moderados.
Curvos y serpenteantes en forma de "S", con un amplio lecho de río		3. Es posible que haya erosión de la ribera y los niveles del caudal pueden ser considerables.

Pregunta 9: ¿Hay humedales, lagos o pantanos en la cuenca?

Si la respuesta es sí, describalos y márquelos en el mapa	Por ejemplo:	Los humedales, lagos o pantanos pueden constituir un amortiguamiento para las inundaciones y se pueden utilizar para reducir los peligros de inundación.
---	--------------	--

Pregunta 10: ¿De qué manera han contribuido los elementos de infraestructura (caminos, puentes, edificaciones, sistemas de irrigación) a las inundaciones de la cuenca en el pasado?

Describalos y márquelos en un mapa.	Por ejemplo:	La movilización o el reemplazo de la infraestructura que contribuye a las inundaciones pueden ser muy costosos; es posible que se necesiten opciones alternas para la gestión del riesgo.
-------------------------------------	--------------	---

Pregunta 11: ¿Cómo contribuye la infraestructura (presas, diques, bordes, vertederos, muros interceptores, caminos, puentes, edificaciones, sistemas de irrigación) a reducir las inundaciones o los daños por inundaciones en la cuenca?

Describa y marque en el mapa.	Por ejemplo:	Aunque la estructura es una forma esencial para reducir el riesgo de inundaciones, a las estructuras se les debe dar un buen mantenimiento y deben diseñarse previendo inundaciones para evitar sorpresas.
-------------------------------	--------------	--



Pregunta 12: ¿Qué clase de recursos hay en la cuenca?		
No hay recursos o hay recursos limitados en la cuenca.	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades locales de agua, ríos, irrigación o cuencas • Gobierno local (Ej.: oficinas fiscales o del uso de la tierra) • Mapa del uso de la tierra o informe obtenido en la oficina de uso de la tierra o GRN 	Si se tienen menos recursos en las áreas amenazadas por inundaciones se reducen los daños potenciales.
Pregunta 13: ¿Cuán urbanizada está la cuenca?		
La cuenca no está nada urbanizada Solo una pequeña parte de la cuenca está urbanizada. La cuenca tiene una o más áreas urbanizadas que incluyen a más del 50% de la población de la cuenca. La cuenca está sumamente urbanizada	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades locales de saneamiento • Gobierno local • Autoridad local para la gestión de desastres • Mapas del uso de la tierra e informes de la oficina del uso de la tierra o proyectos de GRN 	Cuanto más urbanizada está el área, mayor es el riesgo de inundaciones, especialmente de crecidas repentinas. El nivel de impacto del riesgo de inundaciones se puede reducir si se establecen planes y operaciones de drenaje y gestión de agua.

Informe sobre la caracterización de las cuencas

Cuando la tabla de caracterización de las cuencas se haya completado, se deberá elaborar un informe narrativo para usarlo al seleccionar los métodos de gestión de inundaciones en el futuro. (El informe también se puede usar como información pública sobre la cuenca.) El informe toma las 13 preguntas de la tabla de caracterización de las cuencas y las convierte en enunciados que incorporan la información recolectada.

Por ejemplo, la pregunta 10 se convierte en: "Los humedales están localizados en [indique las ubicaciones], los lagos están ubicados en [indique las localizaciones] y los pantanos están situados en [agregue las ubicaciones]."

El Informe sobre la caracterización de las cuencas incluye un espacio para comentarios adicionales. Estos pueden incluir las fuentes de información utilizadas para ampliar la caracterización; las observaciones de los que participaron en elaborar la caracterización y toda información adicional que sea útil para comprender la cuenca y el peligro de inundación.

Aquí se proporciona un formato inicial para el informe. Este formato debe modificarse con el fin de describir las distintas partes de una sola cuenca grande o para hacer ver que solo cubre una o varias subcuencas.

La información que se presenta en el informe debe marcarse en un mapa cuando se considere apropiado. Esto puede hacerse transfiriendo los datos del mapa de trabajo que se elaboró para la tabla de caracterización de las cuencas y agregando notas adicionales provenientes del informe narrativo. Se pueden agregar fotografías y dibujos al informe para ayudar a explicar la información que se proporciona y el impacto de inundaciones anteriores.

PLANTILLA SUGERIDA PARA EL INFORME SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS



Informe sobre la caracterización de la cuenca [agregue el nombre de la cuenca]

Fecha en que se elaboró el informe:

Persona o personas que elaboraron el informe:

Ubicación de la cuenca:

1. La [escriba el nombre de la cuenca] es una cuenca [escriba el tipo].
2. El régimen de precipitaciones en la cuenca es [agregue el régimen].
3. En la cuenca hay suelos de los siguientes tipos:
4. La cuenca tiene el siguiente sustrato geológico:
5. Los siguientes tipos de vegetación se pueden encontrar en la cuenca:
6. La cuenca es [agregue el tamaño] con relación a las demás cuencas en la misma área.
7. La pendiente de la cuenca es [agregue la pendiente].
8. El uso de la tierra en la cuenca es [escriba los usos de la tierra].
9. Dentro de la cuenca se encuentran los siguientes tipos de canales de arroyos o ríos:
10. Dentro de la cuenca se encuentran los siguientes humedales, lagos o pantanos (indique el nombre y la ubicación):
 - Humedales -
 - Lagos -
 - Pantanos -
11. La siguiente infraestructura se ha visto afectada por inundaciones en el pasado (indique el nombre y la ubicación):
 - Caminos -
 - Puentes -
 - Edificaciones -
 - Sistemas de irrigación -
 - Otros (enumere) -
12. La siguiente infraestructura ha contribuido a la reducción de inundaciones (proporcione los nombres, ubicaciones y detalles):
 - Presas -
 - Diques -
 - Bordes -
 - Vertederos -
 - Muros interceptores -
 - Caminos -
 - Puentes -
 - Edificaciones -
 - Sistemas de irrigación -
 - Otros (enumere) -
13. Los recursos físicos en la cuenca oscilan de [agregue la descripción] hasta [agregue la descripción]
14. La urbanización dentro de la cuenca es [agregue una descripción].

Comentarios adicionales:



HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES: REVISIÓN DE LA SELECCIÓN DE MÉTODOS

Pregunta		Evaluación	Ejemplos de respuestas	Descripción/ comentarios
1	¿Han considerado todos los tipos de inundaciones?	Sí/ No/ No está seguro	<i>Inundaciones fluviales, crecidas repentinas</i>	
2	¿Han considerado todos los riesgos relacionados con las inundaciones?	Sí/ No/ No está seguro	<i>Inundación de 50-70 hogares (1-2 m); el camino a la aldea se inundó y esta quedó completamente aislada de la ciudad; 30 pozos se contaminaron.</i>	
3	¿Han tomado en cuenta la incertidumbre de los riesgos debido al cambio/ variabilidad climática en el futuro?	Sí/ No/ No está seguro	<i>Es probable que la precipitación aumente; las tormentas se están volviendo más severas.</i>	
4	¿Han tomado en cuenta la incertidumbre del riesgo relacionado con el uso futuro de las tierras en la cuenca?	Sí/ No/ No está seguro	<i>La posible conversión de 20,000-40,000 hectáreas de bosques en el área A al cultivo de la palma de aceite puede incrementar la escorrentía y las inundaciones fluviales en la ciudad B.</i>	
5	¿Han tomado en cuenta la incertidumbre de los riesgos debido a los cambios poblacionales / demográficos en la cuenca?	Sí/ No/ No está seguro	<i>La ciudad B se está urbanizando rápidamente; puede incrementar la impermeabilidad y reducir los humedales, con lo que se aumentarán las crecidas repentinas.</i>	
6	¿Cuáles son los métodos no estructurales que proponen para el área afectada?	N/A	<i>Establecer un área donde no se puede construir ubicada a 100 m del centro del arroyo. Establecer medidas obligatorias de protección para inundaciones para las edificaciones que se construyan a una distancia de 100-250 m del río.</i>	
7	¿Cuál es el método o los métodos estructurales para gestionar el riesgo de inundaciones en el área afectada?	N/A	<i>Restaurar 3,000 hectáreas de humedales en la ciudad B. Sembrar jardines de lluvia en 20,000 hogares.</i>	
8	¿Cuál es el método o los métodos estructurales y no estructurales para gestionar el riesgo de inundaciones río arriba?	N/A	<i>Establecer un área protegida para los bosques existentes. Reforestar 15,000 hectáreas de plantaciones de té abandonadas en el área C de la cuenca alta.</i>	
9	¿Cuál es el método o los métodos estructurales y no estructurales para gestionar el riesgo de inundaciones río abajo?	N/A	<i>Hacer cumplir los planes para el uso de la tierra. Construir una barrera contra inundaciones en el estuario para controlar la entrada de las crecidas de la marea al río.</i>	
10	¿Han considerado un balance apropiado de métodos convencionales y naturales / basados en la naturaleza (duros y blandos) para reducir el costo e incrementar los beneficios colaterales sociales y ambientales?	Sí/ No/ No está seguro	<i>Sí, el único método duro que se usa es la barrera para las crecidas de la marea; se podría reducir considerablemente la escorrentía reforestando y plantando jardines de lluvia. La restauración de los humedales mejorará la gestión de inundaciones.</i>	



11	¿Cuáles son sus métodos no estructurales?	Sí/ No/ No está seguro	<p>Establecer un área donde no se puede construir, ubicada a 100 m del centro del arroyo.</p> <p>Establecer medidas obligatorias de protección para inundaciones para las edificaciones que se construyan a una distancia de 100-250 m del río.</p>	
12	¿Han considerado todas las implicaciones ambientales posibles de los métodos propuestos?	Sí/ No/ No está seguro	<p>El cierre frecuente de la barrera para las crecidas de las mareas puede disminuir el nivel salino del estuario y alterar la migración de animales.</p>	
13	¿Han consultado a la comunidad al seleccionar los métodos?	Sí/ No/ No está seguro	<p>Consultas iniciales con la comunidad</p> <p>Establecimiento de comités de inundaciones</p>	
14	¿Han considerado todos los requisitos regulatorios de los métodos propuestos?	Sí/ No/ No está seguro	<p>Para construir una barrera para las crecidas de la marea se necesita una EIA y la aprobación del Departamento de Conservación Costera</p> <p>El Departamento de Bosques debe aprobar el proyecto de reforestación</p>	


HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES: REQUISITOS OPERATIVOS

Tema		Ejemplos de respuesta	Método 1	Método 2	Método 3
1	Principales actividades operativas	<i>Ej.: operación de bombas; reuniones del comité de inundaciones; pintar y reparar la señalización de advertencia de inundaciones.</i>			
2	Personal que se necesita para la operación y forma de contratación.	<i>Ej.: operadores de bombas – fijos; la comunidad moviliza la concienciación sobre inundaciones – una vez por semana.</i>			
3	Requerimientos de materiales y logística para las operaciones anuales.	<i>Ej.: gasolina, vehículos</i>			
4	Lista de procedimientos operativos documentados y otros reglamentos*.	<i>Ej.: horario de operación de bombas, horario para los ejercicios de evacuación por inundaciones, reglamentos para la operación de las compuertas.</i>			
5	Costos operativos anuales previstos.				
6	Actividades de mantenimiento principales y frecuencia.	<i>Ej.: podar la vegetación en los zanjones dos veces al año.</i>			
7	Personal que se requiere para el mantenimiento y forma de contratación.	<i>Ej.: dragado de canales – dos operadores de dragas, uno por semana por año.</i>			
8	Requerimientos de materiales y logística para las operaciones anuales.	<i>Ej.: gasolina, vehículos, equipo</i>			
9	Costos de mantenimiento anuales previstos				
10	Lista de procedimientos operativos y reglamentos documentados.	<i>Ej.: horarios para la limpieza de drenajes; guía para el mantenimiento de techos verdes</i>			

* "Reglamentos" son los procedimientos operativos ordenados por directivos gubernamentales. Por ejemplo, un reglamento puede establecer: Cuando el nivel de un río sobrepasa cierto límite, las compuertas de los diques deben cerrarse, se deben emitir advertencias de inundación y deben movilizarse los comités de evacuación de inundación.


HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES: PLAN DE MONITOREO

Tema		Ejemplos de respuesta	Método 1	Método 2	Método 3
1	Descripción del método	<i>Pequeño dique en la cuenca para controlar las inundaciones tierra adentro en la Aldea A</i>			
2	Parámetros del monitoreo (basados en la tabla E1)	<i>Desempeño / condición; social</i>			
3	Responsabilidad y frecuencia del monitoreo (comunidad, funcionarios, expertos)	<i>Desempeño / condición:</i> <i>Regularmente (mensualmente o después de intensas lluvias)</i> <i>Monitoreo comunitario, intermedio (6 meses)</i> <i>Funcionario gubernamental a nivel local, a largo plazo (3-5 años o según sea necesario)</i> <i>Social:</i> <i>Funcionarios gubernamentales a nivel local, intermedio (1-2 años o según sea necesario)</i>			
4	¿Cuáles son los elementos claves de los parámetros de monitoreo seleccionados?	<i>Desempeño / condición:</i> <i>Daños o desperfectos en las estructuras de los aparatos</i> <i>Social:</i> <i>La comunidad acoge el proyecto con un sentido de propiedad</i>			
5	Se necesitan recursos para realizar el monitoreo	<i>Costo de capacitar a las organizaciones basadas en la comunidad para que efectúen el monitoreo;</i> <i>Costos de viaje para el monitoreo por parte de los funcionarios durante 6 meses</i>			
6	Fuente(s) de financiamiento	<i>Gobierno local, departamento de irrigación</i>			
7	Organizaciones y responsabilidades (personal, recursos, financiamiento)	<i>Gobierno local: maneja el monitoreo comunitario, efectúa monitoreo oficial</i>			
8	¿Qué planes tienen para evaluar los datos de monitoreo?	<i>Reunión para la evaluación de cinco años, organizado por el gobierno local con el departamento de irrigación y las organizaciones basadas en la comunidad seleccionadas.</i>			
9	Plan de comunicaciones para las organizaciones	<i>Breve informe anual sobre el estado del dique enviado a los altos funcionarios gubernamentales y al departamento de irrigación.</i>			
10	Plan de comunicaciones para la comunidad.	<i>Reunión anual efectuada con los actores relevantes del dique.</i>			



**HOJA DE TRABAJO DEL MARCO DE LA GUÍA VERDE PARA INUNDACIONES:
EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

Proyecto en general				
Tema		Evaluación	Ejemplos de respuestas	Descripción / comentarios
1	¿Cumplió el proyecto con los objetivos de la planificación?	Sí/ no/ parcialmente	<i>No se registraron daños por inundación o relacionados con inundaciones en el área objetivo en los últimos 5 años.</i>	
2	¿Hubo fallos importantes?	Sí/ no	<i>El camino principal se inundó 2 años (dentro de un período de 5 años) durante la época de tormentas</i>	
3	¿Se sobrepasaron los objetivos / metas planificadas para el proyecto?	Sí/ no	<i>El nivel más alto del agua del río, en promedio (5 años) se redujo en un 10%, sobrepasando el 5% que se había planificado.</i>	
4	¿En general, la comunidad ha aceptado bien el proyecto, (inclusive los grupos vulnerables)?	Sí/ no/ parcialmente	<i>La comunidad participa activamente en el monitoreo y las mujeres están utilizando los humedales restaurados para recoger forraje.</i>	
5	¿Los organismos pertinentes (estatales, no gubernamentales y del gobierno local), como actores relevantes, aceptaron y apoyaron el proyecto?	Sí/ no/ parcialmente	<i>Participación activa de los funcionarios del departamento de irrigación, pero falta apoyo por parte del departamento de servicios agrarios.</i>	
6	¿Han cambiado sustancialmente las condiciones geofísicas de la cuenca / los alrededores desde que se inició el proyecto?	Sí/ No/ No está seguro	No.	
7	¿Han cambiado sustancialmente las condiciones ecológicas de la cuenca / los alrededores desde que se inició el proyecto?	Sí/ No/ No está seguro	<i>Los arrozales terraceados los están convirtiendo en plantaciones de cultivos comerciales.</i>	
8	Han cambiado sustancialmente las condiciones poblacionales o demográficas de la cuenca / los alrededores desde que se inició el proyecto?	Sí/ No/ No está seguro	<i>Se ha dado una urbanización acelerada en la cuenca baja, especialmente en los alrededores de la ciudad B.</i>	
9	¿Han cambiado considerablemente los sistemas, leyes y reglamentos de planificación relativos al proyecto desde su inicio?	Sí/ No/ No está seguro	<i>La Junta de Gestión de los Humedales se fusionó con la Autoridad de Desarrollo Urbano.</i>	
10	¿Hay un cambio sustancial en las tendencias climáticas?	Sí/ No/ No está seguro	<i>La intensidad de las lluvias se ha incrementado, pero no hay cambios significativos en el promedio de precipitación anual.</i>	



MÉTODOS INDIVIDUALES

	Tema	Ejemplos de Respuesta	Método 1	Método 2	Método 3
1	¿Todavía opera adecuadamente el método?	Sí			
2	¿Se alcanzaron los objetivos planificados con el método?	No han ocurrido inundaciones de tierras en la aldea en los últimos 5 años.			
3	¿Hay defectos o fallas físicas en el método (solo métodos estructurales)?	La compuerta debe repararse; hay un poco de erosión en el extremo norte del dique; la sedimentación es mayor de lo que se esperaba.			
4	¿Hay dificultades de mantenimiento en el método (solo métodos estructurales)?	La remoción de sedimentos es muy costosa, es necesario removerlos cada 3 años.			
5	¿Se han dado problemas operacionales o de implementación con el método?	El agricultor voluntario que está asignado no opera apropiadamente y con regularidad la compuerta.			
6	¿Cuáles son los impactos sociales del método (positivos o negativos)?	Los agricultores usan el dique para dar de beber a su ganado (principalmente cabras).			
7	¿Cuáles son los impactos ambientales (positivos o negativos) del método?	No se observó ningún impacto significativo.			
8	¿Hubo algún sobrecosto operativo o por mantenimiento?	La asignación para mantenimiento se excedió debido a los costos de remover los sedimentos.			
9	¿Cuáles son los comentarios adicionales del personal del proyecto?	El personal del proyecto está satisfecho con el dique, salvo el problema de la sedimentación; proponen un programa de revegetación río arriba para controlar la carga de sedimentos.			

3. CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y ASPECTOS TRANSVERSALES CLAVE

3.1 CONTENIDO DE LA SECCIÓN

En este capítulo se tratan conceptos clave, globales, fundamentales y transversales que ayudarán al usuario de la guía a comprender los aspectos contextuales básicos relacionados con la gestión de inundaciones. Los conceptos fundamentales explican los parámetros biofísicos y le ayudarán al lector a comprender cómo se definen y se usan los términos relacionados con las inundaciones. Los aspectos transversales son factores clave de tipo social y económico relacionados con la gestión exitosa del riesgo de inundaciones. Entre los aspectos fundamentales se incluyen:

- las definiciones y las causas, beneficios y peligros de las inundaciones
- los sistemas de cuencas y sus características
- el ciclo y la gestión del agua
- el clima, la variabilidad del clima y el tiempo
- resiliencia

Entre los aspectos transversales clave se incluyen:

- instituciones
- reglamentos
- coordinación y cooperación intersectorial
- participación comunitaria
- género
- sector privado
- finanzas y financiamiento

3.2 INUNDACIONES: DEFINICIONES, PROCESO NATURAL Y BENEFICIOS, PELIGROS

3.2.1 DEFINICIONES

Las inundaciones son sumamente diversas y tienen el potencial de causar la pérdida de vidas humanas y enormes daños económicos. En algunas situaciones, sin embargo, las inundaciones también son un proceso natural importante y tienen una amplia gama de funciones para las personas y los ecosistemas, tal como se menciona en la sección 3.2.2.



© WWF-Canon/Yifei Zhang

Inundación por marejada lacustre del lago East Dongting, ciudad de Yuyang, provincia de Hunan, China

Las definiciones de inundación varían tanto como los tipos de inundaciones. La mayoría de las entidades gubernamentales y académicas definen las inundaciones de acuerdo con sus misiones y/o responsabilidades relacionadas con sus propias prioridades físicas y sociales. Por ejemplo, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) define una inundación como “el desborde o anegación que proviene de un río u otro cuerpo de agua y que causa daños o amenaza con causarlos. Cualquier caudal de un río relativamente alto que sobrepase los bordes naturales o artificiales en cualquier trecho del río”¹ El Centro Asiático de Preparación para Casos de Desastre (ADPC, por sus siglas en inglés), por su parte, define un **desastre** por inundación como una inundación que causa daños y afecta adversamente a las poblaciones humanas y el **medio ambiente**.²

Las inundaciones se pueden agrupar conforme a sus diferentes tipos o subtipos. Para los fines de la guía, formulamos la tipología de inundaciones que se describe en el Apéndice A. La tipología incluye una lista de tipos de inundaciones, sus definiciones y las causas y procesos relacionados con ellas (la guía no incluye las inundaciones causadas por el desbordamiento repentino de lagos glaciares [GLOFs, por sus siglas en inglés]).

Tipos de inundaciones:

- **La inundación fluvial (ribereña)** es el tipo más común de inundación. La ocasiona el agua proveniente de un río o un canal de drenaje que no se mantiene dentro de su cauce o que no se logra contener mediante estructuras construidas (Ej.: diques) y que anega las llanuras inundables. La inundación fluvial puede darse como resultado de períodos largos de fuertes lluvias y por un deshielo muy rápido y, muchas veces, es estacional (Ej.: ocurre en la estación lluviosa). El desbordamiento y la inundación de las riberas los causa un incremento del volumen de agua dentro del cauce de un río, el cual sobrepasa

¹ Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), “Flood Definitions,” (“Definiciones de inundaciones”) Kansas Water Science Center, consultado el 6 de enero de 2016, <http://ks.water.usgs.gov/flood-definition>

² Centro Asiático de Preparación para Casos de Desastre (ADPC) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) A Primer Integrated Flood Risk Management in Asia (Un manual para la gestión integrada del riesgo de inundaciones (Bangkok, Tailandia: ADPC, 2005), http://www.preventionweb.net/files/2776_adpcprimerapr05.pdf.

sus riberas naturales o bordes artificiales, anegando las áreas adyacentes. Este tipo de inundación se asocia frecuentemente con las inundaciones fluviales.

- **Las crecidas repentinas** ocurren generalmente a causa de lluvias copiosas o intensas durante un período que puede tardar minutos u horas; inunda riachuelos, arroyos o valles que, por lo general, permanecen secos.³ Dado que no siempre los causan fenómenos meteorológicos, el pronóstico y la detección de las crecidas repentinas suponen retos únicos. Las crecidas repentinas ocurren cuando convergen condiciones meteorológicas e hidrológicas; aunque siempre están presentes las lluvias copiosas, las características hidrológicas de la cuenca en donde llueve pueden determinar si la cantidad y la duración de la lluvia ocasionarán una crecida repentina⁴.
- **Las inundaciones por desbordamiento de lagos** las puede causar el caudal excesivo de agua aportado por los tributarios de un lago. Aunque son muy poco comunes, pueden ocurrir tsunamis en un lago, provocados por deslizamientos de tierra o cambios en las condiciones del agua subterránea en la región, especialmente si se trata de reservorios artificiales.
- **Las inundaciones costeras** pueden causarlas huracanes, ciclones y otras tormentas de considerable magnitud, tsunamis y el aumento en el nivel del mar. Generalmente es el resultado de una combinación del aumento en las aguas costeras y una inundación fluvial. Durante los períodos de mareas altas o vientos fuertes en la costa, las aguas costeras pueden constituir un dique que evita la disipación de la escorrentía de la superficie, con lo cual se acumula el agua y ocurre una inundación. Cuando las áreas tierra adentro del mar son muy planas, este tipo de inundación puede ocurrir a cierta distancia de la costa, al obstruirse las redes de drenaje naturales o artificiales.⁵
- **Las marejadas ciclónicas** son un tipo de inundación costera, un aumento anormal del agua por encima de las mareas astronómicas pronosticadas, ocasionado por una tormenta. El aumento del nivel del agua que resulta de la combinación de una marejada y una marea astronómica se llama marea de tormenta, y puede causar inundaciones extremas en las áreas costeras –las cuales llegan a alcanzar hasta 6 metros o más en algunos casos– especialmente cuando la marejada coincide con la marea alta normal.⁶
- **Las inundaciones por tsunamis** se dan, por lo general, en las costas. A pesar de que son similares a las marejadas ciclónicas, sus causas son distintas (Ej.: un terremoto o un deslizamiento de tierra submarinos) y pueden ocurrir a muy corto plazo si se comparan con las marejadas.
- **Las inundaciones urbanas** se deben, generalmente, a una combinación de factores propios de la urbanización. Entre estos factores se incluyen el incremento en las superficies impermeables, como los techos de las viviendas, los caminos y los estacionamientos, los cuales evitan la absorción del agua; un almacenamiento inadecuado de las aguas pluviales o capacidad de desague, así como una mala planificación de la infraestructura –particularmente en áreas que se están urbanizando rápidamente.⁷
- **Las inundaciones de área** ocurren gradualmente, generalmente como resultado de lluvias entre moderadas y sumamente copiosas. Pueden formarse pozas o acumulación de agua en áreas bajas y susceptibles a inundaciones, así como en arroyos y riachuelo pequeños más de seis horas después de que se inician las lluvias y pueden cubrir un área extensa.⁸

3 Oficina del Pronóstico del Tiempo del Servicio Meteorológico Nacional de la NOAA (NWS por sus siglas en inglés) "NWS Flood Products: What Do They Mean? Flash Flood Warning, Areal Flood Warning, River Flood Warning or Urban and Small Stream Flood Advisory," (Los productos relativos a inundaciones del NWS: ¿Qué significan las alertas de crecidas repentinas, las alertas de inundaciones lentas y los avisos de inundaciones por pequeños riachuelos?) consultado el 6 de enero de 2016, http://www.srh.noaa.gov/bmx/?n=outreach_flw.

4 Laboratorio Nacional de Tormentas Severas (NSSL) de la NOAA, "Flood Forecasting" (Pronóstico de las inundaciones) consultado el 6 de enero de 2016, <http://www.nssl.noaa.gov/education/srvwx101/floods/forecasting/>.

5 Sam Ricketts y Jennifer L. Jurado, "How Can the Federal Government Help Prepare Local Communities for Natural Disasters?" ("¿Cómo puede el Gobierno Federal ayudar a preparar a las comunidades locales para enfrentar los desastres naturales?") (reunión informativa, Instituto de Estudios Medioambientales y Energéticos (EESI por sus siglas en inglés), Washington, DC, abril 1, 2015) <http://www.eesi.org/briefings/view/040115resilience>

6 Centro Nacional de Huracanes de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés), "Storm Surge Overview," ("Aspectos generales de las marejadas ciclónicas"), consultado el 6 de enero de 2016, <http://www.nhc.noaa.gov/surge/>.

7 James Wright, "Chapter 2 Types of Floods and Floodplains," ("Capítulo 2, Tipos de inundaciones y llanuras inundables)" Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), 2008, <https://www.training.fema.gov/hiedu/aemrc/courses/course/treat/fm.aspx>.

8 NWS, "NWS Flood Products." ("Productos relativos a inundaciones del NWS").



© Pablo Sanchez/WWF

El Tifón Haiyan en las Filipinas ocasionó una marejada ciclónica que devastó las comunidades locales

- **Los altos niveles de las aguas subterráneas** pueden afectar los edificios y otra infraestructura y las fuentes de medios de vida (Ej.: los campos se vuelven lodazales). No está generalizada la consideración de los altos niveles de las aguas subterráneas como inundaciones, pero se incluye aquí porque la gestión de su impacto muchas veces se relaciona con la gestión de otros tipos de inundaciones.
- **Los flujos de lodo** ocurren cuando una inundación transporta una carga considerable de sedimentos (como lodo, piedras y árboles) y generalmente los provocan una crecida repentina o las lluvias torrenciales que pasan sobre una geología que no es porosa y tiene una capa superficial soluble. Entre los ejemplos de estas condiciones se encuentran las tierras áridas o las tierras en las que recién han ocurrido incendios forestales. Los flujos de lodo también se conocen como coladas detriticas, avalanchas de lodo, flujo de escombros o deslaves ocasionados por la lluvia.

- **Las inundaciones por lluvia sobre hielo** son un tipo de inundación en capas en la que la lluvia sobre el hielo ocasiona flujos que corren por encima del hielo e inunda las zonas bajas.

3.2.2 PROCESO NATURAL Y BENEFICIOS

Aunque todos los años las inundaciones causan pérdidas incalculables de vidas humanas y pérdidas económicas que ascienden a miles de millones a nivel mundial, también constituyen un proceso natural que apoya procesos biogeocíquicos y ecológicos importantes, como suplir y recargar los acuíferos para uso de los humanos, animales y cultivos. Las inundaciones aportan los sedimentos y nutrientes que se requieren para mantener suelos fértiles, los cuales apoyan el bienestar de los seres humanos. Por ejemplo, hay muchas especies de peces que necesitan llanuras inundables anegadas para reproducirse, con lo cual se apoyan tanto los medios de vida y la biodiversidad. En Níger, los agricultores cultivan cebollas en lechos de ríos que se anegan con las aguas de las inundaciones durante la estación lluviosa, con lo cual se incrementan los niveles freáticos y se crean las condiciones óptimas para los cultivos. Dichos productos, que se exportan a otros lugares del África Occidental, constituyen un sistema importante de medios de vida agrícolas que no sería posible sin las inundaciones estacionales.

Las inundaciones de agua dulce también ayudan a drenar las **llanuras inundables**, lo cual contribuye a evitar la acumulación de limo y a aumentar la biodiversidad y productividad fomentando el hábitat de las llanuras. Aunque las inundaciones pueden causar mucho daño, en algunos casos, brindan beneficios colaterales de tipo ecológico y/o social. Un enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), apoyada por la gestión integral de inundación (IFM por sus siglas en inglés), está diseñado de manera que se reconozcan estos beneficios colaterales, flujos ambientales y/o servicios ecosistémicos, a la vez que se minimizan los daños causados por las inundaciones.

Los **flujos ambientales** se definen como la cantidad, calidad y el momento oportuno de los caudales de agua necesarios para sostener los ecosistemas de agua dulce y del estuario, así como los medios de vida humanos que dependen de ellos.⁹

⁹ Rafik Hirji y Richard Davis, Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects: Findings and Recommendations (Flujos ambientales en las políticas, los planes y los proyectos de recursos hídricos: Hallazgos y recomendaciones) (Washington, DC: Banco Mundial, 2009), <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/978-0-8213-7940-0>.

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que las personas y las comunidades obtienen de los ecosistemas. Entre estos beneficios están los servicios de regulación, como la regulación de inundaciones, sequías, degradación de los suelos y enfermedades; servicios de provisión, como alimentos y agua; servicios de apoyo, como la formación de suelos y el ciclo de nutrientes; y servicios culturales, como los recreativos, espirituales, religiosos, así como otros beneficios que no son materiales.¹⁰

Los siguientes son ejemplos de los servicios apoyados por las inundaciones:

De regulación:

- el suministro de sedimentos, nutrientes y agua (Ej.: las plantaciones de arroz en Madagascar, la agricultura en las llanuras inundables en Bangladesh)
- la inundación episódica de valles secos y recarga de las aguas subterráneas (Ej.: ríos estacionales de Níger Central)
- el drenaje de los sedimentos para mantener los canales de flujo (naturales y artificiales) (Ej.: Mississippi)
- el drenaje de nutrientes y materiales orgánicos para evitar la eutrofificación (Ej.: humedales de Amur)

De suministro

- un ciclo de nutrientes y sedimentos a gran escala que apoya los manglares y la industria pesquera marina (Ej.: humedales costeros de las Marismas Nacionales en México, la reproducción de recursos pesqueros en el Mar de Japón).
- la anegación de los lagos y humedales de la llanura inundable para fomentar el desove de los peces (Ej.: las pesquerías de subsistencia en la región del Amazonas y el Mekong [Tonle San]).^{11,12}
- el mecanismo de transporte en los sistemas de agua tierra adentro y costeros

Culturales:

- el transporte de restos humanos para los rituales religiosos (Ej.: Ganges, India)

Recreativos:

- la práctica de deportes acuáticos como remo en kayak y balsas cuando los caudales están altos (Ej.: el oeste de los Estados Unidos, turismo relacionado con el remo en balsas y la recreación en Sri Lanka)

En otras palabras, los servicios ecosistémicos pueden apoyar la supervivencia y la calidad de vida de las comunidades en forma directa e indirecta.



EJEMPLO:

No hay otro aspecto de la vida

en Bangladesh que sea más sensible al problema de las inundaciones en el campo que las prácticas agrícolas de tradición ancestral. Esto se debe a que los patrones de cultivos en las llanuras inundables se han ajustado tan estrechamente al régimen de inundaciones anuales que cualquier desviación mayor del régimen normal con relación al momento oportuno, duración o magnitud podría causar un serio revés a la producción. En los años normales, las inundaciones se consideran un beneficio porque le proporcionan la humedad y fertilidad (lomo) a los suelos, vitales para la producción de sus cultivos. Las inundaciones anormales, los eventos extremos son los que se consideran un peligro, ya que ocasionan daños generalizados a los cultivos y la propiedad, e incluso, en ocasiones, al ganado y a los seres humanos. Así pues, la agricultura en Bangladesh depende de las inundaciones y a la vez es vulnerable a ellas.

10 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), "Terminology on DRR" (Terminología sobre RRD) 30 de agosto, 2007, <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-e>.

11 Texto adaptado de Bimal Kanti Paul, "Perception of and Agricultural Adjustment to Floods in Jamuna Floodplain, Bangladesh" (Percepción de las inundaciones y adaptación agrícola a ellas en la llanura inundable, Bangladesh. Human Ecology (Ecología humana) 12, no. 1 (1984), <http://www.jstor.org/stable/4602721>

12 Ejemplo de Harun Rasid y Bimal Kanti Paul. "Flood Problems in Bangladesh: Is There an Indigenous Solution?" (El problema de las inundaciones en Bangladesh: ¿hay una solución local?) Environmental Management (Gestión ambiental) 11, no. 2 (1987): 155-173

Cuando se hacen esfuerzos para mitigar los daños causados por las inundaciones, también se deben considerar sus beneficios. Por ejemplo, en Bangladesh se construyeron diques para evitar la anegación de los campos. Cuando las comunidades se dieron cuenta de que las inundaciones aportaron nutrientes, agua y sedimentos para la producción de arroz, cambiaron sus estrategias para la gestión de inundaciones con el fin de centrarse en reducir los daños de las inundaciones dañinas en vez de evitar todo tipo de inundación.

3.2.3 PELIGROS

Aunque existen muchos tipos de inundaciones, no todas constituyen un peligro. Un peligro se define como "un evento físico, fenómeno o actividad humana que es dañino y que puede causar la pérdida de vida o lesiones, daños a la propiedad, problemas sociales y económicos o degradación ambiental."¹³

Los siguientes son algunos factores que ayudan a comprender los peligros que representan las inundaciones:

- **Magnitud:** Cuando se trata de peligros relacionados con las inundaciones, la magnitud muchas veces se expresa como el volumen de agua por período de tiempo (Ej.: metros cúbicos por segundo) o como un volumen total (Ej.: metros cúbicos de agua que anega un área).¹⁴
- **Frecuencia:** Cuán frecuentemente ocurre un peligro de cierta magnitud, lo cual se expresa como el número de veces que ocurre un evento durante un período específico de años.
- **Exposición:** Lo que puede verse afectado o dañado por un peligro de una magnitud específica que recurre con una frecuencia específica. La exposición muchas veces se evalúa identificando hasta qué punto una inundación de cierta magnitud afectaría las vidas de las personas y los bienes físicos.

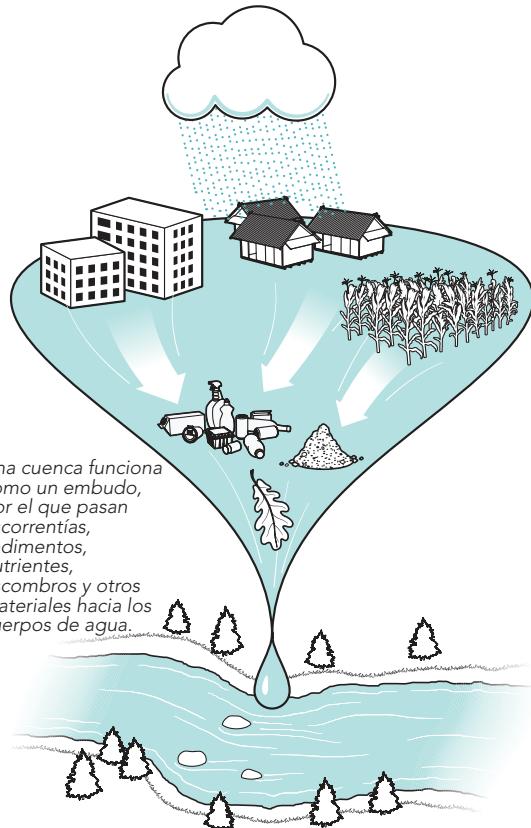
La naturaleza de los peligros y riesgos se describe más ampliamente en el capítulo 4.

3.3 EL SISTEMA DE CUENCAS

Para evaluar mejor el riesgo relacionado con las inundaciones en la región y las opciones que están disponibles para manejar dicho riesgo, es importante conocer la ubicación del área de interés dentro de la cuenca. Hay muchos y muy variados factores dentro de una cuenca que afectan el potencial de un riesgo de inundaciones y las opciones para establecer una estrategia para la gestión de inundaciones.

Una cuenca se define comúnmente como un área que drena pendiente abajo hasta el punto más bajo y que traslada agua a una desembocadura común.¹⁵ Para los fines de la guía, estamos usando indistintamente los términos cuenca, cuenca fluvial, subcuenca, zona de captación, cuenca de captación, cuenca de recepción, cuenca de drenaje, cuenca hidrográfica y área de drenaje.

Las cuencas las han formado la interacción entre el clima, la vegetación y la geología a través de miles, si no millones, de años. Las cuencas más grandes contienen miles de cuencas más pequeñas, "subcuencas" o "subcuencas de captación". Al



13 Organización Meteorológica Mundial (OMM), "DRR Definitions," ("Definiciones de RRD") Programa para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), consultado el 6 de enero de 2016, https://www.wmo.int/pages/prog/drr/resourceDrrDefinitions_en.html.

14 Los niveles altos de las aguas subterráneas se miden por la profundidad del agua por debajo del nivel del suelo.

15 USGS, "What is a watershed?" ("¿Qué es una cuenca?") consultado el 10 de febrero de 2017, <https://water.usgs.gov/edu/watershed.html>

igual que el borde de un embudo, los límites de una cuenca muchas veces los definen los puntos más altos de un área –cerros, montañas y crestas– que captan la precipitación (lluvia, granizo, nieve) que cae dentro de la cuenca.

3.3.1 SISTEMA DE DRENAJE

En su recorrido pendiente abajo, alejándose de la divisoria de drenaje, los arroyos crecen y luego se juntan con otros afluentes menores, combinando sus corrientes gradualmente hasta formar arroyos más y más grandes. Los cauces fluviales se conocen como una red de drenaje.¹⁶ Las redes de drenaje pueden desarrollarse a través del tiempo por medio de procesos naturales como la erosión, y cambiar la forma de los arroyos, por ejemplo.

3.3.2 PATRONES DE DRENAJE

Los canales de drenaje tienden a formarse en las áreas donde los tipos de rocas y las estructuras se erosionan más fácilmente.¹⁷ Los tipos de patrones de drenaje que se forman en una región, por lo tanto, muchas veces reflejan la estructura de la roca y las fallas o fracturas. Los siguientes son algunos de los patrones de drenaje más comunes, conforme a la definición de Stephen A. Nelson, de la Universidad de Tulane.¹⁸

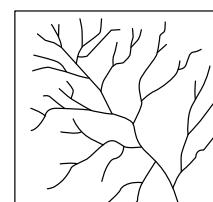
- **Los patrones de drenaje dendríticos** son los más comunes. Se forman en una superficie donde la roca subyacente resiste la erosión uniformemente.
- **Los patrones de drenaje radiales** se forman alrededor de áreas elevadas donde la altitud desciende de un área central alta a las áreas bajas que la rodean.
- **Los patrones de drenaje rectangular** se forman donde existen zonas lineares débiles, como juntas (dioclasis) o fallas, que obligan el corte de arroyos por las áreas más débiles de la roca.

3.3.3 TAMAÑO DE LA CUENCA

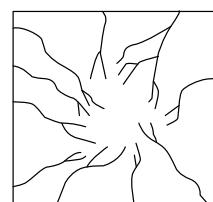
El tamaño de la cuenca determina cuánta agua se acumulará en los arroyos y ríos después de la precipitación (lluvia o deshielo). Dentro de las cuencas más grandes, las subcuenca más pequeñas pueden responder en forma distinta a los mismos volúmenes e intensidades de precipitación. Por lo tanto, es importante evaluar el riesgo de inundaciones a la escala apropiada para cada cuenca.

3.3.4 PENDIENTE DE LA CUENCA

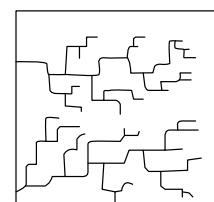
En general, la pendiente de la cuenca puede influir en las inundaciones. En las pendientes más pronunciadas hay más propensión a las crecidas repentinas, mientras que en las zonas más planas es más probable que se den las inundaciones de área o fluviales debido al poco drenaje.



Drenajes dendríticos



Drenajes radiales



Drenajes rectangulares

© Stephen Nelson

Patrones comunes de drenaje.

i

INFORMACIÓN ADICIONAL:

Una cuenca es la unidad más lógica para planificar la gestión del riesgo de inundación, ya que define un sistema más o menos "cerrado" para medir y predecir el balance hídrico (definido en términos generales como la entrada, salida y almacenamiento de agua).

¹⁶ Stephen A. Nelson, "Streams and Drainage Systems" ("Los arroyos y los sistemas de drenaje") Tulane University, EENS 111 Physical Geology (Geología física), consultado el 6 de enero de 2016, <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens1110/streams.htm>.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Cuatro definiciones de los patrones de drenaje por Nelson, "Streams and Drainage Systems."

3.3.5 RÉGIMEN DE PRECIPITACIÓN

La precipitación (Ej.: lluvia, nieve, granizo) en una cuenca puede constituir un factor importante en la posibilidad de que ocurran inundaciones. Si los usuarios definen el régimen de precipitación de la cuenca, les ayudará a comprender cómo y cuándo se puede esperar que ocurra una inundación.

Los siguientes son cinco regímenes de precipitación muy generalizados:¹⁹

1. **La precipitación poco frecuente** se limita a ciertos meses y, por lo general, es de volumen bajo. En este régimen se pueden presentar lluvias poco frecuentes (algunas veces una vez cada diez años) que podrían ser muy intensas y ocasionar inundaciones generalizadas.²⁰ Este régimen se da, por ejemplo, en la región norte de Chile y la costa sur de Perú, donde la precipitación es poco frecuente, pero, cuando ocurre, puede causar grandes inundaciones.
2. **La precipitación frecuente** ocurre durante todo el año, pero hay meses con mayor precipitación total. Las inundaciones en este régimen se dan cuando las lluvias exceden los promedios, ya sea en un solo evento (un ciclón) o en una combinación de eventos (varios ciclones durante un período corto). Las Islas Salomón, donde ocurrieron inundaciones severas a causa de un ciclón en el 2014, son un ejemplo de este régimen.
3. **La precipitación variable a lo largo del año**, con algunas precipitaciones en forma de nieve, puede ocasionar inundaciones causadas por tormentas severas individuales, por la nieve que se derrite y por períodos de precipitación intensa y de larga duración, como ciclones o sistemas meteorológicos que se detienen en un solo lugar. En la mayor parte de la Europa continental existe este régimen.
4. **La precipitación variable concentrada** en períodos específicos del año, como lluvia en el otoño, nieve en el invierno y lluvia y nieve en la primavera, puede ocasionar inundaciones a causa de tormentas intensas en el otoño o la primavera y los efectos combinados de la lluvia y el deshielo en la primavera. En Asia Central existe este régimen.
5. **Los períodos secos y húmedos bien diferenciados** pueden causar precipitaciones como consecuencia de los sistemas de baja presión que acarrean humedad de los océanos, inclusive a distancias considerables.²¹ Las inundaciones pueden estar relacionadas con tormentas violentas al principio de la estación lluviosa o como resultado de sistemas meteorológicos que se quedan estancados sobre una zona y provocan una precipitación muy intensa. En las zonas costeras y del interior de África Occidental y el sur de Asia se da este régimen.

Estos regímenes son generalizados y pueden ocurrir variaciones a poca distancia (Ej.: de barlovento a sotavento de una montaña) y con la altitud. Cerca del nivel del mar, el régimen de precipitación puede presentar períodos húmedos y secos muy marcados, mientras que en las montañas cercanas pueden darse niveles relativamente bajos de precipitación promedio.

Una precipitación extrema puede ocurrir en cualquier momento en cualquiera de estos regímenes. Por ejemplo, en el Himalaya, normalmente se dan la mayor parte de las precipitaciones –y las inundaciones– durante los monzones del verano. Sin embargo, en ocasiones, los sistemas de baja presión pueden ocasionar nevadas y lluvias intensas durante las estaciones de otoño e invierno, cuando normalmente es una época seca. Para predecir inundaciones futuras, es importante saber cuándo han ocurrido eventos extremos de precipitación en el pasado, basándose en los datos históricos locales y los datos meteorológicos y determinado si estos eventos ocasionaron inundaciones.

¹⁹ Basado en Michael Pidwirny y Scott Jones, "Introduction to the Atmosphere," ("Introducción a la atmósfera") en Fundamentals of Physical Geography (Fundamentos de geografía física), 2a. ed. (E-book, 2010), <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7v.html>.

²⁰ Este régimen se puede aplicar a las zonas polares, donde hay niveles relativamente bajos de precipitación. En estas áreas, pueden ocurrir inundaciones cuando se derrite la nieve a causa del aumento rápido de la temperatura, pero no así la tierra congelada subyacente.

²¹ "Seco" se usa aquí como la ausencia de una precipitación regular. Estas áreas pueden permanecer húmedas cuando no llueve.

3.3.6 VEGETACIÓN Y SUELO

En algunas condiciones, la abundancia y el tipo de vegetación que hay en una cuenca puede afectar la posibilidad de que ocurran inundaciones. La vegetación puede influir en el peligro de inundación de las siguientes maneras:

- reduciendo la intensidad de la precipitación; al caer la lluvia sobre varias capas de hojas, se convierte en gotas más pequeñas que llegan al suelo y lo protegen;
- creando una capa de materia orgánica encima y dentro del propio suelo, lo cual puede protegerlo del impacto directo de la lluvia;
- consolidando los suelos con raíces, y
- absorbiendo agua de los suelos, incrementando así la capacidad de los suelos para almacenar agua.

Sin embargo, en las áreas modificadas por los seres humanos, como los campos agrícolas, huertos, pastizales, minas, caminos y áreas urbanizadas, muchas veces los suelos se encuentran degradados y/o hay menos cubierta de vegetación que en las áreas no modificadas. Esto puede afectar la capacidad de infiltración y contribuir a que se den niveles más altos de escorrentía e inundaciones localizadas.

Muchas veces se asume que cuanta más vegetación natural hay en una cuenca más disminuye el riesgo de inundaciones. Sin embargo, el factor esencial en la reducción de inundaciones es la condición de los suelos. La vegetación natural que permanece intacta generalmente indica que las condiciones del suelo son estables. Los paisajes alterados (por la extracción de madera o por la agricultura, por ejemplo) muchas veces compactan el suelo y, por lo tanto, reducen la capacidad de infiltración. Es frecuente que, al deforestar, se abran caminos y se dejen huellas de derrape, en los cuales se acumula el agua de las inundaciones que luego forman atajos hacia los arroyos y los ríos.²²

La gestión de la vegetación a nivel de toda la cuenca para abordar el riesgo de inundaciones puede resultar complicada y no siempre es posible (Ej.: en pendientes muy pronunciadas con suelos poco profundos o donde no es posible por motivos políticos o económicos). La conservación de los paisajes naturales y su capacidad de infiltración podría resultar mucho más costo-efectivo que la restauración después de un desastre. La evaluación del tipo de vegetación y las condiciones de los suelos en una cuenca puede ayudar a predecir si la gestión de la vegetación y los suelos podría contribuir a gestionar el riesgo de inundaciones.

Cuando un coordinador planifica la restauración como elemento de la gestión de inundaciones, debe tener en cuenta algunas directrices generales:

- Las especies de plantas nativas suelen estar mejor adaptadas a las condiciones climáticas existentes.
- Las especies no nativas o invasoras tienen el potencial de alterar los procesos hidrológicos. Por ejemplo, los árboles de crecimiento rápido como el eucalipto (*Eucalyptus*) o el álamo (*Populosa*) transpiran el agua mucho más rápido y en mayores volúmenes. Estas cualidades pueden hacer de ellas una opción útil para ciertas soluciones de drenaje, pero tienden a producir mucha sombra que cubre las capas más bajas de la vegetación, lo que ocasiona la erosión del suelo bajo los árboles y su compactación.
- La vegetación en capas –típica de un bosque natural, con capas cercanas al suelo, a nivel medio y más altas– es más efectiva que una sola capa. El sotobosque (vegetación



ORIENTACIÓN: Aunque se puede restaurar la funcionalidad natural de los suelos en el paisaje, hacerlo es, por lo general, muy complejo, lleva décadas e inclusive siglos, y es sumamente costoso, incluso prohibitivo.²³ Por lo tanto, es mejor evitar la alteración del paisaje, cuando sea posible.

22 L. A. Bruijnzeel, "Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: A State of Knowledge Review," ("Hidrología de los bosques húmedos tropicales y los efectos de la conversión: un estudio sobre el estado del conocimiento") (UNESCO/Vrije Universiteit, 1990), http://www.hydrology-amsterdam.nl/personalpages/Sampurno/Bruijnzeel_1990_UNESCO.pdf; Chandra Prasad Ghimire et al., "Reforesting Severely Degraded Grassland in the Lesser Himalaya of Nepal: Effects on Soil Hydraulic Conductivity and Overland Flow Production," ("Reforestación de las llanuras seriamente degradadas en la Himalaya menor de Nepal: efectos en la conductividad hidráulica de los suelos y la producción de escorrentía") Journal of Geophysical Research: Earth Surface 118, no. 4 (December 2013): 2528–45, doi: 10.1002/2013JF002888; M. Bonell y L. A. Bruijnzeel, eds., Forests, Water, and People in the Humid Tropics: Past, Present, and Future Hydrological Research for Integrated Land and Water Management (Bosques, agua y personas en los trópicos húmedos: pasado, presente y futuro de la investigación hidrológica para la gestión integrada de tierras y aguas) (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=228293>; L. A. Bruijnzeel, "Hydrological Functions of Tropical Forests: Not Seeing the Soil for the Trees?" ("Las funciones hidrológicas de los bosques tropicales: ¿no ve el suelo a causa de los árboles?") Agriculture, Ecosystems & Environment (Agricultura, ecosistemas y el medio ambiente) 104, no. 1 (Septiembre 2004): 185–228, doi:10.1016/j.agee.2004.01.015.

23 Si desea más información, visite la FAO en <http://www.fao.org/docrep/008/ae929e/ae929e04.htm>.

cercana al suelo y a nivel medio) puede reducir el impacto de las lluvias, retardar el derretimiento de la nieve y promover el desarrollo de los materiales orgánicos a nivel del suelo.²⁴

3.3.7 SUELOS Y GEOLOGÍA

Los suelos y las condiciones geológicas subyacentes de una cuenca determinan su naturaleza hidrológica básica y la forma como fluye el agua por ella. Esta información ayuda a explicar el riesgo de inundaciones que existe en una cuenca. Cuando sus características geológicas son más porosas, como ciertos tipos de piedra caliza o rocas volcánicas, absorben agua mejor que otras superficies menos porosas, como el granito. Los suelos porosos –generalmente aquellos con un contenido mayor de arena o materia orgánica–, absorben el agua mejor que los suelos menos porosos, como los que contienen mucha arcilla. Las características de los suelos, como su grosor, permeabilidad, velocidad de infiltración y grado de humedad afectan cómo, cuándo y dónde se mueve el agua por un área.²⁵ Los suelos y las características geológicas más permeables (Ej.: karst, ciertas formaciones volcánicas) pueden reducir el volumen y/o la velocidad del agua que corre pendiente abajo, de manera que las vías de recolección, como los arroyos, riachuelos y ríos, no se sobrecarguen.

Además, cuando una precipitación satura los suelos, la posibilidad de una crecida repentina –o cualquier otro movimiento de tierra, lodo y roca pendiente abajo– se incrementa. Una vez se satura el suelo, toda agua adicional correrá por la superficie, y si el volumen de precipitación o deshielo es alto, ocurrirán inundaciones –muchas veces en una forma rápida. Por lo consiguiente, es importante monitorear los niveles de agua en los suelos y la precipitación para llevar a cabo la gestión de riesgo de inundaciones.



© Mauri Rautkari/WWF

Humedales en Amboseli National Park, Kenya.

3.3.8 HUMEDALES, LAGOS Y PANTANOS

Los humedales, lagos y pantanos pueden recoger el agua de las inundaciones y liberarla más lentamente, disminuyendo o evitando las inundaciones río abajo. En general, una cuenca con más humedales, lagos y pantanos puede absorber mejor el agua de las inundaciones, aunque los eventos climáticos extremos pueden sobrecargar

24 Ibid.

25 Liu Zhiyu et al., Guidelines on Urban Flood Risk Management (UFRM) (Directrices para la gestión del riesgo de inundaciones urbanas), Technical Report of TC Cross-Cutting Project on Urban Flood Risk Management in the Typhoon Committee Area (Informe técnico sobre el proyecto transversal TC sobre la gestión del riesgo de inundaciones urbanas en el área del comité de tifones) (Macao, China: ESCAP/Comité de tifones de la OMM (TC), 2013), http://www.typhooncommittee.org/46th/Docs/item%2010%20Publications/UFRM_FINAL.pdf.

cualquier sistema. Desde la perspectiva del ecosistema, estas características de las cuencas deben manejarse y restaurarse como formas naturales de manejar las inundaciones; en muchos casos, la restauración de los humedales es un método de bajo costo para manejar las posibles inundaciones.

3.3.9 GEOMORFOLOGÍA Y CANALES

En la parte más baja de una cuenca, un río o arroyo tiene una tendencia natural a serpenteante, moviéndose en un patrón en forma de "S", particularmente si existe una geología y suelos que se erosionan fácilmente. Con el tiempo, la "S" puede cambiar, formando curvas río abajo que pueden erosionar las riberas y provocar inundaciones locales a medida que los márgenes se desbordan.

Debido a que los cauces río abajo transportan más caudal que los cauces más altos en una cuenca, y que el caudal puede variar a lo largo del año, estos cauces pueden contener, en forma natural, volúmenes considerables de agua. Sin embargo, los grandes volúmenes de agua pueden aumentar la erosión y la pérdida de las riberas de los ríos, y las inundaciones relacionadas con ello pueden crear serios problemas.

En los cauces particularmente grandes, el proceso del meandro puede crear grandes bucles fluviales que se separan del cauce principal por la erosión de las márgenes. Los lagos y humedales que se forman mediante este proceso pueden convertirse en áreas naturales de retención de aguas de inundación.²⁶

3.3.10 CUBIERTA DEL SUELO, USO DE LA TIERRA E INFRAESTRUCTURA

La infraestructura en una cuenca puede influir tanto en la probabilidad de inundación como en la gravedad de los daños que podrían causar las inundaciones. La infraestructura –como presas, diques, terraplenes y desvíos– pueden reducir el impacto de las inundaciones pequeñas y frecuentes si se diseñan, construyen y mantienen adecuadamente. Al mismo tiempo, los puentes mal diseñados que impiden el paso de suficiente agua durante las inundaciones, o las estructuras construidas en lugares que sufren inundaciones frecuentes, pueden aumentar los daños causados por las inundaciones, no solo a las estructuras mismas sino también a las áreas vecinas.

Debido a que las llanuras inundables son planas, presentan facilidades para la construcción y son accesibles, a menudo son los sitios preferidos para establecer ciudades e industrias. Cuando no se protegen adecuadamente, estas áreas pueden sufrir pérdidas considerables a causa de las inundaciones. Aunque a veces es imposible evitar construir en una llanura inundable, los planificadores deben considerar el potencial de inundaciones y construir de una manera que proteja el área sin trasladar los problemas de inundación a otro lugar (Ej.: río arriba, río abajo o a las áreas bajas vecinas).

Los cambios en el uso de la tierra río arriba (especialmente el aumento de la urbanización) tendrán graves consecuencias para las llanuras inundables situadas río abajo.

"De todos los cambios en el uso de la tierra que pueden afectar una cuenca y su hidrología, la urbanización es, por mucho, la más significativa. Tal desarrollo aumenta las superficies impermeables, como las construidas con asfalto y cemento y produce mayores volúmenes de escorrentía de las tormentas, que "corren" por la tierra más rápido de lo que sucedería si una cuenca natural estuviera absorbiendo las lluvias. La urbanización tiende a aumentar el volumen y el pico de las corrientes de agua. La aportación de escorrentía a los arroyos después del comienzo de las lluvias se vuelve más rápida, y se reduce el tiempo que transcurre entre la lluvia y el punto máximo de la etapa de inundación de un arroyo... Aunque es de esperar que las cuencas urbanizadas generen aumentos a largo plazo en la escorrentía y en las corrientes de los arroyos, estas causan ciclos más complejos relativos al aporte de sedimentos a sus arroyos y valles"²⁷

En otras palabras, dado que las zonas urbanas suelen tener mucho pavimento que impide la infiltración de agua, las ciudades y los pueblos corren un riesgo especial de sufrir inundaciones (crecidas repentinas). Las zonas urbanas también pueden cambiar el tipo y la cantidad de sedimentos que van a dar a las vías fluviales locales, lo que reduce la calidad del agua y aumenta la contaminación física y del agua en las vías fluviales locales²⁸.

26 El texto en la sección Geomorfología y cauces se adaptó de "River Systems and Causes of Flooding" ("Sistemas fluviales y causas de las inundaciones") Stephen A. Nelson, Tulane University, EENS 3050 Natural Disasters (Desastres naturales), 13 de julio, 2012, http://www.tulane.edu/~snelson/Natural_Disasters/riversystems.htm.

27 Ann L. Riley, Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policy Makers and Citizens (Restauración de los arroyos en las ciudades: Una guía para planificadores, formuladores de políticas y ciudadanos) (Washington, DC: Island Press, 1998), 132.

28 Si desea saber más sobre las características únicas de las áreas urbanas, vea el capítulo 6.

El uso de la tierra río arriba, como la agricultura, la agricultura comercial y los caminos, puede afectar el riesgo de inundaciones en la comunidad río abajo, principalmente debido a los cambios en la forma en que el agua se infiltra en los suelos. Por lo tanto, la planificación, la gestión y la ejecución del uso de la tierra son elementos clave de la gestión del riesgo de inundaciones.²⁹

3.4 EL CICLO Y LA GESTIÓN DEL AGUA

La forma en que el agua cambia y se mueve naturalmente alrededor del planeta se conoce como el ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico comienza cuando el agua se evapora de los océanos. Después de su almacenamiento temporal en la atmósfera, la humedad se precipita en forma de lluvia, granizo o nieve (precipitación). Parte del agua vuelve a entrar en la atmósfera después de su evaporación directa desde la superficie o desde los cuerpos de agua ubicados tierra adentro (lagos, ríos), mientras que otra parte la transpira la vegetación (evaporación/transpiración). El resto se infiltra en las aguas subterráneas o "se escurre" a través de ríos y arroyos, hasta que finalmente regresa al océano (flujo del arroyo y recarga/descarga de aguas subterráneas).

Después de que caen las precipitaciones, el agua sufre una compleja interacción con la vegetación y el suelo. Si la superficie del suelo tiene suficiente capacidad, el agua se infiltrará en el suelo y penetrará hacia abajo a través del perfil del suelo. Si los suelos se encuentran compactados, posiblemente debido a la intensificación agrícola o a la aplicación de una capa impermeable, como las capas de concreto o asfalto, el agua correrá sobre la superficie en forma de flujo terrestre o escorrentía superficial. El agua fluye a través de la superficie como flujo confinado o no confinado.³⁰ El flujo no confinado se mueve como láminas anchas o como una capa temporal de agua, que a menudo causan la erosión del suelo, eliminando capas delgadas de suelo de manera uniforme.³¹ Esto ocurre a menudo en campos recién arados o donde el suelo está suelto y hay poca vegetación. Por otro lado, el flujo confinado ocurre en barrancos, zanjas y otros canales de flujo naturales o artificiales, aumentando rápidamente en volumen a medida que el agua se acumula en la pendiente.

La escorrentía superficial puede quedar atrapada por las depresiones y estas pueden disminuir su velocidad. Allí, el agua puede evaporarse de nuevo en el aire, infiltrarse en el suelo o derramarse a medida que la depresión se llena.³² Si las

condiciones locales de drenaje no pueden acomodar la lluvia a través de una combinación de evaporación, infiltración del suelo y escorrentía superficial, la acumulación de agua puede causar problemas localizados de inundación.³³ El agua que se infiltra en el suelo puede tardar horas o meses en llegar a un arroyo, mientras que el agua que fluye libremente por lo general tarda minutos o horas en llegar hasta los arroyos.

Si se comprenden los balances hídricos a corto y largo plazo se puede determinar mejor cuánta agua y en qué lugares se puede esperar durante una inundación. Aunque a menudo es difícil predecir con exactitud una inundación, sí es posible identificar y cartografiar las partes del paisaje propensas a las inundaciones, y cuáles podrían ser las vías de flujo predominantes. El lugar, el momento, la forma y la cantidad de agua que fluye en una cuenca dependen de una serie de interacciones complejas entre las condiciones meteorológicas, la cubierta del suelo, la geomorfología de los cauces de los ríos (las características físicas y la forma del río y la superficie terrestre) y la geología (las propiedades físicas de las rocas subyacentes a la superficie terrestre). Es importante reconocer los límites de nuestro conocimiento y nuestra capacidad para predecir eventos extremos como las inundaciones.



INFORMACIÓN ADICIONAL:

Los hidrólogos profesionales pueden medir y elaborar modelos del agua que se mueven por una cuenca de captación y esa comprensión puede ayudar a la planificación de la gestión del riesgo de inundaciones. Un hidrólogo profesional le puede ayudar al coordinador a comprender el balance local del agua y cómo esa información puede influir en la selección de los métodos para la gestión de inundaciones.

²⁹ UNISDR, Progress and Challenges in Disaster Risk Reduction: A Contribution towards the Development of Policy Indicators for the Post-2015 Framework on Disaster Risk Reduction (Avances y retos en la reducción del riesgo a desastres: una contribución para la elaboración de indicadores de políticas para el marco posterior a 2015 para la reducción del riesgo a desastres) (Ginebra: UNISDR, 2014), [https://files.zotero.net/818470294/40967_40967progressandchallengesindaste.pdf](https://files.zotero.net/818470294/40967_40967progressandchallengesindisaste.pdf)

³⁰ JJames Wright, "Chapter 2: Types of Floods and Floodplains," (Capítulo 2: Tipos de inundaciones y llanuras inundables) Instituto de Gestión de Emergencias, FEMA, 2008, <https://www.training.fema.gov/hiedu/aemrc/courses/coursestreat/fm.aspx>.

³¹ Ibid.

³² Ibid.

³³ Wright, "Chapter 2: Types of Floods." ("Capítulo 2: Tipos de inundaciones")

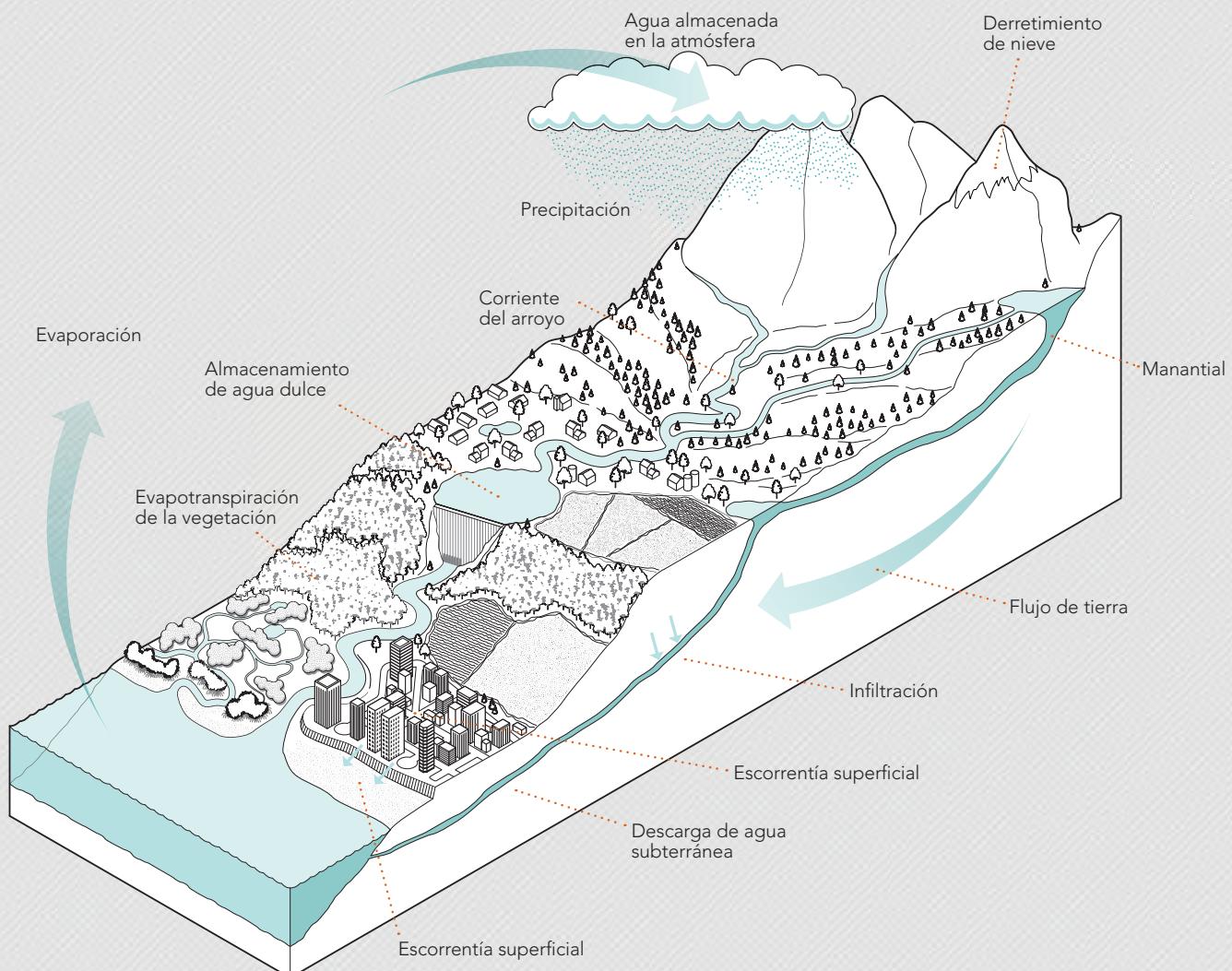


ILUSTRACIÓN 3.1 LA CUENCA Y EL CICLO DEL AGUA

3.5 EL CLIMA Y LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

3.5.1 ¿QUÉ ES EL CLIMA?

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) define el clima como las condiciones climáticas promedio (Ej.: temperatura, precipitación y viento) durante un período de 30 años.³⁴

Las variables climáticas de una cuenca –precipitación, temperatura y viento– pueden cambiar con lo siguiente:

- **Elevación:** La precipitación puede aumentar, mientras que la temperatura puede disminuir, con la altitud.
- **Picos:** Los picos, los cerros altos o las montañas pueden contribuir a crear condiciones meteorológicas severas localmente, como las tormentas eléctricas, las cuales pueden desencadenar inundaciones o crecidas repentinas, y fuertes nevadas que, a su vez, pueden provocar inundaciones localizadas cuando se derriten.
- **Pasos de montaña:** Las áreas bajas (conocidas como pasos o collados) en los cerros o montañas alrededor de una cuenca pueden canalizar los vientos hacia ella y atravesarla, con lo cual, a veces, se causan daños más severos a algunas partes de la cuenca. Las propias cuencas pueden canalizar el viento y contribuir a causar daños locales durante las tormentas.
- **Orientación:** Las cuencas orientadas en contra de los sistemas meteorológicos predominantes pueden recibir menos precipitaciones que las cuencas que se encuentran de frente a dichos sistemas. Esto a menudo se conoce como efecto de sombra de lluvia. Por ejemplo, el aire húmedo que empujan los vientos hacia la base de una montaña creará lluvia en un lado de la montaña, a medida que el aire sube y se enfriá. El aire es seco cuando fluye sobre la cima de la montaña, lo que contribuye a las condiciones secas al otro lado de la cordillera.

Las condiciones climáticas en una parte de una cuenca pueden afectar a otras partes de la cuenca, influyendo así en el riesgo de inundaciones. Por ejemplo, el fondo de una cuenca puede ser una zona árida con casi ninguna lluvia. En las zonas altas de la cuenca, sin embargo, se pueden dar altos niveles de nieve y/o precipitaciones durante todas las estaciones. El derretimiento de la nieve y la lluvia, por lo tanto, podría ser esencial para el riego en las secciones áridas inferiores de la cuenca.

La nieve y la lluvia también pueden contribuir a las inundaciones. Saber si las secciones superiores de una cuenca acumularán las precipitaciones, cuánta precipitación se puede acumular, la intensidad de las precipitaciones y la rapidez con que la nieve puede derretirse como resultado del cambio de temperatura es fundamental para la gestión del riesgo de inundaciones.

Aunque el clima lo definen los promedios de viento, temperaturas y precipitaciones durante un período de 30 años, estos promedios no son la única información necesaria para la gestión del riesgo de inundaciones. Por ejemplo, los datos de precipitación promedio de dos años diferentes pueden ocultar el hecho de que, en un año, la mayor parte de la precipitación cayó en un período corto y contribuyó a una inundación, mientras que, en otro año, la precipitación se extendió a lo largo de muchos meses, y no hubo inundaciones. El análisis histórico de las precipitaciones puede identificar las condiciones de línea base, ya sea mensual o estacional o las medias promedio. Se pueden realizar análisis adicionales, siempre que haya disponibilidad de datos diarios de las estaciones meteorológicas para identificar los extremos de precipitación, la intensidad de la precipitación, el número de días húmedos por mes o temporada, y las tendencias en estos datos. En ausencia de datos de las estaciones meteorológicas, se pueden utilizar para el análisis un conjunto de datos de cuadrículas y datos de satélite. Se pueden analizar las proyecciones de precipitación basadas en los resultados de los modelos climáticos y se pueden comparar con datos climáticos históricos para identificar cómo se espera que cambie la precipitación en el área de interés.

Mediante el monitoreo local del clima dentro de una cuenca se deben identificar los niveles mínimos y máximos de precipitación y temperatura. Los datos pueden utilizarse para predecir la probabilidad de que se den niveles de precipitación o temperatura extremadamente altos, los cuales pueden ocasionar inundaciones o

³⁴ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), Informe especial de los grupos de trabajo I y II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Nueva York: Cambridge University Press, 2012), 557.

condiciones muy secas. El uso de datos climáticos para comprender mejor el riesgo de inundaciones es más confiable cuando los coordinadores también tienen en cuenta los datos de precipitaciones y temperaturas de los fenómenos de inundación anteriores, y consideran otros factores locales y regionales (como la cubierta vegetal, la permeabilidad de los suelos, la urbanización), que también pueden contribuir al riesgo de inundaciones.

3.5.2 VARIABILIDAD DEL CLIMA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Las definiciones de cambio climático y variabilidad climática contenidas en la guía se basan en las definiciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), como sigue:

El **cambio climático** se refiere a un cambio en el estado del clima que se puede identificar (Ej.: utilizando pruebas estadísticas) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, normalmente décadas o más.³⁵

La **variabilidad del clima** se refiere a las variaciones en el estado medio y otras estadísticas (como las desviaciones estándar, la ocurrencia de extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más allá de los eventos meteorológicos individuales.³⁶

Para la gestión del riesgo de inundaciones, es importante tener en cuenta tanto la variabilidad como el cambio climático. Los registros anteriores de datos meteorológicos (remontándose a las fechas más lejanas posibles) pueden ayudar a ilustrar cómo los patrones (y los extremos) de precipitación han cambiado con el tiempo. Un enfoque de la gestión del riesgo de inundaciones basado en el clima requiere que se consideren las tendencias climáticas históricas de la región junto con los conocimientos existentes basados en proyecciones y los escenarios de fenómenos meteorológicos extremos y cualquier información disponible sobre el cambio climático previsto para el futuro.

Por ejemplo, un análisis de los registros diarios de precipitaciones e inundaciones puede indicar que cuando cae una cierta cantidad de precipitación en una hora, hay probabilidades de que ocurra una crecida repentina. Como resultado, las condiciones climáticas se pueden monitorear para identificar cuando las tormentas podrían ocasionar precipitaciones que provoquen crecidas repentinas y así, poner en marcha los sistemas de alerta y evacuación. El análisis del historial del clima y de las proyecciones climáticas podría identificar las posibilidades futuras, en términos de un aumento de las precipitaciones (a escala mensual o estacional), y los cambios en su intensidad.

La consideración de los cambios futuros en el clima brinda una perspectiva sobre qué adaptaciones deben realizarse para resistir los extremos climáticos y minimizar los daños.



INFORMACIÓN ADICIONAL:

En los Estados Unidos,

la política

del Gobierno Federal requiere que los organismos consideren la resiliencia al clima sistemáticamente cuando llevan a cabo trabajo de desarrollo internacional por parte del Gobierno de los Estados Unidos y que fomenten un enfoque similar con las entidades multilateral.³⁷

³⁵ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). "Annex III: Glossary" (Anexo III: Glosario) en Climate Change 2013: The Physical Science Basics (Cambio climático 2013: principios básicos de las ciencias básicas). (Nueva York: Cambridge University Press, 2013).

³⁶ Ibid.

³⁷ Orden ejecutiva No. 13677, 79 FR 58229 (23 de septiembre de 2014), <https://www.federalregister.gov/articles/2014/09/26/2014-23228/climate-resilient-international-development>

3.5.3 OBSERVACIÓN Y MONITOREO METEOROLÓGICO

Los datos de precipitación, temperatura y viento son necesarios para comprender el clima local y regional. Los datos pueden obtenerse de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), de las estaciones agrícolas o de las autoridades de las cuencas fluviales, entre otras fuentes. La gestión del riesgo de inundaciones depende, en primer lugar y, ante todo, de la confiabilidad de las observaciones meteorológicas que, idealmente, se realizan en toda la zona de captación, especialmente en las zonas más elevadas, ya que los cambios de altitud generan precipitaciones. Los coordinadores deben determinar si se dispone de información de los servicios meteorológicos nacionales y si se pueden obtener datos climáticos históricos de la zona. Cuando no se dispone de datos de las estaciones meteorológicas locales, se pueden utilizar otros productos climáticos e información satelital. Sin embargo, para utilizar esta información de manera efectiva, se recomienda la orientación de meteorólogos y científicos del clima.

Lo ideal es que los coordinadores recopilen datos sobre las condiciones meteorológicas y los niveles de agua de varios lugares dentro del área de interés y, si es posible, río arriba del área. Si no se dispone de una estación meteorológica cercana, se puede construir una estación sencilla, a un costo mínimo, que puede operarse con conocimientos básicos, para recoger datos de las precipitaciones, la temperatura y el viento. La vigilancia comunitaria de las condiciones meteorológicas y del nivel del agua puede fomentar la participación de la comunidad en las acciones de gestión del riesgo de inundaciones y la apropiación de las mismas. Se requieren al menos 30 años de datos de buena calidad para llevar a cabo un análisis histórico del clima. Los datos de los registros históricos y los más recientes de las estaciones meteorológicas pueden ser útiles para identificar eventos extremos e inundaciones recientes. La instalación de nuevas estaciones meteorológicas es útil, especialmente en las zonas donde las mediciones y observaciones del clima son escasas o inexistentes. Si desea más información sobre la construcción del aparato para medir las condiciones meteorológicas y el nivel de agua, vea el capítulo 4.



© Filmaciones y Contenidos WWF

En esta estación meteorológica se monitorean la precipitación, la temperatura y el viento para proporcionarles a los agricultores información sobre las condiciones meteorológicas.

3.6 RESILIENCIA

USAID define la resiliencia como la capacidad de las personas, los hogares, las comunidades, los países y los sistemas para mitigar las crisis y las tensiones, adaptarse a ellas y recuperarse de ellas, de manera que se reduzca la vulnerabilidad crónica y se facilite el crecimiento inclusivo. Lo anterior indica que el concepto de resiliencia y su medición son complejos.³⁸

³⁸ Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). "Resilience at USAID." ("Resiliencia en USAID") (Washington, DC: USAID, junio, 2015).

WWF define la resiliencia como la capacidad de un sistema socio-ecológico para absorber y recuperarse de los choques y perturbaciones, mantener la funcionalidad y los servicios adaptándose a los factores de estrés crónico y transformarse cuando sea necesario.

La Alianza Zurich para la Resiliencia ante Inundaciones³⁹ incluye Cuatro R en su caracterización de la resiliencia comunitaria a las inundaciones:

- robustez (capacidad de resistir un choque)
- redundancia (diversidad funcional)
- recursos (capacidad de movilización cuando se ven amenazados)
- rapidez (capacidad de contener las pérdidas y de recuperarse oportunamente)

Por lo tanto, existen múltiples maneras de definir y emplear el concepto de resiliencia, tanto en los sistemas naturales como en los sociales. Así, en relación con la gestión del riesgo de inundaciones, el término "resiliencia a las inundaciones" también se asocia a usos múltiples; por ejemplo, se puede hacer referencia a edificios, construcciones o comunidades resistentes a las inundaciones.

En la guía se recomienda utilizar cuatro preguntas orientadoras para todo lo relacionado con la gestión de inundaciones (adaptadas de Carpenter et al., 2001⁴⁰) a fin de poner en práctica el concepto de resiliencia:

1. **¿Resiliencia de quién o de qué?** ¿Qué comunidad, medios de vida, institución, infraestructura, ecosistema, área protegida?
2. **¿Resiliencia a quién o qué?** ¿Se refiere a un choque, perturbación o factor estresante?
 - **Choques y perturbaciones:** : ¿inundaciones, ciclones?
 - **Estrés:** ¿aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales, elevación del nivel del mar, derretimiento de los glaciares, precipitaciones impredecibles?
 - **Impactos:** ¿pérdida de vidas, daños a la infraestructura, infraestructura deteriorada?
3. **¿Resiliencia para qué? (¿Por qué? ¿Quién se beneficia?)** ¿Un objetivo relacionado con comunidades, hogares, instituciones, infraestructura, ecosistemas, áreas protegidas?
4. **¿Resiliencia por medio de qué? (¿Cómo?)** Actividades conforme a métodos de gestión de inundaciones, planificación del uso de la tierra, conservación, desarrollo sostenible, reducción del riesgo a desastres. Estos pueden constituir rutas nuevas hacia la resiliencia a través de nuevos y diferentes conjuntos de actividades.

3.7 TEMAS TRANSVERSALES

3.7.1 INSTITUCIONES

La gestión integral de inundación (IFM por sus siglas en inglés) se lleva a cabo a diversas escalas que incluyen las comunitarias, locales / municipales, de cuencas, nacionales y, a veces, las regionales (por ejemplo, el Himalaya, la región del Gran Mekong.⁴¹ Dado que la fuente y/o las causas de las inundaciones pueden estar a cierta distancia de la zona de interés principal, los coordinadores deben tener en cuenta el tema de la escala.

A menudo, la mejor opción podría ser hacerles frente a las inundaciones antes de que lleguen a la zona de interés, y es fundamental garantizar que, al usar los métodos de gestión de inundaciones en una zona, no se traslade el riesgo de inundación a otras comunidades.

Los coordinadores deben conocer a las instituciones que participan o podrían participar en la gestión de inundaciones, así como las que guardan relación con el uso de métodos de gestión naturales y basados en la naturaleza. Entre las

³⁹ Una colaboración entre la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR), Practical Action, el Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) y el Centro de Gestión de Riesgos y Procesos de Decisión de la Escuela de Negocios Wharton.

⁴⁰ Steve Carpenter et al., "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?" ("De metáfora a medición: ¿Resiliencia de qué a qué?") Ecosistemas No. 4 (2001): 765-781, doi: 10.1007/s10021-001-0045-9.

⁴¹ Zhiyu et al., "Guidelines on Urban Flood Risk Management (UFRM)." (Directrices sobre la Gestión del riesgo de inundaciones urbanas [UFRM por sus siglas en inglés].)

instituciones pertinentes pueden estar las que se ocupan de la gestión del agua, la gestión de tierras, la planificación, la infraestructura, la agricultura, el medio ambiente y los servicios meteorológicos, por nombrar solo algunas.

El mapeo institucional se puede utilizar para identificar el nivel de conciencia y las percepciones de las instituciones clave, tanto formales como informales, así como de individuos clave, dentro y fuera de una comunidad, ciudad, provincia o país.⁴² El mapeo institucional también ayudará al coordinador a identificar cómo los diferentes actores se relacionan entre sí.⁴³

Vea el capítulo 4 si desea más información sobre la evaluación de la capacidad institucional.

3.7.2 REGLAMENTACIÓN

Los reglamentos desempeñan un papel fundamental en la aplicación y el cumplimiento de las estrategias de gestión del riesgo de inundaciones. En la mayoría de los casos, se pueden establecer tres tipos de reglamentos:

- 1. Comando y control:** Las regulaciones restrictivas prohíben tipos específicos de desarrollo urbanístico (tales como estructuras residenciales en un cauce de alivio); limitan la densidad (el número de estructuras construidas) y rechazan las instalaciones peligrosas o esenciales (tales como complejos médicos o industriales). Los reglamentos preceptivos pueden imponer normas como las de seguridad de los edificios y los porcentajes mínimos de zonas no pavimentadas. Las normas de comando y control generalmente se establecen en forma de leyes, reglamentos municipales, normas estatutarias o procedimientos obligatorios de los organismos. Las normas de comando y control son eficaces, pero a menudo requieren importantes recursos financieros y humanos para el seguimiento y la aplicación.
- 2. Autorregulación:** La autorregulación significa que las industrias, comunidades o empresas adoptan ciertas políticas y prácticas. El gobierno promueve las regulaciones, pero no hay forma de hacerlas cumplir. La autorregulación puede ser rentable, pero requiere un compromiso genuino por parte de las empresas y las comunidades.
- 3. Regulaciones basadas en incentivos:** Como alternativa a las costosas regulaciones de comando y control, los gobiernos pueden proporcionar incentivos económicos para inducir a las empresas y comunidades a seguir prácticas deseables. Los incentivos económicos incluyen gravar el desarrollo urbanístico que infringe las normas, al tiempo que se subvenciona los tipos de desarrollo urbanístico preferidos. Los gobiernos instituyen formalmente los incentivos a través de organismos reguladores y requieren cierto grado de monitoreo y aplicación legal.

El uso de métodos naturales y basados en la naturaleza puede requerir la adopción de nuevas regulaciones o la modificación de las existentes. Al seleccionar los métodos, los gerentes deben considerar el papel que desempeña la regulación en el éxito de esos métodos.

3.7.3 COORDINACIÓN Y COOPERACIÓN INTERSECTORIAL

La gestión integral de inundación (IFM) incluye la coordinación entre los gobiernos nacionales y municipales y las empresas del sector público, incluidos los servicios públicos, conjuntamente con la sociedad civil, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las instituciones educativas y el sector privado.⁴⁴ La cooperación y la coordinación entre los diversos sectores, tanto en la planificación como en la aplicación de los métodos de gestión del riesgo de inundaciones, son importantes en el enfoque de la IFM, ya que los factores que contribuyen al riesgo de inundaciones pueden traspasar los límites de las organizaciones y de los gobiernos.⁴⁵ La coordinación y la colaboración entre los diversos organismos contribuirán a mejorar la gestión de las inundaciones. Por ejemplo, los municipios, que a menudo se encargan de las licencias para el desarrollo urbanístico y la construcción a nivel de la comunidad, deberían coordinarse con los organismos de desarrollo urbano que se encargan de la planificación a nivel de la ciudad.

Los coordinadores pueden abordar la coordinación intersectorial de varias maneras. Una de ellas es creando una plataforma, como un grupo de trabajo sobre inundaciones, para facilitar el debate y la adopción de decisiones

42 Ibid.

43 Ibid.

44 Ibid.

45 En Gasparini et al., Resilience and Sustainability in Relation to Natural Disasters (Resiliencia y sostenibilidad relacionadas con los desastres naturales), se subraya que la coordinación intersectorial es esencial para desarrollar la resiliencia y la sostenibilidad relacionadas con los desastres naturales / causados por el hombre en las ciudades.

entre los diversos organismos y actores. Por ejemplo, algunos gobiernos crearán un grupo de trabajo integrado por funcionarios electos o designados y representantes de las empresas para analizar las inundaciones que han ocurrido en el pasado y formular recomendaciones para minimizar o eliminar futuras inundaciones en la región. Otro enfoque consiste en asignar a un organismo como órgano de coordinación. Los organismos a cargo de la gestión de desastres a nivel nacional o estatal a menudo pueden asumir este papel. En este estudio se recomienda, sin embargo, que cuando se involucran múltiples instituciones y actores, se debe tener cuidado de poner atención al manejo de los límites institucionales, de modo que el personal de los organismos esté motivado y dispuesto a cooperar. Además, se pueden establecer políticas y procedimientos organizativos para obligar a los organismos a comunicarse entre sí a la hora de tomar decisiones que tengan un impacto en el riesgo de inundaciones.

3.7.4 PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

La participación de la comunidad en todas las etapas de la gestión de inundaciones –desde la evaluación hasta la selección e implementación de los métodos de gestión– ayudará a garantizar que los métodos aplicados sean justos, equitativos y eficaces, y que satisfagan las necesidades y prioridades de toda la población afectada.⁴⁶ La participación de la comunidad también ayuda a generar conocimientos y recursos adicionales; sin embargo, es muy fácil que no exista debido a la falta de capacitación, cohesión y organización de la comunidad.⁴⁷ Según el National Research Council (Consejo Nacional de Investigación de EE.UU.), "las comunidades más propensas a sobrevivir a los desastres son aquellas que están dedicadas a desarrollar un sentido de comunidad, aquellas que se han comprometido a lograr la equidad y la inclusión social, aquellas que son económica y ambientalmente sostenibles, y aquellas que establecen una visión con la que sus residentes e instituciones pueden identificarse".⁴⁸ Las intervenciones para la gestión del riesgo de inundaciones planificadas o implementadas sin una participación adecuada de la comunidad tienen altas probabilidades de fracasar.

La participación de la comunidad puede darse a muchos niveles: a través de la consulta comunitaria, la planificación participativa, la participación de la comunidad en la implementación y la construcción, y el monitoreo y la evaluación basados en la comunidad. La participación de la comunidad conduce al empoderamiento de la comunidad y a una mayor probabilidad de éxito en la gestión de inundaciones. Sin embargo, la generación de los cambios necesarios en la actitud y el comportamiento lleva tiempo e inversión para lograr una comunicación generalizada y una consulta participativa con múltiples actores relevantes.⁴⁹ El diseño y la ejecución de proyectos de gestión de crecidas se pueden fortalecer considerablemente cuando la comunidad trabaja con los expertos en evaluación, planificación y toma de decisiones.

Los responsables de la toma de decisiones deben tomar en cuenta el aspecto de las limitaciones de tiempo cuando consideren la participación de las comunidades y otros actores relevantes. El tiempo del que dispone la mayoría de las personas para participar en las medidas de gestión del riesgo de inundaciones, que incluyen consultas públicas y otras actividades, suele ser limitado. La movilización de la comunidad para que participen como voluntarios también es un reto.⁵⁰ Los coordinadores y los encargados de tomar decisiones también deben tener en cuenta que los diversos grupos marginados –incluidos los pobres, los pueblos indígenas, las minorías étnicas y religiosas, las castas marginadas, los migrantes y las personas con necesidades especiales– no siempre están representados cuando se efectúa la planificación comunitaria. Los aspectos de género también deben considerarse en las actividades participativas (vea la sección de género).

Los jóvenes pueden contribuir en gran medida a los enfoques de gestión de inundaciones. Hay muchos ejemplos de todo el mundo que confirman las oportunidades y los beneficios de involucrar a los jóvenes de una comunidad.

En la medida de lo posible y según convenga, las actividades de gestión del riesgo de inundaciones deben tener por objeto empoderar a las comunidades mediante la sensibilización y la resiliencia a las inundaciones, al tiempo que se adquieren aptitudes técnicas y se generan beneficios colaterales como el empleo local.

46 Zhiyu et al., *Guidelines on Urban Flood Risk Management* (UFRM).

47 See Jha et al., *Cities and Flooding*, Section 6.3.

48 See National Research Council (US), *Private-Public Sector Collaboration to Enhance Community Disaster Resilience*, 3.

49 Zhiyu et al., *Guidelines on Urban Flood Risk Management* (UFRM).

50 Ibid.

3.7.5 JUEGOS

Los juegos pueden ser herramientas para fomentar el compromiso y la cooperación de la comunidad y ayudar a tomar decisiones complejas relacionadas con la gestión del riesgo de inundaciones. Los juegos y las imágenes pueden ayudar a los participantes a comprender los riesgos actuales y futuros, a la vez que les ayudan a tomar decisiones sobre los enfoques de gestión.

El Dr. Bruce Lankford, profesor de la Universidad de East Anglia, Reino Unido, desarrolló un juego de gestión de recursos hídricos como herramienta didáctica para facilitar la cooperación relacionada con los recursos hídricos. Su investigación muestra que actividades simples como los juegos pueden facilitar la discusión y ampliar las perspectivas de las personas sobre los temas del agua.⁵¹

Las ideas de la gente sobre el agua, por ejemplo, a menudo se encuentran sesgadas como consecuencia de sus propias experiencias. Ya sea que el usuario de agua sea un agricultor, un ingeniero o un formulador de políticas, las soluciones a los problemas relacionados con el agua se ven influenciadas por la forma cómo utilizan el agua y se benefician de ella. Sus soluciones suelen basarse en sus experiencias y necesidades. Cuando se emplean juegos, es más probable que los participantes trabajen juntos para generar propuestas interdisciplinarias que beneficien a todos los involucrados.⁵²

El enfoque de juegos de Lankford fue adaptado por LIMCOM (Limpopo Watercourse Commission) en septiembre de 2011. LIMCOM llevó a cabo una capacitación sobre la asignación de agua para funcionarios y comisionados e incluyó el juego de asignación de agua de la cuenca fluvial. "El juego de la cuenca fluvial se consideró muy importante dado que los participantes pudieron comprender aspectos de la gestión de los recursos hídricos, tomando en cuenta la cuenca como una unidad".⁵³

Aunque los juegos pueden ser un enfoque útil, el uso de estas herramientas debe basarse en un conocimiento fundamental –que muchas veces no existe– del impacto físico de las inundaciones y los resultados que se esperan de las técnicas de gestión de inundaciones existentes.

3.7.6 GÉNERO

Con el aumento de la investigación y el análisis, nuestra comprensión de cómo el género desempeña un papel en la gestión de desastres, incluida la gestión del riesgo de inundaciones, va en aumento. Para los fines de la guía, utilizamos la siguiente definición de género:

El género es una construcción social que se refiere a las relaciones entre los sexos sobre la base de sus funciones relativas. Abarca los atributos económicos, políticos y socioculturales, las limitaciones y las oportunidades asociadas con el hecho de ser hombre o mujer. Como construcción social, el género varía de una cultura a otra, es dinámico y está abierto al cambio con el tiempo. Debido a la variación de género entre las culturas y a lo largo del tiempo, los roles de género no deben asumirse sino investigarse. Nótese que "género" no es intercambiable con "mujeres" o "sexo".⁵⁴

3.7.6.1 ¿Por qué es importante el género?

Está bien establecido que el cambio climático y los desastres, así como las actividades de reducción del riesgo a desastres, tienen componentes de género en términos de impactos e intervenciones. Por ejemplo, las mujeres se ven afectadas por los desastres de manera diferente –y a menudo en forma más grave– que los hombres; esto se debe en gran medida a que los hombres y las mujeres están obligados a cumplir funciones y responsabilidades.⁵⁵

51 El Dr. Bruce Lankford, profesor de la Universidad de East Anglia, Reino Unido, desarrolló un juego de gestión de recursos hídricos como herramienta didáctica para facilitar la cooperación relacionada con los recursos hídricos.

52 Bruce Lankford, Resource Efficiency Complexity and the Commons: The Paracommons and Paradoxes of Natural Resource Losses, Wastes and Wastages (La complejidad de la eficiencia de los recursos y los bienes comunes: los "paracomunes" y las paradojas de las pérdidas, desechos y desperdicio de recursos) (Abingdon, Reino Unido: Earthscan Publications, 2013), 190.

53 Correo electrónico de Sérgio Bento Siteo, Secretariado de Limpopo Watercourse Commission (LIMCOM) a Dr. Bruce Lankford, Universidad de East Anglia, Reino Unido, enviado el 19 de febrero de 2016.

54 USAID, Guide to Gender Integration and Analysis: Additional Help for ADS Chapters 201 and 203 (Guía para la integración y análisis del género: ayuda adicional para los capítulos ADS 201 y 203), Marzo 31, 2010, <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/201sab.pdf>.

55 UNDP, *Gender and Climate Change: Impact and Adaptation Workshop Highlights*, UNDP Asia-Pacific Gender Community of Practice Annual Learning Workshop (Negombo, Sri Lanka, 2009), <http://www.snap-undp.org/elibrary/Publications/GenderAndClimateChange.pdf>.

Tras su adopción en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), que reconoce la importancia de las dimensiones de género en la RRD y hace un llamamiento a la inclusión y el compromiso de toda la sociedad. En el Marco de Sendai se exhorta a adoptar

"una perspectiva de género, edad, discapacidad y cultura en todas las políticas y prácticas y la promoción del liderazgo de las mujeres y los jóvenes; en este contexto, se debe prestar atención especial a mejorar el trabajo voluntario organizado por parte de los ciudadanos."⁵⁶

Además, en el Marco Sendai se hace hincapié en que

"las mujeres y su participación son fundamentales para gestionar eficazmente el riesgo a desastres y diseñar, dotar de recursos y aplicar políticas, planes y programas de reducción del riesgo a desastres que tengan en cuenta los aspectos de género y es necesario adoptar medidas adecuadas para empoderar a las mujeres en materia de preparación, así como para desarrollar su capacidad de medios de subsistencia alternativos después de que hayan ocurrido desastres."⁵⁷

Este informe promueve la integración de la perspectiva de género en todos los aspectos de la evaluación y gestión del riesgo de inundaciones, incluyendo la planificación, el diseño, la implementación, el seguimiento y la evaluación. Hay una serie de recursos y herramientas que pueden ayudar al usuario con la integración de género (vea la sección de recursos adicionales en este capítulo).

3.7.6.2 Análisis de género

Como componente clave del análisis contextual (vea el capítulo 2), los usuarios de la guía deben efectuar o encargar un análisis de género. Un análisis de género les proporcionará a los usuarios de la guía mayores conocimientos y una mejor comprensión sobre el papel actual y futuro que puede desempeñar el género en la gestión local de los riesgos de inundación. El análisis de género siempre debe formar parte de las evaluaciones, la planificación, el diseño y la ejecución de los proyectos.

El análisis de género suele incluir seis dominios de género:⁵⁸

- acceso
- conocimientos , creencias y percepciones
- prácticas y participación
- tiempo y espacio
- derechos y estado legal
- poder y toma de decisiones

En el Apéndice B se proporcionan detalles relacionados con los seis dominios y se sugieren preguntas que podrían incluirse en el análisis de género como parte del diseño de un proyecto de gestión del riesgo de inundaciones.

3.7.6.3 Cómo integrar género y manejo de riesgo por inundaciones

Sobre la base de la labor realizada por el Centro Internacional para el Desarrollo Integrado de las Montañas (CIMOD por sus siglas en inglés) en 2014, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 2010 y otros, sugerimos que se aplique la siguiente orientación a los métodos de gestión del riesgo de inundaciones para integrar mejor el género:

- Analizar cómo el riesgo de inundaciones afecta tanto a hombres como a mujeres.
- Formular y aplicar criterios e indicadores de monitoreo sensibles al género.

56 UNISDR, "Gender" ("Género") consultado la última vez en febrero de 2016, <http://www.unisdr.org/we/advocate/gender>.

57 Ibid.

58 USAID, "Tips for Conducting a Gender Analysis at the Activity or Project Level," ("Consejos para efectuar un análisis de género a nivel de actividad o proyecto") marzo de 2011, <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/201sae.pdf>.

- Incluir estadísticas tanto de mujeres como de hombres en la recopilación y presentación de datos.
- Aprovechar los talentos y contribuciones tanto de mujeres como de hombres.
- Desarrollar infraestructura local con la participación activa de hombres y mujeres locales.
- Considerar la gestión del riesgo de inundaciones como una actividad social y de desarrollo más que solo como una actividad del dominio exclusivo de los ingenieros y técnicos.
- Considerar el género desde el principio del ciclo del proyecto, para evitar intervenciones que puedan tener implicaciones de género no deseadas.
- Asegurar que los facilitadores sean sensibles a la participación equitativa de la comunidad en las discusiones y la toma de decisiones.
- Utilizar las nuevas técnicas y tecnologías como puntos de entrada para superar las barreras tradicionales de género.
- Trabajar para establecer una participación equilibrada de género en todos los aspectos de la planificación y ejecución de proyectos.
- Realizar un análisis de género de todas las líneas presupuestarias e instrumentos financieros.

3.7.6.4 Presupuestos sensibles al género

La aplicación de un enfoque de integración de género en la gestión del riesgo de inundaciones también incluye la formulación de un Presupuesto con Perspectiva de Género (PPG). El PPG es una herramienta que puede utilizarse para asegurar que en los presupuestos se reconozca que, si bien las necesidades de las mujeres y los hombres son a veces las mismas, también pueden ser diferentes, y que las asignaciones deben reflejar estas diferencias.⁵⁹ El PPG es una forma de cerciorarse de que las diferencias de género observadas se reflejen en la elaboración de los presupuestos de los proyectos, lo que aumenta la probabilidad de que el proyecto ayude por igual a hombres y mujeres.⁶⁰

3.7.7 PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO

Según el Centro Asiático de Preparación para Desastres (ADPC) y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), la participación del sector privado es una parte clave de la construcción de ciudades resilientes a los desastres.⁶¹ Las grandes empresas, así como las pequeñas y medianas empresas (PYME), sufren pérdidas sustanciales cuando ocurren desastres. Las PYME pueden ser las más afectadas, ya que sus pérdidas a menudo no están totalmente cubiertas por los seguros.

La participación del sector privado en la gestión del riesgo de inundaciones es ventajosa de dos maneras. En primer lugar, puede reducir las barreras basadas en el mercado a los planes de actividades de gestión del riesgo de inundaciones, incluidos los métodos naturales y basados en la naturaleza. En segundo lugar, puede canalizar los recursos del sector privado para la gestión del riesgo de inundaciones.⁶²

El sector privado puede participar en la gestión del riesgo de inundaciones de varias maneras. Los coordinadores deben incluir a representantes de la comunidad empresarial en las discusiones y reuniones. Empiece consultando a las asociaciones empresariales locales como la cámara de comercio. Un paso más avanzado es poner en marcha iniciativas de gestión o recuperación del riesgo de inundaciones con asociaciones público-privadas, reclutando a determinadas empresas del sector privado para que participen en el proyecto.

59 UNDP, *Gender, Climate Change and Community-Based Adaptation* (New York: UNDP, 2010), <http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/gender-climate-change-and-community-based-adaptation-guidebook-/Gender%20Climate%20Change%20and%20Community%20Based%20Adaptation%20%282%29.pdf>.

60 Ibid. For more information from UNIFEM, visit www.gender-budgets.org.

61 See ADPC 2020 Strategy; also see UNISDR, "Private Sector."

62 See UNISDR and Roeth, *The Development of a Public Partnership Framework and Action Plan for Disaster Risk Reduction (DRR) in Asia*.

Los socios del sector privado pueden aportar fondos para las actividades de gestión del riesgo de inundaciones cuando son socios igualitarios. Esto puede efectuarse a través de contratos o memorandos de entendimiento (MdE) que respetan los intereses del sector privado. Los recursos del sector privado también pueden obtenerse como apoyo en especie, tales como donaciones de equipo, materiales, mano de obra o conocimientos especializados, especialmente en los casos en que el sector privado se beneficie de la gestión del riesgo de inundaciones.

Varias corporaciones promueven y/o se benefician de lo que a veces se llama "infraestructura natural". Por ejemplo, la Corporación Caterpillar llevó a cabo una cumbre sobre la restauración de la infraestructura natural en 2015 que fomentó los planes para ampliar la educación, la divulgación y las sociedades relacionadas con la infraestructura natural. Las empresas privadas pueden ser socios potenciales y/o actores relevantes en el desarrollo y uso de métodos naturales y basados en la naturaleza.

3.7.8 FINANZAS

Las fuentes de financiamiento para la gestión del riesgo de inundaciones pueden ser tan variadas como los actores relevantes y los temas tratados. El apoyo financiero para el desarrollo comunitario, la infraestructura, la reducción del riesgo a desastres, la respuesta a los desastres, la adaptación al cambio climático, el desarrollo sostenible, la educación y la gestión ambiental puede provenir de diversos presupuestos de organismos gubernamentales, donantes, ONG y el sector privado. En Filipinas, por ejemplo, la municipalidad de Palo llevó a cabo una revisión de sus herramientas de planificación y desarrollo local para incorporar la RRD con el fin de reducir el impacto de las inundaciones. Una vez que la evaluación identificó las medidas más apropiadas, se asignaron responsabilidades entre los órganos administrativos pertinentes y se incorporaron al Plan Anual de Inversiones de la municipalidad.⁶³

A la hora de planificar cómo utilizar los métodos de gestión del riesgo de inundaciones naturales y basados en la naturaleza, siempre se debe tener en cuenta el financiamiento de múltiples sectores. Además, las comunidades pueden considerar la posibilidad de establecer vínculos con fuentes de microfinanciamiento y establecer un fondo de propiedad comunitaria para casos de desastres, a fin de apoyar el desarrollo y la gestión de determinados métodos de gestión de inundaciones.



EJEMPLO:

Las Filipinas es un ejemplo de un marco para la participación del sector privado en la reducción de desastres a nivel nacional. En ese país, una serie de asociaciones del sector privado, como la Private Sector Network for Disaster Management (Red del Sector Privado para la Gestión de Desastres–PSNDM por sus siglas en inglés) y la red Corporate Disaster Response Network (Red Corporativa de Respuesta a los desastres–CDRN por sus siglas en inglés), se han establecido para facilitar la movilización de recursos mediante alianzas entre organizaciones no gubernamentales, organizaciones privadas de voluntariado, oficinas gubernamentales y las comunidades. En 2007 y 2008, la PSNDM y la CDRN participaron en el "Diálogo Nacional de Múltiples Actores Relevantes sobre DRR" con el fin de contribuir a la evaluación de los avances logrados en las metas nacionales de DRR⁶⁴

⁶³ UNISDR y Helen Roeth, The Development of a Public Partnership Framework and Action Plan for Disaster Risk Reduction (DRR) in Asia (Bangkok, Tailandia: UNISDR, 2009), http://www.unisdr.org/files/12080_TheDevelopmentofPublicPartnershipFr.pdf.

⁶⁴ Ibid.

3.8 RECURSOS ADICIONALES

1. Associated Programme on Flood Management (APFM), <http://www.apfm.info/>.
2. APFM, *Flood Management in a Changing Climate*, 2009, http://www.apfm.info/publications/tools/Tool_09_FM_in_a_changing_climate.pdf.
3. APFM, *Formulating a Basin Flood Management Plan*, 2007, http://www.preventionweb.net/files/2626_ToolsBasinFloodManagementPlan.pdf.
4. FAO, *Forests and Floods: Drowning in fiction or thriving on facts?* 2005, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/ae929e/ae929e00.pdf>.
5. USAID, *Climate-Resilient Development: A Framework for Understanding and Addressing Climate Change*, 2014, http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PBAAA245.pdf.
6. USAID, *Tips for Conducting a Gender Analysis at the Activity or Project Level*, 2011, <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/201sae.pdf>.
7. UNDP, *Gender, Climate Change and Community-Based Adaptation*, 2010, [http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/gender-climate-change-and-community-based-adaptation-guidebook-/Gender%20Climate%20Change%20and%20Community%20Based%20Adaptation%20\(2\).pdf](http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/gender-climate-change-and-community-based-adaptation-guidebook-/Gender%20Climate%20Change%20and%20Community%20Based%20Adaptation%20(2).pdf).
8. UNISDR, *Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive Policy and Practical Guidelines*, 2009, http://www.preventionweb.net/files/9922_MakingDisasterRiskReductionGenderSe.pdf.
9. UN Women, "Gender Responsive Budgeting," <http://www.gender-budgets.org/>.
10. Red Cross/Red Crescent Climate Centre, "Games," 2015. <http://climatecentre.org/resources-games/games>.
11. Engagement Lab at Emerson College, "Games for Social Change," <http://elab.emerson.edu/projects/games-for-social-change>.

4. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES: DATOS, MÉTODOS Y ANÁLISIS

4.1 CONTENIDO DE LA SECCIÓN

En este capítulo se consideran los elementos que intervienen en la evaluación del riesgo de que ocurra inundación. Para los fines de la Guía verde para inundaciones, el riesgo de inundación implica conocer (1) quiénes pueden ser afectados, (2) cómo pueden ser afectados, y (3) dónde pueden ser afectados. Es fundamental que el usuario comprenda estas cuestiones a la hora de seleccionar y planificar la gama de métodos para la gestión de inundaciones que figuran en el capítulo 5. En este capítulo se analizan las necesidades de información sobre la gestión del riesgo de inundación, se indica al usuario de la guía dónde encontrar la información y se ofrece un proceso sencillo para comprender la naturaleza de una cuenca. Dado que el usuario dispone actualmente de una amplia gama de técnicas e instrumentos de evaluación de riesgos, este capítulo se centra en los resultados que debe producir cualquier evaluación de riesgos y en la forma en que estos resultados pueden utilizarse para seleccionar y gestionar los métodos de gestión de inundaciones. Este capítulo concluye con un método para definir las capacidades institucionales de gestión del riesgo de inundación, una consideración clave a la hora de decidir qué enfoques de gestión de inundaciones son los más adecuados para el contexto local.

4.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

4.2.1 DEFINICIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

El riesgo de inundación representa la amenaza de daños causados por las inundaciones a las personas, los hogares, las comunidades y la sociedad. Existen varias fuentes para las definiciones de riesgo de inundación aceptadas; la mayoría de las definiciones se entienden en función de las amenazas, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad.

El usuario de la guía debe comprender una inundación en términos de "el tipo, la fuente y la probabilidad de inundación,"¹ la vulnerabilidad al daño y las capacidades que existen para resistirlo.² Estos elementos pueden presentarse simplemente como

Riesgo de Inundación = peligro de inundación, exposición, vulnerabilidad modificada por las capacidades para resistir este daño.³

- **Peligro** es una función de la frecuencia, la magnitud y la extensión.
- **Exposición** es el área que posiblemente cubre una inundación.

1 Jha, Bloch y Lamond, Cities and Flooding (Ciudades e inundaciones)

2 Ibid; Zhiyu et al., Guidelines on Urban Flood Risk (Directrices sobre el riesgo de inundaciones urbanas).

3 Zhiyu et al., Guidelines on Urban Flood Risk (Directrices para la gestión de inundaciones urbanas); IPCC, "A Special Report", 65-108.

- **Vulnerabilidad** es el potencial de daño.
- **Capacidades** son atributos que pueden reducir los impactos negativos.

Los procedimientos para evaluar el riesgo de inundaciones se tratan en la sección 4.2.3. La selección del procedimiento más adecuado depende de los datos disponibles sobre cada uno de los cuatro elementos de riesgo.

4.2.2 ¿POR QUÉ EVALUAR EL RIESGO DE INUNDACIONES?

Aunque el proceso para la evaluación del riesgo de inundaciones puede parecer complicado y lento, una buena evaluación del riesgo de inundaciones permitirá identificar:

- Con qué frecuencia es probable que se produzcan inundaciones de magnitudes y alcances específicos.⁴
- Dónde se producirán los daños –la ubicación de las personas y los recursos físicos y naturales que se verán afectados por las inundaciones.
- Quién es vulnerable –las personas afectadas por las inundaciones en cada frecuencia, indicando el género y la edad de las personas vulnerables en las que es probable que se produzcan daños.
- Por qué son vulnerables –los impactos físicos, sociales, ambientales y económicos que se esperan de una inundación de una frecuencia y magnitud determinadas y cómo estos difieren según el género y la edad.
- Cuáles son las capacidades que existen para evitar o reducir los impactos de las inundaciones antes de que ocurran, o para aliviar los impactos después de las inundaciones.

Las inundaciones pueden afectar de manera diferente a las personas que se encuentran en el mismo lugar, y los impactos de las inundaciones pueden variar significativamente inclusive a distancias relativamente cortas. Una evaluación de riesgos ayuda a identificar estas diferencias para que los esfuerzos de gestión de inundaciones se puedan adaptar a los lugares y poblaciones específicas en riesgo.

Las evaluaciones del riesgo de inundaciones ayudan a las comunidades a comprender el alcance y la naturaleza de su riesgo de inundación, lo cual es un requisito esencial para lograr que las personas apoyen las acciones de gestión del riesgo. Una evaluación de riesgos debe incorporar las preocupaciones específicas de la comunidad acerca de las inundaciones, aumentando la credibilidad de los resultados de la evaluación. La participación de las comunidades en las evaluaciones del riesgo de inundación crea un enfoque más participativo, el cual es esencial cuando los métodos para la gestión de inundaciones dependen de acciones colectivas.

Por último, la gestión del riesgo de inundaciones requiere tiempo y recursos financieros. Muchos métodos de gestión del riesgo de inundaciones implican un cambio en la forma en que la sociedad percibe y se enfrenta las inundaciones; en otras palabras, algunos métodos requieren un cambio en el comportamiento humano. Por lo tanto, la elección de las opciones de gestión de inundaciones y el convencer a las personas para que las financien y las apoyen depende de que los usuarios de la guía comprendan claramente los riesgos de inundaciones y sepan cómo gestionarlas y reducirlas a un nivel aceptable. Una evaluación clara y bien concebida del riesgo de inundaciones puede ayudar a fomentar el apoyo político y comunitario y la participación en los métodos elegidos para la gestión de inundaciones.

4.2.3 PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Entre los procedimientos de evaluación del riesgo de inundaciones se incluyen el registro de los conocimientos que se tienen localmente sobre los daños y sobre quiénes se vieron afectados en anteriores inundaciones, así como la elaboración de modelos sumamente técnicos. Estos últimos pueden utilizar datos obtenidos por teledetección para evaluar los niveles potenciales de inundaciones futuras y para calcular los daños previstos

4 La frecuencia de las inundaciones generalmente la calculan los profesionales utilizando series de datos cronológicos y muchas veces se expresan como la probabilidad de que ocurra una inundación de una magnitud específica en un período de tiempo específico (también conocido como intervalo de recurrencia o período de retorno, términos que prefieren los hidrólogos). Por ejemplo, una inundación de una magnitud específica que ocurre en un período de 100 años tendrá una probabilidad de 1 en 100 de ocurrir en un año, o sea un 1% de probabilidades de ocurrir en un año dado. Esto no significa que ocurrirá una inundación en 100 años, sino que hay probabilidades de que una inundación de una magnitud específica ocurra por lo menos una vez durante un período dado de 100 años.

sobre la base de un análisis espacial detallado de la ubicación de la inundación, su duración y los bienes en riesgo. Además, las evaluaciones de riesgo pueden considerar el nivel de resiliencia de las personas afectadas por una inundación, incorporando así sus capacidades para recuperarse de los daños causados por las inundaciones.

La guía prevé que la mayoría de los usuarios habrán realizado algún tipo de evaluación del riesgo de inundación o tendrán acceso a ella. En caso contrario, los usuarios pueden consultar los siguientes recursos para obtener información sobre los métodos de evaluación de riesgos e identificar un enfoque pertinente:⁵

- PrepareCenter.org
- Portal de Evaluación de Desastres
- PreventionWeb.org

Los métodos de evaluación de riesgos disponibles de estas fuentes se centran en enfoques de bajo costo y altamente participativos, manejables a nivel comunitario. Dependiendo del contexto local, estos métodos pueden ser muy adecuados para fines de planificar la gestión comunitaria del riesgo de inundaciones. Sin embargo, es esencial actualizar periódicamente las evaluaciones de riesgos para incorporar los cambios en el contexto local, inclusive el cambio climático, que pueden afectar el riesgo de inundación y, por lo tanto, requieren un ajuste a los enfoques de gestión.

Los usuarios de la guía también deben estar conscientes de que existen elementos comunes y diferencias en los conceptos, marcos conceptuales y metodologías para la evaluación del riesgo de inundaciones y la evaluación de la adaptación al cambio climático (ACC), aunque todos ellos pueden ser útiles para comprender el riesgo de inundación. Las principales herramientas para evaluar la reducción del riesgo a desastres son las evaluaciones de la vulnerabilidad y la capacidad (VCA por sus siglas en inglés). La metodología más común de evaluación de la ACC es la evaluación de vulnerabilidad e impacto (EVI).⁶

Finalmente, los usuarios de las guías deben considerar la elaboración del Informe de Caracterización de Cuencas (ver sección 4.5). El informe de caracterización recoge una serie de datos sobre una cuenca que pueden utilizarse en el proceso de evaluación de riesgos, así como en la selección de las opciones óptimas para la gestión de inundaciones.

4.2.4 INFORMES SOBRE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

Lo ideal es que un informe de evaluación del riesgo de inundación cubra las seis áreas de información descritas en esta sección y que se presente acompañado de varios mapas con comentario y la mayor cantidad posible de información de apoyo. En la Guía se utiliza la tabla Resumen de datos de riesgo de inundación (vea la hoja de trabajo del marco  de la guía) para organizar los resultados de la evaluación en un formato que puede utilizarse en el marco de la guía (Marco) (vea el capítulo 2) para ayudar a seleccionar los métodos óptimos de gestión de inundaciones.

Si el usuario de la guía utiliza un sistema de información geográfica (SIG), el conjunto de información recopilado como parte del proceso de evaluación de riesgos y la caracterización de las cuencas (descrita en la sección 4.5) pueden establecerse como capas (archivos) y utilizarse para generar mapas que indiquen los resultados de la evaluación. Si no se dispone de SIG, los resultados pueden presentarse en forma narrativa y tabular, apoyados por mapas con comentarios escritos a mano. (Lea más sobre el SIG en la sección 4.4 de este capítulo. La información que debe recopilarse para un SIG o presentarse en forma de tablas y en forma narrativa se describe en las secciones 4.2.4.1-4.2.4.6).

5 Si desea buscar recursos para la evaluación del riesgo de inundaciones, vea el sitio web de PrepareCenter que gestiona el Centro de Preparación de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, <http://preparecenter.org/topics/community-risk-assessment>; el Portal de Evaluaciones de Desastre, <http://www.disasterassessment.org/>; y PreventionWeb, <http://www.preventionweb.net/english/professional/trainings-events/edu-materials/?tid=44> (busque “identificación y evaluación de riesgos”).

6 Puede encontrar más información sobre el VCA y el EVI y las evaluaciones de peligro en los sitios web incluidos en el pie de página anterior. Hay información sobre las evaluaciones de la adaptación al cambio climático en Climate Adaptation Knowledge Exchange (busque las evaluaciones de vulnerabilidad en la biblioteca virtual), cakex.org. Otros recursos incluyen el Manual sobre el análisis de la vulnerabilidad y la capacidad climática de CARE <http://careclimatechange.org/tool-kits/cvca/>, y Flowing Forward, <http://www.flowingforward.org/>.



© Lauren Kovach/WWF

Un mapa con comentarios en el que aparece la extensión de las áreas inundadas y la dirección del agua de las inundaciones.

4.2.4.1 Alcance espacial y temporal de las inundaciones

Para facilitar el mapeo de las inundaciones, se puede elaborar un mapa separado para cada frecuencia de inundación. (Si se utilizan modelos de inundación, las inundaciones históricas y las proyectadas deben anotarse por separado y marcarse de manera diferente en los mapas). Se pueden usar las copias del mapa elaborado en el Informe de Caracterización de Cuencas (vea la sección 4.5) para registrar la información sobre inundaciones y comparar las características de la cuenca junto con los impactos y las causas de las inundaciones.

Por lo general, se identifican cinco frecuencias de inundación:⁷

1. 1:1 (100% de probabilidad de inundación en un año)
2. 1:5 (20% de probabilidad en cualquier año)
3. (10% de probabilidad en cualquier año)
4. 1:20 (5% de probabilidad en cualquier año)
5. 1:50 (2% de probabilidad en cualquier año)

Si no se dispone de datos sobre todas estas frecuencias, se deben indicar las frecuencias de inundación conocidas.

4.2.4.2 Factores que contribuyen a las inundaciones

Se deben identificar los factores que contribuyen a las inundaciones correspondientes a cada una de las cinco probabilidades. Estos factores pueden clasificarse como antropogénicos (resultado de la acción humana) y naturales

⁷ Vea el pie de Página 4. Estas frecuencias / intervalos de recurrencia también se pueden expresar como una probabilidad del 100%, 20%, 10%, 5% y 2% de que ocurra una inundación en un año dado.

(resultado de las condiciones naturales). Por ejemplo, las inundaciones anuales las pueden causar fuertes lluvias al comienzo del verano, mientras que las inundaciones que ocurren una vez cada cinco años se asocian con varias semanas de lluvias intensas y agua que se acumula detrás de un puente. El dique es un factor antropogénico (de ingeniería), mientras que varias semanas de lluvia constituyen un factor natural.

En la medida de lo posible, los factores que contribuyen a las inundaciones deben basarse en parámetros bien definidos (Ej.: precipitaciones detectadas) y observaciones. Estos factores pueden enumerarse en una tabla, indicando su período de retorno, el alcance de las inundaciones experimentadas y otros factores naturales y antropogénicos relacionados con la causa de las inundaciones. La misma información se puede añadir a un mapa con comentarios.

4.2.4.3 Daño producido o previsto

Deben describirse los lugares afectados en cada frecuencia de inundación y se deben enumerar los daños con el mayor detalle posible para cada período de retorno de la inundación. Es preferible valorar el daño en términos monetarios. Si esto no es posible, entonces el listado debe ser un catálogo detallado de todos los daños que han ocurrido o se espera que ocurran con relación a las cinco frecuencias de inundación. Este inventario debe basarse en los daños históricos o en los daños proyectados cuando una evaluación del riesgo de inundación haya utilizado modelos para anticiparse a las futuras áreas de inundación y a los daños.

Cuando se elabora un catálogo de daños, se debe determinar un valor monetario para cada tipo de pérdida sobre la base de los costos de reposición; estos valores deben multiplicarse por el número de artículos y totalizarse para todas las pérdidas. Este proceso genera una estimación indicativa de la pérdida monetaria. El mismo proceso y los mismos valores deben aplicarse a todos los daños por inundación para que los resultados sean comparables.⁸

La información sobre los daños debe añadirse a los mapas con comentarios de forma resumida.

4.2.4.4 Grupos vulnerables

Debe elaborarse una lista de los grupos que se han visto más afectados por inundaciones en el pasado y/o que podrían verse afectados por inundaciones futuras.⁹ En esta lista se debe indicar el nivel de daño experimentado por cada grupo, en la medida en que se pueda identificar esta información. Puede incluir a personas que viven en un área inundada específica; las poblaciones pueden definirse por sus condiciones sociales o económicas (Ej.: ancianos, con menos recursos). Se debe explicar por qué se considera que determinados grupos se consideran vulnerables a las inundaciones.

En la mayoría de las evaluaciones de riesgo, se hacen supuestos sobre quién es más vulnerable, como los hogares con un solo jefe de familia (a diferencia de los hogares de una pareja), los hogares con bienes limitados, los ancianos, las personas con discapacidad y grupos marginados similares que sean más vulnerables a las amenazas; estos grupos pueden incluirse en la lista. Sin embargo, es necesario preguntarse si hay otros grupos que también sean vulnerables a las inundaciones y añadirlos a la lista.

En la medida de lo posible, la ubicación de estos grupos debe estar marcada en los mapas que indican la extensión espacial de las cinco frecuencias de inundación.

4.2.4.5 Capacidades–Grupos vulnerables

La lista de grupos vulnerables debe incluir una indicación de las capacidades con las que cuenta cada grupo vulnerable para resistir o responder a los daños causados por las inundaciones. Las capacidades se pueden describir como “la combinación de fortalezas, atributos y recursos disponibles” de un grupo vulnerable

⁸ While a comprehensive monetary loss number of each flood event is preferred, an indicative number for each event, using the same procedure for estimating losses for all floods, is an acceptable alternative.

⁹ Not all residents of a flooded area are assumed to be vulnerable, and the level of vulnerability will vary based on socioeconomic factors and location as well as the effectiveness of warnings, preparedness and evacuation capacities, all of which can be considered in assessing adaptive capacity.

tendientes a reducir los impactos negativos de las inundaciones¹⁰ y a menudo incluyen estrategias para enfrentarlas (lo que se hace en el caso de inundaciones) y adaptaciones (los cambios que se hacen, o pueden hacerse, para reducir el impacto de las inundaciones).

4.2.4.6 Capacidades – Instituciones

Conocer las capacidades de las comunidades y organizaciones para aplicar medidas de gestión de inundaciones es fundamental para seleccionar y gestionar los métodos óptimos para dicha gestión. Para evaluar y recopilar información sobre las capacidades que se utilizarán en la selección de métodos de gestión y en el proceso de elaboración del marco de la guía, se debe completar el cuadro de evaluación de la capacidad institucional para la gestión de inundaciones (vea la Hoja de trabajo del marco , capítulo 2), como parte de los documentos de apoyo para los resultados de la evaluación de riesgos.¹¹ (Si desea más información sobre las instituciones y la formulación de políticas, vea el capítulo 3)

4.3 PRIORIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Las evaluaciones de riesgos suelen incluir un proceso de priorización de los resultados para identificar los riesgos que deben abordarse primero. El orden de prioridad que resulte de la evaluación de riesgos debe indicarse en la columna 9 de la tabla con el resumen de los datos de evaluación de riesgos de inundación (Hoja de trabajo del marco , capítulo 2). Si la evaluación de riesgos no da como resultado una clara priorización de riesgos, se puede hacer una priorización inicial –por ejemplo, mediante parámetros de pérdidas financieras:

- Añada una décima columna a la tabla en la cual se divida el nivel de pérdidas por el número de personas afectadas y luego por la frecuencia prevista de las inundaciones, con lo cual se obtendrá la pérdida per cápita esperada por año.¹²
- Clasifique el nivel de pérdida per cápita por año de alto a bajo.

Las inundaciones que hayan causado las mayores pérdidas per cápita por año se consideran inicialmente como las de máxima prioridad, y el orden de prioridad disminuye a medida que disminuye la pérdida per cápita.

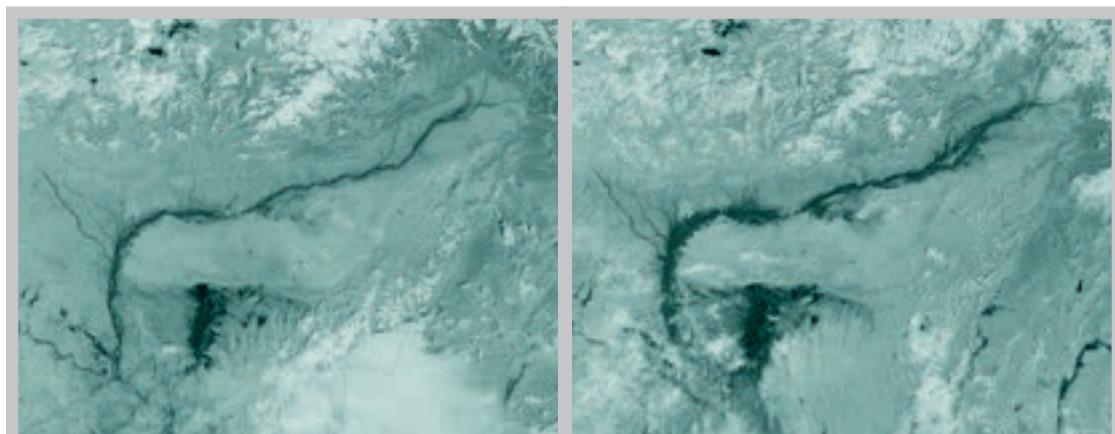
Las personas que participan en la evaluación del riesgo de inundación, conjuntamente con un grupo más amplio de participantes relevantes, cuando sea posible, deben confirmar la clasificación inicial. En algunos casos, la clasificación de los daños per cápita puede ocultar otros factores sociales importantes en el proceso de clasificación. Para abordar este aspecto, la clasificación inicial de los daños per cápita debe compararse con el impacto de las inundaciones en grupos vulnerables específicos (la columna 6 de la Hoja de trabajo , o sea, la tabla de resumen de datos del marco para la evaluación del riesgo de inundaciones). Teniendo en cuenta las capacidades de adaptación (columna 7), determine si es necesario ajustar las prioridades para reflejar mejor el impacto esperado de las inundaciones en los seres humanos y los medios de vida, o en otra prioridad identificada, como el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Estos cambios deberán aparecer en la columna 9 actualizada de la tabla. El proceso de priorización debe incluir una cuidadosa consideración de los factores de clasificación; no debe apresurarse, para minimizar la posibilidad de descartar áreas de importancia social, cultural o ambiental.

10 Marilise Turnbull y Edward Turvill, Participatory Capacity and Vulnerability Analysis: A Practitioner's Guide (Análisis de la capacidad participativa y la vulnerabilidad: una guía para profesionales), Oxfam Policy and Practice: Climate Change and Resilience 8 (Políticas y prácticas de Oxfam: Cambio climático y resiliencia 8, no. 1, Febrero 2012, 71-113).

11 Si desea más información sobre los métodos de mapeo institucional, vea SPICOSA Project Report (Informe del Proyecto SPICOSA), http://www.coastal-saf.eu/design-step/support/introducing_institutional_mapping.pdf, and the World Bank's Institutional Perception Mapping, <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTSOCIALDEVELOPMENT/EXTTOPPSISOU/0,,contentMDK:20591794~menuPK:1572522~pagePK:64168445~piPK:64168309~theSitePK:1424003~isCURL:Y,0.html>

12 Por ejemplo, 20,000 personas afectadas por pérdidas de \$400,000 por una inundación que se espera que ocurra en 20 años; o \$20 de pérdidas por persona, divididas entre 20, el número de años que se espera que transcurran entre las inundaciones, o una pérdida promedio de \$1 por persona por año durante el período en que se espera que la inundación ocurra.

4.4 EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES Y NECESIDADES Y FUENTES DE INFORMACIÓN RELACIONADAS CON SU GESTIÓN



Images courtesy of NASA

Imágenes satelitales de la NASA donde se aprecia el Río Brahmaputra que corre por la India y Bangladesh. En la primera fotografía se ve el río en un año con una precipitación pluvial normal y en la segunda se ve el río crecido en 2014, luego de un año de serias inundaciones debido a precipitaciones pluviales y agua de deshielo por encima de las normales.

En esta sección se resumen los tipos de información que son útiles tanto para evaluar como para seleccionar las técnicas de gestión de inundaciones. Además, se proporciona información sobre cómo recopilar y utilizar la información sobre las condiciones meteorológicas y la vigilancia de las inundaciones (útil en las evaluaciones y en la gestión de las inundaciones). Se incluye un análisis del papel que desempeñan el SIG, la teledetección y la modelización de las cuencas en la generación de información para la gestión de inundaciones.

4.4.1 TIPOS DE INFORMACIÓN

La información necesaria para comprender el riesgo y gestionar las inundaciones abarca una serie de temas, y puede organizarse conforme a las siguientes categorías:

Datos hidrológicos: que incluyen el nivel o profundidad del agua; los caudales (generalmente en metros cúbicos por segundo); la precipitación (nieve y lluvia, en milímetros); las cantidades totales y por período de tiempo (por minutos u horas); las tasas de escorrentía y retención (en el suelo), y los caudales de los manantiales (metros cúbicos por segundo).

Datos geofísicos: que incluyen la naturaleza de la geología, el suelo, la pendiente de la cuenca, el aspecto (dirección de las caras de la pendiente) y los peligros presentes (Ej.: zonas de deslizamiento, actividad volcánica, probabilidad de terremotos, frecuencia y tipo).

Datos sobre el medio ambiente natural y artificial: que incluyen la ubicación de ríos, arroyos, lagos y otros cuerpos de agua y recursos naturales, así como la infraestructura construida, como carreteras, edificios, sistemas de riego, estructuras para la gestión de inundaciones y otras estructuras construidas que pueden tener un impacto en las inundaciones. Los datos sobre el medio ambiente artificial deben incluir también los sitios de importancia cultural, religiosa o social.

Datos sobre el paisaje y el uso de la tierra: que incluyen los tipos de cubierta del suelo (por ejemplo, la vegetación, las superficies duras); cómo se utiliza la tierra como recurso natural (Ej.: agricultura, pastos, vivienda); cómo ha cambiado el uso de la tierra con el tiempo y los planes de uso de la tierra, si existen.

Datos sociales: que incluyen datos sobre el número, la composición y la ubicación de la población; medios de vida y acceso a los activos de los medios de subsistencia (financieros, naturales, fiscales, sociales y físicos); educación; percepción y actitudes hacia el uso del medio ambiente y los recursos naturales; los conflictos potenciales, reales o pasados relacionados con el uso de los recursos naturales; y la existencia de organizaciones

o redes sociales con funciones en la gestión de los recursos naturales y de otro tipo en una cuenca (por ejemplo, comités forestales comunitarios, asociaciones de usuarios del agua de riego).

Datos de gobernanza: que incluyen información sobre la gestión de inundaciones o las autoridades a cargo de la gestión del agua pertinentes (si existen); las autoridades locales encargadas de la gestión de desastres, el uso de la tierra y la gestión de los recursos naturales y la planificación y los procedimientos que existen para hacerles frente a las inundaciones –como los de preparación, alerta, respuesta, y recuperación, y los planes y prácticas para la reducción de riesgos.

Datos sobre el impacto y la gestión de las inundaciones: que incluyen los datos sobre las pérdidas sufridas en el pasado a causa de las inundaciones, los lugares en que se han producido, y las repercusiones económicas y sociales de esas pérdidas. Esta categoría también incluye la inversión en la reducción del impacto de las inundaciones mediante intervenciones estructurales y no estructurales.

4.4.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

4.4.2.1 Fuentes humanas (informantes)

Las fuentes humanas –entre las que se incluyen los residentes locales y los grupos comunitarios que datan de mucho tiempo, los funcionarios del gobierno local y los especialistas que trabajan para el gobierno, las ONG, el sector privado o el sector académico (denominados, en conjunto, informantes)– pueden brindar información detallada y pertinente a nivel local sobre las causas y consecuencias de las inundaciones, así como identificar las opciones de gestión y las lecciones obtenidas de los esfuerzos realizados en el pasado para gestionar las inundaciones. Los informantes son una excelente fuente para comprender los aspectos sociales de las inundaciones.

La información proporcionada por los informantes es a menudo cualitativa –por ejemplo, una mujer mayor que habla de sus experiencias durante las inundaciones que ocurrieron cuando era joven. Esta información cualitativa, sin embargo, se puede organizar cuantitativamente mediante cuestionarios y/o entrevistas guiadas o conversaciones en grupo.¹³ Las fuentes humanas de datos pueden proporcionar un trasfondo más profundo de los problemas de inundaciones a partir de sus experiencias en una cuenca a lo largo del tiempo.

Los datos cuantitativos y el análisis de los factores de inundación suelen estar disponibles en las oficinas de los gobiernos locales o de las ONG y en las instituciones académicas locales o regionales. Estos datos se pueden incorporar a análisis más formales, incluyendo un SIG (ver sección 4.4.4).

Por último, aunque muchas organizaciones documentan las lecciones aprendidas, los informantes suelen ser una fuente de lecciones específicas y basadas en la experiencia sobre las causas y las consecuencias de las inundaciones, así como sobre lo que ha funcionado o no en la gestión de inundaciones en el pasado. Las entrevistas a los informantes locales son una parte esencial de cualquier evaluación o gestión del riesgo de inundación.

4.4.2.2 Informes y documentos

A continuación, se enumeran los recursos que pueden contribuir a la evaluación del riesgo de inundaciones. Muchos de ellos están disponibles en línea.

- registros de nivel y caudal de agua (Ej.: medidores de flujo), a menudo compilados en tablas y reportados mensual o anualmente por los coordinadores de recursos hídricos.
- informes oficiales sobre inundaciones y daños causados por inundaciones –útiles para conocer los detalles del proceso y el momento en que se produjo la inundación; datos completos sobre daños y recuperación; medidas y lecciones potenciales para la reducción de riesgos.

13 En el procedimiento guiado se usa un conjunto de preguntas formales para orientar el diálogo, con respuestas que son apropiadas para cada pregunta. Sin embargo, se debe permitir que el diálogo continúe sin preguntar y contestar cada pregunta en el orden que aparecen. Esta técnica es más apropiada para los diálogos de tipo abierto que se llevan a cabo en grupo.

- planes para la gestión de inundaciones, documentos de proyecto e informes finales que detallen el alcance del peligro de inundación (a menudo incluyen mapas de inundaciones) y los costos y beneficios de las opciones para la gestión de inundaciones
- artículos de investigación académica, informes y otras publicaciones que documentan el riesgo y los efectos de las inundaciones y que pueden incluir opciones de gestión de riesgos.
- dibujos, pinturas e imágenes que representan las inundaciones, a menudo útiles para comprender la escala de una inundación y para comunicar el impacto de la inundación a las audiencias destinatarias.
- artículos de prensa y libros sobre inundaciones, a menudo útiles para brindar una perspectiva más amplia de los efectos de las inundaciones, haciendo hincapié en sus efectos en las personas y las pérdidas que estas han sufrido.

4.4.2.3 Evidencia física

Si bien las pruebas históricas del impacto de las inundaciones se incluyen a menudo en informes y documentos y las proporcionan también los informantes, también están disponibles a partir de pruebas físicas, como inspecciones in situ de las áreas inundadas después de que los niveles de las aguas de una inundación hayan descendido; marcadores que registran los niveles de inundación históricos, y otras pruebas visuales de inundaciones anteriores, incluyendo las marcas del nivel de inundación en los edificios. Estas pruebas físicas ayudarán al usuario de la Guía a comprender cómo las inundaciones afectaron a un lugar en el pasado, y a educar a los actores relevantes sobre los efectos de las inundaciones y las opciones de gestión. Si bien la recolección de evidencia física se realiza mejor inmediatamente después de una inundación, los especialistas en hidrología o en inundaciones a menudo pueden recolectar información útil mucho después de una inundación. Por ejemplo, un hidrólogo podría evaluar la profundidad de la inundación y los caudales midiendo los cauces de los arroyos y las áreas inundadas, y un científico de suelos especializado en los impactos de las inundaciones puede identificar el alcance y el impacto de los sedimentos de las inundaciones.



© Jonathan Randal//WWF

Proyecto de reconstrucción de viviendas después de un desastre en la llanura inundable de Aceh, Indonesia.

4.4.2.4 Mapas de inundaciones y otros mapas

Los mapas de las zonas de inundación reales o potenciales se incluyen a menudo en los informes y documentos del gobierno, el sector académico o las ONG. Los mapas de inundación se pueden utilizar para

- verificar los daños reales de la inundación en conversaciones con los informantes y cuando se verifiquen mediante pruebas físicas;
- indicar los cambios en las áreas de impacto de las inundaciones, sobre la base de los cambios en las condiciones de las cuencas, inclusive el empeoramiento de las inundaciones o la reducción de los impactos de las inundaciones debido a los esfuerzos de gestión. Estos pueden incluir mapas elaborados usando modelos de inundación y un SIG para generalizar distintos escenarios de inundación.

Los mapas que cubren los siguientes aspectos también son útiles para la evaluación del riesgo de inundación y su gestión:

- información topográfica
- composición y límites de las cuencas hidrográficas
- características hidrológicas, geológicas y topográficas
- composición y límites de la llanura inundable
- magnitud histórica de las inundaciones
- cubierta del suelo y uso de la tierra
- infraestructura construida: carreteras, edificios, puentes, etc.
- formaciones de tierra y zonas de almacenamiento de agua (Ej.: humedales)
- áreas de conflicto reales o en potencia
- áreas protegidas y áreas de valor natural, cultural o social fuera de lo común
-

Al utilizar los mapas, el usuario de la guía debe tener en cuenta lo siguiente:

- Si un mapa está actualizado. Un mapa puede perder vigencia rápidamente debido a las inundaciones, el desarrollo de la construcción, así como los cambios en el medio ambiente y en el uso de la tierra. Siempre que sea posible, los mapas deben actualizarse antes de usarlos, o deben anotarse en ellos las diferencias entre la información que contiene el mapa y lo que realmente se encuentra sobre el terreno. (En algunos casos, estas diferencias pueden utilizarse para evaluar los impactos de las inundaciones.)
- La escala de un mapa. Cuando se combina, la información de los mapas a diferentes escalas es tan precisa como el mapa menos preciso. Si se combinan mapas a escalas 1:50,000 y 1:5,000, la precisión resultante es 1:50,000, mucho menor que la del mapa de 1:5,000.

Si no existen mapas apropiados o si los que existen no están actualizados, se pueden utilizar mapas participativos o de fuente colectiva.¹⁴ Esto se hace normalmente solicitando a uno o más informantes que marquen un mapa existente con los cambios o que dibujen un nuevo mapa que cubra la información requerida (Ej.: el alcance de la inundación más reciente). Estos datos pueden utilizarse para actualizar mapas antiguos o para crear nuevos mapas, generalmente mediante la transferencia de los datos a un SIG. Se puede encontrar información adicional sobre el mapeo participativo en Good Practices in Participatory Mapping (Buenas prácticas en mapeo participativo)¹⁵

Hay muchos mapas útiles para la gestión de inundaciones en línea, los cuales se pueden consultar mediante una búsqueda de palabras clave, utilizando términos técnicos (Ej.: "mapeo [o cartografía] de inundaciones") o geográficos (Ej.: "mapa de inundaciones de Yakarta").

4.4.2.5 Detección remota

La teledetección es la ciencia y el arte de obtener información sobre un objeto, área o fenómeno mediante el análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto con el objeto,

14 Entre los ejemplos de mapas participativos o cartografía realizada por grupos externos voluntarios se incluyen openstreetmap.org y Ushahidi.com.

15 Jon Corbett, Good Practices in Participatory Mapping: A Review Prepared for the International Fund for Agricultural Development (IFAD) (Buenas prácticas en mapeo participativo: un estudio elaborado para el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), 2009), http://www.ifad.org/pub/map/pm_web.pdf.

área o fenómeno en cuestión¹⁶ En los últimos años, la teledetección y el SIG (los datos digitales de la teledetección pueden incorporarse a un SIG) se han convertido en instrumentos fundamentales para la prevención de inundaciones, la reducción del riesgo de inundaciones y la vigilancia de las mismas.

Los datos de teledetección se recogen normalmente mediante un sensor que detecta (pasivo) o emite y detecta (activo) las ondas electromagnéticas en un satélite, avión, helicóptero, vehículo aéreo no tripulado (VANT) o globo. Las fuentes más comunes de imágenes de teledetección para la gestión de inundaciones son las siguientes:

- fotos aéreas, que a menudo datan de los años 50 o antes. Entre los retos más comunes propios de las fotos aéreas se incluyen los gastos y la necesidad de digitalizar las copias impresas para el SIG. El uso de los VANT permite obtener fotos aéreas más rápidamente y a un costo menor¹⁷ pero puede conllevar restricciones legales y otros problemas.¹⁸ Un método de bajo costo y generalmente menos problemático desde el punto de vista legal de la cartografía aérea es utilizar un globo o una cometa para recolectar las fotos aéreas.¹⁹
- imágenes de satélite, disponibles en fuentes comerciales (Ej.: Google Earth, Digital Globe) y otras sin fines de lucro. Estas imágenes, que pueden tener más de 20 años, son útiles para evaluar los cambios que se han dado en las cuencas, el uso de la tierra, las áreas urbanas, las costas y los cauces de los ríos a lo largo del tiempo. Tenga en cuenta que el acceso al sistema de las Naciones Unidas, sin costo alguno, normalmente requiere que exista la amenaza de una catástrofe o una catástrofe real.

Muy a menudo, los organismos nacionales que participan en la teledetección –o los programas universitarios de geografía, teledetección, cartografía, uso de la tierra, gestión del medio ambiente o gestión de desastres– tienen acceso a imágenes satelitales y a un SIG, así como a la capacidad de realizar al menos análisis básicos. Estos servicios pueden ser gratuitos o de bajo costo y pueden requerir que los estudiantes realicen una práctica, particularmente a nivel de graduados.²⁰ En algunos casos, estas organizaciones pueden acceder a imágenes a través de la "Carta Internacional: el Espacio y los Grandes Desastres" y realizar análisis detallados a nivel local.²¹

4.4.3 RECOPILACIÓN DE DATOS LOCALES

Es fundamental que el usuario de la guía comprenda el contexto local de las inundaciones, entre los que se incluyen: la información sobre las precipitaciones y las temperaturas locales y los niveles de viento y agua. Los coordinadores necesitan esta información para llevar a cabo el monitoreo en tiempo real y dar la alerta sobre posibles inundaciones; para comprender cómo puede cambiar el riesgo de

INFORMACIÓN ADICIONAL



Fuentes seleccionadas de imágenes y análisis satelitales

La Carta Internacional: el espacio y los grandes desastres es un sistema unificado de adquisición y entrega de datos espaciales a los afectados por los desastres (<https://www.disasterscharter.org>). ONU-SPIDER conecta la gestión del riesgo de desastres con las comunidades espaciales y facilita el desarrollo de capacidades y el fortalecimiento institucional (<http://www.un-spider.org/links-and-resources/data-sources>). UNOSAT (a través de UNITAR) apoya las operaciones internacionales de asistencia humanitaria para responder a las crisis (<http://www.unitar.org/unosat/maps>). El Sistema de Distribución de Datos sobre Peligros (HDDS por sus siglas en inglés) brinda acceso a imágenes de antes y después de las inundaciones y otros desastres (<http://hddsexplorer.usgs.gov/>).

17 Vea los blogs: DroneFlyersCraig I., "Quadcopter Aerial Photography and Video on a Shoestring Budget – Drone Flyers," (Fotografía y videos aéreos con cuadrirotos con un presupuesto mínimo – drones) Drones, Mayo 4, 2014, <http://www.droneflyers.com/2014/05/quadcopter-aerial-photography-video-shoestring-budget/>; SUAS News, "Drone Imagery Helps Map Flood Risk," (Las imágenes de los drones ayudan a mapear el riesgo de inundaciones") junio de 2015, <http://www.suasnews.com/2015/06/drone-imagery-helps-map-flood-risk/>.

18 Vea Daniel Gilman, Unmanned Aerial Vehicles in Humanitarian Response (Vehículos aéreos no tripulados para la respuesta humanitaria), Serie de políticas y estudios de la OCAH 10, junio de 2014

19 Vea Stewart Long, "An Illustrated Guide to Grassroots Mapping," ("Una guía ilustrada al mapeo de base") consultado la última vez el 12 de marzo de 2016, http://archive.publiclaboratory.org/download/Grassroots_Mapping_English_2_0.pdf.

20 Si desea ver un ejemplo de cartografía gratuita o de bajo costo, vea openaerialmap.org.

21 Vea (UNOOSA), "International Charter Space and Major Disasters," ("Carta Internacional 'El espacio y los grandes desastres'") ONU-SPIDER Portal de conocimientos, consultado en febrero de 2016, <http://www.un-spider.org/space-application/emergency-mechanisms/international-charter-space-and-major-disasters>.

inundación con el tiempo y para evaluar la eficacia de las actividades de gestión de inundaciones. Con toda facilidad, una comunidad puede comenzar a recopilar datos climáticos y realizar análisis sencillos de los riesgos de inundación utilizando recursos de fácil acceso. Además, un sistema comunitario de vigilancia de las condiciones meteorológicas puede contribuir a la participación de la comunidad en la gestión del riesgo de inundaciones y a su apropiación. (Si desea más información sobre cómo la participación de la comunidad beneficia a la gestión de inundaciones, vea el capítulo 3.)

4.4.3.1 Estación meteorológica local

Se necesitan datos sobre la precipitación, la temperatura y el viento para definir las condiciones que podrían provocar inundaciones. Estos datos suelen estar disponibles en los SMHN, las estaciones agrícolas o las autoridades de las cuencas fluviales, entre otros.

Para complementar estas fuentes (y para recopilar datos cerca de las zonas en riesgo de inundación), se puede construir una estación simple para recopilar datos de precipitación, temperatura y viento a un costo mínimo. Una estación básica consta de lo siguiente:

- Un medidor de lluvia o nieve que se monitorea una vez cada 24 horas a la misma hora cada día (preferiblemente después del período normal de mayor precipitación) y que muestra la precipitación total en milímetros (mm) registrada; este medidor debe vaciarse una vez al día. Los pluviómetros se pueden comprar o se pueden construir cortando una botella de plástico de 1.5 litros justo debajo de la parte superior y colocándola invertida sobre la parte inferior de la botella como colector. El lado de la botella se puede marcar en milímetros, o se puede usar una regla para medir la profundidad del agua.²²
- Un termómetro cuyos resultados se registran dos veces al día; por ejemplo, al amanecer y a las 1500 horas. (El termómetro debe protegerse de la luz solar directa.)
- Una manga de viento cuyas mediciones se registran al mismo tiempo que la temperatura. Deben indicarse la dirección del viento –usando las direcciones de una brújula (Ej.: norte, suroeste, etc.)– y la fuerza del viento (ver apéndice C, Escala de viento de Beaufort). La manga de viento se puede hacer con un trozo de tela de un metro de largo y debe estar por lo menos a tres metros del suelo, sin que la obstruyan edificios o árboles.

Los datos de precipitación, temperatura y viento se registran en un informe diario (y se pueden publicar en una pizarra pública) para su posterior análisis.

Comuníquese con la oficina local de servicios meteorológicos para obtener más información sobre cómo instalar una estación meteorológica.²³

4.4.3.2 Medidor de nivel de agua

Un medidor de nivel de agua en el arroyo o río más cercano puede complementar la estación meteorológica. Este medidor –que puede ser un poste macizo colocado en un arroyo, o marcas hechas en el estribo de un puente– debe indicar claramente la profundidad del agua mediante medidas en decímetros (por ejemplo, en barras blancas y negras alternas, cada una de las cuales marca 10 cm de altura, con el fin de que el nivel del agua se pueda ver con seguridad desde la orilla). El medidor de agua se debe monitorear al mismo tiempo que se lee el medidor de precipitación, y los datos se deben registrar junto con los datos meteorológicos.

Se puede solicitar asesoramiento del personal de la estación meteorológica local o del servicio hidrológico nacional para instalar la estación de medición de caudales de los ríos.

22 En aquellos lugares donde se recolecta nieve en el medidor, quite el colector (la parte superior de la botella que se ha cortado) antes de que empiece a nevar. Derrita la nieve para medir la cantidad de agua de nieve que se recolectó. Dado que hay distintos tipos de nieve, la cantidad de agua que queda al derretirse la nieve es más importante que la profundidad de la nieve.

23 Tome nota de que la misma estación se puede usar para monitorear las sequías.

4.4.3.3 Recolección y organización de datos

Los grupos comunitarios (Ej.: una asociación de usuarios de agua, un grupo de jardinería de mujeres) pueden organizar la recolección de datos climáticos. La recolección de datos también puede integrarse en las actividades escolares a través de grupos de jóvenes, como el club de observadores del clima, o como parte del plan de estudios normal.

4.4.4 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE DATOS

4.4.4.1 Sistema de información geográfica

Un SIG es un software que permite la manipulación de información espacial almacenada digitalmente. Un SIG proporciona un marco para convertir los datos brutos en resultados claros y puede utilizarse para analizar, modelar, evaluar, planificar, informar y tomar decisiones (vea la figura 4.1). El software de SIG permite mapear y analizar la información que pueda servir de guía para la evaluación del riesgo y las decisiones de planificación.

En el contexto de la gestión del riesgo de inundaciones, los softwares de SIG se pueden utilizar para

- evaluar el impacto de las inundaciones históricas.
- identificar las zonas en riesgo de inundación y las pérdidas que podrían ocasionar las inundaciones de diferentes niveles.
- planificar las rutas de evacuación, designando áreas abiertas que puedan utilizarse en caso de inundación y planificar las intervenciones para reducir el impacto de las inundaciones.
- monitorear las condiciones de inundación en tiempo real.
- ilustrar un plan espacial local y su ubicación en la cuenca.
- analizar los datos sociales, económicos y de otro tipo sobre las poblaciones en riesgo debido a una inundación
- visualizar y cuantificar el daño a la infraestructura gris y verde.

Un SIG permite la manipulación de diferentes conjuntos de datos almacenados para evaluar las variaciones en el impacto potencial de las inundaciones. Por ejemplo, un SIG se puede utilizar para mostrar cómo la adición de un embalse de retención para inundaciones puede reducir la profundidad y la superficie de una inundación, indicando así la eficacia de las intervenciones a distintos niveles en la gestión de inundaciones. Si bien la elaboración de modelos utilizando un SIG puede ser complicada, la realización de cambios sencillos en los datos específicos de un SIG (Ej.: la adición de un embalse de retención) puede mostrar los efectos de las intervenciones (Ej.: una reducción del caudal), contribuyendo así a la toma de decisiones sobre las opciones para la gestión de inundaciones.

Existe una variedad de paquetes de software SIG, que van desde los gratuitos hasta los costosos (>\$1,000/año) y que ofrecen una amplia gama de capacidades. Los paquetes comerciales como ESRI ArcGIS™ son los más comunes y proporcionan a los usuarios un amplio conjunto de extensiones y herramientas, incluyendo una plantilla de aplicación de planificación de inundaciones y un modelo hidrológico. También hay paquetes SIG de código abierto (gratuito), como GRASS, QGIS y SAGA GIS.²⁴



Image courtesy of NOAA

**ILUSTRACIÓN 4.1 UN ESQUEMA
DE LAS CAPAS DE SIG
UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS**

24 Entre las fuentes de software para sistemas operativos se encuentran: para Linux, <http://www.linuxmint.com/> y <http://www.ubuntu.com/>; para Windows, Mac, y Linux, <http://www.osgeo.org/>.

4.4.4.2 Modelado de inundaciones

El modelado de inundaciones implica la recolección de datos sobre precipitaciones, caudales, uso de la tierra y cubierta del suelo y otros factores; el acceso a información topográfica; y el uso de fórmulas para proyectar la altura y extensión de las aguas de una inundación en las condiciones específicas establecidas en el modelo. En el libro Flood Mapping (Mapeo de las inundaciones), disponible en línea de forma gratuita, se puede encontrar una visión general del modelado de inundaciones.²⁵

El método racional es un proceso simple para modelar la escorrentía en áreas urbanas y cuencas pequeñas.²⁶ En el modelo se utilizan datos sobre la intensidad de las lluvias, la pendiente de la cuenca, el área de drenaje y la naturaleza de la cubierta del suelo para realizar una proyección de la descarga máxima de agua en el extremo inferior de la cuenca.

Aunque el método racional no es tan preciso como otros modelos más complejos, brinda resultados que son útiles para definir el volumen pico (metros cúbicos por segundo) de agua que se espera en una cuenca al ocurrir un cierto nivel de precipitación. Al cambiar el volumen de precipitación esperado, se pueden estimar diferentes caudales. Si bien la descarga máxima por sí sola no indica el área que se inundará, se puede utilizar para determinar los requisitos de capacidad máxima de los canales de inundación, drenajes y canaletas, y el impacto de la retención o desviación de las inundaciones.

Las instrucciones sobre el uso del método racional están disponibles en la web, especialmente en los cursos académicos y en la guía del sistema de drenaje. “Una guía de estudio sobre la versión empírica del método racional para calcular la escorrentía pico de la descarga” contiene una visión general del método racional y cómo se puede aplicar²⁷

La modelación de inundaciones más compleja es apropiada para las cuencas medianas y grandes y debe llevarse a cabo si se tienen suficientes recursos para contratar a un hidrólogo o la posibilidad de trabajar con una universidad.

4.4.4.3 Análisis del clima local y de los niveles de los caudales

Los datos locales sobre el clima y el nivel de los caudales pueden analizarse de varias maneras. Un enfoque simple pero útil es utilizar los datos recopilados a lo largo de un año o más para responder a las preguntas de la tabla 4.1. Las respuestas a estas preguntas proporcionan una base para identificar las condiciones climáticas y el nivel de agua que podrían provocar inundaciones. Las respuestas deben actualizarse anualmente a medida que se disponga de nuevos datos. Para involucrar mejor a una comunidad en la gestión de las inundaciones y otros riesgos climáticos, un informe mensual (utilizando gráficas con los datos recopilados) se puede colocar cerca de la estación meteorológica o en otro lugar que se visite con frecuencia.

25 Programa Asociado de Gestión de Crecientes (APFM), ed., Flood Mapping (Mapeo de inundaciones), Integrated Flood Management Tools (Herramientas para la gestión integrada de inundaciones, no. 20) (Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial: Programa Asociado de Gestión de Crecientes, 2013), http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_20.pdf.

26 Gordon Keller y James Sherar, Low-Volume Roads Engineering: Best Management Practices Field Guide (Ingeniería de caminos con bajo volumen: Guía de campo de las mejores prácticas de gestión)(Washington, DC: USAID, 2003), http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadb595.pdf.

27 Bruce Carey, “A Study Guide on the Empirical Version of the Rational Method to Estimate Peak Discharge Runoff,” (“Una guía de estudio sobre la versión empírica del método racional para estimar la escorrentía de descarga pico”), julio de 2014, <http://landcare.org.au/wp-content/uploads/2013/01/Empirical-version-of-the-Rational-method-to-estimate-peak-discharge-Runoff.pdf>.

TABLA 4.1 PREGUNTAS GUÍA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS SENCILLO DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS Y DEL NIVEL DEL CAUDAL

PREGUNTA	IMPLICACIÓN
¿Cuándo (en qué meses, días) durante el año ocurre la mayor parte de las precipitaciones?	Al conocer los períodos de máxima precipitación se pueden identificar las épocas del año en las que es posible una inundación.
¿Cuándo (en qué meses, días) durante el año se dan los niveles más altos del río / arroyo?	Al conocer cuándo están más altos los niveles de los ríos y arroyos se puede determinar la época en la que podría ocurrir una inundación.
¿Las precipitaciones copiosas y los niveles altos de los ríos y arroyos ocurren a la misma hora o casi a la misma hora durante el día?	Al conocer si las precipitaciones copiosas y los altos niveles de los ríos y arroyos ocurren casi al mismo tiempo se puede determinar cuándo pueden ocurrir inundaciones debido a las precipitaciones.
¿Los períodos con temperaturas más altas y los niveles altos de los ríos y arroyos ocurren al mismo tiempo o casi al mismo tiempo?	Al saber si las temperaturas más altas y los niveles más altos de los ríos y arroyos y las inundaciones ocurren casi al mismo tiempo se puede determinar cuándo pueden ocurrir inundaciones debido a las altas temperaturas (Ej.: por el derretimiento de la nieve o el hielo).
¿Los períodos de fuertes vientos y altos niveles de ríos y arroyos ocurren al mismo tiempo o casi al mismo tiempo?	Los vientos fuertes se asocian a menudo con tormentas que pueden desencadenar abundantes precipitaciones. Al enterarse si los fuertes vientos y los altos niveles de los ríos y arroyos ocurren casi al mismo tiempo se puede determinar cuándo pueden ocurrir inundaciones debido a tormentas que ocurran en otro lugar que no sea el sitio donde se están recolectando los datos.

4.5 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

En la Guía se recomienda que los coordinadores comprendan las características básicas de una cuenca (vea el capítulo 3). El conocimiento de estas características y la posibilidad de compararlas con las de otras cuencas puede ayudar a comprender mejor las causas de las inundaciones y las medidas necesarias para su gestión.

Para las cuencas muy grandes puede ser necesario desglosar la caracterización por subcuenca (Ej.: elevación superior, elevación inferior), especialmente si hay diferencias significativas en las características a lo largo de la cuenca.

Un coordinador puede utilizar una variedad de fuentes de información para caracterizar una cuenca. (En la sección 4.4 de este capítulo se incluye una visión general de las fuentes.) El mapeo (que también se describe en este capítulo) es una de las maneras más efectivas de registrar y presentar información. Además, se identifican posibles fuentes de información para la tabla sobre Caracterización de las cuencas (vea la Hoja de trabajo del marco ).

El proceso de caracterización de las cuencas consta de dos etapas:

1. Completar la tabla de caracterización de cuencas
2. Completar el Informe de caracterización de cuencas

Ambos pasos implican el uso de un mapa de la cuenca para documentar la información recolectada.

4.5.1 MAPAS DE LAS CUENCAS

Se necesita un mapa de la cuenca para ambas etapas de caracterización (vea la sección 4). El mapa debe ser lo suficientemente detallado como para identificar los aspectos físicos esenciales de la cuenca –entre los que se incluyen la infraestructura y las áreas ocupadas, los arroyos, los ríos y otras características físicas– y debe tener espacio para hacer anotaciones. En general, se necesita un mínimo de dos copias del mapa: una para completar la tabla de Caracterización de cuencas y otra para el Informe de Caracterización de cuencas. (El primer mapa puede considerarse un documento de trabajo y el segundo, debe ser una presentación más formal de la información recopilada.)

4.5.2 TABLA DE CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS

La tabla de Caracterización de las cuencas (Hoja de trabajo del marco , capítulo 2) la deben completar aquellos que viven en la cuenca, basándose en sus conocimientos y observaciones, lo cual incluye la información clave detallada en el capítulo 3. Si bien una persona familiarizada con la cuenca puede completar la tabla, se recomienda que grupos de miembros de la comunidad participen en el proceso. También se pueden utilizar aportes de especialistas –por ejemplo, de los coordinadores del agua, los actores relevantes en la agricultura, los coordinadores de recursos naturales y/o los agentes forestales– para completar el formulario o añadir detalles técnicos.

El coordinador completa la tabla marcando con un círculo las respuestas apropiadas a las 13 preguntas de la primera columna y añadiendo texto. Las respuestas también deben anotarse cuando sea apropiado en el mapa de la cuenca.

Como mínimo, debe adjuntarse un mapa de trabajo al informe de caracterización (vea la sección 4.5.1). La siguiente información debe anotarse en el mapa:

- áreas con pendientes distintas
- suelos
- vegetación
- humedales
- lagos y pantanos
- uso dominante de la tierra
- infraestructura clave
- zonas urbanas edificadas

El mapa utilizado para la tabla de Caracterización de cuencas puede proporcionar un punto focal para las discusiones, y los usuarios deben sentirse en libertad de revisar y cambiar las marcas y anotaciones durante todo el proceso de caracterización.

En el cuadro también se incluye información resumida sobre las consecuencias de las diferentes respuestas o aportes relativos a las inundaciones y la gestión de estas. (Vea el capítulo 5, donde se explica cómo se pueden utilizar estas implicaciones en la selección de los enfoques apropiados para la gestión de las inundaciones.)

4.6 RECURSOS ADICIONALES

1. Associated Programme on Flood Management (APFM). *Flood Mapping. Integrated Flood Management Tools Series*, no. 20, (Geneva: WMO, 2013), http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_20.pdf.
2. Disaster Assessment Portal, <http://www.disasterassessment.org/default.asp>.
3. International Charter: Space and Major Disasters, <https://www.disasterscharter.org>.
4. International Fund for Agriculture (IFAD). *Good Practices in Participatory Mapping: A review prepared for the International Fund for Agriculture*, 2009, http://www.ifad.org/pub/map/pm_web.pdf.
5. International Federation of Red Cross and Red Crescent Global Disaster Preparedness Center, [PrepareCenter.org](http://preparecenter.org/topics/community-risk-assessment), <http://preparecenter.org/topics/community-risk-assessment>.
6. UNISDR, PreventionWeb, <http://www.preventionweb.net/english/professional/trainings-events/edu-materials/?tid=44>.
7. UNOSAT (via UNITAR), <http://www.unitar.org/unosat/maps>.
8. UN-SPIDER, <http://www.un-spider.org/links-and-resources/data-sources>.
9. USAID, NOAA, SERVIR, <https://www.servirglobal.net/default.aspx>.
10. USGS, Hazards Data Distribution System (HDDS), <http://hddsexplorer.usgs.gov/>.

5. MÉTODOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

5.1 CONTENIDO DE LA SECCIÓN

En este capítulo se analizan los métodos estructurales y no estructurales clave para la gestión del riesgo de inundaciones (vea la ilustración 5.1). El enfoque de la gestión integral de inundación (IFM) en la gestión del riesgo de inundaciones (vea el capítulo 3) va más allá de la mera aplicación de métodos duros o blandos; incluye todo el proceso de selección y aplicación de la mejor combinación de métodos estructurales y no estructurales, naturales o basados en la naturaleza.

Las inundaciones ocurren en una cuenca –un área con una variedad de componentes geológicos, ecológicos y sociales intrínsecamente relacionados. El éxito de los métodos de gestión del riesgo de inundaciones depende de su adecuación a la naturaleza de las intervenciones previstas, la escala de la intervención y el lugar de la cuenca en donde se aplican.

En la tabla 5.1 se presenta un marco de los métodos seleccionados para la gestión del riesgo de inundaciones basados en el tipo y el nivel de las intervenciones previstas.

Por lo general, los objetivos de gestión del riesgo de inundaciones se dividen en tres categorías en función de la naturaleza de las intervenciones:

- ▶ REDUCIR, RETENER Y DETENER LOS FLUJOS DE LAS INUNDACIONES
- ▶ MEJORAR LA CONDUCCIÓN DEL AGUA Y AUMENTAR LA RESISTENCIA A LOS DAÑOS EN LAS VÍAS FLUVIALES
- ▶ ADAPTARSE A LAS INUNDACIONES

En la Tabla 5.1 se identifica qué métodos son aplicables a estas categorías.

Las inundaciones tienen consecuencias a múltiples niveles, incluidos los nacionales y regionales, las cuencas, las llanuras inundables, las comunidades y los hogares. Por lo tanto, los métodos deben seleccionarse en función de los requisitos específicos a diferentes escalas (vea la ilustración 5.2).

Se recomienda a los coordinadores que apliquen primero métodos no estructurales de IFM y luego, si es necesario, incluyan métodos estructurales (duros o blandos) como parte de un enfoque integrado. Los usuarios de la guía deben tener en cuenta que, rara vez o nunca, será útil el uso de un único método de gestión de inundaciones. Los coordinadores deben seleccionar métodos que mejoren la eficacia de los métodos de gestión del riesgo de inundaciones existentes.

El resto de este capítulo está estructurado de la siguiente manera:

En las secciones 5.2 y 5.3 se presentan determinados métodos de gestión del riesgo de inundaciones estructurales y no estructurales, y se describen brevemente importantes consideraciones de diseño. En la sección 5.4 se trata la aplicabilidad de diferentes métodos basándose en el tipo de inundación y su ubicación en la cuenca. En las secciones 5.5 y 5.6 se analizan las consideraciones importantes relacionadas con la implementación, operación y cierre. En la sección 5.7 se comparan los beneficios de combinar diferentes métodos duros y blandos. En la sección 5.8 se proporciona información de orientación sobre los costos y las necesidades de recursos de los diferentes métodos. En la sección 5.9 se ofrece una visión general del monitoreo y evaluación de los proyectos para la gestión del riesgo de inundaciones.

En la guía no se brinda orientación técnica específica sobre las tareas necesarias para el diseño y la implementación de estos métodos, como los estudios hidrológicos, los estudios de factibilidad, la evaluación ambiental, el diseño integral de ingeniería/bioingeniería, el análisis de costos, la evaluación de proyectos o la gestión de la construcción. Estas tareas son específicas del contexto local y siguen métodos científicos establecidos; por lo tanto, el usuario de la guía debe involucrar a un equipo multidisciplinario, según lo requiera el contexto local, con el fin de planificar un proyecto específico para la gestión del riesgo de inundaciones y adquirir conocimientos especializados. La guía le ayudará al usuario a identificar los conocimientos especializados y los recursos que se necesitan para algunas de estas tareas.

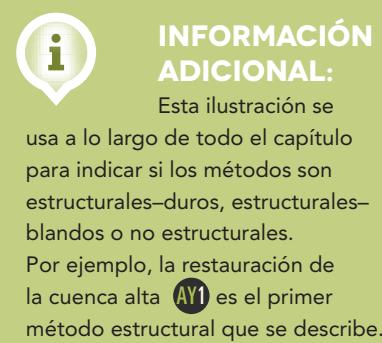
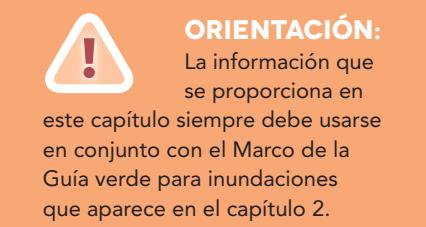
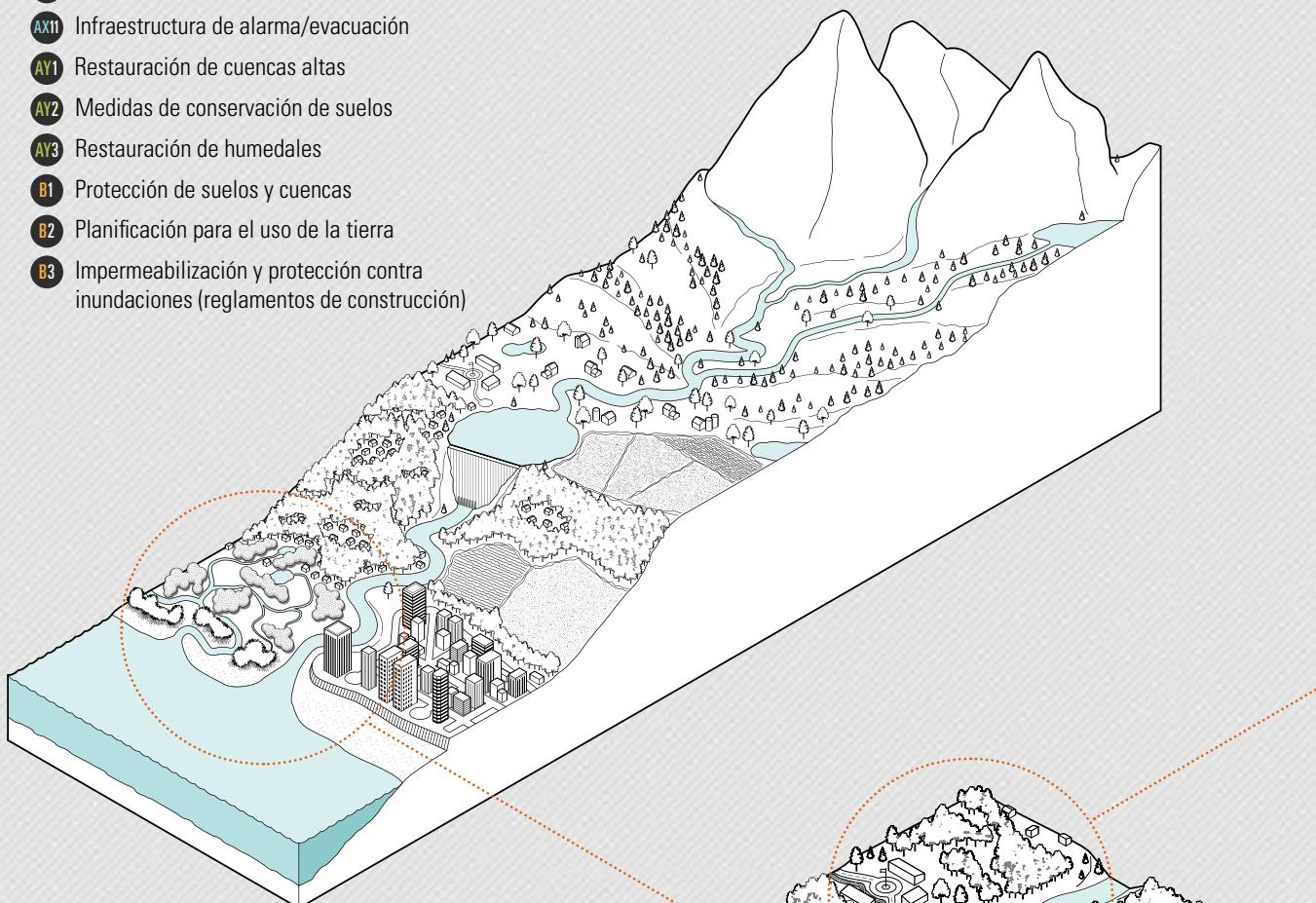


ILUSTRACIÓN 5.1 MÉTODOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA GESTIÓN DE RIESGO DE INUNDACIONES

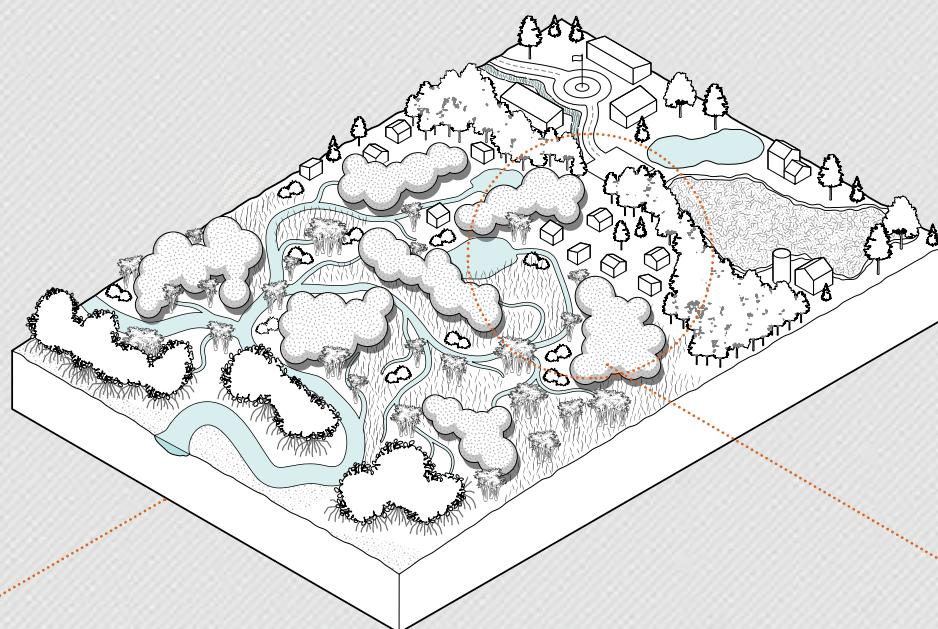
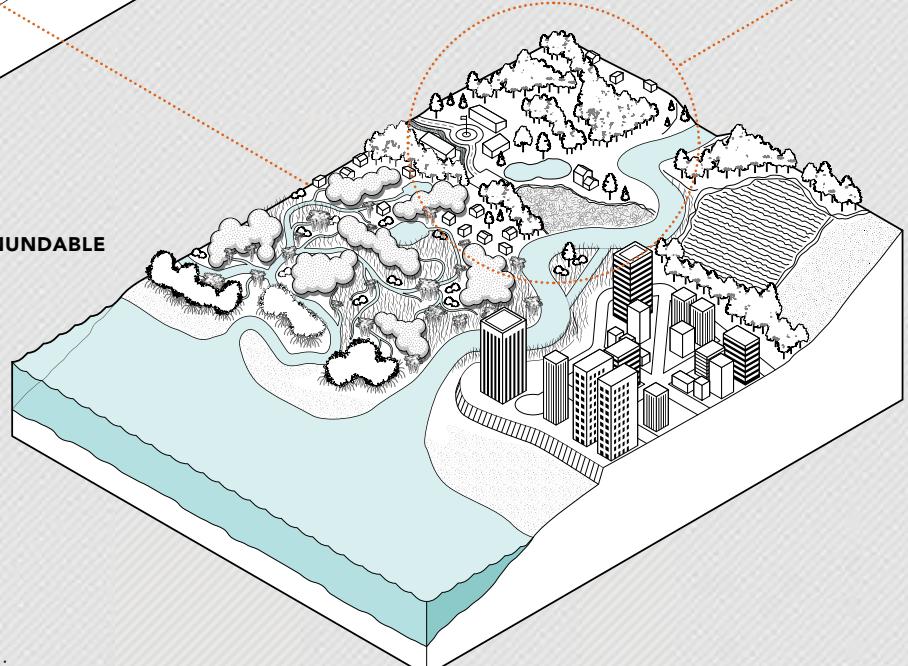
APLICACIONES A NIVEL DE CUENCA

- AX1** Represas y reservorios
- AX2** Desvíos
- AX11** Infraestructura de alarma/evacuación
- AY1** Restauración de cuencas altas
- AY2** Medidas de conservación de suelos
- AY3** Restauración de humedales
- B1** Protección de suelos y cuencas
- B2** Planificación para el uso de la tierra
- B3** Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción)



APLICACIONES A NIVEL DE LLANURA INUNDABLE

- AX3** Humedales artificiales
- AX4** Diques
- AX5** Ensanchamiento y ahondamiento
- AX6** Aliviaderos de crecientes
- AX7** Bombeo
- AX8** Redes de drenajes artificiales
- AX9** Espolones y muros de contención
- AX10** Infraestructura para usos múltiples
- AY6** Estanques y lagunas de retención
- AY7** Restauración del canal natural de drenaje
- AY8** Restauración de la vegetación ribereña
- AY9** Eliminación de barreras
- B2** Planificación para el uso de la tierra
- B4** Mantenimiento habitual de las obras de toma
- B5** Marco para monitoreo y alerta de inundaciones
- B7** Concienciación y preparación de la comunidad para las inundaciones



APLICACIÓN A NIVEL COMUNITARIO

- AX7** Bombeo
- AX10** Infraestructura usos múltiples
- AY4** Zanjones y dispositivos filtrantes
- AY5** Cosecha de lluvia
- AY6** Estanques y lagunas de retención
- AY7** Restauración del canal natural de drenaje
- AY8** Restauración de vegetación ribereña
- B2** Planificación para uso de tierra
- B3** Impermeabilización y protección contra inundaciones
- B6** Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra
- B7** Concienciación y preparación de la comunidad para las inundaciones



APLICACIONES A NIVEL DE HOGARES

- AY4** Zanjones y dispositivos filtrantes
- AY5** Cosecha de lluvia
- B3** Impermeabilización y protección contra inundaciones
- B7** Concienciación y preparación de la comunidad para las inundaciones

ILUSTRACIÓN 5.2 ESCALA DE APLICACIÓN
DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES
Y NO ESTRUCTURALES

ESCALA DE APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES DE LA GUÍA VERDE PARA LAS INUNDACIONES



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



World Wildlife Fund. 2016. Gestión de inundaciones en forma natural y basada en la naturaleza: Una Guía verde Washington, DC: World Wildlife Fund. <http://envirodm.org/flood-management> © 2016 WWF. Todos los derechos reservados por World Wildlife Fund, Inc. Se autoriza la reproducción de esta publicación para fines educativos y no comerciales sin que sea necesario contar con la aprobación previa del propietario de los derechos de autor. Sin embargo, WWF Inc. solicita que se envíe una notificación escrita y que se haga el reconocimiento pertinente. WWF Inc. no requiere pago alguno por el uso no comercial de esta obra publicada y no implica, de ninguna manera, reducir el uso de las investigaciones y los hallazgos de WWF mediante los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción u otros usos de las fotografías que aparecen en esta publicación.

Descargo de responsabilidad: Esta guía ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

5.2 MÉTODOS ESTRUCTURALES

Durante miles de años, las civilizaciones han utilizado métodos estructurales para la gestión del riesgo de inundaciones. Hay terraplenes sumamente antiguos, que datan de alrededor del año 1000 a.C., en ciertos trechos del Río Nilo.¹ Los primeros pobladores de las llanuras del Indo y el Ganges de la India (2500 a.C.) utilizaron elementos de prevención, tales como los muros de contención –o muros bajos a lo largo de los contornos de las colinas–, como protección de las inundaciones.² Debido a las revoluciones agrarias y la expansión de los asentamientos urbanos en el siglo XIX los ingenieros se vieron obligados a desarrollar un enfoque sistemático de los métodos estructurales para la gestión del riesgo de inundaciones que, por lo general, se conocen como métodos de ingeniería para el control de inundaciones y para drenaje. La gestión estructural del riesgo de inundaciones comprendía tanto intervenciones de ingeniería (ingeniería dura), tales como terraplenes y presas, como intervenciones ecológicas (métodos blandos), como la conservación del suelo y la restauración de humedales (también conocidos como métodos naturales y basados en la naturaleza). La gestión integral de inundación (IFM) presta la misma atención a los métodos duros, blandos y no estructurales.

En este capítulo se analizan los métodos estructurales en relación con tres objetivos de gestión del riesgo de inundaciones (tabla 5.1):

- ▶ REDUCIR, RETENER Y DETENER LOS FLUJOS DE LAS INUNDACIONES
- ▶ MEJORAR LA CONDUCCIÓN DEL AGUA Y AUMENTAR LA RESISTENCIA A LOS DAÑOS EN LAS VÍAS FLUVIALES
- ▶ ADAPTARSE A LAS INUNDACIONES

5.2.1 MÉTODOS PARA REDUCIR, RETENER Y DETENER LOS FLUJOS DE LAS INUNDACIONES

La primera categoría de intervenciones estructurales para la gestión del riesgo de inundaciones consiste en reducir, contener (retener) o retrasar (detener) la entrada de agua (flujos de la inundación). Por lo general, estos métodos están diseñados para manejar una inundación de una magnitud dada –a lo que normalmente se llama inundación de diseño– que, estadísticamente, ocurre cada cierto número de años, el cual se denomina también el período de retorno. Sin embargo, los coordinadores deben tener en cuenta que cuando se consideran las incertidumbres debidas al cambio climático y a la variabilidad del clima, el estricto cumplimiento de tales normas probabilísticas (que suponen un clima estacionario) para seleccionar y diseñar los métodos puede reducir su eficacia. Por lo tanto, se deben tomar medidas que acomoden las incertidumbres, como se menciona en los capítulos 3 y 4. En las inundaciones causadas por precipitaciones (vea el apéndice A, Tipología de las inundaciones), se produce un caudal máximo, conocido como pico de la inundación (Il. 5.3), durante o después del evento de precipitación. El tiempo entre el inicio del evento y su pico se denomina tiempo de retardo (también llamado tiempo de retardo de la cuenca). La mayoría de los métodos descritos en las secciones 5.2.1.1 y 5.2.1.2 están diseñados para reducir el pico de la inundación y aumentar el tiempo de retardo.



ADVERTENCIA:

Las inspecciones, el mantenimiento, la limpieza y la reparación constantes de las estructuras de ingeniería dura son esenciales para mantener la estabilidad de la estructura. Podrían surgir problemas de funcionamiento y de seguridad si se pone en peligro la integridad y el funcionamiento apropiado de estos sistemas.

1 Douglas J. Brewer, *Ancient Egypt: Foundations of a Civilization* (Antiguo Egipto: las bases de una civilización) (Nueva York: Routledge, 2014).

2 L. Basham, *The Wonder That Was India* (La maravilla que era la India), 3^a edición. (Nueva Delhi: Pan McMillen, 2014).

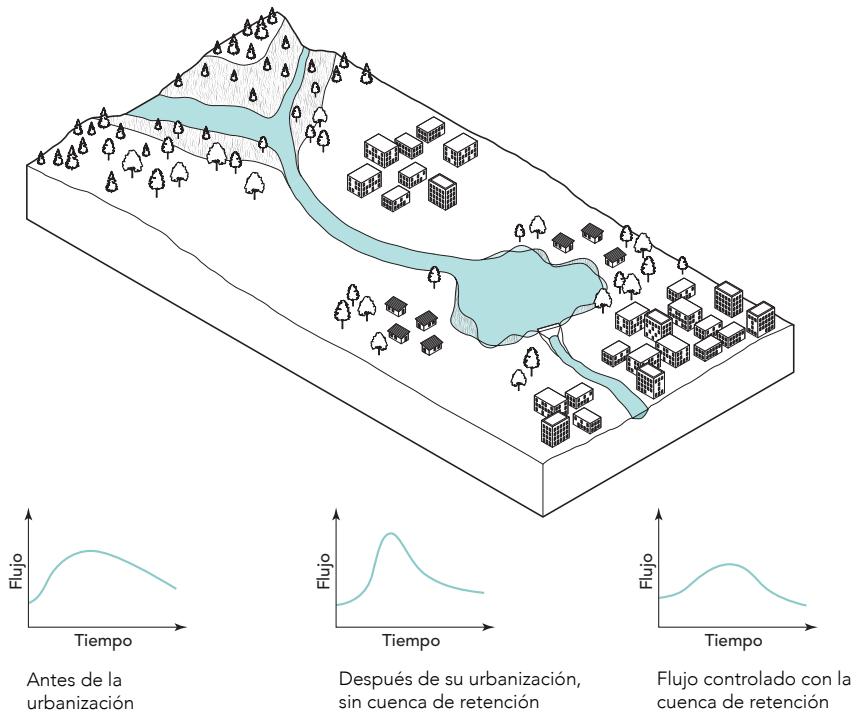


ILUSTRACIÓN 5.3 CÓMO CAMBIAN EL PICO DE LA INUNDACIÓN Y EL TIEMPO DE RETARDO CON LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES QUE REDUCEN, RETIENEN O DETIENEN EL FLUJO DE LAS INUNDACIONES

5.2.1.1 Métodos de ingeniería dura

REPRESAS Y RESERVIORIOS AXI

Un embalse para el control de inundaciones es un método de gestión del riesgo de inundaciones ampliamente utilizado para retener el agua de las inundaciones mediante su almacenamiento temporal. El agua se puede detener por un período corto (unos pocos días) o se puede retener a largo plazo para otros fines, como el riego o la generación de energía hidroeléctrica.

Normalmente, un reservorio se forma construyendo una presa en una vía fluvial principal. Para gestionar las inundaciones fluviales, los coordinadores pueden construir presas en los puntos más bajos y estrechos río arriba de la llanura inundable o del área objetivo. Los tipos de presas varían en función de la estructura y el tipo de material de construcción (tierra, concreto, rocas, madera, acero). La presa mantiene el agua hasta una altura determinada, lo que obliga a inundar un área río arriba, creando así el reservorio. El agua almacenada se libera luego por una tubería, un túnel o una compuerta en el fondo de la presa (Il. 5.4).

ADVERTENCIA:

Las presas solo protegen de las inundaciones frecuentes a un área

pequeña dentro de una llanura inundable y conllevan el riesgo de que se rompa la presa, lo que puede ser catastrófico. Las presas pueden aumentar el riesgo de inundación en otras áreas y pueden ser extremadamente perjudiciales para el proceso del ecosistema fluvial. Por lo tanto, en la guía no se fomenta el uso de presas como una solución viable para la gestión del riesgo de inundaciones. Se incluye la información sobre presas porque su uso es común en muchos países y, por lo tanto, es necesario abordar el tema.

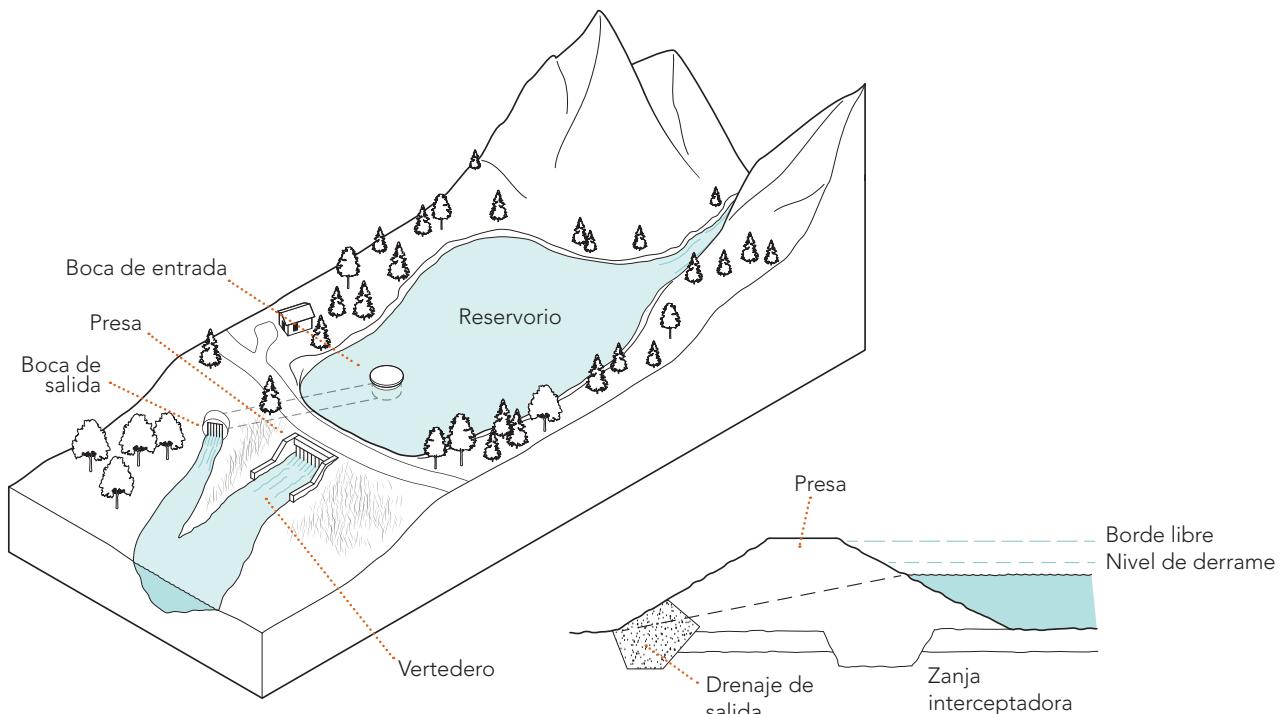


ILUSTRACIÓN 5.4 ESQUEMA GENÉRICO Y SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PRESA PEQUEÑA

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Reducir el pico de inundación y aumentar el tiempo de retardo almacenando agua.

Componentes principales: Presa, toma de agua, esclusa / boca de salida, aliviadero, compuertas (opcional).

Funcionalidad: El tamaño de una presa (y de un reservorio) está determinado por el volumen de agua (Ej.: metros cúbicos o acres-pies) que se almacena durante una tormenta. Cuanto más grande sea el almacenamiento, mejor funcionará el reservorio para reducir el pico de inundación y aumentar el tiempo de retardo. Este volumen de almacenamiento corresponde directamente a la altura (nivel de vertido) de la presa (Il. 5.4). En el caso de una tormenta en la que el caudal afluente exceda el volumen de almacenamiento diseñado, el exceso de agua deberá derramarse desde la presa utilizando un vertedero. Una presa debe tener una estructura de salida cuidadosamente diseñada (tubo de salida, compuerta de esclusa, túnel) para regular y liberar el agua periódicamente, y también para vaciar el reservorio si es necesario. A medida que la altura de la presa aumenta, ejerce una enorme presión sobre la base de la presa. Por lo tanto, el diseño estructural de la presa es muy importante para su funcionalidad y seguridad. Esto incluye la selección del tipo y los materiales de cimentación adecuados para la construcción de la presa (suelo, relleno de roca, concreto, acero, madera) y su tamaño. Independientemente del tamaño, los cimientos de la presa y los materiales de construcción deben seleccionarse y diseñarse cuidadosamente para soportar la presión del agua.

Seguridad: Si el agua se derrama por encima de la presa o se filtra una cantidad considerable por debajo de ella, la presa puede romperse. Por lo tanto, se aconsejan tres medidas de seguridad en el diseño. Primero, una altura adicional llamada borde libre que se puede añadir al nivel de derrame cuando se determina la altura de la presa (Il. 5.4). Segundo, los vertederos deben dimensionarse cuidadosamente para permitir un derrame efectivo. Tercero, se deben tomar medidas para evitar que grandes cantidades de agua se filtren por debajo de la presa. Puede haber problemas de seguridad considerables y una ruptura de la presa debido a un diseño, construcción y mantenimiento inapropiados. Además, si se excede el flujo de diseño, puede haber resultados catastróficos. Se requieren inspecciones y reparaciones constantes para asegurar la estabilidad.

DESVÍOS AX2

Los dispositivos de desviación desvían parte del flujo de la inundación de una llanura inundable a otra llanura inundable cercana o a una cuenca. Por ejemplo, un vertedero o presa de derivación construida en un río puede desviar parte del agua de su curso natural, reduciendo el riesgo de inundaciones río abajo. Un vertedero es una estructura estática que bloquea el flujo en un arroyo. Las presas de derivación son similares, pero tienen compuertas para controlar el flujo. La desviación es útil en cuencas demasiado pequeñas para construir reservorios o cuando hay una cuenca cercana con inundaciones menos intensas. Los dispositivos de desvío también son útiles para gestionar las inundaciones por mareas y desviar las crecientes causadas por las aguas de las mareas de los asentamientos humanos a un humedal cercano o a una zona de tierras bajas.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivo de diseño: Reducir el pico de inundación desviando parte del caudal afluente hacia una llanura inundable.

Componentes principales: Vertedero, toma / entrada, canal / túnel de derivación, compuertas (opcional).

Funcionalidad: Una estructura de desviación (para reducir las inundaciones) se diseña en función del caudal que debe desviarse de la llanura inundable (como parte de la inundación de diseño). El caudal desviado se puede cambiar cambiando la altura del vertedero y también el tamaño de la toma de agua. Un vertedero reducirá la velocidad del agua y causará un pequeño embalse río arriba, el cual debe considerarse en el diseño. Un vertedero (o presa de derivación) está diseñado para que se derrame, pero por encima de la estructura o a través de ella, y a veces está controlada por compuertas integradas en la estructura. El tipo de vertedero y el tipo de compuerta (si procede) deben seleccionarse y diseñarse cuidadosamente. El diseño estructural del vertedero es muy importante, tanto para la funcionalidad como para la seguridad.

Seguridad: La resistencia de los cimientos y la durabilidad de los materiales utilizados para el vertedero / presa de derivación son las principales consideraciones de seguridad en el diseño. La ruptura de un vertedero / presa de derivación puede causar graves daños a las comunidades.

HUMEDALES ARTIFICIALES AX3

Un humedal es un ecosistema en el que el suelo está saturado (o inundado) de agua de forma permanente o intermitente y cuya vegetación tolera altos niveles de humedad.³ Los humedales muchas veces funcionan como ecosistemas de transición entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos y sirven para regular los caudales hidrológicos. Con frecuencia retienen y detienen los flujos de las inundaciones y las aguas pluviales. Los humedales liberan agua gradualmente a los ecosistemas río abajo (mar, ríos y acuíferos subterráneos) y no necesitan esclusas ni vertederos; los humedales también pueden manejar una mayor variabilidad de los caudales con el paso del tiempo. El tiempo que un volumen unitario de agua se retiene en un humedal antes de ser liberado a los ecosistemas río abajo se conoce como tiempo de retención. Además de detener y retener agua, los humedales pueden mejorar la calidad de dicha agua. Esto es una ventaja adicional en el caso de las aguas pluviales, cuando el agua contaminada de las áreas urbanas / agrícolas se libera hacia los ecosistemas acuáticos río abajo.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Reducir el pico de inundación e incrementar el tiempo de retardo deteniendo las aguas de la inundación.

Principales componentes: Controles (boca de entrada, boca de salida, esclusas / válvulas), terraplenes, sustratos, vegetación.

3 W.J. Mitsch y J. G. Gosselink, Wetlands (Humedales), 4^a edición. (Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2007).

Funcionalidad: Los humedales para la gestión de las aguas pluviales están diseñados para brindar el mayor tiempo de retención posible. El tiempo de retención corresponde al área del humedal y su capacidad de retención de agua. La capacidad de retención de agua es una función compleja de la porosidad de los suelos, la vegetación y la microtopografía del humedal. El patrón de flujo también es un parámetro importante del diseño. En un humedal, el agua puede fluir por encima del sustrato del suelo (humedales con flujo superficial), entre el suelo (humedales con flujo subterráneo) o ambos. Cuando se lleva a cabo la gestión de inundaciones, un flujo combinado es importante, ya que permite mayor almacenamiento y una liberación lenta. Sin embargo, los contaminantes se retienen más efectivamente en el sustrato del suelo y las raíces de las plantas en los humedales de flujo subterráneo.

Seguridad: Para mejorar la seguridad, el diseño debe incorporar un tiempo de retención óptimo que no permita el estancamiento, reproducción de vectores o eutrofización.

En los casos en que los humedales naturales han sido destruidos o dañados, los coordinadores pueden crear humedales (humedales artificiales) como método de gestión de inundaciones. Los pólderes son similares a los humedales, pero se crean construyendo diques alrededor de las tierras sumergidas. Se pueden construir humedales y pólderes para recibir aguas pluviales a lo largo de un río, río arriba de un estuario o en un área urbana / agrícola. Es posible que transcurran varios años antes de que un humedal artificial sea plenamente funcional y pueda prestar servicios ecosistémicos tales como la gestión de inundaciones.⁴

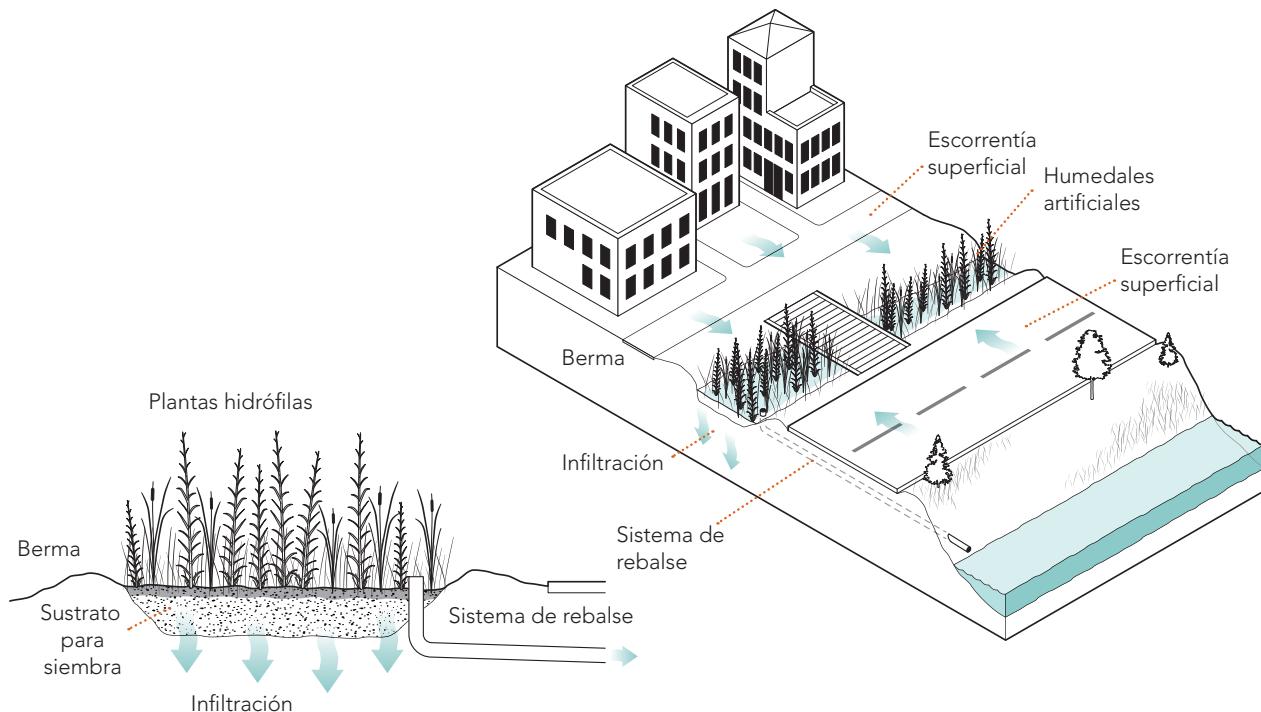


FIGURA 5.5 UN DISEÑO TÍPICO DE HUMEDAL ARTIFICIAL

4 Ibid.

5.2.1.2 Medidas blandas

RESTAURACIÓN DE CUENCA ALTA Y MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS AY1 AY2

Como se mencionó en el capítulo 3, cuando una cuenca recibe precipitaciones, una porción de esa agua no llega al suelo, debido a la evaporación y la intercepción de la vegetación. Otra parte importante del agua se infiltra en el suelo, sin que fluya como escorrentía a las vías acuáticas superficiales. Esta agua infiltrada luego se libera lentamente a los arroyos, lagos o humedales como agua subterránea (flujo base). El riesgo de inundaciones río abajo puede reducirse si los coordinadores pueden asegurar que se mantengan la interceptación y la infiltración óptimas en la parte superior de una cuenca y que se reduzca la escorrentía.

Los coordinadores pueden utilizar una serie de técnicas para la restauración de las cuencas y la conservación del suelo basadas en el clima. Entre estas técnicas se incluyen: proporcionar más área de superficie foliar para la interceptación, mejorar la infiltración en el suelo y reducir la velocidad del agua. El enfoque más común, la revegetación, restaura la cobertura de vegetación natural en el área y es especialmente efectivo cuando la vegetación natural ha sido despejada para dar lugar a plantaciones, como el té, el café y la palma de aceite. La restauración puede abarcar un área entera, como una plantación abandonada, o secciones estratégicas, como los barrancos naturales, para lograr la máxima infiltración o reducción de la velocidad (Il. 5.6). La revegetación puede utilizarse conjuntamente con soluciones para la erosión del suelo y la estabilización de taludes, tales como terrazas y barreras contra la erosión (Il. 5.6), especialmente en zonas montañosas. Estas nuevas plantaciones también podrían proporcionar productos forestales útiles, leña, forraje, o incluso madera. Los árboles altos con follaje exuberante aumentan la interceptación del agua; las plantas bajas ayudan a la infiltración y reducen la velocidad del agua. El mejor enfoque es una combinación natural de árboles y sotobosque con especies que toleren los cambios climáticos anticipados. (Si desea más información sobre cómo abordar el cambio climático, vea los capítulos 3 y 4).

Los coordinadores también pueden utilizar técnicas de bioingeniería de suelos para la restauración de las cuencas y la conservación de suelos. La bioingeniería de suelos es una subdisciplina de la ingeniería civil en la que el material vivo (sobre todo plantas) se utiliza para la construcción casi natural y para complementar los métodos convencionales para la estabilización de taludes y terraplenes y el control de la erosión.⁵ Existen varias técnicas de bioingeniería de suelos bien establecidas, como la de establecer capas de arbustos, muros encubiertos con materiales vivos y las mantas de control de erosión.⁶

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Reducir la escorrentía aumentando la infiltración y el flujo de base (Il. 5.6).

Principales componentes: Vegetación, estructuras para el control de la erosión, características de bioingeniería, drenaje.

Funcionalidad: Los proyectos de restauración de cuencas (para la gestión de inundaciones) están diseñados para lograr una mejor infiltración –por ejemplo, una proporción de una unidad de precipitación que se infiltra en el suelo sin que fluya como escorrentía. Disminuir la propensión a la erosión –medida de la vulnerabilidad del suelo a la erosión– también se considera a menudo en el diseño. Cuando se utilizan características físicas tales como terrazas o características de bioingeniería del suelo para el control de la erosión, su espaciamiento, tamaño, diseño estructural y material de construcción deben seleccionarse con mucho cuidado (Il. 5.6).

La revegetación debe planificarse cuidadosamente para evitar cambiar el hábitat natural (Ej.: de pastizales a bosque). Sin embargo, es posible convertir secciones o lugares estratégicos con mucho cuidado. Un área bien diseñada y con revegetación no debería necesitar mucho riego o fertilizante. Evite el uso de plantas exóticas y de rápido crecimiento que cubran el suelo en todo momento (Ej.: Wadelia [Sphagneticola trilobata], hierba de Guinea [Megathyrsus maximus]) porque pueden volverse invasivas y, en última instancia, interferir con los objetivos de gestión del riesgo de inundaciones.

5 Donald H. Gray and Robbin B. Sotir, Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control, (New York: John Wiley and Sons, 1996).

6 L. Lewis, Soil Bioengineering an Alternative for Roadside Management: A Practical Guide, (San Dimas, CA: USDA, 2000).

Aunque algunos árboles exóticos pueden ser adecuados, evite la revegetación con especies maderables de rápido crecimiento como eucaliptos y pinos en aquellos hábitats donde no son nativos.

Seguridad: Los parámetros de seguridad no son esenciales cuando se trata de la revegetación. Sin embargo, el colapso de las características físicas (Ej.: bermas, muros) puede causar problemas de seguridad; por lo tanto, es esencial contar con un diseño estructural adecuado.

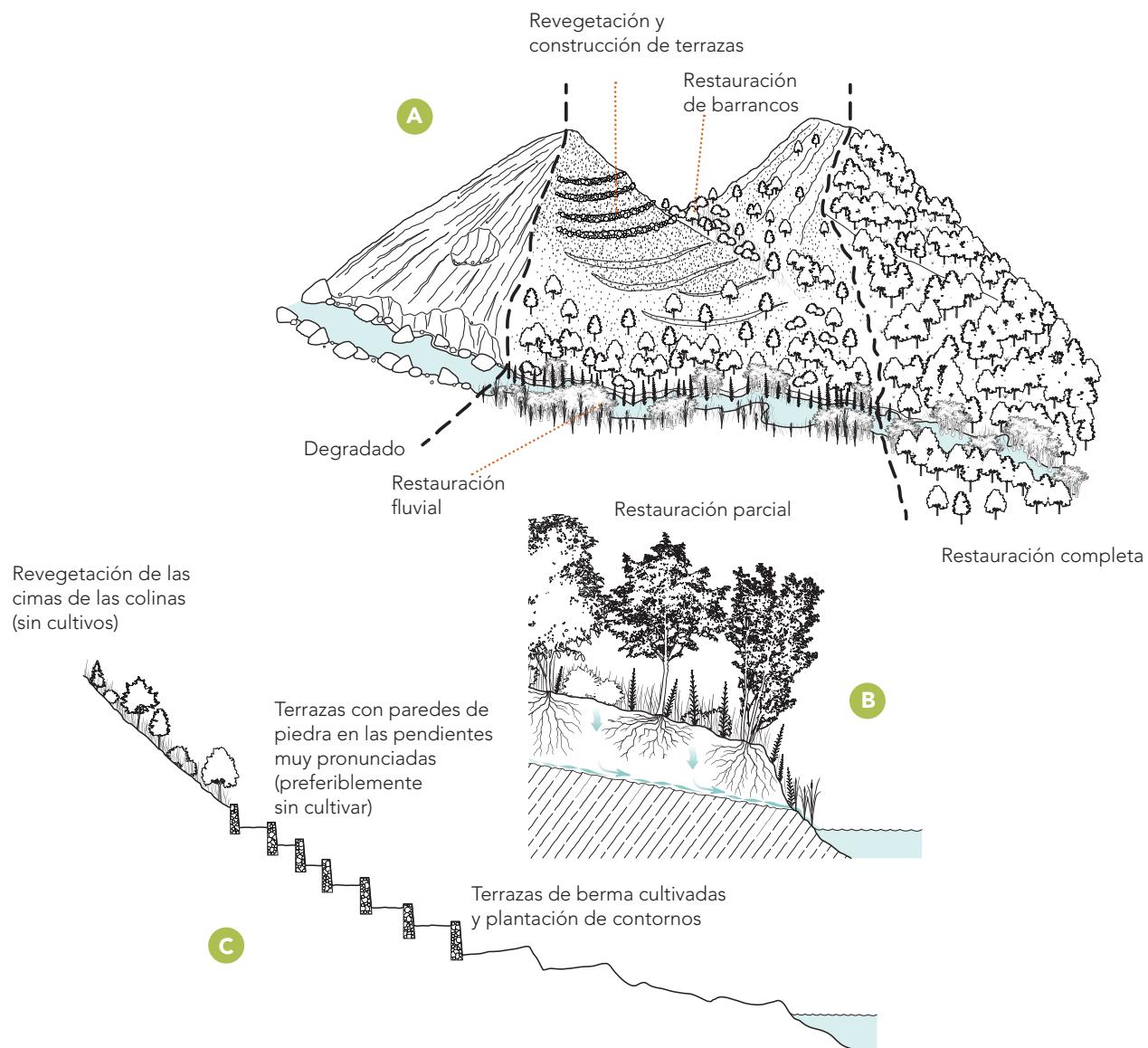


ILUSTRACIÓN 5.6 CONSERVACIÓN DE LA CUENCA ALTA: (A) TÉCNICAS APLICADAS A DIFERENTES ESCALAS Y UBICACIONES EN UN PAISAJE TÍPICO DE LA CUENCA ALTA, (B) SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN ÁREA REVEGETADA, (C) ALGUNAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS DE BAJO COSTO

RESTAURACIÓN DE HUMEDALES AV3

Como se consideró en la sección Humedales artificiales AX3, los humedales naturales en una llanura inundable pueden actuar como una esponja para almacenar las aguas de la inundación y filtrar los contaminantes. Los humedales pueden reducir la velocidad del agua y detener la escorrentía, ayudando así a reducir las crecidas repentinas y las marejadas ciclónicas. En las áreas urbanas pavimentadas con baja infiltración y escorrentía a mayor velocidad, especialmente, los humedales pueden detener las aguas pluviales y minimizar las inundaciones localizadas. En diferentes partes de una cuenca se pueden encontrar diversos tipos de humedales naturales.⁷ Entre ellos se incluyen los siguientes:

- **Pantanos:** Son comunes en las áreas de llanuras inundables cerca de los tramos inferiores de un río; se caracterizan por una vegetación con hierba baja y un suelo turboso que puede contener grandes cantidades de agua.
- **Humedales estuarinos o de mareas:** Los juncales, marismas salinas, manglares o llanuras de marea en la desembocadura de un río o en la orilla de una laguna; pueden brindar protección contra las inundaciones de las mareas.
- **Humedales fluviales y bosques anegados:** Áreas boscosas o arbustivas inmediatas a un río; pueden absorber pequeños aumentos de caudal y prevenir inundaciones localizadas.
- **Lagos y estanques poco profundos:** Existen en áreas de depresión de un paisaje; pueden actuar como reservorios durante una tormenta y liberar agua lentamente al acuífero o a las vías fluviales naturales; son importantes en las áreas urbanas o agrícolas para regular las inundaciones terrestres.

Un humedal se degrada cuando pierde sus propiedades características de vegetación y suelo o cuando se le da un uso que no corresponde a un humedal (Ej.: una zona urbanizada o un pastizal). La vegetación y las propiedades del suelo pueden cambiar debido a actividades tales como la alteración de los cursos de agua de un humedal (Ej.: la construcción de canales o zanjas), la eliminación de aguas residuales sin tratar, la sedimentación excesiva o el corte de la vegetación. Cuando un humedal se degrada, la profundidad del agua, la vegetación y las propiedades del suelo pueden cambiar y pueden reducir su capacidad de absorber o retener agua. Los síntomas comunes de la degradación de los humedales son:

- la transformación de los patrones de vegetación (Ej.: de pantanos a arbustos)
- la acumulación de sedimentos
- los cambios frecuentes y repentinos en el nivel del agua
- la floración de algas
- la proliferación de especies invasoras o exóticas

La restauración de humedales es el proceso de apoyar al humedal para que recupere su salud y su función, restableciendo así su capacidad de contribuir al manejo de las inundaciones. La restauración de un humedal natural implica el restablecimiento tanto de su extensión como de sus funciones ecológicas mediante la eliminación de las características que no corresponden al humedal y la recreación de las partes del humedal que se perdieron. Esto puede incluir la excavación, la remoción de estructuras hidráulicas, el desbroce de la vegetación invasora y no húmeda, el desvío de la escorrentía contaminada fuera del humedal y la inundación de algunas secciones. Dado que los humedales son ecosistemas multifuncionales, su restauración puede dar lugar a múltiples beneficios sociales, como la recreación, la pesca y la producción de juncos, forraje y frutos que se pueden cosechar.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

- **Objetivos de diseño:** Aumentar la capacidad de retención de agua del humedal y restaurar sus funciones ecológicas (Il. 5.7).

Principales componentes: Humedal restaurado, cercas, terraplenes, estructuras de control hidráulico, caminos.

⁷ Las definiciones se han tomado del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, la Convención de Ramsar y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos y se simplifican para los fines de esta guía.

Funcionalidad: En la restauración de humedales, es imposible asignar un simple conjunto de denominadores para la capacidad de retención de agua. Generalmente, la mejora cualitativa del hábitat en su conjunto es más importante que un aumento cuantitativo de la capacidad de retención de agua. Por lo general, la planificación de la restauración de humedales es el primer paso para eliminar las causas de la degradación (fuentes de contaminación, zonas de relleno, especies invasoras) y permitir que el humedal se regenere naturalmente. Sin embargo, en los humedales sumamente degradados, puede ser necesario planificar cuidadosamente la reforestación y la reintroducción de la fauna. Las mejoras se evalúan mediante una serie de indicadores ecológicos que incluyen los patrones hidrológicos, la calidad del agua, el porcentaje de especies invasoras, el porcentaje de especies de humedales necesarias y las propiedades del suelo. Debido a que las especies de plantas y animales asociadas con los humedales ayudan a mitigar los daños causados por las inundaciones, el diseño de la restauración de los humedales debe incluir planes para restablecer la vegetación natural, los senderos de los animales y los lugares de desove y anidación.

Seguridad: Los parámetros de seguridad no son esenciales en la restauración de humedales. Sin embargo, se deben tomar medidas para manejar la reproducción de vectores cuando se lleva a cabo en áreas urbanas.

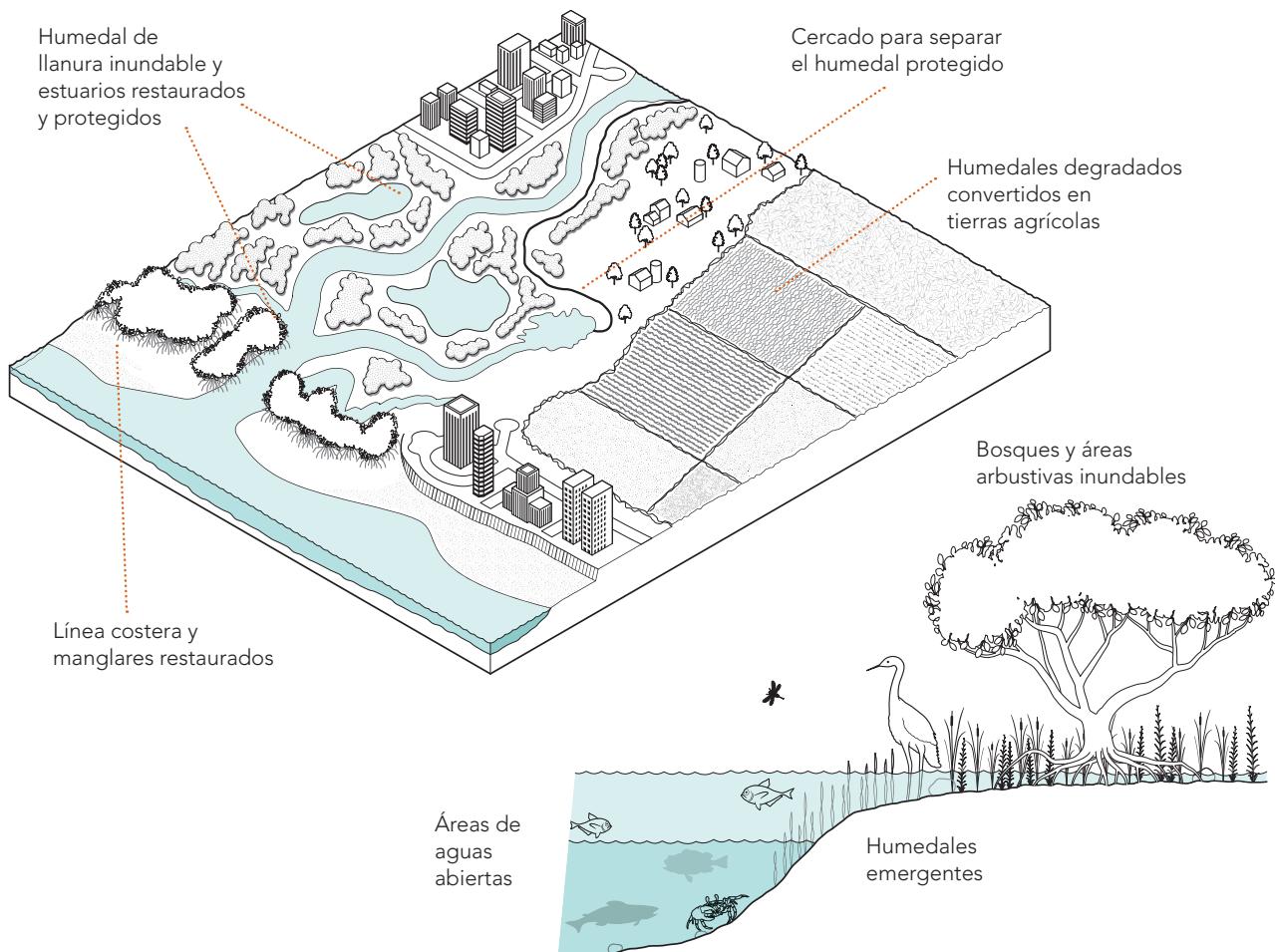


ILUSTRACIÓN 5.7 RESTAURACIÓN DE HUMEDALES EN LOS TRAMOS INFERIORES DE UNA CUENCA Y CORTE TRANSVERSAL DE LOS HUMEDALES

ZANJONES Y DISPOSITIVOS FILTRANTES AY4

Los zanjones y los dispositivos de filtración se utilizan para aumentar la infiltración de las aguas pluviales en el suelo y liberarlas lentamente por medio de los sistemas de drenaje. Estos métodos también pueden filtrar las aguas pluviales atrapando los contaminantes.

Dispositivos de infiltración: Las vías de inmersión, las zanjas de infiltración, los desagües filtrantes y las cuencas de infiltración reciben agua de superficies impermeables como tejados y estacionamientos. Ayudan a maximizar la infiltración del agua en el suelo antes de que llegue a las redes de drenajes artificiales. Estos dispositivos se pueden diseñar y construir con un mínimo de experiencia técnica.

Pavimentos permeables: Cualquier tipo de pavimento que permita la infiltración parcial de agua a través de un material de pavimentación poroso o separación entre los adoquines (Il. 5.8) está designado como permeable. Los coordinadores pueden utilizar este método en estacionamientos, entradas de vehículos y carreteras con poco tráfico. El agua puede infiltrarse en el suelo o acumularse en un lecho de arena debajo del pavimento y se puede permitir que fluya muy lentamente hacia los desagües (Il. 5.8).

Jardines de lluvia, zanjones y franjas filtrantes: Los canales o franjas cubiertos de vegetación que permiten la infiltración, la conducción y el almacenamiento de aguas pluviales (Il. 5.8). Los coordinadores generalmente utilizan los jardines de lluvia en las parcelas de los hogares, los zanjones a los lados de las carreteras y las franjas filtrantes en los paisajes más abiertos.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Mejorar la infiltración y detener el agua de una tormenta para reducir el pico de inundación y aumentar el tiempo de retardo.

Componentes principales: Vegetación, superficie o pavimento permeable, sustrato poroso, drenajes del subsuelo, geotextiles.

Funcionalidad: Todos estos dispositivos están diseñados para mejorar la tasa de infiltración y lograr una capacidad de almacenamiento temporal óptima para reducir el flujo de aguas pluviales hacia los sistemas de drenaje en forma de escorrentía. La selección del tamaño y los materiales para estos dispositivos debe realizarse con miras a optimizar la retención / el almacenamiento temporal, la infiltración y la conducción controlada del agua hacia los sistemas de drenaje. Cuando se utiliza vegetación, también se deben seleccionar plantas para aumentar la infiltración, la evapotranspiración y la biorretención de contaminantes. Las plantas deben seleccionarse cuidadosamente para evitar las especies invasoras o las especies que requieren riego extensivo, fertilizantes o podas y desbrozamiento frecuentes.

Seguridad: Dado que todas estas características se construyen en espacios abiertos o públicos, el manejo de la reproducción de vectores es una medida de seguridad importante en el diseño.

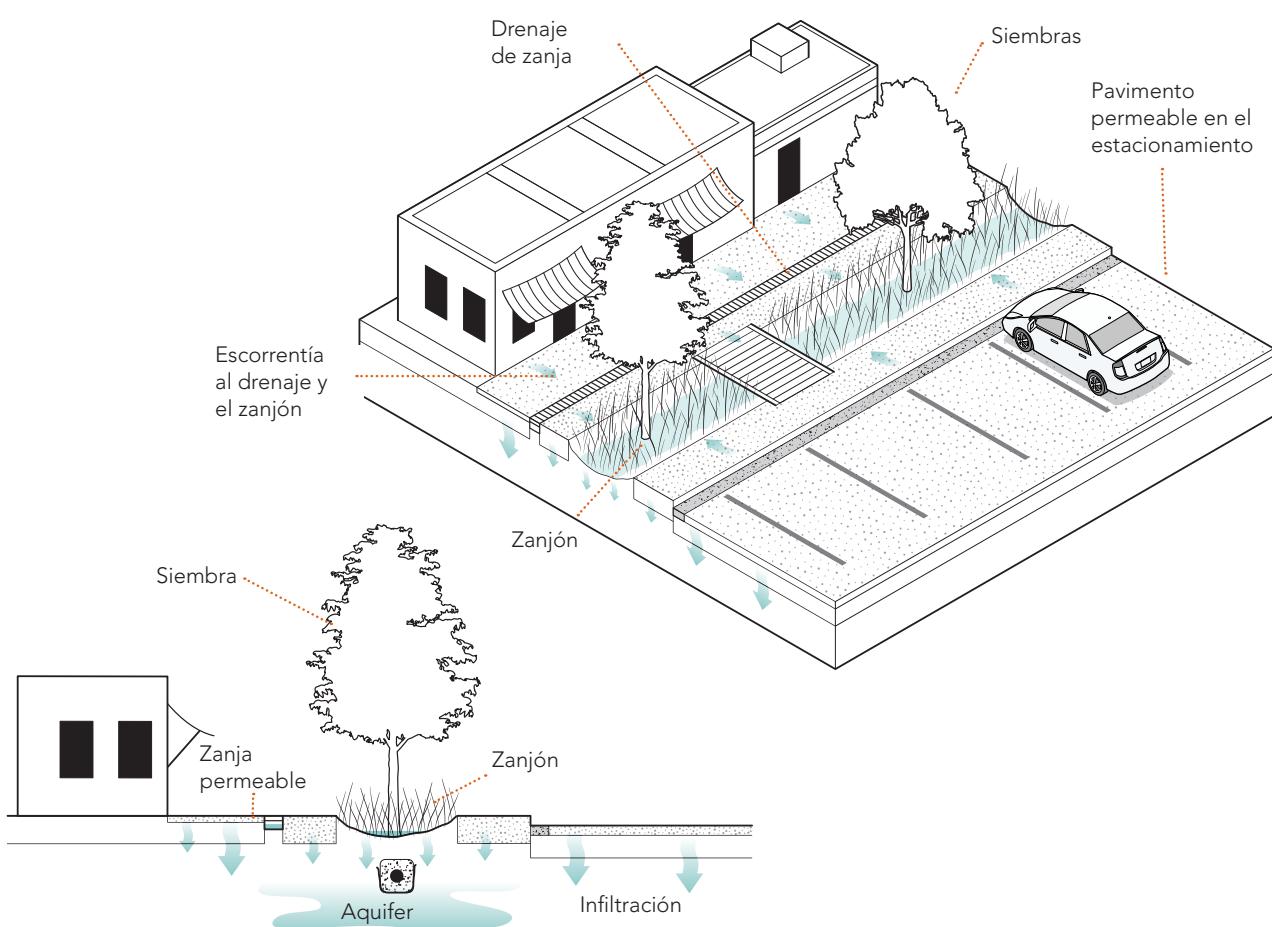


ILUSTRACIÓN 5.8 ZANJONES, PAVIMENTO PERMEABLE Y DISPOSITIVOS DE INFILTRACIÓN

COSECHA DE AGUA DE LLUVIA AY5

La recolección de agua de lluvia puede utilizarse para reducir el pico de inundación (pico de las aguas pluviales) y el tiempo de retardo. El agua de lluvia que se recoge del tejado de un edificio se almacena en un depósito y se utiliza para los usos domésticos regulares (Il. 5.9). Por lo general, una canaleta o canalón en la azotea recoge el agua de lluvia y la transporta a un tanque subterráneo o de superficie. Un tanque sobre el suelo permite que el agua se distribuya fácilmente por tuberías, mientras que un tanque subterráneo ahorra espacio en pequeños recintos domésticos.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: : Reducir la escorrentía de los lotes familiares mediante el almacenamiento temporal y el uso de agua.

Principales componentes: Sistema de recolección en los techos, tanque de agua de lluvia, sistema de distribución.

Funcionalidad: En el diseño de los sistemas de captación de agua de lluvia, la capacidad de almacenamiento del depósito es la consideración más importante del diseño (Il. 5.9). La capacidad debe decidirse en función del volumen de agua que se retendrá durante una tormenta y de la cantidad de agua de lluvia necesaria para el uso doméstico. Para asegurar una buena funcionalidad, los sistemas deben diseñarse con un sistema adecuado de

recolección para el techo (plomería del techo), usar los materiales adecuados para el tanque (plástico, ferrocemento, concreto, ladrillo) e incluir la plomería para la distribución.

Seguridad: La resistencia y estabilidad del tanque son importantes preocupaciones de seguridad al implementar un sistema de recolección de agua de lluvia. El colapso de un tanque, ya sea superficial o subterráneo puede causar serios daños a los seres humanos, así como a las estructuras adyacentes. Además, es importante garantizar la calidad del agua captada si se pretende utilizarla para fines domésticos. Algunos sistemas utilizan redes y filtros para evitar que los sólidos entren en el tanque. Otros se diseñan para permitir el desvío de la primera descarga (el agua de los primeros minutos de una lluvia) para asegurar una mejor calidad del agua. Deben adoptarse medidas para manejar la reproducción de vectores en los sistemas de recolección superficiales.

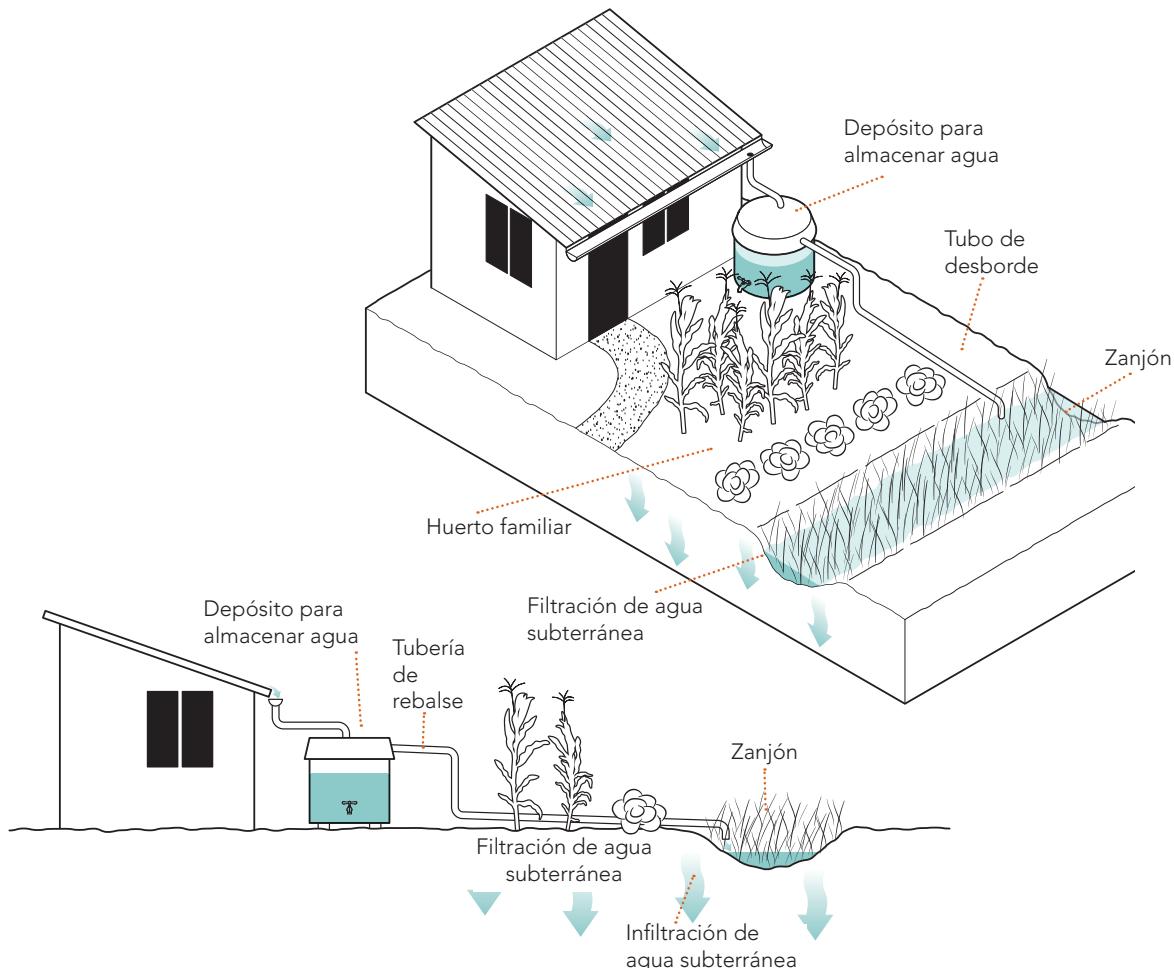


ILUSTRACIÓN 5.9 COSECHA DE AGUA DE LLUVIA Y HUERTOS DE LLUVIA A NIVEL DE HOGARES

EMBALSSES DE DETENCIÓN Y ESTANQUES DE RETENCIÓN AY6

Los embalses de detención son depresiones naturales o espacios abiertos construidos en el paisaje (Ej.: estacionamientos) que pueden retener temporalmente las aguas pluviales y luego liberarlas lentamente a través de una descarga controlada (Il. 5.10). Esto controlará la escorrentía hacia los drenajes o las vías fluviales río abajo y reducirá el riesgo de inundaciones. Los embalses de detención no están diseñados para usarse como un embalse permanente.

Por otro lado, los estanques de retención retienen el agua permanentemente y detienen los flujos adicionales durante una tormenta. Típicamente, el nivel del agua en los estanques bajará durante los períodos secos debido a la evaporación. Los estanques también tienen la ventaja adicional de que pueden atrapar los sedimentos. En las cuencas urbanas, los estanques de retención también se pueden utilizar con fines recreativos.



ILUSTRACIÓN 5.10 USO DE ESTANQUES DE RETENCIÓN ARTIFICIAL EN UN ÁREA URBANA

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Almacenar temporalmente las aguas pluviales para reducir el pico de la inundación y el tiempo de retardo.

Componentes principales: Estanque/embalse, estructura y tubería de salida, rejilla, terraplén / vertedero (solo estanques de retención), decantador (solo estanques de retención).

Funcionalidad: Tanto los embalses de detención como los estanques de retención están diseñados de manera que tengan un volumen de almacenamiento adecuado y que reduzcan sustancialmente el pico de inundación basado en la escorrentía generada en la subcuenca durante una tormenta de diseño y la tasa de descarga del estanque o el embalse. La mayoría de los embalses y los estanques están diseñados para que descarguen completamente en menos de un día. Un estanque de retención debe contar con una compuerta o una válvula para dejar salir el agua del fondo. Los estanques deben vaciarse periódicamente para su limpieza y remoción de sedimentos.

Seguridad: La principal preocupación en materia de seguridad con los estanques y los embalses es el riesgo de inundaciones localizadas. Debido a que retienen las aguas pluviales en un lugar para reducir el riesgo de inundación en otro, pueden desbordarse y causar inundaciones locales imprevistas si no se diseñan y gestionan adecuadamente. La posibilidad de reproducción de vectores constituye un problema de seguridad en los estanques de retención.



Un techo verde en Provincia Occidental del Cabo, Sudáfrica.



Un jardín vertical o muro verde, que también se conoce como pared de cultivo

© Stock.com/FredFroese

TECHOS Y MUROS VERDES Y TECHOS AZULES AV10

Los techos y muros verdes, y los techos azules, están diseñados para retener temporalmente el agua de las tormentas locales y reducir la escorrentía de las aguas pluviales. Los techos y las paredes verdes pueden mejorar la calidad del aire local, mejorar la eficiencia energética de un edificio y reducir el efecto de isla de calor urbana (ICU) a través de la evapotranspiración.

Techos verdes: Los techos verdes constan de vegetación, un sustrato de cultivo, materiales de drenaje y una membrana impermeable encima de un sistema de techos.⁸ Los dos tipos principales de sistemas de techos verdes de uso común son los extensos y los intensivos. Un techo verde extenso tiene una profundidad de suelo de 7-15 cm (3-6 pulgadas); es liviano, con un peso de 73-244 kg/m² (15-50 lb/ft²); consta de solo un 10%-20% de materia orgánica en el suelo; se pueden sembrar opciones limitadas de especies de plantas, y requiere pocos o ningún ajuste estructural en el techo.⁹ Los techos verdes requieren menos mantenimiento, nutrientes y riego.

Los techos verdes intensivos requieren mayores profundidades de suelo, generalmente de 15 cm o más, y un apoyo estructural adicional, lo que aumenta su costo. Son más pesados, pero ofrecen más opciones de plantas, incluyendo árboles y arbustos. Los techos verdes intensivos requieren riego, fertilización y mantenimiento.¹⁰

Se pueden colocar jardines en maceteros o jardines modulares en los techos planos que cuentan con estructuras sólidas para mejorar la retención de las aguas pluviales.

Paredes verdes: Las paredes verdes, o jardines verticales, generalmente se construyen usando recipientes modulares con el sustrato de cultivo, el propio sustrato de cultivo y las plantas. Los sistemas típicos de paredes verdes se construyen utilizando paneles, fieltro y contenedores o sistemas de enrejado.¹¹ Los paneles o bolsas de fieltro plantados con anterioridad se pueden fijar al exterior de un edificio, junto con algún tipo de sistema de riego, o se pueden construir utilizando recipientes o sistemas de enrejado para encauzar las plantas que crecen en la base del edificio.

8 EPA , "Urban Heat Island Basics" (Principios básicos de las islas de calor urbanas), en Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies (Reducción de las islas de calor urbanas: compendio de estrategias, octubre de 2008, consultado el 21 de marzo de 2016. <http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/GreenRoofsCompendium.pdf>

9 Ibid.

10 Ibid.

11 Susan Loh, "Living Walls: A Way to Green the Built Environment" ("Muros Vivientes: una forma de reverdecer el ambiente construido"), agosto de 2008, <http://math.unife.it/lm.ecologia/Insegnamenti/management-degli-ecosistemi/materialeidattico/Loh%202008%20living%20walls.pdf>.

Techos azules: Los techos azules son sistemas de detención sin plantas, diseñados para almacenar temporalmente y drenar lentamente el agua mediante el uso de membranas impermeabilizantes y vertederos en los desagües de los techos.¹² Por lo general son más baratos de construir que los techos verdes.



© New York City Department of Environmental Protection

Un techo para la retención de agua o techo "azul" en la ciudad de Nueva York. El techo está diseñado para retener agua temporalmente y liberarla gradualmente por medio de vertederos en los drenajes del techo.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivo de diseño: Detener temporalmente el agua de una tormenta localizada y aumentar el tiempo de retraso.

Componentes principales: Vegetación, sustrato de cultivo y/o recipientes o sistema de detención en el techo.

Funcionalidad: Los principales parámetros de diseño de los techos verdes y azules son la inclinación del techo y la cantidad de agua que se debe detener. Los techos más inclinados retienen menos agua y es posible que no sean adecuados para un techo azul. La capacidad de carga del edificio, o el peso que pueda soportar el techo, determinará qué tipo de techo verde o azul es el adecuado o si es posible su readaptación.

Seguridad: Los techos y paredes verdes, y los techos azules, deben diseñarse con cuidado para evitar daños causados por el agua a la estructura y para ajustarse a su capacidad de carga. Antes de añadir estas características, se debe evaluar la solidez estructural del edificio y la capacidad de acomodar el peso adicional de un techo verde o azul. La seguridad contra incendios es otra consideración que debe tenerse en cuenta cuando se utilizan estas técnicas. El riesgo de incendio puede reducirse evitando la siembra de plantas que se secan durante los meses calurosos e incluyendo cortafuegos en el techo o sistemas de irrigación.

12 Protección del Medio Ambiente de la Ciudad de Nueva York, "Blue Roof and Green Roof," ("Techo azul y techo verde") consultado el 30 de diciembre de 2015, http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/green_pilot_project_ps118.shtml.

► 5.2.2 MÉTODOS PARA MEJORAR LA CONDUCCIÓN DEL AGUA Y AUMENTAR LA RESISTENCIA A LOS DAÑOS EN LAS VÍAS FLUVIALES

La segunda categoría de métodos de gestión del riesgo de inundaciones incluye la conducción eficaz de los flujos de la inundación y las aguas pluviales y el aumento a la resistencia de las vías fluviales (arroyos, ríos, canales, desagües) a los daños relacionados con las inundaciones (Ej.: la erosión de las orillas, socavación).

Las mejoras en la conducción deben mejorar la capacidad de carga de los principales cuerpos de agua y proporcionar un drenaje eficaz de la escorrentía en una llanura inundable.

Se puede mejorar la capacidad de carga o descarga de las principales vías fluviales profundizando / ampliando una vía fluvial, aumentando la altura de las orillas o facilitando vías de flujo alternas. Entre las medidas para establecer un drenaje efectivo en una llanura inundable, está mejorar la conducción del agua en las rutas de drenaje definidas (barrancos naturales, drenajes artificiales, canales, tuberías), de modo que puedan llevar eficazmente el máximo de escorrentía producida durante una tormenta (pico de aguas pluviales). Estas vías definidas se conectan en última instancia con los principales cuerpos de agua, tales como arroyos, ríos, lagos o el mar.

Además de mejorar la conducción, los cursos de agua también deben protegerse contra los daños causados por las inundaciones (Ej.: la erosión y la socavación de las orillas). La protección de las riberas y los lechos de las vías fluviales (como los ríos, canales, arroyos) contra los daños mejorará su capacidad de funcionar adecuadamente y reducirá la posibilidad de que se produzcan inundaciones.

5.2.2.1 Métodos de ingeniería dura

BORDES AX4

Una inundación fluvial ocurre cuando el nivel del agua de la vía fluvial (río, arroyo) se eleva por encima de la altura de las riberas y fluye por encima de ellas. Un método utilizado para manejar una inundación de este tipo es elevar la altura de las márgenes a lo largo de un tramo determinado de la vía acuática. Las estructuras construidas para elevar los niveles de las riberas se conocen comúnmente como bordes.

Los bordes generalmente son estructuras de tierra (o rellenas con rocas) construidas a lo largo de las riberas de los ríos. En algunos casos, los bordes se construyen solo a lo largo de una margen (orilla) de la vía fluvial para proteger un área determinada a lo largo de esa margen; en otros casos, ambas márgenes se elevan. Los bordes se utilizan a menudo como carreteras, vías férreas o senderos.

La mayoría de los bordes son estructuras masivas construidas según los principios de la ingeniería e, invariablemente, obstruyen el drenaje natural de las áreas que protegen. Por lo tanto, se deben incluir elementos hidráulicos, tales como obras de drenaje o alcantarillas y compuertas de esclusas para permitir el drenaje desde el lado de tierra al lado del agua, a través de los bordes (drenaje interno). En ciertos casos, podría ser necesario el bombeo sobre el borde. En tramos de ríos con caudales muy veloces, los bordes deben protegerse con recubrimientos, vegetación o revestimientos (vea AX9).

También hay terraplenes a menor escala, que suelen diseñarse para proteger de las inundaciones a una aldea o un campo agrícola en particular. El funcionamiento de un terraplén es similar al de los bordes y se puede construir a lo largo de las márgenes de un curso de agua, o también puede funcionar como un dique cuando el terraplén se construye en un punto estratégico de una llanura inundable. Los terraplenes son estructuras a una escala mucho menor que un borde o una presa, y generalmente se construyen con tierra o tierra reforzada con madera, bambú u otra vegetación. Cabe señalar, sin embargo, que los pequeños terraplenes para la contención de inundaciones son estructuras de ingeniería y, por lo tanto, deben diseñarlos profesionales calificados que utilicen los mismos principios de diseño que los bordes o las presas.



ADVERTENCIA:

Los bordes solo pueden proteger de inundaciones a un área reducida dentro de una llanura inundable y no son eficaces en caso de eventos extremos. Los bordes pueden incrementar el riesgo de inundación en otras áreas y son sumamente perjudiciales para el proceso del ecosistema ribereño. Por lo tanto, en la guía no se insta a considerar los bordes como una solución viable para la gestión del riesgo de inundaciones. Los incluimos aquí porque es común encontrarlos en muchos países y, por lo tanto, deben tratarse.

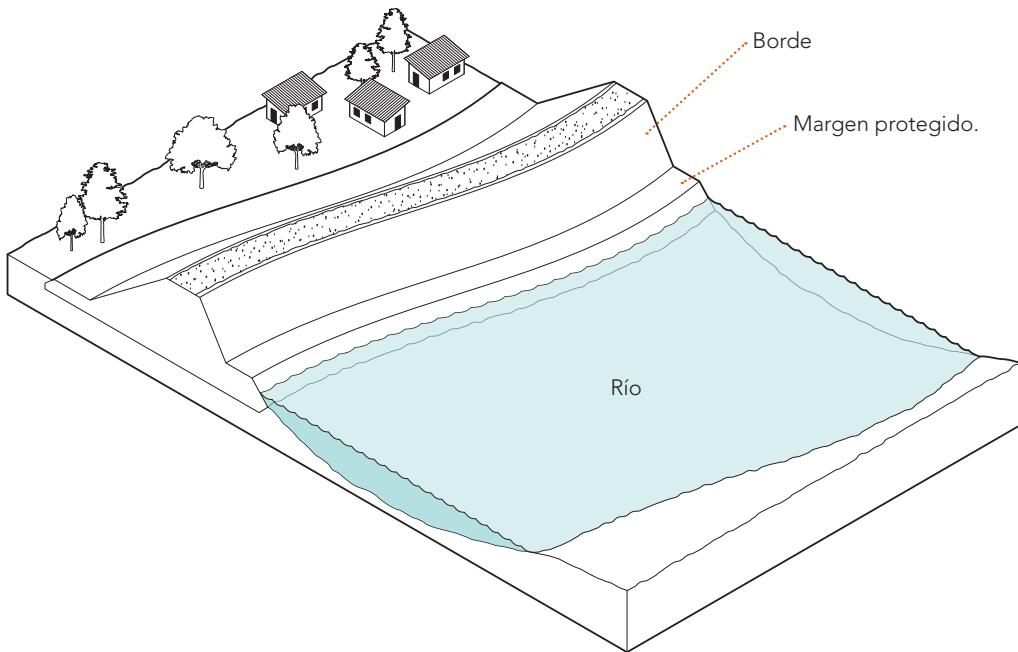


ILUSTRACIÓN 5.11 UN BORDE ENTRE UN CUERPO DE AGUA Y UN ÁREA URBANIZADA

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Aumentar la capacidad de carga de una vía fluvial principal elevando la altura de la orilla mediante el uso de estructuras artificiales para evitar inundaciones sobre las márgenes.

Componentes principales: Bordes, protección de riberas (revestimiento, vegetación, revestimientos), compuertas de esclusas, bombas.

Funcionalidad: Los bordes se diseñan en función del nivel de agua que corresponde a la inundación de diseño de la vía acuática. La altura del borde (altura de la orilla) debe exceder este nivel de agua. También se añade una altura de borde libre estándar al nivel de inundación de diseño para mayor seguridad operativa. El tamaño y la resistencia estructural del dique también se determinan para soportar la presión del agua del nivel de inundación de diseño. Si el dique se utiliza para otros fines, como carreteras y vías férreas, se debe tener en cuenta el esfuerzo de carga sobre el sistema. Las estructuras y dispositivos incluidos en los diques para facilitar el drenaje interno (compuertas de esclusas, bombas) requieren un diseño hidráulico cuidadoso.

Seguridad: Existen dos preocupaciones de seguridad con respecto a los bordes. Una de ellas es la estabilidad de la estructura y su capacidad para resistir la presión del agua, el desgaste y la erosión sin que se rompa repentinamente. La ruptura repentina de un borde puede causar crecidas repentinas desastrosas. Además, otras preocupaciones relativas a los diques incluyen la posibilidad de un desbordamiento si una inundación excede la inundación de diseño; los impactos río arriba y río abajo de las características alteradas del río; el riesgo asociado con una falsa sensación de seguridad que puede fomentar el asentamiento cerca de la estructura y la eliminación de los beneficios potenciales de la inundación. Los vertederos para permitir el derrame seguro del exceso de agua deben incorporarse en los diseños de los bordes para minimizar los daños inesperados debidos al desbordamiento del agua. La ruptura o fuga de un borde o el daño a las estructuras accesorias, como las compuertas de las esclusas, pueden causar daños catastróficos tanto a las comunidades humanas como al medio ambiente; por lo tanto, es muy importante efectuar inspecciones constantes, mantenimiento, limpieza y reparación de estas estructuras.

ENSANCHAMIENTO Y PROFUNDIZACIÓN DE CANALES AX5

La cantidad de agua que puede transportar una vía fluvial natural o artificial depende del ancho, profundidad, pendiente y suavidad del lecho del canal. La mejora de cualquiera de estas variables aumentará la capacidad de carga de la vía acuática y reducirá el riesgo de desbordamiento e inundación. Este proceso también se conoce como mejora de los canales.

El ensanchamiento –es decir, el aumento del ancho mediante el corte de las orillas– es la forma más común y, por lo general, la más barata de aumentar el caudal de una vía acuática. Debido a que la profundidad y la pendiente de un canal suelen estar limitadas por la naturaleza del terreno, la profundización sólo se utiliza en condiciones especiales. Revestir el lecho natural y las orillas de un canal con cemento, gaviones o geotextiles alisa la superficie y aumenta la velocidad del flujo. El revestimiento es más costoso que el ensanchamiento y generalmente se hace para controlar la erosión de las orillas. Los cambios en cualquiera de estos parámetros del canal pueden tener serios efectos en el flujo río arriba y río abajo, y puede producir efectos ambientales en la vía acuática.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Mejorar la capacidad de carga (también conocida como capacidad de descarga) de un canal mediante cambios en el ancho, profundidad, inclinación y suavidad.

Componentes principales: N/A

Funcionalidad: Los proyectos de mejora de canales están diseñados para obtener la máxima capacidad de descarga cambiando el ancho, la profundidad, la pendiente y/o la suavidad del lecho de la vía acuática. La velocidad del agua en el canal se mantiene alrededor de 2 m/s para controlar la sedimentación o la socavación de las orillas. Las orillas de los canales deben diseñarse con pendientes adecuadas o revestidas para minimizar la erosión.

Seguridad: La principal preocupación de seguridad en el diseño es la estabilidad de las orillas después de la modificación. Si la orilla se derrumba bajo el peso de las estructuras adyacentes o debido a la erosión, puede causar graves daños a las personas y a la propiedad.

ALIVIADEROS DE CRECIDAS AX6

Otro enfoque para aumentar la capacidad de carga de una vía acuática es proporcionar una vía alterna para desviar parte del flujo. Un aliviadero de crecidas es un canal paralelo o un enclave o reservorio que recibe el desbordamiento cuando el caudal de inundación excede la capacidad de carga de la vía acuática (II. 5.12). El aliviadero permanecerá seco en condiciones normales y se puede utilizar para otros fines, como el cultivo. La entrada y salida del aliviadero de crecidas deben diseñarse y construirse cuidadosamente para evitar inundaciones localizadas. Los coordinadores pueden utilizar las depresiones naturales existentes y las vías de drenaje en el área o construir un canal completamente nuevo.

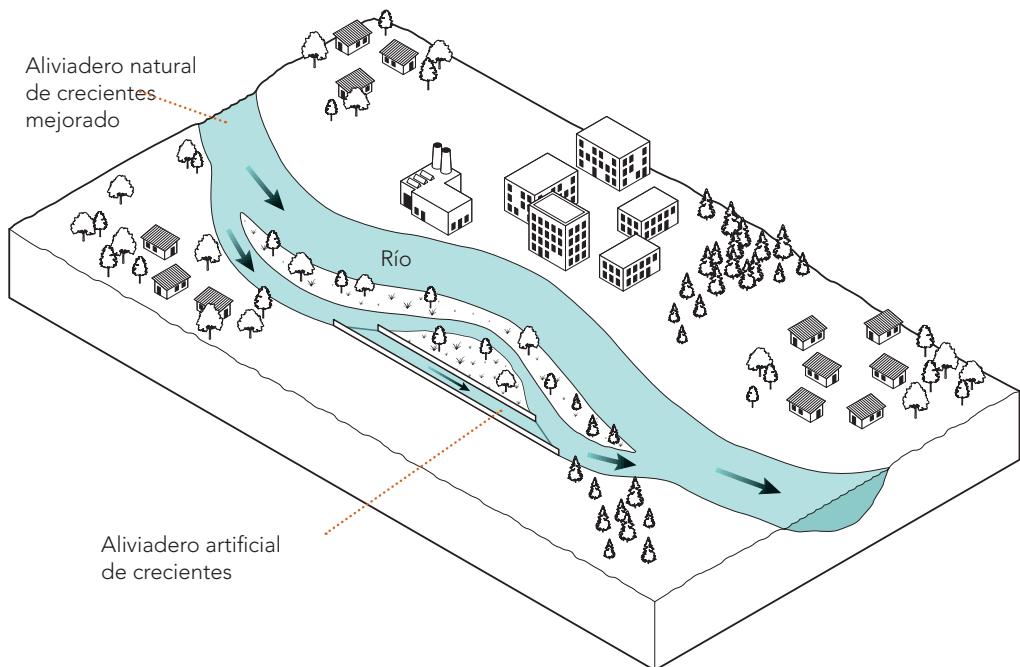


ILUSTRACIÓN 5.12 ALIVIADEROS DE CRECIDAS EN UN SISTEMA FLUVIAL

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Aumentar la capacidad de carga (capacidad de descarga) de un canal mediante el establecimiento de una vía auxiliar.

Componentes principales: Canal existente, canal auxiliar (aliviadero de crecidas), entrada, salida.

Funcionalidad: Los aliviaderos de crecidas están diseñados de tal manera que la capacidad combinada de los aliviaderos existentes y auxiliares puedan acomodar con seguridad el flujo de diseño. Como en cualquier diseño de canal, la capacidad de descarga está determinada por el ancho, profundidad, inclinación y suavidad del lecho de la vía / canal auxiliar. Siempre resulta económico contar con vías auxiliares que puedan utilizarse para otros fines durante la estación seca (para la agricultura, por ejemplo). Sin embargo, estos usos de la tierra pueden afectar la rugosidad de la superficie del lecho del canal y disminuir significativamente el flujo de agua.

Seguridad: La preocupación más importante en materia de seguridad en los aliviaderos de crecidas es el riesgo de que ocurran inundaciones secundarias a lo largo de la vía auxiliar. La estabilidad del canal y de sus orillas también es crítica para la seguridad.

BOMBEO AX7

Otro método para crear una vía alterna con el fin de reducir el riesgo de inundaciones es desplazar mecánicamente parte del caudal río abajo utilizando bombas. El bombeo puede utilizarse para aumentar la conducción a lo largo de un canal o mejorar el drenaje en una llanura inundable. Sin embargo, el bombeo requiere energía e infraestructura costosa; por lo general, se usa solo en condiciones específicas y como último recurso. El bombeo también se puede utilizar para:

- transportar una gran cantidad de agua rápidamente para sacarla de un tramo del río que podría ocasionar problemas, gestionando las crecidas de rápida aparición, como las crecidas repentinas en un área urbana;
- eliminar el agua de una pequeña llanura inundable determinada para evitar crecidas repentinas en un área urbana;
- crear drenajes cuando la llanura inundable está por debajo del nivel del mar y no es posible su drenaje natural;
- evitar la penetración de salinidad en los casos en que haya compuertas de esclusas a lo largo de los arroyos, y
- drenar el agua cuando ocurren inundaciones de agua subterránea que no se pueden drenar naturalmente.

Por lo general, las bombas se instalan en una estructura llamada estación de bombeo, ubicada río arriba del área donde los coordinadores quieren reducir el riesgo de inundaciones. El agua se bombea a través de tuberías hacia las ubicaciones río abajo. Dado que el agua se bombea a un ritmo más rápido que el flujo natural de la fuente (arroyo, río, marea), las tuberías requieren mucha menos capacidad que un canal auxiliar. Las bombas también pueden transportar agua hacia una elevación mayor (si es necesario).

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de Diseño: Desplazar mecánicamente parte del caudal de un cuerpo de agua a un lugar con menos riesgo de inundación.

Componentes principales: Entrada, estación de bombeo, conductos, accesorios y aditamentos (por ejemplo, válvulas, anclas), salida.

Funcionalidad: Las bombas deben seleccionarse de acuerdo con el caudal que debe desviarse y la elevación o distancia a la que debe transportarse el agua. La capacidad de una bomba es el caudal que una bomba específica puede suministrar a una determinada elevación con la máxima eficiencia energética. Si utiliza una bomba de gran capacidad para transportar un caudal pequeño, se desperdiciaría mucha energía. Los tamaños de las tuberías deben calibrarse cuidadosamente para proporcionar una resistencia mínima al flujo y reducir la pérdida de energía.

Seguridad: La ruptura de una tubería de conducción puede causar inundaciones localizadas. Las grandes estaciones de bombeo eléctricas o de combustible pueden conllevar riesgos de incendio.

REDES DE DRENAJES ARTIFICIALES AX8

La infraestructura construida para recolectar y transportar eficazmente la escorrentía de un área determinada se denomina red de drenajes artificiales. Estas redes de drenaje incluyen colectores (superficiales o subterráneos) que conectan el agua de las subcuenca, de un canal principal de aguas pluviales o de una alcantarilla subterránea, y de un desagüe en un cuerpo de agua principal (II. 5.13). Los drenajes superficiales son generalmente canales rectangulares o semicirculares de tierra, concreto o ladrillo; los drenajes subterráneos por lo general son tuberías de PVC, arcilla o concreto enterradas que con perforaciones en el fondo o con agujeros en sus conexiones (II. 5.13). Las alcantarillas subterráneas circulares u ovoides se utilizan en áreas urbanas cuando no hay espacio abierto para canales superficiales o cuando se necesita una mayor profundidad. En algunos casos, las aguas pluviales se mezclan con los desechos humanos en las alcantarillas (conocidas comúnmente como alcantarillas combinadas), pero esto puede causar serios problemas de contaminación y de gestión del agua, por lo que se evita en gran medida en los nuevos diseños.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Recolectar de manera efectiva la escorrentía de un paisaje generada en una tormenta de diseño y transportarla a las principales vías acuáticas para prevenir inundaciones localizadas.

Principales componentes: Drenajes superficiales, drenajes subterráneos, sumideros, pozos de registro, colectores de lodo, túneles, desembocaduras.

Funcionalidad: La mayor preocupación al diseñar un sistema de drenaje es que todos sus elementos tengan suficiente capacidad de carga (Ej.: desagües, tuberías, canales, túneles, pozos de registro y desembocaduras) con el fin de transportar de manera efectiva el flujo correspondiente al pico de aguas pluviales. Cada elemento debe contar con las dimensiones adecuadas, logrado mediante un cálculo preciso del caudal; de lo contrario, se producirán desbordamientos e inundaciones locales. Los drenajes de tamaño moderado pueden transportar grandes cantidades de agua. Por ejemplo, un drenaje de 30 cm de ancho y 20 cm de profundidad puede transportar un caudal de 50-80 litros por segundo. La velocidad del agua es también un factor de diseño muy importante. Si la velocidad es excesiva (>2 m/seg), los drenajes tienden a erosionarse o socavarse; si las velocidades son muy bajas ocurre la sedimentación y el consiguiente bloqueo. Cuando las velocidades son altas, los drenajes deben revestirse con concreto. En los diseños se debe considerar que los drenajes al borde de una carretera sean lo suficientemente fuertes como para soportar el impacto del tráfico en movimiento. Cuando las velocidades son bajas y las aguas pluviales tienden a transportar grandes cantidades de limo o suciedad, se deben incluir decantadores en lugares apropiados, con un plan para que se limpian regularmente (por lo general 2-3 veces al año). Los drenajes que desembocan en los cuerpos de agua deben diseñarse cuidadosamente. Si el nivel del cuerpo de agua excede el nivel del agua en los desagües, el agua fluye hacia arriba, lo cual causa un derrame e inundaciones. Esto también puede ocurrir si los desagües son demasiado estrechos y el agua se acumula rápidamente durante una tormenta muy intensa. Todos los sistemas subterráneos deben incluir pozos de registro para fines de mantenimiento; estos generalmente se colocan a intervalos de 100-200 m.

Seguridad: Cubrir adecuadamente los drenajes superficiales profundos (>50 cm de cobertura) en las zonas urbanas es una medida de seguridad esencial. Lo mismo se aplica a los pozos de registro de los sistemas subterráneos. Las fugas en las alcantarillas subterráneas pueden causar erosión en el subsuelo y crear sumideros peligrosos. Tenga en cuenta que las aguas pluviales pueden tener muchos contaminantes y que la conexión de un desagüe de aguas pluviales a un cuerpo de agua utilizado para beber puede conllevar graves riesgos para la salud. Si es absolutamente necesario, las alcantarillas combinadas (aguas residuales y aguas pluviales) deben diseñarse con mucho cuidado para evitar la contaminación de los cuerpos de agua y los riesgos para la salud y el medio ambiente.

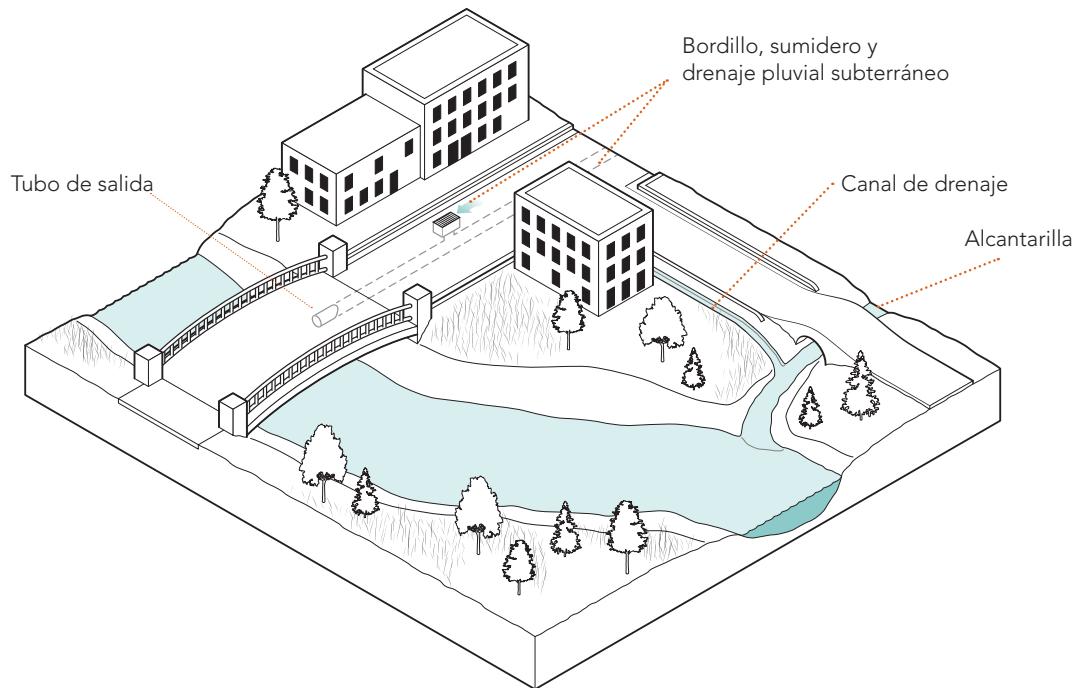


ILUSTRACIÓN 5.13 RED DE DRENAJES ARTIFICIALES

ESPOLONES Y REVESTIMIENTOS AX9

Además de mejorar las condiciones de flujo, las medidas de ingeniería se utilizan comúnmente para fortalecer artificialmente las riberas de las vías fluviales contra la erosión. Esto se logra ya sea construyendo estructuras que reduzcan la velocidad del agua en la orilla (espolones) o alterando las propiedades estructurales del material de las márgenes para que resista mejor la erosión (revestimientos y estabilización de la ribera). Entre los métodos utilizados más comunes se incluyen los siguientes:

Espolones: Los espolones se construyen en contra del movimiento del flujo de agua a lo largo de las orillas de una vía fluvial. Rompen el flujo, reducen la velocidad y permiten que el material de las riberas transportado por el flujo se reubique. Estas estructuras suelen ser sencillas y lineales y se construyen en ángulo recto (90 grados) hasta la orilla. Los espolones son eficaces para prevenir la erosión en los tramos inferiores de un río cuya corriente fluye a velocidades moderadas. Por lo general, se construyen con materiales pesados, como roca o concreto; los espolones más pequeños se pueden construir con pilotes de madera y tierra. Los espolones se diseñaron originalmente para manejar la erosión costera y generalmente no son adecuados para los sistemas fluviales. Sin embargo, se han construido en algunos sistemas fluviales para proteger los diques de la erosión excesiva. Los espolones pueden cambiar significativamente la hidrología de un río, restringir el flujo y causar una acumulación excesiva de limo. Por lo tanto, en la guía no se fomenta el uso de los espolones como una solución viable para la gestión del riesgo de inundaciones.

Revestimientos y estabilización de las riberas: Los revestimientos son estructuras construidas como una cubierta o faldón para proteger las márgenes de los arroyos / lagos con material suelto. Normalmente se construyen con bloques de piedra, gaviones o revestimiento de concreto, los cuales resisten la fuerza del agua que podría transportarlos a lo largo de la vía fluvial. La otra opción es mejorar la resistencia del material existente en la orilla mediante la compactación, la alteración de la pendiente o la introducción de aglutinantes químicos u otros métodos de estabilización del suelo. Los revestimientos son muy efectivos en las secciones donde la corriente alcanza mucha velocidad y para la protección de otras estructuras construidas como protección contra las inundaciones, tales como los diques. La estabilización de las orillas es útil en lugares donde la velocidad de la corriente es baja y donde el espacio no permite la construcción de espolones o revestimientos. Sin embargo, tanto los revestimientos como la estabilización de los bancos afectarán a la hidráulica del río y otros procesos ecológicos. Dañan considerablemente los ecosistemas ribereños (Ej.: la vegetación ribereña, los manglares) y también destruyen los hábitats de la fauna como las aves acuáticas, nutrias y cangrejos. Por lo tanto, ambas opciones deben ser diseñadas cuidadosamente por un equipo de ingenieros hidráulicos / geotécnicos y ecologistas acuáticos. Los espolones y los revestimientos también restringirán el acceso a la vía fluvial y podrían causar impacto en su uso (Ej.: pesca, actividades recreativas); por lo tanto, es importante construir estructuras de acceso apropiadas.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Reducir la erosión de las orillas de un cuerpo de agua disipando la energía del flujo o aumentando la resistencia a la erosión.

Componentes principales: Espolones, riberas protegidas (revestimientos o estabilización de las márgenes), estructuras de acceso.

Principales parámetros de diseño: Los espolones se diseñan para disipar la energía transportada por el flujo (u olas) antes de que llegue a la orilla y cause erosión. Para los revestimientos y estabilización de las riberas, los cálculos de energía se utilizan para determinar la resistencia estructural y la estabilidad requeridas. En la mayoría de los casos, la velocidad del agua es proporcional a la energía que transporta. La resistencia y estabilidad estructural dependen del material seleccionado para la construcción, así como del tamaño y de la forma.

Seguridad: La resistencia de los cimientos y la durabilidad de los materiales utilizados para el vertedero / presa de derivación son las principales consideraciones de seguridad en el diseño. La ruptura de un vertedero / presa de derivación puede causar graves daños a las comunidades.

5.2.2.2 Medidas blandas

RESTAURACIÓN DE LAS VÍAS DE DRENAGE NATURAL AY7

A menudo, las vías de drenaje natural (barrancos, pequeños arroyos, franjas de tierra inclinadas) en un paisaje se modifican o se eliminan con la urbanización y la agricultura. Sin embargo, estas vías de drenaje requieren poco o ningún mantenimiento y son las vías de conducción más estables del paisaje. La mayoría de estas vías de drenaje no son perennes y apenas se distinguen como vías acuáticas durante los períodos secos. Por lo tanto, cuando se modifican sus alrededores, estas vías pueden bloquearse con escombros, azolvase, cubrirse de maleza o truncarse o llenarse intencionadamente. Un coordinador puede a menudo mejorar el drenaje de las aguas pluviales identificando dichas vías naturales de drenaje y monitoreándolas, manteniéndolas y restaurándolas (Il. 5.14). A menudo, también se instalan alcantarillas donde las vías de drenaje cruzan carreteras, caminos o tuberías, que a menudo son de tamaño insuficiente debido a la complejidad del cálculo de los caudales naturales. Los flujos pueden aumentar con el tiempo, especialmente en las zonas urbanas que se están desarrollando. En tales casos, deben ampliarse las alcantarillas (ensanchar las alcantarillas o reemplazarlas por puentes o cruces de aguas bajas que permitan el desbordamiento), y los coordinadores deben continuar dándoles mantenimiento para evitar que se bloqueen.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Identificar y restaurar la capacidad de carga original de las vías de drenaje naturales en un paisaje.

Componentes principales: N/A

Funcionalidad: La principal tarea de diseño en la restauración del drenaje natural es identificar las vías de drenaje naturales y calcular la capacidad de descarga (tanto de ancho como de profundidad) que debe restaurarse. La identificación es una tarea difícil en la mayoría de los paisajes modificados porque el agua no fluye en la época seca. Tanto los conocimientos de los expertos como los de los miembros de la comunidad serán útiles para identificar los requisitos de descarga y restaurar las condiciones originales. La teledetección y los SIG pueden ser muy útiles para identificar las vías de drenaje naturales.

Seguridad: Las cuestiones de seguridad no son críticas a menos que se requiera la remoción de grandes estructuras construidas según los principios de ingeniería.

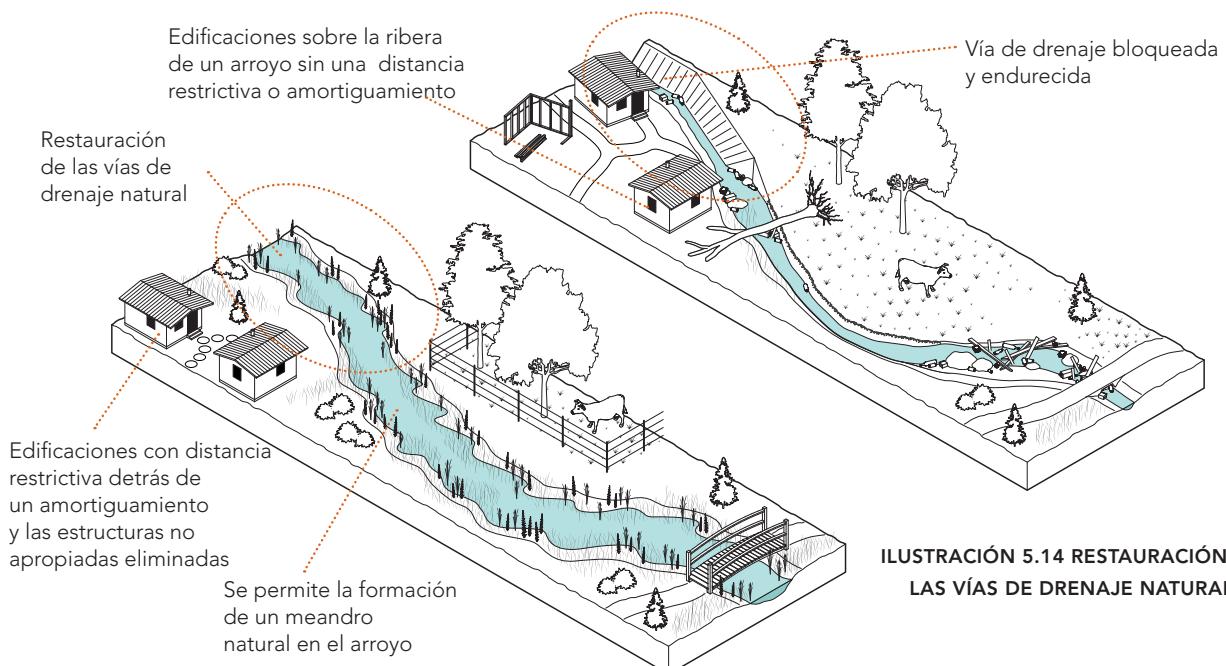


ILUSTRACIÓN 5.14 RESTAURACIÓN DE LAS VÍAS DE DRENAGE NATURAL

RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN RIBEREÑA AY8

La mayoría de los ecosistemas ribereños (los hábitats que existen junto a los arroyos o a lo largo de los mismos) tienen una resistencia natural a la erosión y a la socavación causadas por los caudales que corren a gran velocidad y las inundaciones. Cuando los ecosistemas ribereños se modifican o se dañan, pierden su capacidad de proteger los cursos de agua, y estos se erosionan excesivamente. La mayoría de las especies de plantas ribereñas se han adaptado de manera que resisten las altas velocidades y los niveles fluctuantes del agua.

Las formaciones como las raíces de contrafuerte o adventicias estabilizan las plantas y mantienen firmemente el suelo de la zona radicular (Il. 5.15). Los hábitats ribereños constituyen una barrera contra el aumento repentino del nivel del agua. En los cursos de agua de las cuencas altas, los hábitats ribereños también frenan la energía de las corrientes con alta velocidad y reducen la amenaza de crecidas repentinas o erosión río abajo. Los árboles caídos y la basura orgánica en las orillas ayudan a frenar la velocidad del agua y le brindan una cobertura adicional al suelo. Los microorganismos en la zona de las raíces y los animales más grandes en el hábitat (Ej.: los cangrejos, las hormigas) llevan a cabo otros procesos que estabilizan continuamente los suelos. La restauración de los hábitats ribereños contribuirá a reducir la erosión y a proteger las riberas.

El hábitat ribereño degradado se puede restablecer generalmente mediante la restauración y la revitalización de la vegetación ribereña. Los proyectos de restauración deben planificarse cuidadosamente y deben seleccionarse las especies vegetales adecuadas. También es importante recrear las condiciones de los hábitats de los animales –como los sitios de descanso y anidación, las guaridas, las sombras y las madrigueras– y se recomienda incluir en el diseño y la planificación conocimientos especializados sobre los humedales o las zonas acuáticas. Los proyectos de restauración ribereña pueden afectar los usos comunitarios existentes de las vías acuáticas, como la pesca, la captación de agua y la recreación. Los proyectos de restauración deben tener en cuenta estos usos y tratar de preservarlos tras consultar con la comunidad.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Mejorar la resistencia natural de los arroyos para que soporten las altas velocidades y los caudales altos.

Componentes principales: Vegetación restaurada, hábitats restaurados, estructuras de acceso (caminos, muelles), vallas.

Funcionalidad: Las tareas de diseño más importantes cuando se lleva a cabo la restauración ribereña son identificar las áreas que se restaurarán y seleccionar las especies de plantas adecuadas para la revegetación. La mayoría de las plantas no crecen en condiciones ribereñas demasiado húmedas y si se utiliza una especie de planta equivocada esta puede retener mucho limo y azolvar las riberas. Las plantas seleccionadas deben apoyar los otros procesos ecológicos del ecosistema y considerar la anidación, reproducción y alimentación de la fauna. Es probable que se deban diseñar pequeñas estructuras artificiales, como madrigueras, lugares con sombra o cuevas para restaurar el hábitat. Dependiendo del nivel existente de modificación por el hombre y de los daños causados por la erosión, puede ser necesario diseñar medidas suplementarias como la estabilización artificial o el revestimiento de las riberas.

Seguridad: No hay problemas de seguridad cruciales con la restauración ribereña, a menos que se utilicen métodos suplementarios tales como los revestimientos.

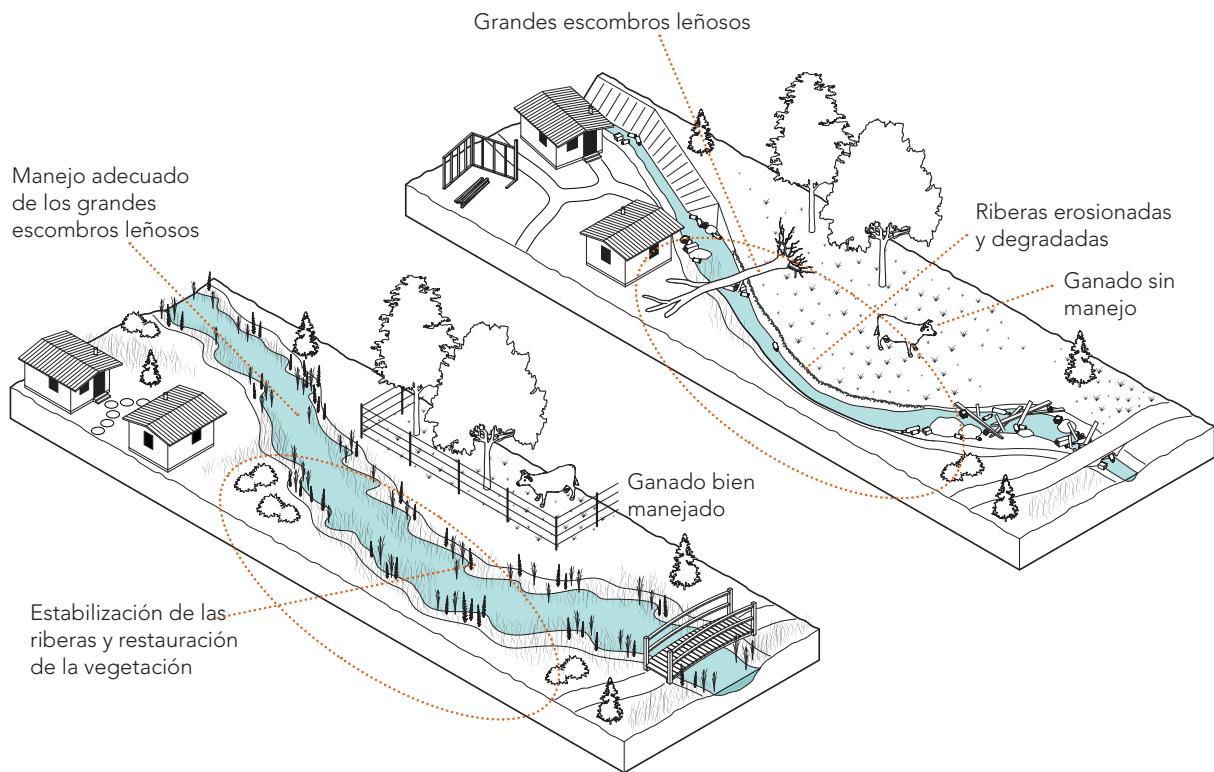


ILUSTRACIÓN 5.15 RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y LOS HÁBITATS RIBEROS

ELIMINACIÓN DE BARRERAS AY9

Otra forma de mejorar la capacidad de conducción de las vías acuáticas (especialmente en las vías acuáticas pequeñas y medianas) es eliminando las barreras al flujo. En los sistemas naturales esto implica la remoción de rocas, vegetación y escombros que dificultan el flujo en el lecho del río (Il. 5.16). En arroyos pequeños cuyas corrientes generalmente corren a altas velocidades, la remoción regular de grandes escombros leñosos puede reducir sustancialmente el riesgo de inundaciones locales, especialmente en el caso de crecidas repentinas. La eliminación de malezas en los arroyos también es una manera eficaz de restaurar los flujos. Los arroyos en áreas urbanizadas o agrícolas a menudo están recubiertos de malezas que bloquean los flujos naturales, y es necesario desbrozarlos constantemente. Las malezas flotantes se pueden eliminar con recolectores mecánicos y las malezas emergentes y sumergidas las pueden erradicar grupos de voluntarios que se dediquen a eliminarlas.

La recolección regular de la basura grande (artículos de plástico, trapos, cartones) también es importante en los ríos urbanos. Entre la basura grande se incluyen las bolsas de polietileno / plástico, los artículos domésticos desechados (recipientes, muebles, aparatos eléctricos), material de empaque y trapos. Estos elementos se acumulan en los lechos de los ríos, y en las curvas o puntos estrechos de los canales y alcantarillas o en las estructuras de control (esclusas, presas), y bloquean el flujo de agua. La basura también interfiere con el funcionamiento de los arroyos naturales y puede disminuir la calidad del agua. La eliminación de la basura generalmente la hacen los trabajadores municipales, los voluntarios ambientales o grupos comunitarios a mano, por medio de programas para la limpieza periódica de los ríos. Para restaurar los ríos altamente degradados, puede ser necesario contar con maquinaria y vehículos para retirar y transportar la basura. En estos casos, es esencial una planificación cuidadosa del proyecto y una inversión sustancial. Los programas de cierta magnitud para la recolección de basura deben ir acompañados de:

- recolección y eliminación de residuos sólidos por parte de los gobiernos locales;
- programas de sensibilización pública sobre la gestión de residuos sólidos (reducción, separación para reciclaje, compostaje);
- programas de concienciación pública sobre la salud y la ecología de los ríos, y
- la aplicación estricta de las normas para la gestión de los residuos sólidos.

En los sistemas modificados por el hombre, también es necesario eliminar las estructuras obsoletas, como los puentes antiguos y las alcantarillas estrechas. El proceso de eliminar cuidadosamente (reemplazar con puentes) o ensanchar las alcantarillas estrechas también se conoce como apertura de alcantarillas. La eliminación de tales barreras puede ser particularmente útil en áreas que se están urbanizando, donde la escorrentía (flujo superficial) ha aumentado con el tiempo. Muchas de las estructuras que bloquean los arroyos urbanos se construyeron sin tener en cuenta los reglamentos de dejar una distancia de amortiguamiento para el arroyo existente. La remoción de estas estructuras es una manera efectiva de aumentar o restaurar la capacidad de transporte de una vía acuática. Sin embargo, ciertas estructuras que no se han autorizado son comunes en los asentamientos de personas con bajos ingresos y son esenciales para su vida cotidiana. Su eliminación debe hacerse con sumo cuidado y con la participación de la comunidad.

La capacidad de conducción del agua también puede mejorarse alejando los bordes de las márgenes de la vía acuática (también conocido como distancia restrictiva para los bordes). La distancia restrictiva para los bordes aumenta la conducción de agua y reconecta la vía acuática con partes de la llanura inundable. La ampliación de las márgenes de la vía acuática reduce la velocidad del agua durante una inundación, lo que puede reducir los cuellos de botella río abajo y los derrames. Este enfoque también ayuda a restaurar los hábitats ribereños y reduce los costos de las operaciones y el mantenimiento asociados con los bordes, que se degradan más rápidamente cuando la presión del agua es muy fuerte debido a la velocidad.

Un enfoque más invasivo para eliminar las barreras en las vías acuáticas es eliminar las características naturales, como los bancos de arena y las rocas, en las desembocaduras de los ríos para evitar los derrames cuando se incrementan los caudales. Este método puede interferir con los flujos y funciones naturales del arroyo, incluyendo la migración de los peces; por lo tanto, los profesionales, conjuntamente con las comunidades que utilizan las vías acuáticas, deben planificarlo cuidadosamente.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Restaurar o mejorar la capacidad de carga de una vía acuática eliminando las características que reducen el área de la sección transversal o aumentan la agitación de las aguas en el canal.

Componentes principales: N/A

Funcionalidad: Los proyectos para eliminar las barreras están diseñados para optimizar la capacidad de carga (capacidad de descarga) y reducir la agitación de las aguas en la superficie de las vías navegables. Sin embargo, es extremadamente difícil calcular con precisión el aumento del caudal después de eliminar una barrera en un arroyo natural. La regla general es que vale la pena eliminar cualquier barrera que altere el flujo natural de una vía acuática. Cuando se trata de eliminar barreras naturales para mejorar artificialmente la capacidad de descarga, el diseño hidrológico preciso y la evaluación ambiental son de suma importancia.

Seguridad: La seguridad no es un factor primordial en las operaciones regulares de desbroce o limpieza de escombros. Sin embargo, el desmantelamiento de estructuras antiguas, la demolición de edificaciones no autorizadas o la eliminación de barreras naturales (Ej.: grandes rocas) pueden constituir graves peligros para las personas y la propiedad, y un equipo de seguridad debe planificarlos.

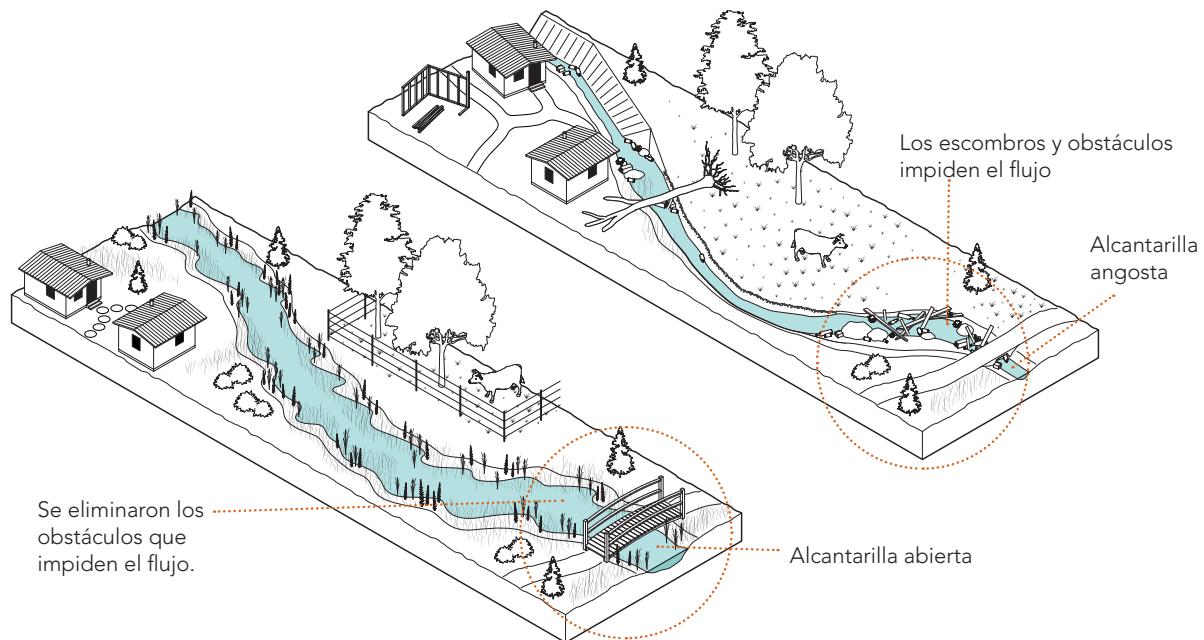


ILUSTRACIÓN 5.16 ELIMINACIÓN DE LAS BARRERAS QUE IMPIDEN EL FLUJO

RESTAURACIÓN DE COSTAS Y ARRECIFES AY11

Los ecosistemas costeros pueden proporcionar protección natural contra las inundaciones costeras y marejadas y pueden disipar considerablemente la energía del oleaje, romper las olas de la costa y reducir las inundaciones tierra adentro. Cuando la urbanización o el cambio climático dañan o degradan los manglares, las dunas, las playas, los lechos de pastos marinos y los arrecifes de coral o de conchas, su capacidad para prestar servicios de protección se reduce considerablemente. (Vea Restauración de humedales AY3).

A lo largo de algunas costas, las playas y las dunas de arena pueden estar a mayor altura que la tierra detrás de ellas, y pueden servir como una barrera contra las inundaciones y disipar la energía de las olas. Las dunas de arena naturales son depósitos de arena formados por el viento. Las dunas son fuentes de sedimento que pueden usarse para reponer la arena en las playas circundantes basándose en los vientos y las mareas y para reducir la erosión costera. La actividad humana y la urbanización degradan las dunas de arena y disminuyen su potencial como amortiguador contra las tormentas costeras y las inundaciones. Sin embargo, las dunas y las playas pueden restaurarse atrapando la arena con vallas –construidas, por ejemplo, con ramas o estacas de junco– o pueden estabilizarse sembrando vegetación. Se puede trasplantar la vegetación nativa desde sistemas de dunas intactos o se puede adquirir en viveros, y se pueden crear dunas artificiales para proteger las costas. Es importante que en los proyectos de restauración de dunas se consideren la fuente de la arena y los tipos de especies vegetales que se utilizarán. Los proyectos costeros también deben considerar la relación que existe entre el área costera y las pequeñas bahías o lagunas cercanas para asegurar que la restauración de las dunas no impida la reposición de arena o aumente el riesgo de inundaciones en otros lugares. También es importante permitir que el ecosistema restaurado o gestionado se adapte al cambio climático.

Los arrecifes de coral son ecosistemas submarinos que constituyen el hábitat de una multitud de especies marinas, con estructuras rígidas construidas por el coral. Estas estructuras submarinas pueden actuar como rompeolas naturales reduciendo su velocidad y fuerza. Los arrecifes de coral los están degradando las actividades humanas como la minería de coral, la contaminación y la sedimentación provocadas por la urbanización costera. El calentamiento de las temperaturas oceánicas y la acidificación de los océanos –resultados del cambio climático– degradan aún más los arrecifes de coral y reducen su eficacia como amortiguadores contra las tormentas costeras.

Los arrecifes de conchas, como los colonizados por ostras y mejillones, ofrecen beneficios similares a los de los arrecifes de coral, pero dado que los arrecifes de conchas generalmente son más pequeños, tienen menos impacto en la amortiguación de las olas.

En algunos casos, los arrecifes degradados pueden restaurarse a un cierto nivel de funcionamiento, y en su defecto, pueden crearse arrecifes artificiales en algunos lugares para llevar a cabo funciones similares. Aunque es difícil, desde el punto de vista técnico, y podría ser costoso, algunas veces es posible trasplantar corales o conchas a sustratos apropiados, o construir barreras artificiales para colonizar los sitios dañados. Durante la restauración, se debe prestar especial atención a los tipos de especies utilizadas en la colonización, las condiciones ambientales, el tipo de sustrato utilizado para la fijación y, en el caso de los corales, el tipo y la forma del trasplante. Para lograr que los arrecifes vuelvan a su funcionamiento normal, en la mayoría de los casos, la restauración o creación de arrecifes será más costosa, consumirá mucho más tiempo y tendrá menos éxito que la protección y manejo de los arrecifes existentes. Los arrecifes se deben proteger de las amenazas humanas. La protección y la gestión incluyen la consideración de la adaptación al cambio climático a medida que los ecosistemas respondan y/o se adapten.

Los proyectos de restauración de las zonas costeras deberían llevarse a cabo con planificación y conocimientos técnicos especializados. Dependiendo del alcance y el contexto, se recomienda que se consulte a los coordinadores costeros y a los ecólogos acuáticos durante las fases de planificación y diseño del proyecto.



© Fragments of Hope/WWF

Uso de viveros de coral para restaurar los arrecifes.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Mejorar la capacidad natural de las costas para resistir las altas velocidades y los caudales altos

Principales componentes: Vegetación, sustrato y hábitats restaurados.

Funcionalidad: Identificar las áreas que deberán restaurarse y seleccionar las especies y sustratos correctos para la restauración. El nivel existente de modificación por el hombre, el daño por erosión y la degradación afectará los tipos de proyectos de restauración posibles y puede requerir el uso de arrecifes artificiales o dunas. Los proyectos de restauración de las costas y los arrecifes son similares a los de restauración de humedales y riberas en el sentido de que una de las principales preocupaciones es restaurar el hábitat preexistente, además de crear un amortiguador o rompeolas adicional a lo largo de la línea costera. Los proyectos deben considerar la adaptación a un clima cambiante.

Seguridad: La seguridad no suele ser un factor crucial cuando se trata de la restauración costera, a menos que se utilicen métodos suplementarios, como los revestimientos.

► 5.2.3 MÉTODOS DE ADAPTACIÓN A LAS INUNDACIONES

La tercera categoría de métodos de gestión del riesgo de inundaciones es la adaptación a las inundaciones. Estos métodos se centran en ayudar a las comunidades a adaptarse a las inundaciones, más que en prevenir o mitigarlas (o los daños causados por ellas). En lugar de gestionar la amenaza, el fin de estos métodos es reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de las comunidades para vivir con las inundaciones.

5.2.3.1 Métodos de ingeniería dura

INFRAESTRUCTURA PARA FINES MÚLTIPLES AX10

La infraestructura pública que puede utilizarse para la conducción o detención del agua de las inundaciones durante la estación lluviosa y para otros fines en la estación seca suele denominarse infraestructura para usos múltiples. Algunos ejemplos son:

- túneles de tráfico de varios niveles que también sirven como túneles de drenaje durante la estación lluviosa
- parques infantiles que pueden servir como cuencas de detención
- canchas de tenis / baloncesto construidas bajo el nivel del suelo para que sirvan como estanques de detención durante la lluvia
- parques y áreas de recreación diseñadas para acomodar inundaciones temporales durante las lluvias torrenciales.

Los diseñadores deben planificar dicha infraestructura en función de las necesidades específicas de cada lugar y para proporcionar los máximos beneficios a todos sus pobladores. La infraestructura para usos múltiples debe proporcionar la capacidad necesaria de conducción y/o almacenamiento de agua para gestionar las crecidas y debe ser adecuada desde el punto de vista estructural y funcional para sus demás fines. Por ejemplo, un parque para usos múltiples debe diseñarse de manera que sus senderos, bancas o áreas abiertas no se dañen con el agua, al ocurrir una inundación que dure varios días.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO

Objetivos de diseño: Incorporar funciones hidráulicas (almacenamiento, conducción, infiltración) en una infraestructura común.

Componentes principales: N/A

Funcionalidad: Hay tres puntos esenciales para diseñar una infraestructura para usos:

1. Debe diseñarse estructural y funcionalmente para cumplir con su propósito principal (estacionamiento, túnel).
2. Debe diseñarse hidráulicamente para el propósito secundario, relacionado con las inundaciones (almacenamiento, conducción, detención).
3. Debe garantizarse que la estructura sea segura tras estar expuesta al agua y a las cargas / presión adicionales ejercidas cuando se utiliza para el propósito secundario relacionado con las inundaciones.

Seguridad: En este caso se aplican todos los factores de seguridad al diseño de la estructura hidráulica correspondiente (depósito / estanque de retención, dispositivo de infiltración, túnel de aguas pluviales). Se deben tomar medidas de diseño muy estrictas para evitar exponer a los usuarios de la infraestructura a cualquier peligro durante las inundaciones. Por ejemplo, en un túnel con el doble propósito de drenaje y de tráfico de vehículos, debe haber un mecanismo de cierre seguro y confiable para evitar que los vehículos transiten durante una inundación. Además, se deben tener en cuenta los riesgos de contaminación del agua, la reproducción de vectores y los peligros físicos posteriores a las inundaciones en un lugar público. Los factores de seguridad que se aplican a los demás usos de la infraestructura (Ej.: parque infantil, túnel para tráfico de vehículos) los deben considerar independientemente los expertos pertinentes.

5.3 MÉTODOS NO ESTRUCTURALES

Los métodos no estructurales de gestión del riesgo de inundaciones no implican ninguna intervención física (de ingeniería o ecológica). Los métodos no estructurales pueden clasificarse principalmente en dos categorías, dependiendo de la naturaleza de las intervenciones:

1. Cambios de gobernanza
2. Cambios en las prácticas de la comunidad y de los hogares

Los cambios en la gobernanza incluyen la modificación o introducción de leyes, reglamentos o procedimientos organizativos para inducir prácticas (a diferentes niveles) que contribuyan a la prevención o mitigación de las inundaciones o a la adaptación de la población a ellas.

El cambio de las prácticas comunitarias y domésticas incluye enfoques que involucrarán activamente a la comunidad y a los hogares para inducir comportamientos que contribuyan a la prevención o mitigación de las inundaciones o su adaptación a ellas.

5.3.1 CAMBIO DE GOBERNANZA

LEGISLACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO Y DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS B1

La mayoría de los países cuentan con legislación y políticas para evitar la degradación ambiental, la deforestación y la erosión de los suelos en las zonas superiores de las cuencas. Estas leyes o procedimientos son importantes en la gestión del riesgo de inundaciones, ya que regulan las actividades humanas que pueden aumentar la erosión del suelo y provocar cambios hidrológicos, agravando así el riesgo de inundaciones. Las particularidades de la protección contra las inundaciones varían de un país a otro. La conservación del suelo en muchos lugares está regulada por leyes parlamentarias nacionales o estatales. Estas leyes disponen las medidas de conservación, las actividades permitidas y prohibidas, y los procedimientos de compensación para los propietarios de tierras. Algunos países establecen agencias cuyo fin exclusivo es hacer cumplir los reglamentos de conservación del suelo y de las cuencas, mientras que otros utilizan los departamentos de agricultura o las oficinas de la administración regional para la ejecución. Cuando existe legislación nacional para la protección del suelo y de las cuencas, estos reglamentos y procedimientos pueden aplicarse a nivel de los gobiernos locales. En algunos casos, las agencias para el desarrollo de las cuencas hidrográficas y fluviales pueden contar con enfoques especializados para la conservación de las cuencas.

Independientemente de su eficacia técnica o de su aplicabilidad jurídica, dichas leyes, reglamentos y procedimientos deben tenerse en cuenta en todas las etapas y a todas las escalas del proceso de planificación para la gestión del riesgo de inundaciones. La legislación y los procedimientos pueden tener deficiencias que un proyecto especializado de gestión del riesgo de inundaciones puede subsanar. Un proyecto de gestión integrada del riesgo de inundaciones puede, como objetivo secundario, esforzarse por mejorar los reglamentos y procedimientos de conservación del suelo y de las cuencas. Cambiar la legislación nacional puede ser un reto y mejorar los reglamentos locales para la conservación de los suelos puede lograrse por medio de la abogacía a nivel local.

PLANIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA (REGIONAL) B2

La planificación del uso de la tierra puede influir en las causas y consecuencias de las inundaciones. La planificación del uso de la tierra de un país se lleva a cabo a diferentes niveles de administración y políticas y está determinada por una serie de leyes y procedimientos, incluyendo las leyes de uso de la tierra y desarrollo urbano, los planes físicos nacionales, las leyes ambientales y los planes de desarrollo a largo plazo. Las decisiones comienzan a nivel de las comisiones nacionales de planificación, y luego pasan al nivel de las oficinas de los concejos locales. La planificación adecuada del uso de la tierra es un elemento esencial en cualquier proyecto de gestión del riesgo de inundaciones.

Aunque la planificación del uso de la tierra es transdisciplinaria, la zonificación es el aspecto más crucial para la gestión del riesgo de inundaciones:

- La zonificación identifica la distribución geográfica de los diferentes usos de la tierra y lo que se debe permitir o prohibir en lugares específicos.
- La planificación cuidadosa de la cubierta del suelo que se permite y el desarrollo en las distintas secciones de un paisaje puede ayudar a un coordinador a manejar los flujos hidrológicos y es fundamental para la conservación de los suelos.

- En las áreas urbanas, la zonificación puede ayudar a minimizar los daños causados por las inundaciones (Ej.: permitiendo zonas de amortiguación libres de edificios a lo largo de un río) y permitir una evacuación eficiente de las aguas de una inundación.

Un proyecto de gestión del riesgo de inundaciones de cualquier escala debe incorporar la planificación del uso de la tierra. Además, la planificación del uso de la tierra debe involucrar a todas las partes interesadas, inclusive los organismos gubernamentales y organizaciones comunitarias, fomentando, al mismo tiempo, la participación del público. Los detalles de la toma de decisiones integrada y la participación pública se tratan en el capítulo 3, y la planificación del uso de la tierra en las áreas urbanas se trata en el capítulo 6.

IMPERMEABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES (REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN)

B3

Con edificios mejor diseñados se pueden minimizar los daños causados por las inundaciones a escala de los hogares y los vecindarios. Existe una tendencia mundial hacia la incorporación formal de aspectos de protección contra las inundaciones en los diseños de los edificios. Algunos municipios los han convertido en un factor obligatorio. Estos conceptos de diseño tienen varios objetivos:

- lograr que los edificios sean más resistentes a las inundaciones (Ej.: uso de materiales resistentes a la humedad)
- mejorar la funcionalidad del edificio durante las inundaciones (Ej.: vías y edificios elevados)
- mejorar el drenaje, la infiltración y el almacenamiento temporal de agua en el complejo (Ej.: jardines de lluvia domésticos)

Los diseños que combinan los conocimientos tradicionales con la tecnología moderna y las innovaciones recientes pueden ayudar a lograr los objetivos de reducción del riesgo de inundaciones.

Las normas de construcción se pueden adoptar en diferentes niveles administrativos. La forma más común es elaborando un documento técnico que describa los enfoques que se prefieren para su incorporación en los requisitos de construcción a nivel del gobierno local (concejo de la ciudad o de la comunidad). Estas normas pueden variar de un lugar a otro en función de la intensidad y los tipos de inundaciones. Por ejemplo, la protección de los edificios contra las inundaciones de aguas subterráneas podría exigir un enfoque diferente al de la protección contra las inundaciones fluviales.

Las implicaciones ambientales deben considerarse cuidadosamente al preparar los códigos de construcción. Esto se aplica tanto a los materiales como a las prácticas de construcción. Por ejemplo, no se recomiendan productos químicos tóxicos o perjudiciales para el medio ambiente cuando se construye tomando en cuenta la protección contra inundaciones. Los códigos de construcción deben tomar en cuenta los aspectos ambientales de la localidad, con el fin de guiar a los constructores para que obtengan material de fuentes sostenibles, y de recomendar materiales con certificación ambiental al momento de la importación (Ej.: madera certificada).

MANTENIMIENTO REGULAR DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS

B4

Como ya se ha comentado en las secciones anteriores, la gestión del riesgo de inundaciones a menudo implica estructuras físicas (obras hidráulicas) como presas, canales, sistemas de drenaje y sistemas de bombeo. Una vez construidas, la mayoría de estas estructuras necesitan algún nivel de mantenimiento regular. Ciertas obras hidráulicas, entre ellas las estaciones de bombeo o las presas con compuertas mecánicas, pueden requerir mantenimiento diario y personal de tiempo completo para su operación. Otros, como los sistemas abiertos de drenaje o pequeños diques en las cuencas, pueden necesitar mantenimiento ocasional –para limpiar escombros y el limo que se acumula con el tiempo. La falta de mantenimiento tendrá como resultado una reducción de la capacidad o fallos de funcionamiento que desencadenarán inundaciones.

Las obras hidráulicas cuyo mantenimiento está a cargo de las agencias estatales a nivel central como los departamentos de riego o los concejos municipales por lo general tienen protocolos de mantenimiento escritos. Sin embargo, a menudo se descuida el mantenimiento de los proyectos a nivel de los gobiernos locales o del vecindario. Es importante documentar las necesidades de mantenimiento de cualquier proyecto y establecer un mecanismo de monitoreo constante. Se debe instruir a los representantes de las organizaciones comunitarias, los comités locales de inundaciones y los concejos sobre la importancia del mantenimiento regular para que puedan exigir, asignar y supervisar los fondos para dicho trabajo.

MARCO PARA EL MONITOREO Y ALERTA DE INUNDACIONES **B5**

El monitoreo, la predicción de las inundaciones y la emisión de alertas de inundación son componentes esenciales de la gestión del riesgo de inundaciones. Los patrones de inundación pueden observarse a lo largo del tiempo, lo que permite predecir la probabilidad de inundación y los daños potenciales. Una vez hechas las predicciones, se debe advertir a las comunidades vulnerables sobre los peligros.

El monitoreo y la alerta de inundaciones implican una serie de actividades a diferentes niveles y deben organizarse y ser de carácter científico, independientemente de su escala. Sin una coordinación adecuada, una operación puede perder su eficacia, y las falsas advertencias pueden crear un caos público innecesario.

En la mayoría de los países se ha establecido un proceso de monitoreo y alerta de inundaciones como parte del marco nacional de gestión de desastres. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) apoya a los organismos meteorológicos a nivel nacional a través del Sistema Mundial de Observación. Los distintos organismos meteorológicos nacionales trabajan con los departamentos de riego y los organismos a cargo de las cuencas fluviales para recopilar datos meteorológicos e hidrológicos y hacer predicciones. Otras redes internacionales y regionales, como la Red Internacional sobre Inundaciones (IFNet) y el Centro Asiático de Preparación para Casos de Desastre (ADPC), trabajan directamente con organismos nacionales para emitir alertas de inundaciones. Como resultado de ello, se pueden hacer predicciones y emitir alertas en ciertas áreas propensas a las inundaciones antes de una tormenta o de la temporada de lluvias. Si bien las autoridades nacionales encargadas de la gestión de desastres pueden emitir alertas, en la comunicación eficaz con las comunidades deben participar los gobiernos locales y los dirigentes de las aldeas, los comités locales de gestión de inundaciones y las organizaciones comunitarias.

El gobierno local en cualquier área propensa a las inundaciones debe tener su propio marco de monitoreo y alerta de inundaciones para trabajar con las agencias nacionales de manejo de desastres con el fin de comunicar información confiable y emitir alertas al público. Los organismos nacionales pueden asociarse con organizaciones de base comunitaria para formar comités locales de inundaciones. Los medios de comunicación y la tecnología celular constituyen maneras efectivas de emitir alertas de inundación a las personas. Las estaciones de televisión y radio locales y los mensajes de texto por la telefonía celular pueden informar rápidamente a la comunidad sobre una inundación. Sin embargo, se debe tener cuidado de que las advertencias que se proporcionen a los medios de comunicación sean coherentes y provengan de una sola fuente.

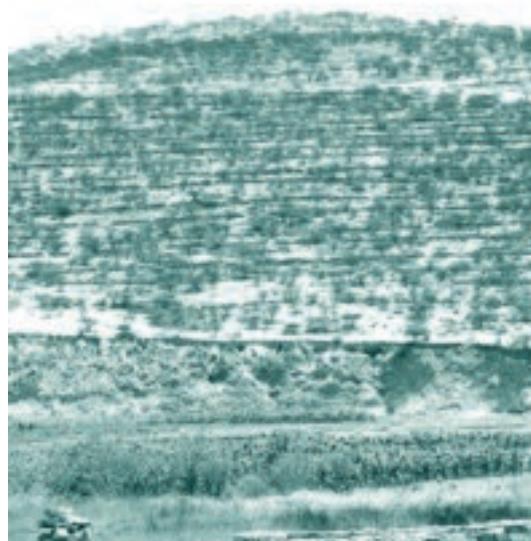
5.3.2 CAMBIOS EN LAS PRÁCTICAS DE LA COMUNIDAD Y DE LOS HOGARES

CAMBIO DE CULTIVOS Y USO ALTERNO DE LA TIERRA B6

Las leyes de protección del suelo y de las cuencas a veces pueden desalentar las prácticas nocivas de uso de la tierra, pero la degradación más intensa de las tierras se produce cuando es difícil hacer cumplir las leyes a nivel nacional. Por ejemplo, las comunidades –especialmente las que se dedican a la agricultura– pueden depender de la tierra para su sustento y algunas de sus prácticas pueden destruir el medio ambiente. En tales situaciones, los enfoques pragmáticos pueden mejorar las prácticas de plantación, cosecha y manejo de una comunidad para asegurar la viabilidad de la tierra a largo plazo. En vez de implantar medidas estructurales, estos cambios implican la capacitación de la comunidad, la concienciación y, en algunos casos, revivir la tecnología autóctona.

Por otro lado, ciertas prácticas tradicionales para el uso de la tierra pueden ser beneficiosas para el medio ambiente –como los sistemas de agricultura en terrazas y los huertos forestales– que pueden reducir la erosión del suelo, reducir la escorrentía y evitar el azolvamiento y el bloqueo de los arroyos y las obras de infraestructura para el control de las inundaciones.

Sin embargo, estas prácticas tradicionales suelen desaparecer cuando se planta la agricultura intensiva, los cultivos comerciales y la ganadería. Asimismo, la infraestructura mantenida por la comunidad a menudo se descuida a medida que más residentes trabajan en empleos asalariados y la agricultura se orienta hacia el mercado. Un proyecto de gestión del riesgo de inundaciones debe tomar medidas específicas para restablecer, conjuntamente con las comunidades, algunas de estas buenas prácticas que ya han desaparecido. Es importante identificar cuidadosamente qué prácticas tradicionales deben fomentarse y cuáles se deben reemplazar por métodos alternos, tanto con el asesoramiento de expertos como con la consulta de la comunidad.



© Chris Reij/WRI

Entre las prácticas tradicionales y comunitarias para el uso de la tierra se encuentran los muros de piedra para formar terrazas en Etiopía, los cuales permiten la infiltración de las aguas pluviales



© Gaien Rowell/Mountain Light/WWF-US

Parcelas y campos con terrazas en Kyumnu, Nepal. Las terrazas y los muros de piedra permiten que las aguas pluviales se infiltrén en las pendientes inclinadas y recarguen las fuentes de aguas subterráneas.

El primer paso en las prácticas de gestión sostenible de las tierras comunitarias consiste en sensibilizar a la comunidad sobre aspectos como la erosión del suelo y la degradación de la tierra. Esto debería hacerse a todos los niveles, desde los hogares hasta las organizaciones de agricultores y de mujeres. También puede ser necesario concienciar a los funcionarios locales de extensión agrícola. Los cambios en las prácticas de la comunidad pueden conllevar un costo, tanto para la comunidad como para los individuos, por lo que es importante crear incentivos para la adopción de nuevas prácticas.

5.4 APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS SEGÚN EL TIPO DE INTERVENCIÓN, LA UBICACIÓN (EN LA CUENCA) Y LA ESCALA

La idoneidad y aplicabilidad de los diferentes métodos de gestión del riesgo de inundaciones a un determinado problema de inundación dependen de una serie de factores. Los métodos seleccionados deben adaptarse al tipo / categoría de intervención deseada (objetivo). Los distintos métodos son eficaces a diferentes escalas geográficas (Ej.: cuencas, llanuras inundables, comunidades y hogares). Además, la eficacia de los métodos varía en función de la ubicación geográfica de la cuenca en la que se aplican. Por último, los métodos seleccionados deben ser adecuados para el tipo de inundación que ocurra en cada caso. En las tablas 5.1 y 5.2 se clasifican los métodos de gestión del riesgo de inundaciones que se analizaron en las secciones 5.2 y 5.3 conforme a estos factores.

TABLA 5.1 MÉTODOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN Y ESCALAS DE APLICACIÓN

OBJETIVO		MÉTODOS ESTRUCTURALES		MÉTODOS NO ESTRUCTURALES	
Tipo de intervención	Escalas de intervención	Métodos duros	Métodos naturales y basados en la naturaleza	Cambio de gobernanza	Prácticas de la comunidad y los hogares
Reducir, retener y detener los flujos de las inundaciones	Transnacional / nacional	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos	AY1 Restauración de la cuenca alta	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas (nivel nacional)	<i>No aplica</i>
	Cuenca	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas B2 Planificación para el uso de la tierra B4 Mantenimiento regular de las obras hidráulicas	<i>No aplica</i>
	Llanura Inundable	AX3 Humedales artificiales y polderes	AY6 Estanques y lagunas de retención	B2 Planificación para el uso de la tierra B4 Mantenimiento regular de las obras hidráulicas	<i>No aplica</i>
	Comunidad	<i>No aplica</i>	AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes	<i>No aplica</i>	B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra
	Hogar	<i>No aplica</i>	AY5 Cosecha de agua de lluvia AY10 Techos y muros verdes y techos azules	<i>No aplica</i>	<i>No aplica</i>

Continúa...

OBJETIVO		MÉTODOS ESTRUCTURALES		MÉTODOS NO ESTRUCTURALES	
Tipo de intervención	Escalas de intervención	Métodos duros	Métodos naturales y basados en la naturaleza	Cambio de gobernanza	Prácticas de la comunidad y los hogares
Mejorar el drenaje y aumentar la resistencia a los daños en las vías fluviales	Transnacional / nacional	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Cuenca	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Llanura Inundable	<ul style="list-style-type: none"> (AX1) Diques (AX2) Ensanchamiento y ahondamiento de canales (AX3) Espolones y muros de contención (AX4) Aliviaderos de crecidas (AX5) Bombeo (AX6) Redes de drenajes artificiales 	<ul style="list-style-type: none"> (AY4) Zanjones y dispositivos filtrantes (AY7) Restauración natural de drenaje (AY8) Restauración de la vegetación ribereña (AY9) Eliminación de barreras (AY11) Restauración costera y arrecifal 	<ul style="list-style-type: none"> (B4) Mantenimiento regular de las obras hidráulicas (B2) Planificación de uso de suelo 	No aplica
	Comunidad	(AX7) Bombeo	<ul style="list-style-type: none"> (AY8) Restauración de la vegetación ribereña (AY9) Eliminación de barreras 	No aplica	No aplica
	Hogar	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Adaptarse a las inundaciones	Transnacional / nacional	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> (B5) Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones (B3) Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) 	No aplica
	Cuenca	(AX9) Infraestructura de alarma / evacuación	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> (B3) Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) 	No aplica
	Llanura Inundable	<ul style="list-style-type: none"> (AX10) Infraestructura para fines múltiples (AX11) Infraestructura de alarma / evacuación 	No aplica	No aplica	No aplica
	Comunidad	<ul style="list-style-type: none"> (AX9) Eliminación de barreras (AX10) Infraestructura para fines múltiples (AX11) Infraestructura de alarma / evacuación 	<ul style="list-style-type: none"> (AY7) Restauración natural de drenaje (AY11) Restauración costera y arrecifal 	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> (B3) Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción)
	Hogar	No aplica	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> (B3) Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción)

TABLA 5.2 APLICABILIDAD DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES A LOS DIFERENTES TIPOS DE INUNDACIONES Y UBICACIONES EN LA CUENCA

TIPO DE INUNDACIÓN	MÉTODOS DE INGENIERÍA DURA	MÉTODOS BLANDOS
Inundaciones fluviales	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras
Inundaciones tierra adentro	AX1 Represas y reservorios AX8 Redes de drenajes artificiales AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje
Crecidas repentinas	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules
Inundaciones costeras	AX7 Bombeo AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY3 Restauración de humedales AY11 Restauración costera y arrecifal
Inundaciones por desbordamiento de lagos	AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY3 Restauración de humedales
Inundaciones por nivel freático elevado	AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX10 Infraestructura para fines múltiples	AY3 Restauración de humedales AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje
Inundaciones de lluvia sobre hielo	AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX8 Redes de drenajes artificiales AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY3 Restauración de humedales AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje

Continúa...

UBICACIÓN EN LA CUENCA	MÉTODOS DE INGENIERÍA DURA	MÉTODOS DE INGENIERÍA BLANDA
Cuenca alta	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX8 Redes de drenajes artificiales AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras
Cuenca media	AX1 Represas y reservorios AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX8 Redes de drenajes artificiales AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras
Cuenca baja	AX3 Humedales artificiales AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras
Costas y estuarios	AX2 Desvíos AX4 Diques AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY3 Restauración de humedales AY9 Eliminación de barreras AY11 Restauración costera y arrecifal
Áreas urbanas	AX3 Humedales artificiales AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules

5.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ÉXITO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES

Un determinado método estructural puede ser apropiado en sus aspectos técnicos para un objetivo, un tipo de inundación o una escala de aplicación previstos. Sin embargo, hay una serie de factores (económicos, operativos, sociales y medioambientales) que pueden afectar el éxito de su implementación. Todos estos factores deben considerarse durante el proceso de selección del método. En la tabla 5.3 se describen las principales ventajas y desventajas de tipo económicas, operativas, sociales y ambientales.

TABLA 5.3 FACTORES QUE SON CRUCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN EXITOSA DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES

MÉTODOS	ECONÓMICOS Y OPERATIVOS		SOCIALES Y AMBIENTALES	
	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS
AX1 Represas y reservorios	<ul style="list-style-type: none"> Altos costos de capital y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de los picos altos de las inundaciones Gestión más predecible de las inundaciones regulares Tiempo moderado de construcción Efectivos cuando hay flujos altos y fluctuantes 	<ul style="list-style-type: none"> Inundación, pérdida de los hábitats y factores geológicos Alto costo en recursos naturales para la construcción Desplazamiento de la comunidad e impactos en los medios de vida tradicionales Peligro de ruptura de los diques 	<ul style="list-style-type: none"> Potencial para desarrollar los medios de vida mediante esquemas de usos múltiples
AX2 Desvíos				
AX3 Humedales artificiales	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo de capital Puede requerir grandes extensiones de tierra en áreas donde el valor de las propiedades es alto. 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de mantenimiento bajos Entre los beneficios colaterales se incluyen los usos para áreas recreacionales o para la agricultura. Resiliencia a largo plazo 	<ul style="list-style-type: none"> Reproducción de vectores Podría generar peligro de incendios 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo impacto ambiental Biorretención de contaminantes
AX4 Diques	<ul style="list-style-type: none"> Altos costos de capital y mantenimiento Diseño y construcción sumamente técnicos Bloquea el drenaje local e incrementa las inundaciones locales cuando se excede la tormenta de diseño, lo cual causa pérdidas catastróficas. 	<ul style="list-style-type: none"> Una gestión más predecible de las inundaciones regulares Reduce las inundaciones a pequeña escala 	<ul style="list-style-type: none"> Se bloquean las vías naturales de flujo y la migración de los animales. Graves consecuencias en los recursos naturales para su construcción Peligro de ruptura de los diques Adquisición de tierras e impactos en los medios de vida Impacto de inundaciones río arriba y río abajo Falso sentimiento de seguridad, lo cual fomenta más actividades en la llanura inundable Se interrumpe el acceso a los ríos, con lo cual se reducen los beneficios para las tierras agrícolas 	

Continúa...

MÉTODOS	ECONÓMICOS Y OPERATIVOS		SOCIALES Y AMBIENTALES	
	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS
AX5 <i>Ensanchamiento y ahondamiento de canales</i>	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo de capital Se necesita mantenimiento constante 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión más predecible de las inundaciones regulares Implementación rápida 	<ul style="list-style-type: none"> Modificación hidrológica intensa Perturbación del lecho del río y cambios en la sedimentación Adquisiciones de tierras e impactos en los medios de vida 	<ul style="list-style-type: none"> Posibles beneficios adicionales para la recreación en las áreas urbanas
AX6 <i>Aliviaderos de crecidas</i>	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo de capital Puede requerir grandes extensiones de tierra en áreas donde el valor de las propiedades es alto. 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de mantenimiento bajo Gestión más predecible de las inundaciones regulares 	<ul style="list-style-type: none"> Possible pérdida de hábitats, inundación estacional Desplazamiento de comunidades e impactos en los medios de vida tradicionales Podría generar nuevos riesgos de inundación 	<ul style="list-style-type: none"> Possible desarrollo de los medios de vida mediante esquemas de usos múltiples
AX7 <i>Bombeo</i>	<ul style="list-style-type: none"> Altos costos de capital y mantenimiento Alto consumo de energía 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión más predecible de las inundaciones regulares Efectivo con caudales altos y fluctuantes Implementación rápida 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en los patrones de sedimentación, erosión de los lechos río abajo 	
AX8 <i>Redes de drenajes artificiales</i>	<ul style="list-style-type: none"> Altos costos de capital y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión más predecible de las inundaciones regulares 	<ul style="list-style-type: none"> Podría cambiar los patrones naturales de drenaje 	<ul style="list-style-type: none"> Si se diseña adecuadamente, puede reducir el estancamiento del agua, reducir las enfermedades transmitidas por el agua y la reproducción de vectores
AX9 <i>Espolones y muros de contención</i>	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> Puede soportar los altos caudales de una inundación 	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en los patrones de sedimentación, perturbación de los hábitats Puede entrar en conflicto con la pesca y otros usos de la comunidad 	
AX10 <i>Infraestructura para fines múltiples</i>	<ul style="list-style-type: none"> Las ventajas y desventajas pueden variar considerablemente dependiendo del tipo de infraestructura. Si se combina la infraestructura para la gestión de inundaciones con otras necesidades de infraestructura, generalmente se obtendrán ahorros en los costos, pero las operaciones podrían resultar complejas. 		<ul style="list-style-type: none"> Las ventajas y desventajas pueden variar considerablemente dependiendo del tipo de infraestructura. Sin embargo, si se combinan dos tipos de infraestructura, generalmente se obtendrán beneficios ambientales y sociales. 	
AX11 <i>Infraestructura de alarma / evacuación</i>		<ul style="list-style-type: none"> Efectiva para salvar vidas Implementación rápida 	<ul style="list-style-type: none"> Algunas comunidades podrían no ser receptivas 	<ul style="list-style-type: none"> Beneficios considerables para salvar vidas

Continúa...

MÉTODOS	ECONÓMICOS Y OPERATIVOS		SOCIALES Y AMBIENTALES	
	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS
AY1 <i>Restauración de la cuenca alta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita más tiempo para su implementación • Dificultad para predecir cuantitativamente el efecto de la reducción 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo moderado • Prolonga la vida de la infraestructura río abajo • Resiliencia a largo plazo 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede causar impacto en los medios de vida como el pastoreo de ganado 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ecológicos positivos • Reducción en el transporte de sedimentos • Recarga de los acuíferos • Puede generar nuevas oportunidades de medios de vida
AY2 <i>Medidas de conservación de suelos</i>				
AY3 <i>Restauración de humedales</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita más tiempo para su implementación • Dificultad para predecir cuantitativamente el efecto de la reducción 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo moderado • Resiliencia a largo plazo 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede causar la reubicación de las comunidades • Puede impactar los medios de vida como el pastoreo de ganado y la pesca 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ecológicos positivos • Puede generar nuevas oportunidades de medios de vida • Beneficios recreativos
AY11 <i>Restauración costera y arrecifal</i>				
AY4 <i>Zanjones y dispositivos filtrantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solo se aplica a pequeña escala 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Implementación rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede incrementar la reproducción de vectores 	<ul style="list-style-type: none"> • Recarga de los acuíferos • Biorretención de contaminantes • Reducción en el transporte de sedimentos • Beneficios recreativos
AY5 <i>Cosecha de agua de lluvia</i>				
AY6 <i>Estanques y lagunas de retención</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solo se aplica a mediana escala. • Puede requerir grandes extensiones de tierra en áreas donde el valor de las propiedades es alto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo moderado • Implementación rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de las vías de drenaje y estancamiento • Reproducción de vectores • Compra de tierras • Puede contaminar los cuerpos de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el transporte de sedimentos • Recarga de los acuíferos • Beneficios recreativos
AY7 <i>Restauración natural de drenaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Es menos aplicable cuando cambian las condiciones del caudal. • Dificultad para predecir cuantitativamente el efecto de la reducción 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo de implementación • Diseño menos complicado • Resiliencia a largo plazo 	<ul style="list-style-type: none"> • Podría generar resistencia social en áreas que han sufrido mucha modificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el transporte de sedimentos • Ambiente más limpio y sano

MÉTODOS	ECONÓMICOS Y OPERATIVOS		SOCIALES Y AMBIENTALES	
	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS
AY8 <i>Restauración de la vegetación ribereña</i>	<ul style="list-style-type: none"> • No es efectivo en corrientes con alta velocidad. • Dificultad para predecir cuantitativamente el efecto de la reducción 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede restringir algunos usos existentes de los ríos o lagos 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ecológicos positivos • Beneficios recreativos
AY9 <i>Eliminación de barreras</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicable más que todo a mediana escala • Dificultad para predecir cuantitativamente el efecto de la reducción 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo 	<ul style="list-style-type: none"> • La remoción de los elementos naturales (rocas, bancos de arena, señales de olor de los castores) puede causar daños ambientales • Podría generar resistencia social en las áreas que han sufrido mucha modificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente más limpio y saludable
AY10 <i>Techos / muros verdes y techos azules</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solo se puede aplicar a pequeña escala • Podría ser necesario un reforzamiento estructural del edificio 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Implementación rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede incrementar la reproducción de vectores • Puede constituir un peligro de incendio durante la estación seca 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la estética y la comodidad térmica de los edificios • Incrementa el espacio agrícola y de parques en el área urbana • Reduce el efecto de la isla de calor urbana

5.6 CONSIDERACIONES IMPORTANTES PARA EL DISEÑO, LA IMPLEMENTACIÓN, EL MANTENIMIENTO Y LA CLAUSURA DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES

Hay una serie de consideraciones de diseño e implementación al usar cualquier método estructural de gestión del riesgo de inundaciones, los cuales deben tenerse en cuenta en la fase de selección del método e integrarse en la planificación. En la tabla 5.4 se incluye información para los coordinadores sobre aspectos comunes planteados por los expertos durante el diseño y la ejecución, y se destacan los problemas que podrían surgir en cada etapa.

TABLA 5.4 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO, LA IMPLEMENTACIÓN, EL MANTENIMIENTO Y LA CLAUSURA DE LOS MÉTODOS ESTRUCTURALES

MÉTODO	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	OPERACIÓN Y CLAUSURA
AX1 Represas y reservorios	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales debidamente calificados. Deben diseñarse para usos múltiples de la comunidad. Los malos diseños pueden resultar costosos y constituir peligros. Es esencial realizar consultas con la comunidad y realizar estudios de viabilidad antes de seleccionar los sitios. Un estudio de impacto ambiental, un estudio de factibilidad y consultas con la comunidad son esenciales antes de emprender el diseño. Se debe minimizar la reubicación de comunidades. Se debe desarrollar un programa integral de reubicación si se requiere la reubicación de la comunidad. Son esenciales los planes de seguridad profesionales para efectuar la construcción: traslado de la maquinaria pesada, maquinaria de excavación y explosión de rocas 	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere personal específico debidamente capacitado para su operación y monitoreo; en las represas más grandes es necesario contar con personal de tiempo completo. Es esencial el monitoreo frecuente (Ej.: cada tres meses) por parte de un equipo profesional; podrían necesitarse sistemas de monitoreo avanzado. Se necesita personal profesional específico y un protocolo documentado para operar las esclusas y compuertas. En algunos reservorios podría haber necesidad de desazolvarlos cada cierto tiempo Su clausura y remoción son sumamente costosos Si ya no se usarán, se debe preparar un plan para efectuar su clausura, desmantelamiento y restauración; las estructuras que se dejan abandonadas pueden constituir un serio peligro y causar problemas ambientales.
AX2 Desvíos		
AX3 Humedales artificiales	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales debidamente calificados. Deben diseñarse para usos múltiples de la comunidad. Un estudio de impacto ambiental y consultas con la comunidad son esenciales antes de emprender el diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> Se necesita monitoreo / inspección ocasional (Ej.: cada dos años) por parte de un ingeniero ambiental. Por lo general, necesitan poco mantenimiento; sin embargo, se podría necesitar un desbroce ocasional. Los voluntarios comunitarios pueden participar en su mantenimiento. Es esencial que se implementen programas de concientización comunitaria en los lugares donde la comunidad utiliza los humedales.
AX4 Diques	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales debidamente calificados. Es esencial realizar un estudio de impacto ambiental, un estudio hidrológico, un estudio de factibilidad y consultas con la comunidad antes de emprender el diseño. No deben interferir con los usos de la comunidad (Ej.: pesca, navegación) Son esenciales los planes de seguridad profesionales para efectuar la construcción: traslado de la maquinaria pesada, maquinaria de excavación y voladura de rocas 	<ul style="list-style-type: none"> Es esencial el monitoreo frecuente por parte de un equipo de profesionales. Podrían requerirse sistemas de monitoreo avanzado. Se necesitan operadores específicos si en el diseño se incluyen compuertas de esclusas. Su remoción es costosa. Si ya no se usarán, debe elaborarse un plan de desmantelamiento para quitar los bordes y restaurar la ecología; si se quitan los bordes completamente, deben llevarse a cabo inspecciones de seguridad aún después de que se hayan desmantelado.
AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales debidamente calificados. Es esencial realizar un estudio de impacto ambiental, un estudio hidrológico, un estudio de factibilidad y consultas con la comunidad antes de emprender el diseño. Se deben minimizar las adquisiciones de tierra en las áreas urbanas Son esenciales los planes de seguridad profesionales para efectuar la construcción: (Ej.: traslado de la maquinaria pesada, maquinaria de excavación y explosión de rocas 	<ul style="list-style-type: none"> Se necesita monitoreo / inspección moderada (Ej.: una vez al año) por parte de un ingeniero. Podría ser necesario el desazolve y la estabilización de las riberas cada cierto número de años. Los voluntarios comunitarios pueden participar en su mantenimiento.

Continúa...

MÉTODO	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	OPERACIÓN Y CLAUSURA
AX6 Aliviaderos de crecidas	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales debidamente calificados. Es esencial realizar un estudio de impacto ambiental, un estudio hidrológico, un estudio de factibilidad y consultas con la comunidad antes de emprender el diseño. Deberían diseñarse para usos múltiples cuando sea posible. El diseño deberá minimizar los daños a la propiedad y la adquisición de tierras. Se debe elaborar un programa integral de reubicación si se requiere la reubicación de la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Se necesita monitoreo / inspección moderada (Ej.: una vez al año) por parte de un equipo de profesionales. Podría ser necesario la limpieza, el desazolve y la remoción de vegetación estacionales. Los voluntarios comunitarios pueden participar en su mantenimiento. Si ya no se usarán, se debe preparar e implementar un plan integral para efectuar su desmantelamiento y restauración.
AX7 Bombeo	<ul style="list-style-type: none"> Lo deben diseñar profesionales debidamente calificados. Un mal diseño puede ser ineficiente en su uso de energía. Es esencial realizar un estudio de impacto ambiental, un estudio hidrológico, un estudio de factibilidad y consultas con la comunidad antes de emprender el diseño. Debe seleccionarse cuidadosamente el caudal de bombeo cuando se usan bombas en una inundación a causa de un nivel freático elevado –un bombeo excesivo podría causar un hundimiento del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se requieren operadores específicos de tiempo completo en las estaciones de bombeo. El monitoreo frecuente por parte de un equipo de profesionales es esencial; pueden ser necesarios sistemas de monitoreo avanzados. Es necesario reemplazar o revisar las bombas a intervalos regulares. Si se interrumpe el servicio, la maquinaria, las conexiones eléctricas y la estructura deben retirarse con cuidado y restaurarse la ecología del sitio.
AX8 Redes de drenajes artificiales	<ul style="list-style-type: none"> Pueden construirse siguiendo directrices estándar, pero los sistemas más grandes requieren los aportes de expertos Para los sistemas más grandes, el estudio hidrológico y las consultas a la comunidad son esenciales antes de emprender el diseño. Combine con dispositivos de infiltración y sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para minimizar el flujo. El diseño adecuado de la alcantarilla es muy importante; se podría necesitar la ayuda de profesionales externos. 	<ul style="list-style-type: none"> Los requisitos de mantenimiento son moderados; sin embargo, es esencial que al menos dos veces al año se realice una inspección para detectar obstrucciones y daños (por parte de un ingeniero / técnico). En la mayoría de los sistemas se requiere el desazolve y la remoción de vegetación de los desagües y alcantarillas. Personal profesional debe inspeccionar las alcantarillas subterráneas y los túneles de aguas pluviales anualmente. Se pueden necesitar sistemas de monitoreo electrónico avanzados Los voluntarios de la comunidad pueden participar en el mantenimiento.
AX9 Espolones y muros de contención	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales debidamente calificados; un mal diseño puede empeorar los problemas. Es esencial realizar un estudio de impacto ambiental, un estudio hidrológico, un estudio de factibilidad y consultas con la comunidad antes de emprender el diseño. No deben interferir con los usos existentes en la comunidad (Ej.: pesca, navegación). Son esenciales los planes de seguridad profesionales para efectuar la construcción: traslado de la maquinaria pesada, maquinaria de excavación y explosión de rocas. 	<ul style="list-style-type: none"> Requieren poco mantenimiento. Monitoreo / inspección de seguridad moderados por parte de un ingeniero. Su remoción es costosa. Si ya no se usarán, debe prepararse un plan integral de desmantelamiento para eliminar las estructuras y restaurar la ecología.
AX10 Infraestructura para fines múltiples	<ul style="list-style-type: none"> Puede variar según el tipo de estructura. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede variar según el tipo de estructura.
AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	<ul style="list-style-type: none"> Las estructuras más grandes las deben diseñar profesionales calificados. Las consultas con la comunidad son esenciales. Las consideraciones pueden variar según el tipo de estructura 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere poco mantenimiento; sin embargo, es esencial realizar inspecciones periódicas (Ej.: una vez al año). Cuando se utilizan sistemas de alerta electrónicos, es necesario que los profesionales los inspeccionen con frecuencia. Se requieren programas de concientización de la comunidad para el uso adecuado y la protección de la infraestructura de alerta.

Continúa...

MÉTODO	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	OPERACIÓN Y CLAUSURA
AY1 Restauración de la cuenca alta	<ul style="list-style-type: none"> Deben diseñarse con conocimientos expertos y locales. El estudio de impacto ambiental y las consultas a la comunidad son esenciales antes de emprender el diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere poco mantenimiento una vez que los elementos de la restauración han madurado. Se requiere monitoreo e inspección ocasionales por parte de un ecologista especialista en restauración. Se necesita el manejo de malezas en algunos casos Combine con el uso de la comunidad para minimizar el mantenimiento Los programas de concienciación comunitaria (sobre la importancia de la restauración, la protección y el mantenimiento de las áreas restauradas) son esenciales
AY2 Medidas de conservación de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Use solo plantas y animales nativos en la restauración. Nunca cambie el ecosistema ni el tipo de humedal para obtener una mejor infiltración. Planifique para maximizar los múltiples beneficios para la comunidad 	
AY3 Restauración de humedales		
AY11 Restauración costera y arrecifal		
AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes	<ul style="list-style-type: none"> Se pueden diseñar con pocos conocimientos especializados; lo mejor es utilizar las directrices establecidas y maximizar los usos múltiples Se maximizan los beneficios recreativos No se utilizan nunca para la eliminación de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento moderado una vez que los elementos hayan madurado; se requieren inspecciones, deshierbe y poda en forma anual. Se requiere monitoreo e inspección ocasionales por parte de un profesional capacitado. Se requiere la gestión de vectores Los voluntarios de la comunidad pueden participar en el mantenimiento
AY5 Cosecha de agua de lluvia		
AY6 Estanques y lagunas de retención	<ul style="list-style-type: none"> Los deben diseñar profesionales calificados. Un estudio hidrológico y las consultas comunitarias son esenciales antes de emprender el diseño. Evite el embalse de agua innecesario. Maximice los beneficios recreativos 	<ul style="list-style-type: none"> Se deben desazolvar cada cierto número de años Se requiere gestión de vectores Si se interrumpe, se requieren esfuerzos para evitar nuevos embalses o estancamiento de agua. Los voluntarios de la comunidad pueden recibir capacitación sobre su mantenimiento; si se cierra una retención, esta debe restaurarse completamente para evitar la recolección de agua no deseada.
AY7 Restauración natural de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> Las consultas comunitarias son esenciales y deben llevarse a cabo con la máxima participación de la comunidad. Consulte a expertos si las vías de drenaje históricas no se pueden detectar claramente. Si se requieren alcantarillas, el diseño de estas la deben realizar profesionales. 	<ul style="list-style-type: none"> Los programas anuales de mantenimiento e inspección son esenciales Los voluntarios de la comunidad pueden participar en el mantenimiento Se puede involucrar a los voluntarios de las comunidades objetivo en la capacitación y la concienciación sobre los programas de restauración
AY8 Restauración de la vegetación ribereña	<ul style="list-style-type: none"> Deben diseñarse con conocimientos expertos y locales. El estudio de impacto ambiental y las consultas a la comunidad son esenciales antes de emprender el diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> Se necesitan programas anuales de inspección y deshierbe. Los voluntarios de la comunidad pueden participar en el mantenimiento Se puede involucrar a los voluntarios de las comunidades objetivo en la capacitación y la concienciación sobre los programas de restauración.
AY9 Eliminación de barreras	<ul style="list-style-type: none"> Las consultas comunitarias son esenciales y deben llevarse a cabo con la máxima participación de la comunidad. Consulte a expertos si es necesario eliminar elementos naturales de gran tamaño o estructuras que no hayan sido autorizadas Es esencial realizar una evaluación ambiental y un estudio hidrológico antes de emprender el diseño cuando es necesario eliminar elementos naturales de gran tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> El desbroce, la remoción de escombros grandes de madera y de lodo debe llevarse a cabo a intervalos regulares (una vez cada uno o dos años). Los voluntarios de la comunidad pueden participar en el mantenimiento Se puede involucrar a los voluntarios de las comunidades objetivo en la capacitación y la concienciación sobre los programas de restauración.
AY10 Techos / muros verdes y techos azules	<ul style="list-style-type: none"> Un ingeniero civil calificado debe constatar si el edificio es apropiado para realizar la modificación y si puede soportar el peso adicional o, en el caso del diseño de techos azules, verificar el sistema de retención de agua. Se debe diseñar adecuadamente la impermeabilización. Un especialista en la tecnología de techos y muros verdes debe seleccionar cuidadosamente las plantas y los sustratos para la siembra. 	<ul style="list-style-type: none"> Los techos y muros verdes requieren desbroce, riego y fertilización en forma regular. Es necesario que profesionales efectúen una inspección anual del techo para constatar si no se ha dañado la estructura. La eliminación de un techo o muro verde puede resultar costosa.

5.7 EL USO DE LAS COMBINACIONES ÓPTIMAS DE MÉTODOS ESTRUCTURALES Duros Y blandos

Los coordinadores deben esforzarse por utilizar combinaciones de métodos de ingeniería dura y blanda (naturales y basados en la naturaleza) para lograr los objetivos. La combinación adecuada de métodos optimizará la gestión del riesgo de inundaciones del proyecto, así como sus beneficios sociales y ambientales. La eficacia de un método estructural puede mejorarse sustancialmente si se combina con otros métodos estructurales y no estructurales. Esto ayudará a los administradores a reducir la capacidad / tamaño / área de los métodos duros como las presas, los desvíos o los diques, que pueden ser estructuras costosas. Por ejemplo, la altura de las presas y los diques podrá ser menor si la escorrentía de la parte superior de la cuenca se ha reducido mediante el método de conservación de cuencas. En la guía también se recomienda explorar opciones para mejorar la eficacia de los métodos duros existentes, combinándolos con métodos blandos. Por ejemplo, la conservación de la parte superior de la cuenca en los sistemas de presas o diques existentes puede minimizar la necesidad de su futura expansión. Dado que los métodos estructurales duros pueden causar impactos sociales y ambientales negativos, es mejor que en la comunidad se utilicen métodos complementarios duros y blandos. Por ejemplo, una mezcla de revestimiento y restauración ribereña puede utilizarse en áreas de alto riesgo, y las áreas expuestas a un menor riesgo de inundación pueden protegerse solo con la restauración ribereña. El enfoque de métodos combinados minimizará la perturbación del funcionamiento ecológico del sistema ribereño y, por lo tanto, tiene posibilidades de mejorar los medios de vida y los beneficios recreativos que proporciona la vía fluvial. Por otra parte, la restauración ribereña también debería reforzar aún más la función de reducción de riesgos de los revestimientos mediante la reducción de la cantidad y el caudal de las aguas de las inundaciones. En la Tabla 5.5 se ilustran las opciones para combinar métodos blandos con métodos estructurales duros específicos.

5.8 PLANIFICACIÓN DE RECURSOS Y COSTOS EN LA SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS ESTRUCTURALES

Las exigencias de planificación, reglamentación, recursos (tanto humanos como materiales) y de costos son parámetros de factibilidad importantes de un proyecto de gestión del riesgo de inundaciones. La planificación y ejecución de cualquier método de gestión del riesgo de inundaciones requerirá recursos humanos, financieros y materiales, desde su fase de diseño. Los métodos estructurales y no estructurales que pueden aplicarse, en cuando a sus aspectos técnicos, a un determinado problema de gestión del riesgo de inundaciones pueden resultar poco prácticos en determinados contextos debido a sus múltiples exigencias. En esta sección se presenta una tabla con orientación sobre los costos y la necesidad de recursos de cada método estructural. Sin embargo, en el caso de la infraestructura para usos múltiples y la infraestructura de alerta y evacuación de inundaciones (**AXIO**, **AXII**), los costos y los insumos varían significativamente dependiendo del tipo de infraestructura (Ej.: los túneles para usos múltiples, el establecimiento de rutas de evacuación, las señales de advertencia de inundaciones). Por lo tanto, en la sección no se proporcionarán directrices sobre los costos y recursos necesarios para estos dos métodos.

5.8.1 PLANIFICACIÓN Y REQUISITOS REGLAMENTARIOS

Las normativas de los gobiernos nacionales y/o locales influyen en la viabilidad de los métodos de gestión del riesgo de inundaciones en una zona determinada. Las regulaciones relacionadas con los proyectos de gestión del riesgo de inundaciones podrían incluir:

- leyes sobre el uso y la tenencia de la tierra y planes para el uso de la tierra
- leyes ambientales y reglamentos para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
- reglamentos del gobierno local sobre permisos de construcción, subdivisión de terrenos y drenaje
- planes y políticas de desarrollo nacionales o provinciales
- reglamentos y planes de acción nacionales o provinciales para la gestión de desastres

5.8.2 RECURSOS HUMANOS

Desde el comienzo de cualquier proyecto de gestión de inundaciones es esencial contar con recursos humanos adecuados. La contratación de personal con los conocimientos especializados adecuados para llevar a cabo los estudios de factibilidad y el diseño de los métodos estructurales y no estructurales es clave. Por ejemplo, podrían formar parte del equipo ingenieros, hidrólogos, ecólogos, especialistas en conservación, topógrafos y sociólogos. La mayoría de los proyectos también necesitarán los servicios de expertos en organizar y movilizar a las comunidades.

MÉTODOS SUAVES								
MÉTODOS INGENIERÍA DURA	AY1 Restauración de la cuenca superior AY2 Medidas de conservación de suelos	AY3 Restauración de humedales	AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de lluvia AY10 Techos/muros verdes y techos azules	AY6 Estanques y lagunas de retención	AY7 Restauración natural de drenaje	AY8 Restauración de la vegetación ribereña	AY9 Eliminación de barreras	AY11 Restauración costeña
	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos	<ul style="list-style-type: none"> Se reduce la escorrentía Se necesita menos capacidad en los diques / desvíos 	<ul style="list-style-type: none"> Se aumenta la retención río abajo. Se necesita menos capacidad en los diques / desvíos 	No aplica	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se incrementa la resiliencia a altas velocidades y altos caudales río abajo 	No aplica
	AX3 Humedales artificiales	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Completa la capacidad de retención Se necesita menos área de humedales artificiales 	<ul style="list-style-type: none"> Se detiene la escorrentía y se mejora la calidad del agua Mejora la resistencia del humedal 	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se mejoran las condiciones del flujo Hay menos sedimentación 	No aplica	No aplica
	AX4 Diques	<ul style="list-style-type: none"> Se reduce la escorrentía y la velocidad Se requiere menos altura en los diques Se reduce el peligro de rupturas debidas a la socavación 	No aplica	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se complementa el fortalecimiento de las riberas 	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere menos altura en dos diques (en caso de inundaciones por marejadas ciclónicas y maremotos)
	AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se detiene la escorrentía Se necesita menos ensanchamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Se detienen la escorrentía Se necesita menos ensanchamiento. 	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se complementa el fortalecimiento de las riberas 	<ul style="list-style-type: none"> Se mejoran las condiciones del flujo
	AX6 Aliviaderos de crecientes	<ul style="list-style-type: none"> Se reduce la escorrentía Se necesita menos capacidad para los aliviaderos 	<ul style="list-style-type: none"> Se retienen los desbordamientos Se necesita menos capacidad para los aliviaderos 	No aplica	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se incrementa la resiliencia a las altas velocidades y los caudales altos 	No aplica
	AX7 Bombeo	<ul style="list-style-type: none"> Se reduce la escorrentía Se necesita bombas con menos capacidad y menor frecuencia de bombeo 	<ul style="list-style-type: none"> Se retienen los desbordamientos Se necesitan bombas con menos capacidad y menor frecuencia de bombeo 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiene la escorrentía y se controlan los sedimentos Se necesitan bombas con menos capacidad y menor frecuencia de bombeo Se logra una vida más larga de las bombas 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiene la escorrentía y se controlan los sedimentos. Se necesitan bombas con menos capacidad y menor frecuencia de bombeo. Se logra una vida más larga de las bombas 	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se mejoran las condiciones de flujo Se necesitan bombas con menos capacidad y menor frecuencia de bombeo
	AX8 Redes de drenajes artificiales	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se retienen los desbordamientos Puede usarse un drenaje de dimensiones pequeñas 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiene la escorrentía y se controlan los sedimentos Puede usarse un drenaje de dimensiones pequeñas Se necesita menos mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiene la escorrentía y se controlan los sedimentos Puede usarse un drenaje de dimensiones pequeñas Se necesita menos mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Se mejoran las condiciones de flujo 	No aplica	
	AX9 Espolones y muros de contención	<ul style="list-style-type: none"> Se reduce la escorrentía, las fluctuaciones en el flujo y la velocidad Se disminuye la erosión 	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> Se complementa el fortalecimiento de las riberas 	No aplica
								<ul style="list-style-type: none"> Se complementa los espolones y los revestimientos disipando la energía de las marejadas ciclónicas y maremotos

TABLA 5.5 COMBINACIONES DE MÉTODOS ESTRUCTURALES DUROS Y BLANDOS PARA GARANTIZAR UNA FUNCIONALIDAD, UN COSTO Y UNOS BENEFICIOS SOCIALES Y AMBIENTALES ÓPTIMOS

COMBINACIONES DE MÉTODOS ESTRUCTURALES DUROS Y BLANDOS PARA ASEGURAR LA ÓPTIMA FUNCIONALIDAD, COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES Y AMBIENTALES



World Wildlife Fund. 2016. Gestión de inundaciones en forma natural y basada en la naturaleza: Una Guía verde Washington, DC: World Wildlife Fund. <http://envirodm.org/flood-management> © 2016 WWF. Todos los derechos reservados por World Wildlife Fund, Inc. Se autoriza la reproducción de esta publicación para fines educativos y no comerciales sin que sea necesario contar con la aprobación previa del propietario de los derechos de autor. Sin embargo, WWF Inc. solicita que se envíe una notificación escrita y que se haga el reconocimiento pertinente WWF Inc. no requiere pago alguno por el uso no comercial de esta obra publicada y no implica, de ninguna manera, reducir el uso de las investigaciones y los hallazgos de WWF mediante los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción u otros usos de las fotografías que aparecen en esta publicación.

Descargo de responsabilidad: Esta guía ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Independientemente de la escala del proyecto, es importante contar con un gerente o coordinador del proyecto y un contador que estén involucrados desde la etapa inicial. El personal de campo (asistente de campo, asistente de encuesta, conductores) y la mano de obra también son elementos importantes de recursos humanos. Los gerentes deben planificar con suficiente antelación cómo contratar estos recursos humanos y preparar un plan de reclutamiento. Se debe tener cuidado para asegurar que el reclutamiento para tareas calificadas o no calificadas se haga localmente, apoyando así a la comunidad y a la economía locales. Los coordinadores deben planificar la capacitación del personal y formular un plan de capacitación desde la etapa de diseño del proyecto.

5.8.3 ADQUISICIÓN DE MATERIALES

La mayoría de los métodos estructurales (duros y blandos) implican un importante suministro de materiales. Aunque las necesidades de material afectan invariablemente al costo de un proyecto, también deben tenerse en cuenta otros factores a la hora de determinar el origen de los materiales. Los proyectos de gestión del riesgo de inundaciones a menudo requieren una amplia gama de materiales, entre los que se incluyen los materiales de construcción (arena, piedrín, cemento, madera, sustrato de siembra, semillas y plántulas, y materiales sintéticos como los geotextiles). Los coordinadores deben considerar los siguientes criterios además de la relación costo-eficacia:

- El material debe ser de origen ambiental y ser extraído de forma responsable, sin agotar o dañar los ecosistemas.
- No debe utilizarse ningún material que represente un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.
- La adquisición de cualquier material biológico (plantas, semillas, animales) debe hacerse luego de haber consultado con expertos.
- El material importado debe ajustarse a la certificación ambiental existente.
- La utilización de fuentes locales para los materiales no debe afectar negativamente los medios de vida tradicionales, sino que deben tratar de apoyarlos siempre que sea posible.
- El transporte y almacenamiento de materiales debe hacerse sin causar impactos adversos en las comunidades locales y sus medios de vida.

5.8.4 ANÁLISIS DE COSTOS

El costo suele ser un factor limitante en los proyectos de gestión del riesgo de inundaciones, ya que los fondos suelen ser limitados y, en muchos casos, inadecuados. Por lo tanto, el análisis de costos, la formulación de presupuesto y la gestión de costos son cruciales para el éxito de un proyecto.

En primer lugar, los administradores deben elaborar estimados preliminares de costos correspondientes a una potencial combinación de métodos. Los costos de planificación, diseño, construcción / implementación, operación, mantenimiento y monitoreo deben incluirse en estos estimados preliminares. Para las obras de ingeniería dura, se deben contratar los servicios de un ingeniero calificado y un consultor de presupuesto para preparar las estimaciones iniciales. En el Apéndice D se incluyen algunas directrices para la preparación de las estimaciones preliminares. Sobre la base de las estimaciones preliminares de los costos, es posible que sea necesario descartar algunas opciones. Cuando se selecciona un conjunto de métodos que sean viables desde el punto de vista económico, se debe elaborar un presupuesto detallado del proyecto, consultando con un contador o un oficial de finanzas. Sobre la base de estos presupuestos detallados, el diseño del proyecto debe llevarse a cabo con la participación de gerentes, expertos técnicos, comunidades, donantes y oficiales de finanzas.

El costo de los métodos estructurales depende de la escala. Por ejemplo, un proyecto que cubra áreas más grandes o que maneje un flujo de inundación mayor costará más. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que mientras ciertos componentes de los costos, como los materiales o la mano de obra de construcción, serán directamente proporcionales a la escala del proyecto, otros componentes, como la preparación de los diseños, las consultas comunitarias o la construcción de caminos de acceso, presentarán poca variación entre las diferentes escalas. En el Apéndice D se analizan los distintos componentes de los costos para los distintos tipos de proyectos. El costo de un proyecto también puede aumentar con cambios cualitativos. Por ejemplo, en un sistema de drenaje artificial, la instalación de drenajes subterráneos es considerablemente más costosa que la construcción de drenajes superficiales.

Para todas las obras de construcción, un experto calificado (inspector de obra, ingeniero de costos, ingeniero civil, técnico de obras públicas) debe preparar una lista detallada de las cantidades, basada en las normas de medición en el país o la localidad. Se deben preparar presupuestos detallados para cada fase del proyecto, incluso para los trabajos que no sean de ingeniería, como la replantación y la restauración de humedales. Durante la implementación del proyecto, se deben monitorear y administrar los costos de acuerdo a las cantidades o presupuestos.

Todos los trabajos confiados a terceros (que no sean de la organización del coordinador) deben acordarse mediante un contrato escrito en el que se indique claramente la naturaleza y el valor del trabajo. La mayoría de los países tienen formatos estándar para los contratos de construcción. Véase en el apéndice D una guía para la planificación de recursos y costos.

5.9 MONITOREO Y EVALUACIÓN

Los coordinadores deben planificar y aplicar cuidadosamente el seguimiento y la evaluación como parte esencial del proceso de planificación de los proyectos de gestión del riesgo de inundaciones. Los siguientes son requisitos generales para la supervisión eficaz de un proyecto de gestión del riesgo de inundación:

- El monitoreo debe abarcar tanto el proyecto en su conjunto como los métodos individuales por separado.
- Los parámetros de monitoreo deben seleccionarse cuidadosamente. Deben cubrir todos los aspectos del proyecto y los métodos - técnicos, ecológicos, sociales, financieros y de gestión del programa.
- Si se seleccionan muy pocos parámetros el programa de monitoreo será ineficaz. Demasiados parámetros los volverá demasiado lentos y costosos.
- Se utilizan distintos tipos de monitoreo para los diferentes parámetros, principalmente en función de quién está involucrado en el monitoreo y qué recursos se necesitan: (a) monitoreo oficial realizado por las agencias y organizaciones responsables, (b) monitoreo realizado por expertos externos, o (c) monitoreo comunitario realizado en conjunto con las agencias responsables. Un buen programa de monitoreo combinará el monitoreo oficial, experto y comunitario.
- Cada parámetro requerirá diferentes frecuencias de monitoreo: a corto, mediano y largo plazo. La selección de la frecuencia de monitoreo adecuada para cada parámetro será vital para el mantenimiento y la evaluación efectivos del proyecto.

La Tabla E1 en el Apéndice E contiene una guía detallada para la selección de parámetros, tipos y frecuencias para los programas de monitoreo y evaluación.

5.10 RECURSOS ADICIONALES

1. Steve Adair et al., *Management and Techniques for Riparian Restorations: Roads Field Guide*, (Fort Collins, CO: US Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2002), http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmr102_1.pdf.
2. Philip Roni and Tim Beechie (eds.), *Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats* (West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2012).
3. US Environmental Protection Agency (EPA), *A Handbook of Constructed Wetlands*, vol. 1, <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/constructed-wetlands-handbook.pdf>.
4. W.J. Mitsch and J.G Gosselink, *Wetlands* (Hoboken, NJ, USA: John Wiley and Sons, 2007).
5. W.J. Mitsch and S.E. Jorgensen, *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration* (Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2004).
6. D. Butler and J.W. Davies, *Urban Drainage*. 2nd ed. (New York, London: Spon Press, 2004), <https://vannpiseth.files.wordpress.com/2015/07/urban-drainage-butler.pdf> (Also see the third edition published in 2011).
7. D.H. Gray and R.B Sotir, *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control* (New York: John Wiley and Sons, 1996).
8. Lewis L., *Soil Bioengineering, an Alternative for Roadside Management: A Practical Guide* (San Dimas, California: USDA, 2000).
9. Water by Design, *Concept Design for Water Sensitive Urban Design*, version 1. (Brisbane: South East Queensland Waterways Partnership, 2009), <http://waterbydesign.com.au/conceptguide/>.
10. H.C. Pereira, *Policy and Practice in the Management of Tropical Watersheds* (London: Westview Press, 1989).

6. ASPECTOS URBANÍSTICOS

6.1 CONTENIDO DE LA SECCIÓN

En este capítulo se describen aspectos que son exclusivos de las zonas urbanas, incluidos los factores que afectan las inundaciones, los efectos del clima, la gobernanza de las inundaciones urbanas, la participación de la comunidad y las consideraciones relativas a las zonas costeras urbanas.



© iStock.com/bradfor

Phuket, Tailandia, 5 de septiembre de 2008: Inundaciones en la calle Thanon Ratuthit Songroipi en Patong, Phuket. Las inundaciones son muy comunes durante la época de lluvias en Phuket, cuando las alcantarillas no se dan abasto para acomodar los aguaceros tropicales.

6.2 ¿QUÉ SON LAS INUNDACIONES URBANAS?

Más de la mitad de la población mundial vive actualmente en zonas urbanas, y se espera que esta población aumente al 70% para 2050.¹ La mayoría de los coordinadores profesionales de inundaciones no distinguen entre las inundaciones urbanas y las rurales; no existe una definición estándar de lo que constituye una zona urbana. Las áreas urbanas consisten, por lo general, de una alta densidad de población, un paisaje físico construido en su mayoría, que incluye calles pavimentadas y electricidad, y otras características económicas, como centros financieros. Las áreas rurales y urbanas existen como parte de un continuo rural-urbano más amplio dentro de la cuenca, que varía a medida que la población, la infraestructura y los tipos de desarrollo urbano cambian.

Las inundaciones urbanas ocurren cuando el sistema de alcantarillado y/o el sistema de drenaje carecen de la capacidad para drenar adecuadamente el agua de las precipitaciones. Este tipo de inundación es a menudo el resultado de una combinación de factores que pueden acompañar a la urbanización (un aumento en la proporción de un país que es urbano). Estos factores incluyen un aumento de las superficies impermeables (aquellas que no permiten que el agua se absorba, tales como techos, calles y estacionamientos); el almacenamiento inadecuado de aguas pluviales o la capacidad de drenaje y una infraestructura mal planificada, especialmente en zonas de rápida urbanización. Las inundaciones fluviales, costeras, pluviales y de aguas subterráneas, así como las fallas artificiales del sistema (Ej.: las rupturas de las presas) también afectan las zonas urbanas (vea el capítulo 3).²

6.3 IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES URBANAS

Los daños, los costos y los riesgos de mortalidad suelen ser mayores en las inundaciones urbanas que en las rurales, debido a la elevada concentración de personas, infraestructura y otros activos. Los impactos directos de las inundaciones urbanas pueden ocupar una extensión geográfica mucho más amplia y ser más duraderos. Las inundaciones urbanas pueden perjudicar obras que son de importancia regional o nacional, como las grandes infraestructuras, los centros financieros y los servicios de salud. Los impactos indirectos de las inundaciones urbanas incluyen las enfermedades, la reducción de las oportunidades nutricionales y educativas y la pérdida de los medios de vida.³

El número y la diversidad de las personas que podrían verse afectadas por una inundación urbana aumentan el desafío de la gestión y la respuesta. Las inundaciones urbanas pueden ocurrir más rápidamente que las rurales, y el desarrollo urbano puede causar inundaciones en zonas que antes no se veían afectadas. Entre las poblaciones urbanas también se incluyen las poblaciones transitorias, como los trabajadores y los visitantes, así como los nuevos residentes que pueden no estar familiarizados con el momento y la ubicación de las inundaciones cíclicas. Es posible que las personas que recién han llegado a un área no sepan cómo ponerse a salvo y pueden no estar familiarizadas con las precauciones de seguridad. Esta mayor vulnerabilidad social, conjuntamente con la rápida aparición de algunos tipos de inundaciones urbanas, crea un mayor nivel de riesgo de inundaciones y puede dar lugar a importantes pérdidas de bienes –y de vidas humanas– cuando se producen las inundaciones.

6.4 ¿QUÉ FACTORES AFECTAN LAS ZONAS URBANAS Y LAS INUNDACIONES?

Las complejas interacciones entre las siguientes características dentro de un entorno urbano agravan las inundaciones:

- factores físicos
- factores climáticos y meteorológicos
- factores de gobernanza y gestión

Estos componentes operan a diversas escalas –local, regional, estatal y nacional–, lo que a menudo produce causas de inundación interrelacionadas. Por ejemplo, las inundaciones urbanas pueden ser el resultado de factores locales como la planificación inadecuada del uso de la tierra y la impermeabilización de las superficies; factores regionales o de río

¹ Abhas K. Jha, Robin Bloch and Jessica Lamond, *Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century* (Washington, DC: World Bank Publications, 2012), 167, <https://www.gfdrr.org/sites/gfdrr/files/urban-floods/urbanfloods.html>.

² Ibid.

³ Ibid.

arriba, como la deforestación, y factores nacionales o mundiales como el aumento del nivel del mar. Esta complejidad brinda una serie de oportunidades para las intervenciones.

6.4.1 FACTORES FÍSICOS

6.4.1.1 Cambio en el uso de la tierra y reducción de la permeabilidad

La urbanización altera los patrones de uso de la tierra existentes, lo cual ocasiona frecuentemente la pérdida de la vegetación natural y los espacios abiertos. Estos cambios en el uso de la tierra a menudo incluyen humedales; bloquean o redirigen ríos o arroyos y recolectan y mueven agua a través de canales artificiales como drenajes, alcantarillas y túneles que cambian los patrones naturales de drenaje. La urbanización puede afectar las zonas vecinas (especialmente las ubicadas río abajo), con lo cual se aumenta el riesgo de inundaciones en otros lugares. Todas estas cuestiones tienen consecuencias para la gestión del riesgo de inundaciones.

Las superficies impermeables o pavimentadas –como calles y techos– también aumentan con el desarrollo urbano. Las superficies impermeables alteran drásticamente el ciclo hidrológico urbano y el clima local (vea las ilustraciones 6.1 y 6.2).



ILUSTRACIÓN 6.1 EJEMPLO DE UN CICLO HIDROLÓGICO URBANO

En las áreas urbanas, las superficies impermeables aumentan la cantidad agua de una precipitación que se escribe desde las superficies duras –y la velocidad a la que corre– al reducirse la oportunidad de que la precipitación se retenga en el lugar donde cae o la intercepte la vegetación.⁴ Dependiendo de la extensión de las superficies impermeables en la cuenca, el volumen de la escorrentía superficial puede aumentar entre dos y 16 veces en relación con el volumen definido previo al desarrollo urbano con la correspondiente reducción en la recarga de aguas subterráneas.⁵ Esta alteración del ciclo del agua urbana puede convertir las lluvias urbanas normales en inundaciones localizadas o crecidas repentinas.⁶

4 Si desea más información sobre estos temas, vea la sección Cobertura del suelo, uso de la tierra e infraestructura en el capítulo 3.

5 T. R. Schueler, "The Importance of Imperviousness," (La importancia de la impermeabilidad) Watershed Protection Techniques 1, vol. no. 3 (1994): 100-111, http://scc.wa.gov/wp-content/uploads/2015/06/The-Importance-ofImperviousness_Schueler_2000.pdf.

6 Programa Asociado de Gestión de Crecientes (APFM), Urban Flood Risk Management (Gestión del riesgo de inundaciones urbanas), Documento Técnico No. 11 (OMM, 2008), consultado el 22 de noviembre de 2014, http://www.apfm.info/publications/tools/Tool_06_Urban_Flood_Risk_Management.pdf.

Típicamente, en las áreas urbanas, el sistema de gestión de aguas pluviales se compone de una infraestructura dura (gris). La infraestructura gris transporta las aguas pluviales lo más rápidamente posible fuera del área urbana y hacia el cuerpo de agua más cercano a la ciudad. La gestión convencional de las aguas pluviales generalmente incluye un sistema de recolección compuesto de vías escalonadas, bordillos, canaletas y tubos para canalizar el agua hacia sistemas de alcantarillado combinados o separados (vea el capítulo 5 donde encontrará más información sobre los sistemas de drenaje artificiales).

Los métodos de infraestructura gris manejan un volumen limitado de aguas pluviales. En la actualidad, el rápido crecimiento de la población, el aumento del desarrollo urbano y los fenómenos de precipitación más frecuentes e intensos sobrepasan fácilmente la capacidad existente de gestión de las aguas pluviales urbanas. Sin una capacidad adecuada de gestión de las aguas pluviales, las aguas residuales sin tratamiento y las aguas pluviales contaminadas entran en las aguas adonde desembocan, lo que reduce la calidad del agua y genera riesgos para el medio ambiente y la salud. Si los sistemas de captación no tienen capacidad de captar el creciente volumen de aguas pluviales, se aumenta el riesgo de las inundaciones urbanas.

En los entornos urbanos, los métodos de gestión de aguas pluviales descritos en el capítulo 5, así como los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), que desempeñan una función similar, son fundamentales para reducir la presión sobre los sistemas de agua existentes mediante la ralentización, retención y detención de las aguas pluviales.

6.4.2 FACTORES CLIMÁTICOS Y METEOROLÓGICOS

6.4.2.1 Microclima urbano y superficies impermeables

El aumento de las superficies impermeables y la densa infraestructura que acompaña a la urbanización crea un microclima local que suele ser más cálido que el de las zonas circundantes.⁷ Esto se conoce como el efecto de isla de calor urbana (ICU). El efecto ICU es causado por los materiales impermeables utilizados en las zonas urbanas y la reducción simultánea de la vegetación. Los materiales oscuros –como el asfalto– utilizados en las zonas urbanas suelen tener baja reflectividad, o albedo, lo que significa que los materiales absorben el calor durante todo el día en lugar de reflejarlo.⁸ Esto varía según el tipo y la densidad de los materiales. La pérdida de vegetación reduce los efectos de enfriamiento de la evapotranspiración, la cubierta de sombra de los árboles y la humedad a nivel del suelo.⁹ Estas condiciones se combinan para crear un microclima urbano más cálido. Los usuarios de la guía deben considerar el efecto ICU como parte del contexto urbano al identificar y seleccionar los métodos para la gestión de inundaciones.

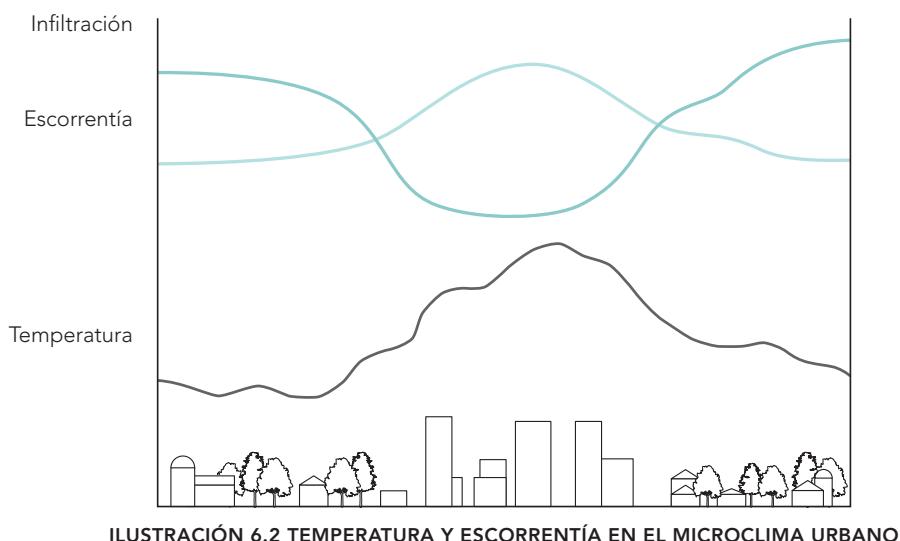


ILUSTRACIÓN 6.2 TEMPERATURA Y ESCORRENTÍA EN EL MICROCLIMA URBANO

⁷ NASA/Goddard Space Flight Center, "NASA Satellite Confirms Urban Heat Islands Increase Rainfall Around Cities," (El satélite de la NASA confirma que las islas de calor urbanas aumentan las lluvias alrededor de las ciudades) Science Daily, 19 de junio de 2002, <https://www.sciencedaily.com/releases/2002/06/020619074019.htm>.

⁸ Ibid.

⁹ EPA, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics (Reducción de las islas de calor urbanas: un compendio de los conceptos básicos para las estrategias de islas de calor urbanas), <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basiccompendium.pdf>.

6.4.2.2 Weather and Natural Climate Variability at the Local Scale

El clima estacional natural y los patrones climáticos que ocurren en múltiples años también se ven afectados por procesos a gran escala como El Niño y La Niña, que pueden dar lugar a temperaturas más cálidas o más frías de lo normal y a cambios en los patrones de precipitación.¹⁰ Esto puede afectar el riesgo de inundaciones urbanas en las regiones afectadas.

En algunas regiones, El Niño y La Niña alteran los patrones regionales de temperatura y precipitación en intensidad y frecuencia, y pueden aumentar la probabilidad de tormentas.¹¹ Los impactos varían por región. Causan más inundaciones en algunas zonas y sequías en otras. La variabilidad natural del clima es previsible, hasta cierto punto, pero la intensidad y duración de los patrones climáticos pueden cambiar debido al cambio climático.¹² Al evaluar los riesgos urbanos y seleccionar los métodos para la gestión de inundaciones, los coordinadores deben tener en cuenta la variabilidad climática actual, el patrón espacial de las superficies impermeables y el cambio climático proyectado.

La capacidad de un sistema de drenaje para manejar la escorrentía proveniente de lluvias intensas, nieve o hielo que se derrite rápidamente depende de la rapidez con la que el agua fluye hacia el sistema. El volumen de agua que un sistema puede manejar en un período de una hora puede no ser el mismo que puede manejar en un período de 15 minutos. Las lluvias intensas o el rápido derretimiento de la nieve pueden provocar inundaciones en una zona en la que el mismo volumen de agua que cae durante un período más largo no lo haría.

6.4.2.3 Cambio climático mundial

El cambio climático, causado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo, dará lugar a un "aumento de la frecuencia, la intensidad y/o la duración de los fenómenos meteorológicos extremos, como lluvias torrenciales, períodos cálidos y fenómenos de calor, sequías, intensas marejadas ciclónicas y el correspondiente aumento del nivel del mar".¹³ Los efectos del cambio climático mundial en las zonas urbanas pueden variar en función de las condiciones y la ubicación de la zona urbana. Por ejemplo, el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos y de las precipitaciones puede sobrepasar la capacidad de los sistemas de drenaje urbano, causando inundaciones localizadas, inundaciones fluviales y aumento de las marejadas ciclónicas.¹⁴ El aumento del nivel del mar debido al calentamiento de los océanos y al derretimiento de los glaciares puede aumentar la población en riesgo de inundaciones en las ciudades costeras debido a una combinación de los hundimientos de la tierra y el aumento de la altura del nivel del mar a nivel local.¹⁵ El aumento del nivel del mar también contribuye a un aumento de las inundaciones por mareas y a la intensificación de las mareas ciclónicas. Las investigaciones del Grupo de Expertos sobre el Cambio Climático de la Ciudad de Nueva York demostraron que es casi seguro que el aumento del nivel del mar por sí solo ocasionará un aumento de la frecuencia y la intensidad de las inundaciones costeras a medida que avanza el siglo.¹⁶

Estos componentes del clima pueden aumentar las inundaciones urbanas y deberían formar parte de una evaluación del riesgo de inundaciones que identifique la gama de factores de riesgo y los mejores métodos para la gestión del riesgo de inundaciones.

6.4.3 GOBERNANZA Y GESTIÓN

6.4.3.1 Planificación, construcción y mantenimiento inadecuados de los drenajes

La infraestructura dura para el manejo de aguas pluviales –como canaletas, drenajes, alcantarillas, canales y áreas de retención– requiere un mantenimiento constante, incluyendo la remoción de escombros y su modernización para aumentar la capacidad y adaptarse a los mayores volúmenes de escorrentía. Si no se dispone de fondos, las mejoras en la infraestructura de drenajes pueden quedar rezagadas con respecto al aumento de la escorrentía de aguas

10 NOAA. El Niño & La Niña. Accessed May 20, 2016. Available from <https://www.climate.gov/enso>.

11 R. Blake et al., "Urban Climate: Processes, Trends, and Projections," in *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, ed. C. Rosenzweig et al. (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011), 43–81.

12 Ibid.

13 IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (New York: Cambridge University Press, 2014), 535–612, https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf.

14 Ibid.

15 Blake, "Urban Climate," 43–81.

16 R. Horton, C. Little, V. Gornitz, D. Bader, and M. Oppenheimer, 2015: *New York City Panel on Climate Change 2015 Report: Sea level rise and coastal storms*. Ann. New York Acad. Sci., 1336, 36–44, doi:10.1111/nyas.12593.

pluviales. Incluso donde existe infraestructura de drenaje, la falta de mantenimiento –a veces combinada con una recolección de basura inadecuada y la falta de manejo de desechos– puede bloquear los sistemas de drenaje y provocar inundaciones.

6.4.3.2 Hundimiento del terreno

Los factores naturales (Ej.: los tipos de suelo) y los factores humanos (Ej.: la extracción excesiva de agua subterránea, la urbanización) causan el hundimiento del terreno, o sea, la compactación y el asentamiento del terreno. Los suelos en los deltas son más susceptibles porque el suelo deltaico se expande y se contrae con el agua. Cuando el agua o la humedad en el suelo se corta o se reduce –debido a las superficies impermeables o por la extracción excesiva de agua subterránea para el suministro de agua potable y usos industriales– el suelo se seca y comienza a compactarse. El peso de los edificios y otras infraestructuras que se encuentran en las zonas urbanas aumenta la compactación del suelo. Los métodos de ingeniería dura, como las bombas de drenaje, los bordes y los diques, también pueden causar hundimiento.¹⁷

La compactación del suelo crea tierras bajas, lo que aumenta el área que se encuentra en riesgo de inundaciones y aumenta el impacto del aumento del nivel del mar.

El hundimiento también puede causar

1. cambios en los sistemas y caudales de los ríos
2. penetración de agua salada en las fuentes de agua subterránea
3. aumento de las zonas en riesgo de inundaciones costera y terrestre
4. daños a los sistemas de drenaje e infraestructura existentes

6.4.3.3 Urbanización no planificada, invasión y ocupación de los sistemas de drenaje



© Martin Harvey/WWF

Esta imagen aérea de un asentamiento informal en Sudáfrica ilustra el espacio tan limitado que se asigna a la infraestructura de drenaje. La falta de estructura muchas veces se relaciona con la falta de planificación o la incapacidad de hacer cumplir los planes municipales.

Muchas zonas urbanas han crecido de forma no planificada o planificada parcialmente. Por ejemplo, la población de Lagos, Nigeria, creció de poco más de un millón en la década de 1970 a una población estimada

17 Deltas, "Sinking Cities: An Integrated Approach towards Solutions" ("Ciudades que se hunden: un enfoque integral para las soluciones"), octubre de 2013, <https://www.deltas.nl/app/uploads/2015/09/Sinking-cities.pdf>.

de 21 millones en 2016.¹⁸ En muchas áreas urbanas, los gobiernos municipales no han logrado adaptarse al rápido crecimiento, carecen de planes detallados de uso de la tierra o no pueden hacer cumplir los reglamentos de uso de la tierra. Las nuevas construcciones a menudo invaden, bloquean o rellenan los sistemas de drenaje natural, como los arroyos secos y los humedales. El desarrollo no planificado y mal gestionado aumenta el riesgo de inundaciones, especialmente en lugares donde la planificación urbana formal y la gestión de la construcción son limitadas o inexistentes. Los terrenos urbanos que se han reservado para el drenaje –entre los que se incluyen los grandes desagües de concreto, los sumideros y las zonas de retención de inundaciones– a menudo se convierten en lugares de asentamiento para las personas que no tienen medios para vivir en otro lugar. Las viviendas informales en estas áreas obstruyen el drenaje, lo que conlleva un riesgo considerable para su vida y su propiedad en caso de inundación.

6.4.3.4 Cambios en el uso de la tierra costera y río arriba

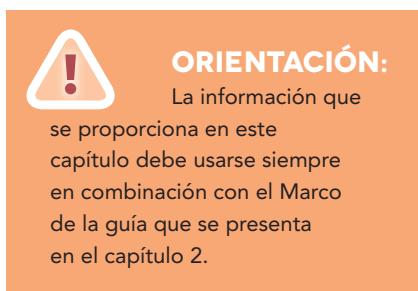
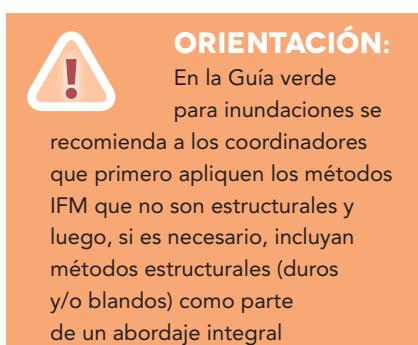
Los cambios en el uso de la tierra río arriba que reducen la capacidad de infiltración cuando ocurren precipitaciones –entre los que se incluyen la urbanización, la deforestación, la conversión de la tierra para la agricultura y el lleno de los humedales– pueden aumentar el riesgo de inundaciones río abajo. El flujo de escorrentía de aguas pluviales hacia los cursos de agua superficiales aumenta cuando las precipitaciones no pueden infiltrarse en el suelo, lo que aumenta el riesgo de inundaciones río abajo. Otros cambios en el uso de la tierra, como el desarrollo urbanístico en zonas de humedales costeros y la pérdida de manglares, pueden aumentar el riesgo de inundaciones en las comunidades urbanas costeras. Por ejemplo, los humedales estabilizan las costas, filtran la contaminación, liberan lentamente las aguas de las inundaciones y las aguas pluviales y reducen el impacto de las mareas ciclónicas.¹⁹ De igual manera, los manglares pueden actuar como amortiguadores contra los impactos de las mareas ciclónicas. Los ecosistemas costeros sanos, cuando se gestionan correctamente, pueden proteger a las comunidades del interior y reducir la vulnerabilidad de la población de las zonas costeras.

6.5 MÉTODOS DE GESTIÓN DE INUNDACIONES URBANAS

Para desarrollar un enfoque de gestión integral de inundación (IFM), los coordinadores de inundaciones urbanas deben analizar una gama de escalas, desde el vecindario hasta la cuenca, y considerar una combinación de métodos estructurales duros y blandos, así como métodos no estructurales. Los usuarios deben consultar el capítulo 2 y el Marco de la Guía verde para inundaciones antes de emprender un proyecto. En este capítulo se incluye información de base que contribuirá al análisis contextual de la etapa 1. Es posible que los coordinadores de inundaciones urbanas tengan que coordinarse con los socios regionales de la cuenca para abordar las causas de las inundaciones río arriba (vea el capítulo 3). Los métodos varían en costo y requisitos de mantenimiento (ver capítulo 5), y algunos métodos producirán resultados antes que otros. Por ejemplo, la mejora de las prácticas de gestión de los desechos sólidos –como la recolección y eliminación, el reciclaje y la limpieza de los escombros de los desagües y cursos de agua– puede reducir inmediatamente los impactos de las inundaciones.²⁰ Tomará más tiempo reducir estos impactos si se construyen estanques de retención y detención, mientras que si se utilizan métodos como la reforestación y la restauración de humedales, es posible que no se reduzca el riesgo de inundaciones durante algunos años, pero sí se producirán beneficios colaterales en el corto plazo.

El diseño y funcionamiento de un sistema de gestión del riesgo de inundaciones urbana consiste en

- abogar por una mejor planificación y gestión urbana para limitar el desarrollo que propicie las inundaciones y reducir el riesgo de que ocurran



¹⁸ John Campbell, "This is Africa's New Biggest City: Lagos, Nigeria, Population 21 Million," *The Atlantic*, July 10, 2012, <http://www.theatlantic.com/international/archive/2012/07/this-is-africas-new-biggest-city-lagos-nigeria-population-21-million/259611/>.

¹⁹ EPA, "What are wetland functions?," November 17, 2015, <https://www.epa.gov/wetlands/what-are-wetland-functions>.

²⁰ Jha, Bloch and Lamond, *Cities and Flooding*, 167.

- aumentar la concienciación y la preparación de la población mediante el uso de mapas del peligro de inundaciones, capacitación para la preparación, sistemas de alerta y planes de evacuación.
- retener el agua en áreas designadas y reducir el volumen de escorrentía durante una tormenta utilizando estructuras tales como jardines en los techos, cunetas y estanques de detención construidos como parte de los sistemas generales de drenaje.
- mejorar el drenaje en determinadas zonas con sistemas de ingeniería como canaletas, desagües, alcantarillas y canales, así como en cursos de agua naturales como arroyos y ríos.
- limitar el impacto de las inundaciones en lugares e instalaciones mediante el uso de barreras contra las inundaciones, muros de contención y estrategias de protección contra las inundaciones, como los edificios elevados por encima del nivel de inundación de la base o edificios diseñados para que el primer piso pueda resistir una inundación.

limitar el impacto de las inundaciones en lugares e instalaciones mediante el uso de barreras contra las inundaciones, muros de contención y estrategias de protección contra las inundaciones, como los edificios elevados por encima del nivel de inundación de la base o edificios diseñados para que el primer piso pueda resistir una inundación.

Las medidas no estructurales incluyen la sensibilización, la preparación y la abogacía. Las medidas estructurales, como los sistemas de retención y drenaje de agua, pueden limitar los impactos a las áreas propensas a las inundaciones y reducir los daños a las instalaciones. (Vea el capítulo 5 donde encontrará más información sobre las medidas no estructurales y estructurales.)

Los planes, procesos e iniciativas urbanos existentes pueden adaptarse para integrar los métodos de gestión del riesgo de inundaciones y lograr múltiples beneficios colaterales. Por ejemplo, en las zonas urbanas con limitaciones de espacio y de terreno, la infraestructura para usos múltiples, como los embalses de detención, puede servir también como estructuras de estacionamiento o instalaciones recreativas.

Los métodos naturales y basados en la naturaleza para la gestión de inundaciones a menudo ayudan a alcanzar múltiples objetivos, incluyendo medios de vida alternos para la reducción de la pobreza, la adaptación al cambio climático, el desarrollo responsable con el medio ambiente y una mejor salud pública.

La utilización de métodos naturales y basados en la naturaleza en las zonas urbanas promueve la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como la purificación del agua y el aire, la estabilización de los suelos, la reducción del



EJEMPLO: En 2010, la Autoridad de Desarrollo de Capital (CDA por sus siglas en inglés) de Islamabad, Pakistán, lanzó el primer programa de captación de agua de lluvia en el país.²¹ En el Proyecto Piloto para la Captación de Agua de Lluvia se utilizaron tanques, estanques y pequeños diques para cosechar el agua de lluvia a escala de hogares, barrios y pueblos.²² En este caso, con la captación de agua de lluvia se redujo el riesgo de inundaciones urbanas a la vez que se proporcionaba una fuente adicional de agua potable, lo que redujo la vulnerabilidad a los patrones irregulares de precipitaciones (un posible resultado del cambio climático). En la ciudad de Nueva York, en un huerto de 1.4 acres (0.57 hectáreas) sembrado en la azotea de un edificio se produjeron más de 45 toneladas de verduras y se manejaron más de 3 millones de litros de agua de lluvia anualmente.²³ Además de reducir el riesgo de inundaciones, este huerto proporcionó una fuente de empleo, seguridad alimentaria y nutrición, y redujo la contaminación del aire.

21 Daily Times, "Islamabad First City to Have Rainwater Harvesting Programme" ("Islamabad, primer país que cuenta con un programa para cosechar agua de lluvia"), consultado el 5 de marzo de 2016, <http://archives.dailymail.com.pk/islamabad/13-Apr-2010/islamabad-first-city-to-haverainwater-harvestingprogramme>.

22 Brett Walton, "Pakistan Installs Country's First Urban Rainwater Harvesting System," Circle of Blue, last modified April 24, 2010, <http://www.circleofblue.org/waternews/2010/world/south-asia/pakistan-installs-countrys-first-urban-rainwater-harvesting-system/>.

23 Nevin Cohen and Katinka Wijssman, "Urban Agriculture as Green Infrastructure: The Case of New York City," *Urban Agriculture Magazine*, no. 27, March 2014, http://learning.icma.org/store/streaming/openMaterial.php?id=124491&force_download=1.

ruido, los amortiguadores de las islas de calor y la regulación del microclima.²⁴ Las investigaciones demuestran que la introducción de la naturaleza en las zonas urbanas también reduce el estrés y los niveles de delincuencia, a la vez que promueve la salud y el bienestar.²⁵

6.6 GOBERNANZA DE LAS INUNDACIONES URBANAS

La gobernanza urbana es un factor esencial en la gestión del riesgo de inundaciones urbanas. Los gobiernos locales son los principales responsables de la planificación, aplicación y gestión de la mayoría de las medidas que pueden reducir los riesgos de inundaciones urbanas, así como los impactos directos e indirectos de las inundaciones. Sin embargo, la gobernanza urbana es compleja, moldeada por las interacciones entre las consideraciones sociales, políticas y económicas a niveles local, regional, nacional y de las cuencas. La gestión de las inundaciones urbanas a menudo requiere que los coordinadores de inundaciones trabajen en todos los departamentos (Ej.: obras públicas, planificación del desarrollo urbanístico y medio ambiente) y en todas las jurisdicciones, ya que las cuencas rara vez siguen los límites administrativos. El éxito de la gestión de las inundaciones urbanas depende de que existan las condiciones sociales e institucionales favorables, así como los mecanismos eficaces de vigilancia y aplicación de la ley.

Las mejoras en la gestión del riesgo de inundaciones urbanas requieren voluntad política y aceptación a nivel local y nacional, así como la participación de la comunidad. La participación y aceptación del sector privado ayudará a abordar las barreras existentes en el mercado, mientras que la aceptación social y la participación de la comunidad son vitales para el éxito a largo plazo de los programas de gestión del riesgo de inundaciones.

La gobernanza y la gestión del riesgo de inundaciones urbanas requieren principalmente

- la integración de la gestión del riesgo de inundaciones en el proceso de planificación urbana
- la coordinación de los diferentes actores relevantes gubernamentales
- el fortalecimiento del proceso de gestión del riesgo de inundaciones mediante reglamentos como los de planificación, municipales y códigos de construcción.
- el involucramiento de los actores relevantes no gubernamentales y del sector privado en la toma de decisiones relacionadas con las inundaciones
- la participación y consulta efectivas con la comunidad en todas las etapas de la gestión del riesgo de inundaciones

Los mecanismos para el financiamiento y la planificación del uso de la tierra son los sistemas reguladores más eficaces para gestionar la urbanización, el crecimiento y la invasión de las llanuras inundables y otras zonas propensas a las inundaciones.

Si desea más información sobre la gobernanza, la participación del sector privado y el financiamiento vea el capítulo 3.



EJEMPLO:

En 2013, el Gobierno de Barcelona, España, promulgó su Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad 2020 para alcanzar múltiples metas, incluyendo los objetivos ambientales para regular el ciclo urbano del agua; objetivos sociales para mejorar la calidad de vida en la ciudad y objetivos económicos para incentivar el crecimiento fiscal.

²⁴ Richard Blaustein, "Urban Biodiversity Gains New Converts: Cities around the World Are Conserving Species and Restoring Habitat," *BioScience* 63, no. 2 (February 2013): 72–77, doi: 10.1525/bio.2013.63.2.3.

²⁵ Cecily Maller et al., "Healthy Nature Healthy People: 'Contact with Nature' as an Upstream Health Promotion Intervention for Populations," *Health Promotion International* 21, no. 1 (March 2006): 45–54, doi: 10.1093/heapro/dai032; IUCN, "Barcelona's Quest for a Green Urban Future," last modified December 9, 2013, <http://iucn.org/about/union/secretariat/offices/europe/?14172/Barcelonas-quest-for-a-green-urban-future>.

6.6.1 INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN URBANA

La planificación urbana determina el desarrollo a largo plazo de una comunidad o región mediante procesos de planificación participativos, inclusivos y transparentes que guían el desarrollo comunitario. La planificación del uso de la tierra forma parte de la planificación urbana y, en general, se considera como el proceso para determinar los usos más eficientes de la tierra para contribuir a los objetivos económicos, sociales y ambientales de la sociedad. La planificación del uso de la tierra tiene distintos significados según el contexto y el país. Para los fines de la guía, la planificación del uso de la tierra se utiliza indistintamente con la planificación espacial / regional / urbana. Mediante la planificación del uso de la tierra se identifica dónde deben darse los diferentes tipos de desarrollo urbano y se determinan los riesgos asociados, los requisitos de uso y las restricciones o límites de crecimiento. En las zonas urbanas, la planificación del uso de la tierra suele coincidir con la elaboración de un plan maestro (también conocido como plan integral o general). Si desea más información sobre la consecución de los objetivos de gestión del riesgo de inundaciones mediante la elaboración de un plan maestro, vea el cuadro F1 del apéndice F.

Una planificación eficaz del uso de la tierra puede reducir la exposición a las inundaciones y sus impactos, al tiempo que promueve los servicios ecosistémicos de las llanuras aluviales y las zonas costeras. Sin embargo, la gestión del riesgo de inundaciones es solo una de las muchas consideraciones que se tienen en cuenta al planificar el uso de la tierra. Los planificadores deben tomar decisiones en el contexto de los usos de la tierra que compiten entre sí y a veces se excluyen mutuamente. En el contexto de la gestión de inundaciones, las decisiones sobre el uso del suelo requerirán a menudo un equilibrio entre dos ideales contrapuestos: crear espacio para el desarrollo y crear espacio para el agua. Los objetivos generales de la planificación del uso de la tierra para la gestión del riesgo de inundaciones deben incluir la limitación de la exposición a las inundaciones (mediante la promoción del crecimiento en las zonas menos vulnerables) y la gestión de los recursos naturales que pueden reducir el riesgo de inundaciones (Ej.: los humedales, los bosques). Por lo tanto, las decisiones sobre el uso de la tierra deben tomarse después de emprender un proceso de planificación participativa con los miembros de la comunidad y deben tener en cuenta los resultados de las evaluaciones del riesgo de inundaciones (vea el capítulo 4).

6.6.2 COORDINACIÓN DE LOS DIFERENTES ACTORES RELEVANTES GUBERNAMENTALES

La gestión del riesgo de inundaciones urbana abarca múltiples sectores y disciplinas y es responsabilidad de una serie de departamentos, organismos y organizaciones, que a menudo abarcan varias jurisdicciones. Una gestión del riesgo de inundaciones efectiva requiere un proceso de colaboración y gobernanza para asegurar el apoyo del gobierno y de las organizaciones no gubernamentales, el involucramiento y apoyo del sector privado y la participación de la comunidad.

6.6.3 FORTALECIMIENTO DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES MEDIANTE REGLAMENTOS

Las normas de planificación, los reglamentos municipales, los códigos de construcción y otras normas pueden ayudar a gestionar el riesgo de inundaciones. La zonificación es una forma sistemática de regular las asignaciones de uso de la tierra y las densidades de población en un área de interés. Los reglamentos de zonificación deben apoyar y hacer cumplir la orientación proporcionada en el plan maestro de uso de la tierra para esa área. Los planes de uso de la tierra y las regulaciones de zonificación apoyados por mecanismos de monitoreo y aplicación de la ley son unas de las maneras más efectivas de limitar la exposición a las inundaciones y reducir el riesgo. Cada vez más, los gobiernos urbanos están adoptando la zonificación para abordar el riesgo de inundaciones y la gestión a desastres. Si desea más información sobre la integración de las inundaciones y la zonificación, vea la Tabla F2 que aparece en el apéndice F; si necesita más información sobre las normas de construcción, vea el capítulo 5.

6.6.4 INVOLUCRAMIENTO DE LOS ACTORES RELEVANTES NO GUBERNAMENTALES Y DEL SECTOR PRIVADO

La integración de la gestión del riesgo de inundaciones en los marcos de gobernanza urbana existentes requiere la participación de todos los miembros de la comunidad afectada, incluidos los residentes, el gobierno local, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Los gobiernos locales deben incentivar las medidas de reducción del riesgo a desastres con promotores de urbanización privados y propietarios de tierras en las zonas propensas a las inundaciones. Las alianzas público-privadas (APP) pueden ayudar a los gobiernos locales a financiar los esfuerzos de gestión del riesgo de inundaciones, aumentar la flexibilidad en el proceso de reglamentación, acceder a tecnologías innovadoras o a nuevos conocimientos especializados, y crear puestos de trabajo relacionados con la gestión de las inundaciones y las aguas pluviales. Para más información sobre la participación del sector privado, vea el capítulo 3.

6.6.5 PARTICIPACIÓN Y CONSULTA EFECTIVAS CON LA COMUNIDAD

La gestión de inundaciones urbanas se beneficia con la participación de la comunidad en todas las fases de planificación, diseño, ejecución y monitoreo del marco de la Guía verde para inundaciones. La participación de la comunidad fomenta la voluntad política y el compromiso necesarios para implementar y mantener proyectos de gestión de inundaciones. Los proyectos se benefician con la mayor comprensión del riesgo de inundación local y adquieren mayores conocimientos del contexto y sensibilidad cultural. Si desea más información sobre la participación de la comunidad, vea el capítulo 3.

6.7 ZONAS COSTERAS URBANAS Y CONSIDERACIONES ESPECIALES

Según el IPCC, el 60% de las 39 metrópolis del mundo con una población de más de 5 millones de habitantes se encuentran a menos de 100 kms de la costa; entre estas áreas se encuentran 12 de las 16 ciudades del mundo con poblaciones superiores a los 10 millones de habitantes.²⁷ Las áreas urbanas a menudo se encuentran ubicadas a lo largo de las costas y en los cursos más bajos de las cuencas de las llanuras inundables del delta, como Yakarta, Indonesia; Guayaquil, Ecuador, y Lagos, Nigeria. Las ventajas que atrajeron a la gente a estas áreas en primer lugar y estimularon el desarrollo (Ej.: el acceso al comercio) se convierten en vulnerabilidades cuando existe un ambiente incierto como resultado del aumento del nivel del mar. Las zonas urbanas costeras están sujetas a múltiples factores que propician el riesgo de inundación y son particularmente vulnerables a las inundaciones porque la urbanización puede provocar el hundimiento del terreno, la erosión y la reducción de las barreras naturales a las tormentas costeras. El desarrollo urbano a menudo invade los ecosistemas costeros, eliminando o degradando los manglares, los humedales y las dunas, aumentando así el riesgo de inundaciones. Los ecosistemas costeros que funcionan adecuadamente pueden reducir la intensidad de las mareas ciclónicas, ralentizar el movimiento del agua hacia el interior y estabilizar la línea costera. Si desea más información sobre los métodos de gestión de inundaciones costeras, vea el capítulo 5.

Entre las consideraciones especiales para las zonas costeras urbanas se incluyen las siguientes:

- Aumento del nivel del mar: La gestión de las inundaciones costeras deben tener en cuenta el aumento del nivel del mar, que incrementa el volumen de agua y, por lo tanto, la zona afectada por las mareas ciclónicas y las inundaciones de las mareas. El aumento del nivel del mar puede aumentar el riesgo de que el agua salada se mezcle con las aguas superficiales y subterráneas, lo que produce la contaminación del agua potable e impactos en los medios de subsistencia.
- Regulación del uso de la tierra (zonificación): El establecimiento de distancias restrictivas para la construcción y de zonas de no construcción, la promoción de áreas naturales y la restricción de las actividades de uso de la tierra pueden reducir el número de personas y la cantidad de infraestructura expuesta al riesgo de inundación cuando se emprenden de una manera justa y equitativa desde el punto de vista social. La regulación del uso de la tierra puede ser particularmente eficaz para reducir la exposición a las inundaciones costeras. El desarrollo de instalaciones esenciales, como la construcción de hospitales y servicios públicos, debería restringirse en las zonas costeras que se inundan y en las rutas de evacuación. Las rutas de evacuación deberían estar localizadas, idealmente, fuera de las zonas costeras que pueden inundarse, de modo que se pueda acceder a ellas durante las inundaciones.
- Hundimiento del terreno: El hundimiento afecta considerablemente a muchas zonas urbanas costeras y deltas. En muchas zonas, el asentamiento de la tierra supera ahora el aumento absoluto del nivel del mar por un factor de 10.²⁸ Las altitudes más bajas aumentan el riesgo de inundaciones costeras

²⁶ IPCC, "Increasing Human Utilisation of the Coastal Zone," in Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (New York: Cambridge University Press, 2007), https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch6s6-2-2.html.

²⁷ Ibid

²⁸ G. Erkens et al., "Sinking Coastal Cities," *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences* 372 (November 12, 2015): 189–98, doi: 10.5194/piahs-372-189-2015.



INFORMACIÓN ADICIONAL:

Según el IPCC, un 60% de las 39 metrópolis del mundo con una población de más de 5 millones están ubicadas a 100 kms de la costa; entre estas áreas se encuentran 12 de las 16 ciudades del mundo con más de 10 millones de habitantes.²⁶

y, combinadas con el aumento del nivel del mar, el hundimiento puede provocar la penetración de agua salada, lo cual puede reducir el agua dulce y contribuir a las inundaciones río arriba.

En los métodos de gestión de inundaciones en las zonas costeras urbanas, analizados en el capítulo 5, se debe tener en cuenta el entorno tan particular de la costa, además de los demás factores que contribuyen a las inundaciones urbanas que se han analizado a lo largo de este capítulo.

6.8 RECURSOS ADICIONALES

1. World Bank, *Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*, 2012, https://www.gfdrr.org/sites/gfdrr/files/publication/World_Bank_Cities_and_Flooding_Guidebook.pdf.
2. Associated Programme on Flood Management (APFM), *Urban Flood Management in a Changing Climate*, 2012, http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_14.pdf.
3. ESCAP/WMO Typhoon Committee, *Guidelines on Urban Flood Risk Management*, 2013, http://www.typhooncommittee.org/46th/Docs/item%2010%20Publications/UFRM_FINAL.pdf.
4. World Bank and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), *Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*, 2010, http://www.preventionweb.net/files/12229_gfdrr.pdf.
5. UN-Habitat, *Inclusive and Sustainable Urban Planning: A Guide for Municipalities*, 2007, <http://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/07/A-guide-for-Municipalities-Inclusive-and-Sustainable-Urban-Development-Planning-Volume-1.pdf>.
6. UN-Habitat, *Planning for Climate Change: A Strategic, Values-based Approach for Urban Planners*, 2014. Available at: <http://unhabitat.org/books/planning-for-climate-change-a-strategic-values-based-approach-for-urban-planners-cities-and-climate-change-initiative/>.
7. Practical Action, *Participatory Urban Planning Toolkit Based on the Kitale Experience*, 2008. Available at <http://practicalaction.org/participatory-planning-2>.

APÉNDICES

APÉNDICE A: TIPOLOGÍA DE LOS PELIGROS DE INUNDACIÓN

La siguiente tipología se elaboró para los fines de la guía, basándose en la revisión de una serie de fuentes.

TABLA A1. TIPOLOGÍA DE LOS PELIGROS DE INUNDACIÓN

<p>Inundación: Una condición general y temporal de anegación parcial o completa de áreas que normalmente permanecen secas a causa del desbordamiento de aguas continentales o de mareas o por la acumulación poco usual y rápida de la escorrentía superficial de cualquier proveniencia</p> <p>Fuente: FEMA, "Floods and Flood Plains"</p>		
PELIGRO	DEFINICIÓN	RESUMEN DEL PROCESO Y DE LOS DAÑOS
Inundaciones ribereñas (fluviales) <i>Fuentes: FEMA, "Floods and Flood Plains"; APFM, "Management of Flash Floods"</i>	<p>Las inundaciones ocurren cuando el flujo de agua excede la capacidad de los canales naturales o artificiales y cuando el agua se derrama hacia áreas bajas adyacentes. A menudo las causan las precipitaciones estacionales prolongadas de baja a alta intensidad o el derretimiento estacional de la nieve y los glaciares.</p> <p>Otras causas pueden incluir la ruptura de presas, bordes, diques u otras estructuras de protección, y el bloqueo de desagües, desvíos y pasos de agua. La formación de atascamientos de hielo y su ruptura pueden provocar este tipo de inundaciones.</p> <p>El aumento del volumen de agua dentro del cauce de un río y el incremento de su nivel por encima de la parte superior del cauce y su derrame hacia la llanura inundable adyacente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se caracteriza por una lenta elevación del nivel del agua que supera el cauce natural y que alcanza el flujo máximo en cuestión de horas o días y luego retrocede lentamente (en cuestión de horas o días) y coincide en su mayor parte con los altos niveles de flujo base. La dinámica de las inundaciones fluviales varía según el terreno. La tierra puede permanecer cubierta con agua de inundación poco profunda y de lento movimiento durante días o incluso semanas en áreas relativamente planas. En las zonas quebradas y montañosas, las inundaciones pueden ocurrir minutos después de una lluvia fuerte. Las áreas impactadas pueden incluir llanuras y valles fluviales que se extienden desde el nivel local hasta el regional, y que afectan a grandes áreas. Provoca inundaciones no planificadas de áreas que normalmente se consideran a salvo de inundaciones. El daño también puede ocurrir debido a la dificultad de retirar el agua de un área inundada para regresarla al cauce principal debido a la falta de bombas, a las aberturas en las riberas / bordes y a un nivel alto del agua en el cauce principal.
Crecidas repentinas <i>Fuente: APFM, "Management of Flash Floods."</i>	<p>Una inundación local de inicio rápido y corta duración con un gran volumen de agua. Por lo general, se produce unas pocas horas (generalmente menos de seis) después de lluvias intensas o excesivas o de un rápido derretimiento de la nieve. La liberación repentina de agua de una ruptura de una presa o borde o la ruptura de un atascamiento de hielo también puede causar crecidas repentinas. Entre otras causas están la baja infiltración o limitada retención de agua que fluye, o el bloqueo de desagües, desvíos y pasos de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Un fenómeno hidrometeorológico caracterizado por un rápido aumento del nivel del agua que sobrepasa los cauces naturales y que puede alcanzar un flujo máximo en cuestión de minutos o unas cuantas horas y luego retroceder rápidamente (en cuestión de minutos o unas pocas horas). El agua de la inundación a menudo lleva altas cargas de sedimentos y escombros debido a su gran poder para causar erosión. Es más común en las áreas montañosas y las regiones desérticas, donde las áreas impactadas pueden incluir llanuras fluviales, valles y abanicos aluviales.¹ Son una amenaza potencial en cualquier área donde el terreno es escarpado, las tasas de escorrentía superficial son altas, el agua corre en cauces restringidos, y prevalecen las lluvias convectivas copiosas. La mayoría de las veces ocurren a nivel local, y por lo general las áreas afectadas son entre pequeñas y medianas.

Continúa...

1 Un abanico aluvial se define como "los depósitos en forma de abanico de material transportado por el agua (aluvión). Típicamente se forman en la base de las características topográficas donde hay una ruptura marcada en la pendiente. En consecuencia, los abanicos aluviales tienden a ser de grano grueso, especialmente en la boca. En sus bordes, sin embargo, pueden ser de grano relativamente fino", según "Alluvial Fans" de Marli Miller, <http://pages.uoregon.edu/millerm/fan.html>.

<p>Inundaciones lacustres</p> <p>Fuente: FEMA, "Floods and Floodplains."</p>	<p>La fluctuación del nivel de agua de un lago a corto plazo (Ej.: estacional) o a largo plazo (Ej.: anual) causada por períodos de fuertes lluvias y derretimiento anual de la nieve. Otras causas son los cambios en las vías de desagüe causados por deslizamientos de tierra o el aumento intencional del nivel de un lago.</p>	<ul style="list-style-type: none"> "Las fluctuaciones de los niveles lacustres a largo plazo son un fenómeno menos reconocido que puede causar problemas de inundaciones que duran años o incluso décadas". Asociado con el aumento de la capacidad de retención de los embalses (Ej.: detrás de una presa hidroeléctrica). Las orillas de los lagos pueden inundarse de maneras similares a las de las costas del mar. Por ejemplo, a lo largo de los Grandes Lagos, las tormentas fuertes pueden producir olas y causar la erosión de la línea costera.
<p>Inundaciones costeras</p> <p>Fuentes: FEMA, "Floods and Flood Plains"; Evaluación de Ecosistemas del Milenio</p>	<p>"El aumento del nivel del agua por encima de los niveles normales producidos por la marea, debido principalmente a la baja presión barométrica y a la acumulación de las aguas en la costa como resultado de la acción del viento en un largo tramo de aguas abiertas".</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las olas y los escombros que acarrea el oleaje muy alto hacia las estructuras pueden causar daños, y el flujo de agua de mar hacia tierra y desde ella puede erosionar los cimientos de los rompeolas y otras estructuras. Las inundaciones costeras sobre áreas arenosas (Ej.: las islas barrera) pueden mover la arena y crear nuevas islas o canales. Los daños causados por las inundaciones costeras pueden ocurrir cuando el agua fluye sobre áreas terrestres o a través de salidas naturales y lagunas que desembocan en el mar.
<p>Marejada ciclónica</p> <p>Fuente: Centro Nacional de Huracanes de la NOAA, "Storm Surge Overview".</p>	<p>"La marejada ciclónica es un alza anormal en los niveles del agua generada por una tormenta, por encima de las mareas astronómicas previstas. La marejada ciclónica la produce el agua impulsada hacia la orilla por la fuerza de los vientos que se mueven ciclónicamente alrededor de la tormenta. El impacto de la baja presión asociada a las tormentas intensas sobre el oleaje es mínimo en comparación con el agua que el viento impulsa hacia la orilla. Este aumento en el nivel del agua puede causar inundaciones extremas en las áreas costeras, particularmente cuando la marejada coincide con la marea alta normal, lo cual causa mareas de tormenta que alcanzan hasta 20 pies (6 metros) o más en algunos casos".</p>	<ul style="list-style-type: none"> La fuerza de la marejada y el embate del oleaje aumenta el impacto en tierra porque con la marejada ciclónica, el oleaje puede llegar tierra adentro. Las olas pueden aumentar el daño a los edificios ubicados sobre la costa. Los golpes prolongados de las olas sobre una estructura la pueden demoler si no está diseñada específicamente para resistir tales fuerzas. Las corrientes de marea se combinan con las olas para erosionar las playas y las carreteras costeras. Los edificios que soportan los vientos huracanados pueden dañarse si sus cimientos se ven socavados y debilitados por la erosión. Las marinas y los barcos en puertos cerrados pueden sufrir graves daños a causa de las marejadas ciclónicas, las olas y las corrientes. En los estuarios y pantanos, la penetración de agua salada pone en peligro la salud pública, mata la vegetación y puede provocar la huída tierra adentro de animales, como las serpientes y los caimanes.
<p>Inundación por tsunami</p> <p>Fuente: NOAA, "Tsunami."</p>	<p>"Una serie de olas generadas por desplazamientos repentinos en el fondo del mar, deslizamientos de tierra o actividad volcánica. La ola de un tsunami puede llegar a tierra suavemente o puede aumentar de altura y convertirse en una pared de agua turbulenta de varios metros de altura."</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los impactos y daños son similares a las marejadas ciclónicas y otras inundaciones costeras. Puede ser difícil predecir con anticipación qué área se inundará como resultado de un tsunami. Una vez que se ha emitido una alerta de tsunami, puede haber poco tiempo para la evacuación. Las alertas pueden no ser precisas debido a las condiciones submarinas de la localidad.

Continúa...

<p>Inundaciones urbanas</p> <p>Fuente: FLOODsite, "Flooding in Urban Areas"</p>	<p>"Las inundaciones que ocurren cuando el sistema de alcantarillado de la ciudad y los canales de drenaje no tienen la capacidad necesaria para drenar las cantidades de lluvia que caen."</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las inundaciones urbanas perturban la vida cotidiana en la ciudad. Las carreteras pueden bloquearse, impidiendo que la gente se desplace a trabajar o a la escuela, y los daños económicos son elevados. • Estas inundaciones pueden causar pérdida de vidas humanas cuando los niveles del agua aumentan rápidamente (Ej.: cuando el agua fluye por calles empinadas o se eleva hasta el nivel del suelo por medio de los sistemas de drenaje subterráneos), o cuando los peatones o los conductores intentan atravesar aguas profundas o que se mueven rápidamente. • Las inundaciones urbanas también pueden abarcar todos los demás tipos de inundaciones que se producen en las zonas urbanas, como las inundaciones fluviales y costeras.
<p>Inundación de áreas</p> <p>Fuente: Servicio Meteorológico Nacional de la NOAA, "NWS Flood Products."</p>	<p>"Las inundaciones que se desarrollan más gradualmente, generalmente a causa de lluvias prolongadas y persistentes de moderadas a fuertes."</p>	<ul style="list-style-type: none"> • "Resulta en un estancamiento o acumulación de agua gradual en áreas bajas, propensas a inundaciones, así como en pequeños riachuelos y arroyos." • "Las inundaciones normalmente ocurren más de seis horas después de que empiezan las lluvias y pueden cubrir un área extensa. Aun cuando este tipo de inundación ocurre más lentamente que una crecida repentina, puede constituir una amenaza para la vida y la propiedad."
<p>Niveles altos de aguas subterráneas</p> <p>Fuente: UK Groundwater Forum.</p>	<p>"El agua que sube de las rocas subyacentes o del agua que fluye de manantiales anormales". Puede ocurrir después de largos períodos de altas precipitaciones sostenidas o debido a la reducción del bombeo de agua subterránea (Ej.: para el suministro de agua, el riego o la deshidratación), o a la infiltración en el suelo de agua proveniente de sistemas de riego sin revestimiento o con mantenimiento inadecuado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • "El aumento de las lluvias significa que se infiltrará más agua en el suelo y causará que la capa freática se eleve por encima de los niveles normales...En las zonas bajas...el nivel freático puede subir hasta la superficie causando inundaciones de agua subterránea". • Generalmente causa inundaciones a nivel del suelo o por debajo del nivel del suelo (sótano); puede causar daños a los cimientos y absorción de agua en paredes que no están aisladas hidrológicamente de los cimientos. • Puede provocar un fallo en los cimientos y paredes y un aumento de la humedad en los espacios habitados (que podrían provocar problemas de salud del aparato respiratorio).

Continúa...

<p>Inundación de lodo, flujo de lodo (o flujo de escombros)</p> <p>Fuente: FEMA, "Floods and Floodplains."</p>	<p>Inundación de lodo: "Una inundación en la que el agua transporta considerables cargas de sedimentos (hasta un 50% en volumen), incluyendo residuos gruesos".</p> <p>Flujo de lodo: "Un subconjunto específico de los deslizamientos de tierra en el que el mecanismo de transporte dominante es el de un flujo con suficiente viscosidad para soportar grandes rocas dentro de una matriz de partículas de menor tamaño. Los flujos de lodo pueden estar confinados a los canales de drenaje o pueden ocurrir sin confinamiento alguno en las laderas de las colinas".</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las inundaciones de lodo ocurren generalmente en las vías de drenaje y en los abanicos aluviales adyacentes a las montañas, pero también pueden ocurrir en las llanuras inundables. El flujo de lodo más común que resulta de la falla de taludes en tierras boscosas ocurre entre cinco y diez años después de un gran incendio forestal en el que desaparecen los árboles maderables. En los años subsiguientes crecen de nuevo. Sin embargo, las raíces de los árboles anteriores se han deteriorado, y las nuevas raíces no son lo suficientemente fuertes como para detener la tierra del suelo, por lo que se inicia un deslizamiento de lodo. Tanto los flujos de lodo como las inundaciones de lodo comienzan con agua en movimiento o con una masa estacionaria de suelo saturado. Las inundaciones de lodo generalmente se originan como láminas de agua o como agua que fluye en los canales de drenaje, ríos o arroyos; luego recogen sedimentos y escombros a medida que fluyen. Los flujos de lodo a menudo se originan como una mezcla estacionaria de tierra y agua. Cuando la mezcla se moja lo suficiente, comienza a moverse como una masa, ya sea como resultado de la gravedad o cuando lo desencadena un terremoto o un flujo repentino de agua cargada de residuos. Los flujos de lodo también pueden comenzar como flujos de agua clara, pero incorporan sedimentos y otros desechos del cauce o de las riberas de los ríos y se "aglomeran" en flujos mucho más grandes que el flujo de agua clara antes de desechar los residuos y atenuarse. Los flujos de lodo pueden recorrer muchos kilómetros desde su fuente. "Los flujos de lodo y las inundaciones de lodo pueden causar daños más severos que las inundaciones de agua clara debido a la fuerza del agua llena de residuos y la combinación de escombros y sedimentos. La fuerza del agua a menudo destruye los pilotes y otras obras de protección, así como las estructuras que se encuentran a su paso (o cuando las estructuras permanecen intactas, a menudo los sedimentos deben eliminarse físicamente con palas o mangueras). El lodo y los residuos también pueden llenar los canales de drenaje y los estanques de sedimentación, lo cual causa que el agua inunde repentinamente las áreas fuera de la llanura inundable". Los flujos de lodo y las inundaciones de lodo son a menudo el resultado de la lluvia que cae en terrenos que han sido arrasados por los incendios y, por lo tanto, no puede retener la escorrentía. Cuando se ha eliminado la cubierta del suelo, incluso las lluvias leves pueden causar flujos de lodo e inundaciones de lodo. Los terrenos escarpados con una capa de arcilla en el subsuelo podrían desprendese e iniciar un flujo de lodo cuando la capa de arcilla se satura. Las inundaciones de lodo y los flujos de lodo también se conocen como flujos de escombros, o deslizamientos de tierra provocados por las lluvias.
<p>Inundación de lluvia sobre hielo</p> <p>Fuente: Wright, "Chapter 2 Types of Floods."</p>	<p>Lluvia que cae sobre hielo y que ocasiona flujos sobre el hielo e inundaciones en áreas bajas</p>	<ul style="list-style-type: none"> A menudo ocurre a finales del invierno antes de que se derrita la nieve y el hielo en los campos. Puede asociarse con tormentas primaverales en un clima cálido. Puede agravarse cuando los drenajes normales están cubiertos de nieve y hielo, y el agua no puede drenar a través de los canales normales. Suponen un peligro especial para los edificios, ya que es posible que las aguas de la inundación no se puedan drenar hasta que el hielo se derrita, lo que produce un estancamiento prolongado del agua.

APÉNDICE B: LOS SEIS ÁMBITOS DEL ANÁLISIS DE GÉNERO

La información que se presenta aquí se adaptó de los "Consejos para realizar un análisis de género a nivel de actividad o de proyecto" de USAID.

La realización de un análisis de género debe ser parte del diseño e implementación de un proyecto. Por lo general se aplican los Seis Ámbitos del Análisis de Género. A continuación, se presentan ejemplos de preguntas específicas que se deben formular dentro del contexto del diseño de un proyecto de gestión del riesgo de inundaciones.

ACCESO

Este ámbito se refiere a la capacidad que tiene una persona para utilizar los recursos necesarios con el fin de ser un participante plenamente activo y productivo (social, económica y políticamente) en la sociedad. Incluye el acceso a los recursos, ingresos, servicios, empleo, información y beneficios. Algunos ejemplos de preguntas que se podrían incluir en un programa hipotético de gestión del riesgo de inundaciones:

- ¿Tienen los hombres y las mujeres igualdad de acceso a los recursos –entre los que se incluyen el dinero, el acceso al crédito, la propiedad de bienes (inclusive la tierra)– que pueden utilizarse como garantía para obtener el crédito necesario para iniciar un proyecto?
- ¿Tienen los hombres y las mujeres el mismo acceso a las redes de comunicación formales o informales para compartir información sobre la gestión del riesgo de inundaciones, incluidas las redes sociales?
- ¿Tienen los hombres y las mujeres el mismo acceso a las tecnologías y servicios que apoyan la gestión del riesgo de inundaciones, incluida la capacitación y otras oportunidades para desarrollar destrezas?
- ¿Los hombres y las mujeres tendrán igual participación en el proyecto o actividad?
¿Interferiría el acceso desigual con el logro de los objetivos del proyecto?

CONOCIMIENTOS, CREENCIAS Y PERCEPCIONES

Este ámbito se refiere a los tipos de conocimiento que poseen hombres y mujeres; las creencias que conforman las identidades y los comportamientos relacionados con el género, y las diferentes percepciones que rigen la idea que las personas tienen de sus vidas dependiendo de su identidad de género. Algunos ejemplos de preguntas sobre conocimientos, creencias y percepción podrían ser:

- ¿Los estereotipos de género en el área geográfica del proyecto / actividad propuestos promueven o dificultan las oportunidades de gestión del riesgo de inundaciones? Por ejemplo, ¿estos estereotipos describen la gestión del riesgo de inundaciones como algo que los hombres hacen más que las mujeres?
- ¿Ayudan o dificultan las autopercepciones o los niveles de confianza en sí mismos que tienen los hombres y las mujeres en el ámbito de la gestión del riesgo de inundaciones?
- ¿Tienen los hombres y las mujeres una educación o conocimientos desiguales en temas que son importantes para el éxito de la gestión del riesgo de inundaciones? En caso afirmativo, ¿en qué temas?
- ¿Será necesaria la capacitación en materia de concienciación sobre cuestiones de género para asegurar que los esposos, las familias y las comunidades apoyen a las mujeres encargadas de la gestión del riesgo de inundaciones?

PRÁCTICAS Y PARTICIPACIÓN

Este ámbito se refiere a los comportamientos y acciones de las personas en la vida diaria –lo que realmente hacen– y cómo esto varía según los roles y responsabilidades de género. Las preguntas incluyen no solo los patrones de acciones actuales, sino que también las diferencias en la forma en que los hombres y las mujeres pueden participar en las actividades. Los tipos de acciones pueden incluir la asistencia a las reuniones y cursos de capacitación, y la aceptación o búsqueda de servicios. La participación puede ser tanto activa como pasiva. Algunos ejemplos y preguntas sobre las prácticas de participación para un programa de gestión del riesgo de inundaciones son:

- ¿Los canales de comunicación utilizados para difundir el conocimiento y fomentar la participación en el proyecto se encuentran disponibles y los usan igualmente los hombres y las mujeres?
- ¿Se diseñará el proyecto general de manera que facilite la participación activa tanto de hombres como de mujeres?
- ¿Suelen los hombres y las mujeres tener igual acceso y participación en las sesiones de capacitación disponibles en relación con este proyecto?

TIEMPO Y ESPACIO

En este ámbito se reconocen las diferencias de género en la disponibilidad y la asignación de tiempo y en las decisiones sobre las ubicaciones. Se considera la división del trabajo productivo y reproductivo; la identificación de cómo se utiliza el tiempo durante el día (la semana, el mes o el año, y en diferentes estaciones), y se determina cómo contribuyen los hombres y las mujeres al bienestar de la familia, la comunidad y la sociedad. El objetivo de este ámbito es determinar cómo utilizan su tiempo los hombres y las mujeres y qué implicaciones tienen sus compromisos con respecto al tiempo en su disponibilidad para las actividades del programa. Entre los ejemplos de preguntas sobre tiempo y ubicación para un programa de gestión de riesgos de inundación están:

- ¿Cuáles son las responsabilidades de los hombres y las mujeres en cuanto al cuidado de los niños y las tareas domésticas? ¿Cuáles son las normas culturales relativas a la división del trabajo entre hombres y mujeres en las áreas de cuidado de los niños y las tareas domésticas?
- Si las mujeres tienen mayores responsabilidades en estas áreas, ¿tienen tiempo suficiente para participar también en la gestión del riesgo de inundaciones?
- ¿Su participación en este proyecto aumentará la carga de trabajo de una mujer a un nivel insostenible?
- ¿Sería posible que las mujeres participaran en el proyecto si dispusieran de servicios de apoyo (por ejemplo, cuidado de niños)?
- ¿Las responsabilidades domésticas de una mujer le impedirían participar en un proyecto a ciertas horas del día o en ciertos días de la semana?
- ¿Los hombres o las mujeres por lo general trabajan o pasan la mayor parte de su tiempo en lugares que les dificultarían participar en el proyecto?
- ¿Tienen los hombres o las mujeres más probabilidades de participar en la economía informal, y cómo afectaría eso su participación en el proyecto?

DERECHOS Y SITUACIÓN LEGAL

Este ámbito implica la evaluación de cómo se considera y se trata a las personas en los códigos legales consuetudinarios, los códigos legales formales y los sistemas judiciales. En el ámbito se incluye la documentación legal, como carnés de identificación, registro de votantes y títulos de propiedad. Además, el ámbito incluye el derecho a la herencia, el empleo, la expiación de los daños y la representación legal. Los siguientes son algunos ejemplos de preguntas sobre derechos legales y el estado de las personas que pueden efectuarse en un programa de gestión del riesgo de inundaciones.

- ¿Las mujeres y los hombres reciben el mismo trato en la legislación relacionada con la gestión del riesgo de inundaciones?
- ¿Hay algún impedimento legal para que los hombres y las mujeres tengan las mismas oportunidades de participar en el proyecto y/o de obtener los mismos resultados?
- En el marco legal o reglamentario, ¿existen beneficios o restricciones especiales que se aplican explícita o indirectamente a las mujeres o a los hombres?

PODER Y TOMA DE DECISIONES

Este ámbito se refiere a la capacidad de las personas para decidir, influir, controlar y hacer cumplir el poder personal y gubernamental. Se refiere a la capacidad de tomar decisiones libremente y de ejercer poder sobre el propio cuerpo, dentro del ámbito del hogar, la comunidad, el municipio y el estado de una persona. Este ámbito también detalla la capacidad de los adultos para tomar decisiones económicas domésticas e individuales, incluyendo las que atañen al uso de los recursos e ingresos económicos del hogar y de los individuos, así como la elección de su empleo. Además, este ámbito describe las decisiones de votar, postularse para un cargo y celebrar contratos legales.

Entre los ejemplos de preguntas sobre el poder y la toma de decisiones para un programa de gestión del riesgo de inundaciones están:

- ¿Las mujeres tienen poder para tomar decisiones económicas?
- ¿Las mujeres controlan y se benefician de los fondos y activos que puedan acumular como resultado de su participación en un proyecto?
- ¿Participan activamente las mujeres en las estructuras y órganos oficiales de toma de decisiones para la gestión del riesgo de inundaciones?
- ¿Tienen las mujeres y los hombres el mismo número de puestos de toma de decisiones en estas entidades?

Al recopilar esta información, el usuario debe recordar que ciertas subcategorías de mujeres u hombres (por ejemplo, los jóvenes, los que viven en la pobreza, las personas discapacitadas, los miembros de grupos minoritarios o étnicos, los que viven en zonas rurales, los pensionados, las personas que viven en determinadas zonas geográficas de un país) pueden enfrentarse a barreras u obstáculos únicos que podrían impedirles participar en el proyecto y/o lograr los mismos resultados que otros hombres y mujeres.

Al realizar un análisis de género, busque estas diferencias que podrían existir entre los subgrupos y considere si es necesario modificar el diseño del proyecto.

¿Cómo se puede proceder después de hacer estas preguntas?

Si el proyecto se encuentra todavía en la fase de diseño, los resultados del análisis de género deben incorporarse al diseño. Sin embargo, si el proceso ya está avanzado, considere la posibilidad de enmendar el diseño del proyecto. Como parte de este proceso de evaluación, considere las siguientes preguntas:

- ¿Se ha identificado alguna cuestión clave de género que pueda afectar la capacidad del proyecto para alcanzar sus objetivos o impedir que las mujeres y los hombres se beneficien por igual?
- ¿En caso afirmativo, ¿cómo puede modificarse el proyecto para garantizar que tanto los hombres como las mujeres se beneficien por igual?
- ¿Los problemas de género que se identificaron requieren la reconceptualización y edición de los objetivos generales y las metas de las actividades o el proyecto?
- ¿Indica el análisis de género que, sin una intervención proactiva, la participación en el proyecto será desequilibrada en cuanto al género? De no ser así, ¿cómo puede diseñarse o modificarse el proyecto para aumentar las tasas de participación del sexo menos representado?
- ¿Las necesidades de hombres y mujeres en relación con este proyecto son lo suficientemente diferentes como para ameritar un componente separado del proyecto centrado en mujeres (o un subgrupo de mujeres) o en hombres (o un subgrupo de hombres)?
- ¿Qué tipos de datos deben recopilarse para hacer un seguimiento de los impactos del proyecto relacionados con el género?
- ¿Se han identificado posibles consecuencias no deseadas? En caso afirmativo, ¿cómo debería el proyecto o actividad contrarrestar las consecuencias no deseadas?
- ¿Existen puntos de entrada u oportunidades para empoderar a grupos especialmente vulnerables de mujeres u hombres a través de este proyecto?

APÉNDICE C: ESCALA DE VIENTOS DE BEAUFORT¹

FUERZA	VIENTO	CLASIFICACIÓN DE LA OMM	APARIENCIA DE LOS EFECTOS DEL VIENTO	
			EN EL AGUA	EN LA TIERRA
0	Menos de 1	Calma	Superficie del mar lisa y espejada	Calma, el humo asciende verticalmente
1	1-3	Viento suave	Pequeñas olas, sin crestas de espuma	El humo indica la dirección del viento, las veletas están quietas
2	4-6	Brisa muy débil	Ondas pequeñas, crestas vidriosas, no se rompen	Se siente el viento en la cara, las hojas crujen, las veletas comienzan a moverse
3	7-10	Brisa suave	Ondas grandes, crestas que comienzan a romperse, olas espumosas dispersas	Las hojas y ramitas en constante movimiento, banderas de tela ligera extendidas
4	11-16	Brisa moderada	Olas pequeñas de 1 a 4 pies cada vez más largas, numerosas olas espumosas	El polvo, las hojas y el papel suelto se levantan, las ramas de los árboles se mueven.
5	17-21	Brisa fresca	Olas moderadas de 4 a 8 pies que se tardan más en formarse, muchas olas espumosas, salpicando un poco de espuma	Los árboles pequeños con hojas comienzan a balancearse
6	22-27	Brisa fuerte	Olas más grandes de 8-13 pies, olas espumosas aumentan, salpica más espuma	Las ramas más grandes se mueven, se oye el silbido de los alambres
7	28-33	Casi vendaval	El mar se alborota, las olas miden de 13 a 19 pies, hay espuma blanca en las crestas	Los árboles enteros se mueven, se siente resistencia al caminar contra el viento
8	34-40	Vendaval	Olas moderadamente altas (18-25 pies) de mayor longitud, los bordes de las crestas comienzan a romperse en forma de espiral, la espuma forma bandas.	Se rompen las ramitas de los árboles, generalmente no se puede avanzar
9	41-47	Fuerte vendaval	Olas altas (23-32 pies), empieza el movimiento (vaivén) del mar, bandas densas de espuma, la espuma que salpica puede reducir la visibilidad.	Se produce un ligero daño estructural, se levantan las tejas de pizarra de los techos
10	48-55	Tormenta	Olas muy altas (29-41 pies) con crestas colgantes, el mar se pone blanco con la espuma que salpica, vaivén fuerte, visibilidad reducida.	Muy pocas veces se siente en tierra, se rompen o arrancan árboles "daños estructurales considerables".
11	56-63	Tormenta violenta	Olas excepcionalmente altas (37-52 pies), parches de espuma cubren el mar, visibilidad más reducida	
12	64+	Huracán	El aire se llena de espuma, olas de más de 45 pies, el mar completamente blanco por la espuma, visibilidad muy reducida.	

¹ Escala recreada a partir del Centro de Predicción de Tormentas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), "Beaufort Wind Scale." <http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/beaufort.html>.

APÉNDICE D: ORIENTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS Y LA PLANIFICACIÓN DE COSTOS PARA LOS MÉTODOS

REPRESAS / DESVIOS AX1 AX2

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
EXIGENCIAS REGULATORIAS <ul style="list-style-type: none"> 1. Las leyes exigen que se efectúe un EIA o un EAI 2. Deben cumplir con las políticas y la planificación económicas y de desarrollo nacionales / regional. 3. Aprobaciones necesarias de los gobiernos nacionales y regionales y de todos los organismos pertinentes para el proyecto. 4. Procedimiento adecuado y equitativo para la adquisición de tierras 5. Permiso y consenso de la comunidad para caminos de acceso, canteras, edificios temporales, explosiones, interrupciones de los servicios de agua, alteraciones de tráfico / navegación 6. Aprobación de los ancianos indígenas (si corresponde) 7. Obtener pólizas de seguro adecuadas 	Costos de planificación <ul style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Realización del estudio de prefactibilidad y el informe 3. Realización de EIA y el informe 4. Realización de estudios geológicos e hidrológicos 5. Realización de un estudio de factibilidad e informe 6. Costos de los permisos y autorizaciones 7. Pagos a expertos para la preparación de diseños, planes de proyecto, estimaciones y documentos contractuales 8. Costos relacionados con el procedimiento de contratación y el seguro Subtotal	_____
MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA <ul style="list-style-type: none"> 1. Grandes cantidades de material de construcción convencional 2. Maquinaria pesada de construcción y grúas 3. Trituradoras de piedra, equipos de detonación, plantas de dosificación 4. Dispositivos de control (puertas, componentes eléctricos) 5. Equipos de seguridad y comunicación 6. Disposiciones para la mano de obra (vivienda, alimentos, etc.) 	Costos de construcción y ejecución <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos periódicos a expertos externos y al personal administrativo de la construcción 2. Costo de preparación del sitio, caminos de acceso, establecimiento de canteras y movilización de maquinaria 3. Costo del material de construcción 4. Costos de mano de obra 5. Honorarios para voluntarios 6. Costos de la concienciación de la comunidad Subtotal	_____
CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES <ul style="list-style-type: none"> 1. Equipo de ingenieros especializados 2. Coordinador y planificador de proyectos 3. Geólogo e hidrólogo 4. Experto en costos y en contratos de construcción 5. Sociólogo y movilizadores de la comunidad 6. Asesor ambiental del proyecto 7. Equipo de EIA 8. Experto en seguridad y oficiales de seguridad 	Costos de operación y mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos por el personal que opera y mantiene las obras hidráulicas 2. Costos de energía para la operación 3. Costos de reparación y actualización de rutina Monitoreo y otros costos <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos al equipo de monitoreo y a los voluntarios 2. Pagos a expertos externos por reuniones periódicas de seguimiento y evaluación 3. Costo de los sistemas de monitoreo avanzado / electrónico (si procede) 4. Capacitación del personal y costos del monitoreo comunitario Subtotal	_____
	COSTOS TOTALES	_____

Continúa...

1 La Guía verde para inundaciones recomienda que se lleve a cabo un estudio sobre el impacto ambiental voluntario correspondiente a cada método, independientemente de los requisitos legales de efectuar un EAI o un EIA (que generalmente son más detallados).

HUMEDALES ARTIFICIALES AX3

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Es posible que las leyes exijan que se efectúe un EIA o un EAI 2. Aprobaciones necesarias de los organismos gubernamentales pertinentes (irrigación, gobierno local, comité de drenaje) 3. Permiso y consenso de la comunidad para el despeje del sitio y las vías de acceso 4. Obtención de seguros (para proyectos de gran magnitud) 	<p>Costos de planificación</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Realización de estudios hidrológicos / hidráulicos 3. Realización de EIA y el informe (si procede) 4. Realización de un estudio de factibilidad e informe 5. Pagos a expertos para la preparación de diseños, planes de proyecto, estimaciones y documentos contractuales 6. Costos relacionados con el procedimiento de contratación y el seguro si procede <p>Subtotal</p>	
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Material de construcción convencional 2. Material para sustratos, revestimientos, geotextiles 3. Semillas y plantas 4. Tuberías, válvulas y compuertas 5. Equipamiento de seguridad 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos al personal administrativo de la construcción (proyectos de gran magnitud) 2. Costo de preparación del sitio, caminos de acceso 3. Costo de alquiler y movilización de maquinaria 4. Costo del material de construcción 5. Costos de mano de obra 6. Honorarios para voluntarios 7. Costos de la concienciación de la comunidad <p>Subtotal</p>	
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Ingeniero ambiental 2. Ingeniero civil y jefe de proyecto 3. Ecologista de humedales (para proyectos a gran escala / especializados) 4. Experto en costos y en contratos de construcción 5. Movilizadores de la comunidad 6. Equipo de EIA (si procede) 7. Experto en seguridad y oficiales de seguridad (para proyectos de gran magnitud) 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos a los trabajadores por la poda regular de la vegetación 2. Costos de reparación y actualización de rutina <p>Subtotal</p>	
	<p>Monitoreo y otros costos</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos externos por visitas periódicas de control 2. Capacitación del personal y costos del monitoreo comunitario <p>Subtotal</p>	
	COSTOS TOTALES	

BORDES / ALIVIADEROS DE CRECIDAS / ESPOLONES Y MUROS DE CONTENCIÓN AX4 AX6 AX9

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Las leyes exigen que se efectúe un EIA o un EAI 2. Autorizaciones necesarias de los gobiernos nacionales y provinciales y de todos los organismos pertinentes para el proyecto. 3. Permiso y consenso de la comunidad para caminos de acceso, canteras, explosiones (si son necesarias), interrupciones de los servicios de agua, alteraciones de tráfico / navegación 4. Aprobación de los ancianos indígenas (si corresponde) 5. Obtener pólizas de seguro adecuadas 6. Procedimiento adecuado y equitativo para la adquisición de tierras 	<p>Costos de planificación</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Realización del estudio de prefactibilidad (si es necesario) 3. Realización de EIA y el informe 4. Realización de estudios geológicos e hidrológicos 5. Realización de un estudio de factibilidad e informe 6. Costos de los permisos y autorizaciones 7. Pagos a expertos para la preparación de diseños, planes del proyecto, estimaciones y documentos contractuales 8. Costos relacionados con el procedimiento de contratación y el seguro <p>Subtotal</p>	
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Grandes cantidades de material de construcción convencional 2. Maquinaria pesada de construcción y grúas 3. Dispositivos de control (Ej.: esclusas) 4. Equipos de seguridad y comunicación 5. Disposiciones para la mano de obra (vivienda, alimentos, etc.) 6. Semillas y plantas para sembrar en las riberas (si procede) 7. Sistemas de monitoreo electrónico avanzado (si aplica) 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos periódicos a expertos externos y al personal administrativo de la construcción 2. Costo de preparación del sitio, caminos de acceso, establecimiento de canteras (si es necesario) 3. Costo de alquiler y movilización de maquinaria 4. Costo del material de construcción 5. Costos de mano de obra 6. Honorarios para voluntarios 7. Costos de la concienciación de la comunidad 8. Costos relacionados con la restauración del sitio <p>Subtotal</p>	
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Equipo de ingenieros especializados 2. Coordinador de proyectos y planificador de proyectos 3. Geólogo e hidrólogo 4. Experto en costos y en contratos de construcción 5. Movilizadores de la comunidad 6. Asesor ambiental del proyecto (para proyectos de gran magnitud) 7. Equipo de EIA 8. Experto en seguridad y oficiales de seguridad 9. Sociólogo / experto en resolución de conflictos (si se trata de adquisición involuntaria de tierras) 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos a los operadores de esclusas 2. Costos de energía para la operación 3. Costos de reparación y actualización de rutina <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos externos por reuniones periódicas de seguimiento y evaluación 2. Costo de los sistemas de monitoreo avanzados / electrónicos (si se aplica) 3. Capacitación del personal y costos del monitoreo comunitario <p>Subtotal</p>	
	COSTOS TOTALES	

ENSANCHAMIENTO Y AHONDAMIENTO DE CANALES AX5

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones y consultas comunitarias 2. Investigación hidrológica y diseño hidráulico 3. Estudio de impacto ambiental 4. Estimado de costos iniciales 5. Diseños de ingeniería detallados 6. Especificaciones detalladas de las cantidades y documentos del contrato 7. Planes y calendarización del proyecto 8. Planes de seguridad, planes de alteración de tráfico / navegación y planes de regulación de agua durante la construcción. 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Realización de EIA y el informe 3. Realización de estudios e informes hidrológicos 4. Costos de los permisos y autorizaciones 5. Pagos a expertos para la preparación de diseños, planes de proyecto, estimaciones y documentos contractuales 6. Costos relacionados con el procedimiento de contratación y el seguro <p>Subtotal</p>	_____
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tierra, material de construcción convencional geotextiles o revestimientos (si procede), gaviones (si procede) 2. Maquinaria ligera de construcción y dragas 3. Equipos de seguridad y comunicación 4. Plantas y semillas para sembrar en la ribera (si procede) 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos periódicos a expertos externos y al personal administrativo de la construcción 2. Costo de preparación del sitio, caminos de acceso 3. Costo de alquiler y movilización de maquinaria 4. Costo del material de construcción 5. Costos de mano de obra 6. Honorarios para voluntarios <p>Subtotal</p>	_____
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo de ingenieros especializados y coordinador del proyecto 2. Ingeniero de diseño hidráulico 3. Hidrólogo (si es necesario) 4. Experto en costos y en contratos de construcción 5. Movilizadores de la comunidad 6. Sociólogo / experto en resolución de conflictos (si se trata de adquisición involuntaria de tierras) 7. Equipo de EIA (si es necesario) 8. Experto en seguridad y oficiales de seguridad 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costos de reparación y limpieza de rutina <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos externos por visitas de control periódicas 2. Capacitación del personal y costos del monitoreo comunitario <p>Subtotal</p> <p>COSTOS TOTALES</p>	_____

BOMBEO AX7

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones y consultas comunitarias 2. Investigación hidrológica y diseño hidráulico 3. Selección de tamaños y tipos de bombas 4. Estudio de impacto ambiental 5. Estimado de costos iniciales y estudio de factibilidad 6. Diseños de ingeniería detallados 7. Especificaciones detalladas de las cantidades y documentos del contrato 8. Planes y calendarización del proyecto 9. Planes de seguridad 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Realización de EIA y el informe (si es necesario) 3. Realización de un estudio de factibilidad e informe 4. Costos de los permisos y autorizaciones 5. Pagos a expertos para la preparación de diseños, planes de proyecto, estimaciones y documentos contractuales 6. Costos relacionados con el procedimiento de contratación y el seguro <p>Subtotal</p> <p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos periódicos a expertos externos y al personal administrativo de la construcción 2. Costo de preparación del sitio, caminos de acceso 3. Costo del alquiler y la movilización de maquinaria 4. Costo del material de construcción 5. Costo de bombas, tuberías, válvulas y accesorios, equipo eléctrico 6. Costos de mano de obra <p>Subtotal</p> <p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costos de energía 2. Costos de mantenimiento reparación y revisión de la bomba 3. Costos de mantenimiento de rutina de las tomas de agua y tuberías <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos externos por visitas de control periódicas 2. Capacitación de personal 3. Costo de los sistemas de monitoreo avanzados / electrónicos (si procede) <p>Subtotal</p> <p>COSTOS TOTALES</p>	
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Material de construcción convencional, revestimiento e impermeabilización 2. Maquinaria de construcción 3. Bombas, válvulas y accesorios, tuberías, controles eléctricos 4. Sistemas avanzados de control remoto y monitoreo (si procede) 		
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingeniero(s) civil(es) y jefe de proyecto 2. Ingeniero de diseño hidráulico 3. Hidrólogo (si es necesario) 4. Ingeniero mecánico, ingeniero eléctrico 5. Experto en costos y en contratos de construcción 6. Organizadores de la comunidad 7. Equipo de EIA (si es necesario) 8. Experto en seguridad y oficiales de seguridad 		

REDES DE DRENAJES ARTIFICIALES AX8

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
EXIGENCIAS REGULATORIAS <ul style="list-style-type: none"> 1. Podría exigirse una EIA o un EAI para proyectos de gran magnitud 2. Aprobaciones necesarias de los organismos gubernamentales pertinentes (irrigación, gobierno local, comité de drenaje) 3. Permiso y consenso de la comunidad para alteraciones en el drenaje 4. Obtener pólizas de seguro adecuadas 	Costos de planificación <ul style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Realización de EIA y el informe (si es necesario) 3. Realización de un estudio de factibilidad e informe (si es necesario) 4. Costos de los permisos y autorizaciones 5. Pagos a expertos para la preparación de diseños, planes de proyecto, estimaciones y documentos contractuales 6. Costos relacionados Subtotal	
MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA <ul style="list-style-type: none"> 1. Material de construcción convencional 2. Maquinaria ligera de construcción 3. Material / equipo para túneles o microtúneles 4. Tuberías, compuertas, pozos de registro, tapaderas de registro, tapaderas de desagüe, geotextiles 	Costos de construcción y ejecución <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos periódicos a expertos externos y al personal administrativo de la construcción 2. Costo de preparación del sitio (si corresponde) 3. Costo de alquiler y movilización de maquinaria 4. Costo del material de construcción 5. Costos de mano de obra Subtotal	
CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES <ul style="list-style-type: none"> 1. Ingeniero(s) civil(es) y jefe de proyecto 2. Ingeniero de diseño hidráulico 3. Hidrólogo (si es necesario) 4. Experto en costos y en contratos de construcción 5. Organizadores de la comunidad 6. Equipo de EIA (si es necesario) 7. Experto en seguridad y oficiales de seguridad 	Costos de operación y mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos al personal de mantenimiento contratado específicamente para ello 2. Costos de limpieza periódica 3. Costos de mantenimiento y reparación de rutina Subtotal	
	Monitoreo y otros costos <ul style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos externos por reuniones periódicas de seguimiento y evaluación 2. Capacitación del personal y costos del monitoreo comunitario Subtotal	
	COSTOS TOTALES	

INFRAESTRUCTURA DE ALARMA / EVACUACIÓN / INFRAESTRUCTURA PARA FINES MÚLTIPLES AX10 AX11

Los costos e insumos variarán considerablemente conforme al tipo de estructura.

RESTAURACIÓN DE LA CUENCA ALTA Y MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS AY1 AY2

<p>PLANIFICACIÓN Y DISEÑO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones y consultas comunitarias 2. Estudios de campo para evaluar las pendientes, la vegetación y la cobertura del suelo 3. Estudio de impacto ambiental 4. Diseño de elementos físicos como terrazas, zanjas y bancos 5. Selección de los tipos de plantas adecuados y planificación de las secuencias de siembra 6. Cálculo de las necesidades de material y de la maquinaria necesaria para la preparación del terreno y la construcción de los elementos físicos 7. Preparación de estimaciones de costos y calendario de implementación <p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informar a la autoridad del gobierno local, al oficial agrícola local y al oficial ambiental, y obtener los permisos necesarios. 2. Las leyes podrían exigir la realización de una evaluación del impacto ambiental (EIA o EAI). <p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Semillas, plántulas, abono orgánico y cobertura para plantar 2. Tierra, roca y madera para construir las características físicas (Ej.: terrazas) 3. Material para cercar o malla metálica para construir un recinto para proteger las plantas 4. En proyectos que cubren áreas extensas, el uso estratégico de maquinaria, como una retroexcavadora o una compactadora mecánica, agilizará el trabajo <p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En proyectos > 50 ha, o si las plantas previstas no son autóctonas de la zona, debe consultarse a un ecólogo conservacionista. 2. Si se requieren cambios extensos en las características físicas, debe consultarse a un ingeniero civil. 3. En proyectos importantes, se debe buscar el asesoramiento de un horticultor sobre métodos de siembra, mantenimiento y gestión de un vivero. 4. Si el proyecto está impulsado principalmente por la comunidad, utilice los servicios de un organizador comunitario. 	<p>PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS</p> <hr/> <p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Pagos para expertos y logística para el estudio de campo inicial 3. EIA e informes de factibilidad (si es necesario) 4. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) 5. Pagos a expertos para la preparación de diseños, calendarización y estimaciones para las siembras <p>Subtotal</p> <hr/> <p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Material para las características físicas (cemento, arena, escombros, madera, tierra) 2. Semillas, plántulas, cobertura, abono orgánico y fertilizante 3. Alquiler de maquinaria para movimiento de tierras (si es necesario) 4. Pagos para que los expertos supervisen el trabajo 5. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y capataces 6. Honorarios y comida para los voluntarios 7. Costo de la movilización u organización de la comunidad (si es necesario) <p>Subtotal</p> <hr/> <p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reparación de las características físicas 2. Podar de rutina y aplicación de cobertura <p>Subtotal</p> <hr/> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visitas de control regulares 2. Concienciación y capacitación para el personal, los voluntarios y la comunidad <p>Subtotal</p> <hr/> <p>COSTOS TOTALES</p>	<p>\$\$\$</p> <hr/>
--	---	---

RESTAURACIÓN DE LA LLANURA INUNDABLE Y DE LA VEGETACIÓN RIBEREÑA **AY3 AY8**

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informar a la autoridad del gobierno local, al oficial ambiental, al ingeniero de riego y a la autoridad de conservación costera (si corresponde). Obtener los permisos necesarios. 2. Las leyes podrían exigir que se efectúe un EIA o un EAI. Si los humedales los utilizan las comunidades locales, se debe obtener el consentimiento de los grupos de usuarios (organizaciones de agricultores, cooperativas de pescadores). 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Pagos a expertos y logística para el estudio de campo inicial 3. EIA e informes de factibilidad e hidrología (si es necesario) 4. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) 5. Pagos a expertos para la preparación de diseños, estudios hidrológicos, calendarización y estimaciones para las siembras <p>Subtotal</p>	—
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Semillas, plántulas, abono orgánico y cobertura para plantar 2. Tierra, arena y otros materiales como nutrientes artificiales limitados para la siembra 3. Material de cercado, malla y flotadores para la construcción de cercos para proteger plantas 4. Material de construcción para construir instalaciones de acceso y caminamientos 5. En proyectos que cubren un área extensa, el uso estratégico de maquinaria como una retroexcavadora o una pequeña draga agilizará el trabajo. 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de material y alquiler de maquinaria para reformas físicas (si es necesario) 2. Costo de las semillas, plántulas para la revegetación 3. Pagos a expertos que supervisan el trabajo 4. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y capataces 5. Honorarios y comida para los voluntarios 6. Costo de la movilización u organización de la comunidad (si es necesario) <p>Subtotal</p>	—
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El programa lo debe planificar un ecólogo conservacionista / ecólogo de humedales, especialmente cuando se trata de seleccionar los tipos de plantas apropiados para la restauración. 2. En proyectos más grandes, busque el asesoramiento de un horticultor sobre métodos de siembra, mantenimiento y gestión de un vivero. 3. Si se alteran las vías fluviales o se efectúan excavaciones / rellenos, se debe consultar a un hidrólogo y a un ingeniero civil. 4. Si el proyecto está impulsado principalmente por la comunidad, obtenga los servicios de un organizador de la comunidad. 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajos rutinarios de mantenimiento (si son necesarios) <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visitas de control regulares 2. Concienciación y capacitación para el personal, los voluntarios y la comunidad <p>Subtotal</p>	—
	COSTOS TOTALES	—

HUMEDALES ARTIFICIALES AX3

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudios hidrológicos iniciales y estudios de campo 2. Elaboración del informe de factibilidad, estudio ambiental y diseño inicial (diseño hidráulico y plan de jardinería) 3. Consultas comunitarias 4. Diseño detallado de la jardinería y las estructuras hidráulicas 5. Selección de especies vegetales y calendario de siembra 6. Cálculo de las necesidades de material y de la maquinaria necesaria para las modificaciones 7. Preparación de estimaciones de costos y calendario de ejecución 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos y logística para el estudio de campo inicial y el estudio hidrológico 2. Estudio de factibilidad, EIA e informe hidrológico (si es necesario) 3. Pagos a expertos para la preparación de diseños, estudios hidrológicos, calendarización y estimaciones para la siembra 4. Costo de las consultas comunitarias 5. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) <p>Subtotal</p>	—
<p>INSUMOS MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tierra, arena y otros materiales para la construcción de terraplenes y sustratos para plantar 2. Materiales de construcción, estructuras de control hidráulico, instalaciones de acceso, caminamientos y barandas, y cercas 3. Tubos y esclusas para estructuras de control y accesorios eléctricos para iluminación 4. El uso estratégico de maquinaria para el movimiento de tierras, como una retroexcavadora, una excavadora, una motoniveladora o un compactador, agilizará el trabajo. 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alquiler de material y maquinaria para alteraciones físicas (si es necesario) 2. Semillas, plántulas para la revegetación 3. Pagos a expertos que supervisan el trabajo 4. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y capataces 5. Honorarios y comida para los voluntarios <p>Subtotal</p>	—
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El humedal artificial lo debe diseñar un ecólogo de humedales / ecólogo conservacionista / arquitecto de jardinería 2. Cuando se trate de humedales artificiales >1 ha, un ingeniero civil calificado debe estar a cargo de la planificación y la ejecución de la construcción 3. Si se alteran las vías fluviales se debe consultar a un hidrólogo 	<p>Costo de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajos rutinarios de mantenimiento 2. Bombas en funcionamiento y otras instalaciones (si procede) <p>Subtotal</p>	—
	<p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspecciones periódicas 2. Capacitación al personal profesional y concienciación de la comunidad (cuando corresponda) <p>Subtotal</p>	—
	COSTOS TOTALES	—

ZANJONES Y DISPOSITIVOS FILTRANTE AY4

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informar a la autoridad del gobierno local y al oficial de medio ambiente. Obtener los permisos necesarios 2. Verificar la conformidad con el plan de drenaje de la autoridad local 3. Para los zanjones a lo largo de las carreteras, obtenga la aprobación de la autoridad competente. 4. Es posible que las leyes exijan una EIA / EAI para los proyectos más grandes 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos y logística para el estudio de campo inicial y el estudio de hidrología 2. Estudio de factibilidad, EIA e informe hidrológico (si es necesario) 3. Pagos a expertos para la preparación de diseños, estudios hidrológicos, calendarización y estimaciones para la siembra 4. Costo de las consultas comunitarias 5. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) <p>Subtotal</p>	
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Material de construcción para dispositivos de infiltración 2. Tierra, arena y otros materiales para la preparación de los zanjones 3. Semillas, plántulas, abono orgánico y cobertura para plantar 4. Tubos, canaletas y otros accesorios 5. Si el proyecto incluye una serie de dispositivos de infiltración o grandes extensiones de zanjones al borde de la carretera (>1 km), el uso estratégico de maquinaria como una retroexcavadora, una compactadora o una mezcladora de concreto móvil agilizará el trabajo. 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de materiales y del alquiler de maquinaria para alteraciones físicas (si es necesario) 2. Costo de las semillas y plántulas para la revegetación 3. Pagos a expertos que supervisan el trabajo 4. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y capataces 5. Honorarios y comida para los voluntarios 6. Costo de la movilización u organización de la comunidad (si es necesario) <p>Subtotal</p>	
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cualquier dispositivo de infiltración instalado en un lugar público debe ser diseñado por un ingeniero civil calificado. 2. Si se construyen simultáneamente varios dispositivos de infiltración o zanjones de más de 1 km al lado de una carretera, consulte a un ingeniero civil para la planificación de la construcción. 3. En los proyectos más grandes que requieren a instalación de varios zanjones, se debe obtener el asesoramiento de un horticultor sobre métodos de siembra, mantenimiento y gestión de un vivero. 4. En proyectos impulsados por la comunidad, se debe reclutar a un organizador comunitario 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajos rutinarios de mantenimiento <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspecciones habituales 2. Concienciación y capacitación para el personal, los voluntarios y la comunidad <p>Subtotal</p> <p>COSTOS TOTALES</p>	

COSECHA DE AGUA DE LLUVIA **AY5**

INSUMOS DE PLANIFICACIÓN	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informar a la autoridad del gobierno local; obtener el permiso necesario para la construcción. 2. Verificar la conformidad con el plan de drenaje de la autoridad local 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos para un experto en cálculos hidrológicos 2. Informes de factibilidad e hidrológicos (si es necesario) 3. Pagos a expertos para la preparación de los diseños, diseños estructurales, la calendarización y las estimaciones para la siembra 4. Costo de las consultas en la comunidad (si corresponde) 5. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) <p>Subtotal</p>	
<p>INSUMOS MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tierra, arena y otros materiales para la preparación de los jardines de lluvia 2. Semillas, plántulas, abono orgánico y cobertura para sembrar 3. Material de construcción, tanques de captación de agua de lluvia u otras estructuras 4. Tubos, canaletas y otros accesorios 5. Si el proyecto conlleva varias estructuras o una extensión considerable de jardines de lluvia (>1 ha), el uso estratégico de maquinaria, tales como retroexcavadoras, compactadoras o mezcladoras de concreto móvil, agilizará el trabajo 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gastos de movilización y preparativos de la tierra 2. Alquiler de materiales y maquinaria para la construcción 3. Semillas y plántulas para jardines de lluvia 4. Pagos a ingenieros y expertos que supervisan el trabajo 5. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y capataces 6. Honorarios y comida para voluntarios (en proyectos comunitarios) <p>Subtotal</p>	
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cualquier tanque de agua de lluvia superficial o subterráneo (>2 metros cúbicos) lo debe diseñar un ingeniero civil calificado. 2. Si se instalan más de 10 tanques de agua de lluvia y/o jardines de lluvia simultáneamente, consulte a un ingeniero civil para la planificación de la construcción. 3. En un proyecto impulsado por la comunidad, se debe reclutar a un organizador comunitario 4. En los proyectos más grandes de huertos pluviales (>1 ha o >20 instalaciones), se debe obtener asesoramiento de un horticultor sobre los métodos de siembra, el mantenimiento y la gestión de un vivero. 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mantenimiento rutinario de los jardines de lluvia 2. Limpieza de dispositivos de infiltración / tanques de agua de lluvia <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Programas de capacitación y concientización para las comunidades <p>Subtotal</p>	
	COSTOS TOTALES	

ESTANQUES DE DETENCIÓN Y LAGUNAS DE RETENCIÓN AY6

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de campo inicial y encuesta 2. Para proyectos de estanques de > 1 ha o áreas de cuencas de > 1 km²: estudio hidrológico, informe de factibilidad, estudio ambiental y diseño inicial (diseño hidráulico y plan de jardinería). 3. Consultas comunitarias 4. Diseño detallado de los dispositivos de control hidráulico (entradas, esclusas) y terraplenes. 5. Cálculo de las necesidades de material y de la maquinaria necesaria para las modificaciones 6. Preparación de estimaciones de costo y calendarización de la implementación 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos a expertos y logística para el estudio de campo inicial y el estudio de hidrología 2. Informe de factibilidad e hidrológico (si es necesario) 3. Pagos a expertos para la preparación de diseños, estudios hidrológicos, calendarios y estimaciones para la siembra 4. Costo de las consultas comunitarias 5. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) <p>Subtotal</p>	
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tierra o roca para construir los terraplenes 2. Material de construcción para la construcción de estructuras de control hidráulico, instalaciones de acceso, caminamientos y barandas, y cercas. 3. Tubos y esclusas para las estructuras de control 4. El uso estratégico de maquinaria para el movimiento de tierra, como una retroexcavadora, excavadoras, motoniveladora o compactadora, agilizará el trabajo. 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de alquiler de material y maquinaria para alteraciones físicas (si es necesario) 2. Costo de las semillas y plántulas para la revegetación 3. Pagos a los expertos que supervisan el trabajo 4. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y capataces 5. Honorarios y comida para los voluntarios 6. Costo de la movilización u organización de la comunidad (si es necesario) <p>Subtotal</p>	
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Todo terraplén que sirva como embalse debe ser diseñado e implementado por un ingeniero civil calificado. 2. Cualquier estructura de control hidráulico en un lugar público la debe diseñar un ingeniero civil calificado. 3. Si hay alguna alteración de las vías fluviales existentes, se debe consultar a un hidrólogo. 4. En los proyectos impulsados por la comunidad, debe reclutarse a un organizador comunitario 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajos rutinarios de mantenimiento y dragado periódico <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspección periódica 2. Capacitación para el personal, los voluntarios y la comunidad <p>Subtotal</p>	
	COSTOS TOTALES	

RESTAURACIÓN DEL DRENAJE NATURAL Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS AY7 AY9

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PLANTILLA DE DESGLOSE DE COSTOS	\$\$\$
<p>EXIGENCIAS REGULATORIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones / consultas comunitarias 2. Estudios de campo para identificar las vías de drenaje natural y/o para evaluar los tipos / magnitud de la eliminación de barreras requeridos. 3. Estudio ambiental 4. Demarcación de las vías de drenaje natural con la participación de la comunidad 5. Planificación de las alteraciones físicas (limpieza, deshierbe, remoción de grandes escombros, remoción de estructuras no autorizadas) 6. Cálculo de las necesidades de mano de obra / materiales y de la maquinaria necesaria para las modificaciones 7. Preparación de estimaciones de costos y calendarización de la implementación 	<p>Costos de planificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de las consultas comunitarias 2. Pagos a expertos y logística para el estudio de campo inicial 3. Informes de factibilidad e hidrológico (si es necesario) 4. Costos de los permisos y aprobaciones (si procede) 5. Pagos a expertos para la preparación de estudios y estimaciones hidrológicos y estructurales (si procede) <p>Subtotal</p>	_____
<p>MATERIALES ESENCIALES Y MAQUINARIA REQUERIDA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informar a la autoridad del gobierno local, al oficial ambiental, al ingeniero de riego y a la autoridad de conservación costera (si corresponde); obtener los permisos necesarios. 2. Si la eliminación de barreras incluye la remoción de grandes características naturales (rocas, barras de arena), llevar a cabo un estudio de impacto ambiental, incluso si no es obligatorio conforme a las regulaciones locales 3. Obtener el consentimiento de todos los grupos de usuarios (organizaciones de agricultores, cooperativas de pescadores) y dueños de propiedades privadas antes de acceder a las vías de drenaje, incluso para las prospecciones 	<p>Costos de construcción y ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alquiler de material y maquinaria para alteraciones físicas (si es necesario) 2. Pagos a los expertos que supervisan el trabajo (si es necesario) 3. Costos de mano de obra para trabajadores calificados y supervisores de construcción 4. Honorarios y comida para los voluntarios 5. Costo de la movilización u organización de la comunidad (si es necesario) 6. Contratación de camiones o carretas para la remoción de material <p>Subtotal</p>	_____
<p>CONOCIMIENTOS EXTERNOS ESENCIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los conocimientos de la comunidad deben tomarse en cuenta para identificar las vías de drenaje natural. 2. Reclutar a un organizador comunitario para asegurar la máxima participación de la comunidad. 3. Cuando los caminos de drenaje no estén despejados o cuando los trabajos de eliminación de barreras den lugar a un buen grado de modificaciones hidráulicas, se debe consultar a un hidrólogo. 4. Si es necesario demoler grandes estructuras o de efectuar excavaciones, se debe consultar a un ingeniero civil. 	<p>Costos de operación y mantenimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza y mantenimiento periódico <p>Subtotal</p> <p>Monitoreo y otros costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspecciones periódicas 2. Sesiones de concientización comunitaria y capacitación de voluntarios <p>Subtotal</p> <p>COSTOS TOTALES</p>	_____

APÉNDICE E: REQUISITOS DE MONITOREO Y EVALUACIÓN PARA LOS DISTINTOS MÉTODOS

TABLA E1. REQUISITOS DE MONITOREO Y EVALUACIÓN PARA LOS DISTINTOS MÉTODOS

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES Suaves	NO ESTRUCTURALES
ESTABILIDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / ESTRUCTURAS O DISPOSITIVOS					
Estructuras existentes en el lugar previsto	Comunidad y oficiales	Periódica	AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención	---
Daños visibles en las estructuras / dispositivos o fallos en el funcionamiento (Ej.: grietas en la presa, mal funcionamiento de la sirena automática)	Comunidad y oficiales / expertos	Periódica / intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención	---
Pruebas de resistencia estructural e integridad (Ej.: pruebas de estabilidad en los bordes)	Expertos	A largo plazo	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY6 Estanques y lagunas de retención	---

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
COSTO Y MANTENIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (ESTRUCTURALES Y ECOLÓGICAS)					
Personal adecuado (empleados / voluntarios / propietarios) y conocimientos especializados para operar y dárles mantenimiento a las características físicas	Oficiales / expertos	Intermedio / A largo plazo	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención	---
Se da mantenimiento a las características físicas; no hay problemas de mantenimiento ni cuellos de botella	Oficiales / expertos	Intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención	---

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
Los costos actuales de operación y mantenimiento de las características son coherentes. (Si son excesivos, ¿cuáles son las razones?)	Oficiales / expertos	Intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY8 Restauración de la vegetación ribereña	---
GESTIÓN DE PROGRAMAS					
Personal adecuado para administrar los programas no estructurales	Comunidad y oficiales	Intermedia	---	---	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas B2 Planificación para el uso de la tierra B3 Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) B4 Mantenimiento habitual de las obras hidráulicas B5 Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra
Personal adecuado para llevar a cabo actividades regulares de movilización social o de concienciación	Comunidad y oficiales	Intermedia	---	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY5 Cosecha de agua de lluvia AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña	B5 Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
Base de conocimientos adecuada para el personal o capacitación en el trabajo	Comunidad y oficiales	Intermedia	---	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY5 Cosecha de agua de lluvia AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña	
Los costos administrativos actuales de los programas son coherentes. (Si son excesivos, ¿cuáles son las razones?)	Comunidad y oficiales	Intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules AY11 Restauración costera y arrecifal	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas B2 Planificación para el uso de la tierra B3 Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) B4 Mantenimiento habitual de las obras hidráulicas B5 Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
SOSTENIBILIDAD ECOLÓGICA					
¿Existen problemas ambientales imprevistos asociados con las estructuras / dispositivos / modificaciones ecológicas?	Comunidad y oficiales / expertos	Periódica / intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules AY11 Restauración costera y arrecifal	---
¿Las características ecológicas (humedales, zonas ribereñas) se han desviado del hábitat, tipos y estructuras que se habían planificado?	Oficiales / expertos	Intermedia / a largo plazo	AX3 Humedales artificiales	AY1 Restauración de la cuenca alta AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY8 Restauración de la vegetación ribereña	---
Evidencia de pérdida de especies, eutrofización o contaminación	Comunidades y oficiales	Intermedia / a largo plazo	AX3 Humedales artificiales	AY1 Restauración de la cuenca alta AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY8 Restauración de la vegetación ribereña	---

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
Evidencia de proliferación de especies invasoras	Oficiales / expertos	Intermedia	AX3 Humedales artificiales	AY1 Restauración de la cuenca alta AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY8 Restauración de la vegetación ribereña	---
¿Se prevén amenazas ambientales para las características ecológicas del programa?	Comunidad oficiales / expertos	Periódica / intermedia	AX3 Humedales artificiales	AY1 Restauración de la cuenca alta AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY8 Restauración de la vegetación ribereña	---
ACEPTACIÓN SOCIAL					
La comunidad acoge el proyecto con un sentido de propiedad	Comunidad y oficiales	Intermedia / a largo plazo	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules AY11 Restauración costera y arrecifal	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas B2 Planificación para el uso de la tierra B3 Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) B4 Mantenimiento habitual de las obras hidráulicas B5 Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES Duros	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
Amenazas a las características físicas (Ej.: vandalismo, terrorismo). ¿Cómo mitigarlas?	Comunidad y oficiales	Periódica / intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención	---
Amenazas a las características ecológicas (Ej.: pastoreo de animales, tala de madera). ¿Cómo mitigarlas?	Comunidad y oficiales	Periódica / intermedia	AX3 Humedales artificiales	AY1 Restauración de la cuenca alta AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY8 Restauración de la vegetación ribereña	---
¿Existen problemas imprevistos de seguridad y salud asociados con las estructuras / dispositivos / características ecológicas?	Comunidad y oficiales / expertos	Periódica / intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención	---

Continúa...

ELEMENTO	TIPO	FRECUENCIA	MÉTODOS		
			ESTRUCTURALES DUROS	ESTRUCTURALES SUAVES	NO ESTRUCTURALES
Comentarios de la comunidad sobre la administración general del programa	Comunidad y oficiales	Intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules AY11 Restauración costera y arrecifal	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas B2 Planificación para el uso de la tierra B3 Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) B4 Mantenimiento habitual de las obras hidráulicas B5 Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra
Oportunidades para incrementar la participación de la comunidad en los programas. ¿Qué se debe cambiar?	Comunidad y oficiales	Intermedia	AX1 Represas y reservorios AX2 Desvíos AX3 Humedales artificiales y pólderes AX4 Diques AX5 Ensanchamiento y ahondamiento de canales AX6 Aliviaderos de crecidas AX7 Bombeo AX8 Redes de drenajes artificiales AX9 Espolones y muros de contención AX10 Infraestructura para fines múltiples AX11 Infraestructura de alarma / evacuación	AY1 Restauración de la cuenca alta AY2 Medidas de conservación de suelos AY3 Restauración de humedales AY4 Zanjones y dispositivos filtrantes AY5 Cosecha de agua de lluvia AY6 Estanques y lagunas de retención AY7 Restauración natural de drenaje AY8 Restauración de la vegetación ribereña AY9 Eliminación de barreras AY10 Techos / muros verdes y techos azules AY11 Restauración costera y arrecifal	B1 Leyes para la protección de suelos y cuencas B2 Planificación para el uso de la tierra B3 Impermeabilización y protección contra inundaciones (reglamentos de construcción) B4 Mantenimiento habitual de las obras hidráulicas B5 Marco para el monitoreo y alerta de inundaciones B6 Cambio de cultivos y uso alterno de la tierra

APÉNDICE F: ELEMENTOS COMUNES DEL PLAN MAESTRO Y REGLAMENTOS DE ZONIFICACIÓN QUE SE UTILIZAN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

En la tabla que aparece a continuación se resaltan los elementos que se utilizan comúnmente para fomentar la gestión del riesgo de inundaciones urbanas.

TABLA F1. ELEMENTOS DEL PLAN MAESTRO RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

ELEMENTO DEL PLAN MAESTRO	DESCRIPCIÓN	USO POTENCIAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES
Uso de la tierra	Aborda los usos de la tierra para todos los tipos de desarrollo urbano, incluyendo el residencial, comercial, institucional y gubernamental.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las zonas propensas a las inundaciones y las zonas peligrosas • Desalentar el desarrollo urbano en zonas peligrosas • Fomentar los patrones de desarrollo urbano compactos y densos que se combinan con espacios abiertos • Proporcionar un espacio adecuado para el crecimiento futuro en las zonas menos vulnerables
Gestión del medio ambiente	Aborda la protección / restauración de áreas ambientales sensibles, como los humedales y la calidad del aire y el agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar las vías de drenaje natural y la restauración y protección ribereñas • Fomentar la reforestación y la protección de las zonas forestales • Fomentar la protección y restauración de los humedales • Sugerir medidas de conservación del suelo y prácticas agrícolas sostenibles • Fomentar la vinculación de los métodos naturales y basados en la naturaleza con la mejora de la calidad del aire y del agua; la reducción del efecto de las ICU; la biodiversidad, y la creación de hábitats.
Espacio abierto	Incluye oportunidades para la recreación como parques y áreas naturales.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar espacios abiertos y áreas de recreación en las zonas propensas a inundaciones o zonas peligrosas • Fomentar las técnicas de infraestructura para fines múltiples que utilicen las áreas recreativas para el almacenamiento de agua • Fomentar el uso de espacios abiertos con vegetación como herramienta para mejorar la calidad del agua y reducir el efecto de las ICU.

Continúa...

Infraestructura	Incluye redes de servicios esenciales como el suministro de agua y la gestión de las aguas residuales, los residuos sólidos y las aguas pluviales.	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar los servicios de infraestructura en zonas propensas a las inundaciones o zonas peligrosas, con lo cual se desalienta la urbanización. • Fomentar el uso de técnicas naturales y basadas en la naturaleza para la gestión de inundaciones; por ejemplo, los jardines de lluvia, zanjones, humedales construidos, y techos verdes y azules. • Fomentar programas de reciclaje para reducir los residuos sólidos • Proporcionar instalaciones y servicios de recolección de residuos sólidos adecuados para evitar que los escombros bloqueen las vías fluviales o los sistemas de drenaje. • Sugerir medidas de conservación del agua, como la recolección de agua de lluvia, para reducir el flujo máximo.
Transporte	Incluye servicios y redes de caminos y de transporte público	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar el acceso a zonas propensas a inundaciones o zonas peligrosas • Fomentar el desarrollo en las zonas menos vulnerables limitando los caminos dentro de las zonas propensas a las inundaciones. • Brindar rutas de evacuación y respuesta de emergencia • Fomentar el uso de pavimentos permeables cuando sea apropiado.
Fuentes: Banco Mundial, <i>Safer Homes, Stronger Communities</i> (<i>Hogares más seguros, comunidades más fuertes</i>); APA Safety Audit; APA Hazard Mitigation.		

En la tabla que aparece a continuación se ilustran unos cuantos reglamentos de zonificación y uso de la tierra que pueden aplicarse a la gestión del riesgo de inundaciones.

TABLA F2. APLICACIONES DE LA ZONIFICACIÓN PARA EL USO DE LA TIERRA EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

TIPO DE ZONIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	USO POTENCIAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES
Zonificación de llanuras inundables	<ul style="list-style-type: none"> • Restringe el desarrollo cerca de los aliviaderos de crecidas y de las zonas cercanas a las zonas de inundación para crear un amortiguador natural. • Designa el uso de la tierra y la densidad de desarrollo urbano (Ej.: restringe la construcción de viviendas y permite parques). • Limita el uso intensivo de la tierra para usos industriales, lo que reduce el riesgo de que los desechos industriales y los contaminantes entren en los cuerpos de agua durante las inundaciones. • Limita la exposición de los establecimientos de salvamento (Ej.: hospitales y estaciones de bomberos) y la infraestructura (rutas 	Se ha utilizado tradicionalmente para la gestión del riesgo de inundación

Continúa...

Zonificación costera	Restringe el desarrollo urbano adyacente a las costas; vea zonificación de llanuras de inundación.	Se ha usado tradicionalmente para la gestión del riesgo de inundaciones en las zonas costeras.
Zona de superposición: zona peligrosa o zona de conservación	Superpone la reglamentación de zonificación más general para aplicar restricciones adicionales a los tipos de desarrollo urbano, usos de la tierra y regulaciones de construcción dentro de los límites específicos de la zona para cumplir objetivos como la RRD, la conservación o la preservación histórica.	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar los requisitos de zonificación en las áreas alrededor de la zona inmediata a los aliviaderos de corrientes o el área costera para reducir aún más el riesgo de inundación y apoyar otros objetivos de la gestión de inundaciones. • Apoyar los reglamentos de construcción (Ej.: protección contra inundaciones) y fomentar los requisitos domésticos o específicos del lugar, tales como el manejo de la escorrentía de aguas pluviales. • Fomentar la preservación y restauración de los recursos naturales
Zonas flotantes	Establece reglamentos de zonificación para áreas que cumplen con ciertas condiciones o características específicas sin vincular los reglamentos a un área geográfica.	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir que las decisiones predeterminadas sobre la zonificación se apliquen sólo en las áreas afectadas por las inundaciones o por los desastres. • Reducir la densidad de desarrollo urbano y limitar los tipos de desarrollo en las zonas que han sido afectadas por las inundaciones. • Exigir el uso de métodos naturales y basados en la naturaleza para la gestión del riesgo de inundación.
Reglamentos para la subdivisión	Regula los lotes que están subdivididos dentro de una urbanización planificada, con el fin de restringir la urbanización o exigir el cumplimiento de ciertas condiciones específicas a nivel del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> • Requerir condiciones a nivel del sitio, tales como distancias restrictivas o zonas de amortiguación, para aumentar el espacio abierto con vegetación. • Fomentar el desarrollo urbano compacto en los terrenos más altos dentro de un sitio que se urbaniza.
Normativa sobre usos que no concuerdan	Se aplica a reglamentos para los edificios que se construyeron antes de los reglamentos de zonificación actuales y que no cumplen con los estándares actuales.	Limitar la reconstrucción de las estructuras que no concuerdan con los reglamentos en las zonas afectadas por inundaciones u otros desastres

Fuentes: Banco Mundial, *Hogares más seguros, comunidades más fuertes*; APA Safety Audit; APA Hazard Mitigation.

GLOSARIO

La siguiente es una lista de los términos y frases clave que se usan a lo largo de este informe. En algunos casos, las definiciones se citan directamente de la fuente original. Si no se proporciona ninguna fuente, esto indica que el autor del capítulo elaboró una definición para que se usara en la guía. Si desea consultar la lista completa de las fuentes utilizadas en el glosario, vea la bibliografía.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
A prueba de inundación Fuente: FEMA, <i>Floodproofing: Definitions/Descriptions</i> .	Cualquier combinación de adiciones, cambios o ajustes estructurales y no estructurales, a las estructuras que reduzcan o eliminen los daños causados por las inundaciones a los bienes inmuebles o a las mejoras realizadas en los bienes inmuebles, instalaciones de agua e instalaciones sanitarias, y estructuras y sus contenidos.
Adaptación Fuente: USAID, <i>Climate-Resilient Development: A Framework for Understanding Climate Change</i>	El proceso de adaptación al clima actual o esperado y sus efectos, con el fin de moderar el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la adaptación es una reacción a un cambio real en el clima, ya que los ecosistemas no pueden prever ni planificar el cambio climático. Las medidas de adaptación tienen por objeto aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad climática a corto y largo plazo disminuyendo la exposición o la sensibilidad, o aumentando la capacidad de adaptación.
Alcantarillado Fuente: ONU-Agua, <i>Wastewater Management: A UN Water Analytical Brief</i>	Consiste en aguas negras (excrementos, orina y lodos fecales o desechos) y aguas grises (aguas residuales de cocina y baño). La mezcla y composición dependerá de las instalaciones de abastecimiento de agua y de saneamiento disponibles, de las prácticas de uso del agua y de las normas sociales. También conocidas como aguas residuales domésticas.
Aguas residuales Fuente: ONU-Agua, <i>Wastewater Management: A UN Water Analytical Brief</i>	Una combinación de uno o más de los siguientes elementos: Efluentes domésticos que consisten en aguas negras (excrementos, orina y lodos fecales) y aguas grises (aguas residuales de cocinas y baños); aguas procedentes de establecimientos e instituciones comerciales, incluidos hospitales; efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías urbanas; efluentes agrícolas, hortícolas y acuícolas, ya sea disueltos o en suspensión.
Aguas subterráneas Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	El agua que se acumula o fluye bajo la superficie de la Tierra, y llena los espacios porosos del suelo, sedimentos y rocas. El agua subterránea proviene de la lluvia y del derretimiento de la nieve y el hielo y es la fuente de agua para los acuíferos, manantiales y pozos. La superficie superior del agua subterránea es la capa freática.
Albedo Fuente: EPA, <i>Glossary of Climate Change Terms</i>	La cantidad de radiación solar que refleja un objeto o superficie y que a menudo se expresa como un porcentaje.
Alcantarillas Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century</i> .	Conducto cerrado que permite el paso libre del agua de drenaje superficial bajo una carretera, vía férrea, canal u otra estructura.
Aliviadero Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Estructura, generalmente en presas, sobre la cual fluye el exceso de agua proveniente de una inundación.
Aliviadero de crecidas Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Un canal, o un enclave o embalse, para transportar el exceso de agua y recibir el desbordamiento cuando el cauce alcanza su capacidad máxima.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Análisis de género (también conocido como análisis sensible al género, basado en el género, o análisis consciente del género) Fuente: PNUD, <i>Gender, Climate Change and Community-Based Adaptation: A Guidebook for Designing and Implementing Gender-Sensitive Community-Based Adaptation Programmes and Projects.</i>	Este es un análisis que: (a) visibiliza cualquier disparidad entre los géneros y (b) analiza estas disparidades de acuerdo con las teorías sociológicas (u otras) establecidas sobre las relaciones de género. El análisis sensible al género nos recuerda que las diferencias relacionadas con el género no siempre son obvias.
Balance hídrico (o balance hidrológico) Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary.</i>	Evaluación de las entradas, salidas y cambios en el almacenamiento en un cuerpo de agua durante un periodo de tiempo.
Beneficios colaterales Fuente: EPA, <i>Climate Change Terms.</i>	Los beneficios de las políticas que se aplican por diversas razones al mismo tiempo, inclusive la mitigación del cambio climático, con el pleno conocimiento de que la mayoría de las políticas diseñadas para abordar la mitigación de los gases de efecto invernadero también tienen otras razones de ser, a menudo igualmente importantes (Ej.: las relacionadas con los objetivos de desarrollo, la sostenibilidad y la equidad).
Biodiversidad Fuente: Sayers y otros, <i>Flood Risk Management: A Strategic Approach</i>	Una medida de la salud de los ecosistemas, que se puede destruir o mejorar fácilmente con las opciones de gestión. El término "biodiversidad" se utiliza más comúnmente para describir la totalidad de los genes, especies y ecosistemas de una región que en este contexto puede referirse a un área que cubre un solo río hasta una cuenca fluvial, o incluso una red de cuencas. La biodiversidad proporciona una descripción unificada de los tres niveles tradicionales en los que se define la variedad biológica: diversidad de especies, diversidad de ecosistemas y diversidad genética. Todas estas son consideraciones importantes en la IFM.
Borde Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding.</i>	Un terraplén elevado para evitar que un río se desborde.
Capacidad Fuente: Oxfam, <i>Participatory Capacity and Vulnerability Analysis.</i>	La combinación de todas las fortalezas, atributos y recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden ser utilizados para alcanzar las metas acordadas. La capacidad de adaptación se relaciona con el potencial de lo anterior para minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios de los cambios en el clima.
Capacidad de adaptación Fuente: USAID, <i>Climate-Resilient Development.</i>	La combinación de las fortalezas, atributos y recursos disponibles a un individuo, comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para preparar y emprender acciones para reducir los impactos adversos, moderar el daño o explotar las oportunidades beneficiosas. Los factores que pueden aumentar la capacidad de adaptación incluyen los recursos financieros, el acceso a la tecnología, la información, las habilidades, la infraestructura, las instituciones eficaces y la equidad.
Captación de agua	Vea cuenca.
Caudal de un río Fuente: USACE, <i>Glossary.</i>	La cantidad de agua que pasa por un punto dado en un río en un período específico de tiempo, generalmente se expresa en pies cúbicos por segundo (pcs) o millones de galones por día (mgd).
Caudales ambientales Fuente: Hirji y Davis, <i>Environmental Flows in Water Resources, Policies, Plans, and Projects: Conclusions and Recommendations.</i>	La calidad, cantidad y temporalidad de los flujos de agua necesarios para mantener los componentes, funciones, procesos y resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a las personas.
Ciclo del agua	Vea ciclo hidrológico.
Ciclo hidrológico Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary.</i>	La sucesión de etapas por las que el agua pasa de la atmósfera a la Tierra y vuelve a la atmósfera. El ciclo comienza con la evaporación desde la tierra, el mar o las aguas interiores, seguida de la condensación para formar nubes, la precipitación (lluvia, nieve o granizo), la intercepción, la infiltración, la percolación, la escorrentía, la acumulación en el suelo o en masas de agua y la evaporación. También se le conoce como el ciclo del agua.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Clima Fuente: IPCC, 5th Assessment Report, WG 1 Glossary.	El clima, en sentido estricto, suele definirse como las condiciones meteorológicas promedio, o más rigurosamente, como la descripción estadística en términos de la media y variabilidad de las cantidades pertinentes a lo largo de un período de tiempo, que va de meses a miles o millones de años. El período común para promediar estas variables es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las cantidades pertinentes son, en la mayoría de los casos, variables de superficie como temperatura, precipitación y viento. El clima, en un sentido más amplio, es el estado del sistema climático, el cual incluye una descripción estadística.
Condiciones meteorológicas Fuente: USAID, Climate-Resilient Development.	El estado de la atmósfera en un lugar dado, en un momento dado; se refiere a la temperatura real, la velocidad y dirección del viento; la cantidad y forma de precipitación (Ej.: lluvia, nieve, granizo) y la nubosidad. Algunos ejemplos son la velocidad del viento esta mañana, las lluvias esta primavera y las temperaturas en mayo. Generalmente se usa una compilación de datos meteorológicos a lo largo de 30 años para determinar el clima (Ej.: la temperatura media y la precipitación).
Conservación del suelo Fuente: OMM y UNESCO, International Glossary.	La conservación del suelo es la protección del suelo contra la erosión y otros tipos de deterioro, con el fin de mantener la fertilidad y la productividad del suelo. Generalmente incluye el manejo de cuencas y el uso del agua.
Cosecha de agua de lluvia Fuente: Jha, Bloch y Lamond, Cities and Flooding.	Acumular y almacenar el agua de lluvia para su reutilización antes de que llegue al acuífero.
Crecidas repentinas Fuente: OMM y UNESCO, International Glossary.	Inundación de corta duración con una descarga pico relativamente alta. Normalmente ocurre debido a lluvias copiosas o intensas durante un período que dura de minutos a horas. El resultado es que los arroyos y ríos se desbordan rápidamente.
Cuenca (o cuenca hidrográfica o de captación) Fuente: WWF y ARC, Green Recovery and Reconstruction.	Un área de terreno que desagua pendiente abajo hasta el punto más bajo. El agua se mueve a través de una red de vías de drenaje, tanto subterráneas como superficiales. Generalmente, estas vías convergen en arroyos y ríos que se hacen cada vez más grandes a medida que el agua se mueve río abajo y finalmente desemboca en un lago, un estuario o el océano.
Cuenca fluvial	Vea cuenca.
Deforestación Fuente: FAO, Definitions of Forest	La deforestación es la transformación de bosques en tierras para otros usos o la reducción de la cubierta forestal a largo plazo por debajo del umbral del 10%.
Derrame Fuente: OMM y UNESCO, International Glossary.	Flujo desde un reservorio por encima o a través de un aliviadero.
Desastre Fuente: WWF y ARC, Green Recovery and Reconstruction.	Una alteración grave del funcionamiento de una sociedad, la cual causa pérdidas humanas, materiales o ambientales generalizadas que exceden la capacidad de la sociedad afectada para hacerle frente a la situación utilizando sólo sus propios recursos. Los desastres se clasifican a menudo según su velocidad de aparición (repentina o lenta) y su causa (natural o artificial). Los desastres ocurren cuando un peligro natural o artificial acomete a las personas vulnerables, sus comunidades y/o su medio ambiente y los afecta negativamente.
Desbordamiento Fuente: Sayers y otros, Flood Risk Management: A Strategic Approach.	Flujo sobre una estructura, como un terraplén para evitar inundaciones o un malecón, debido a un aumento progresivo del nivel del agua.
Drenaje artificial	Toda la infraestructura construida con el fin de recoger y transportar eficazmente la escorrentía de un área determinada.
Ecosistema Fuente: WWF y ARC, Green Recovery and Reconstruction.	Los complejos dinámicos de plantas, animales, otras comunidades vivas, y el ambiente no viviente, los cuales interactúan como unidades funcionales. Los seres humanos son una parte integral de los ecosistemas.
Efecto de isla de calor urbano (ICU) Fuente: Jha, Bloch y Lamond, Cities and Flooding.	Las áreas urbanas son considerablemente más cálidas que las áreas rurales circundantes; las temperaturas pueden variar en una ciudad dependiendo de la naturaleza de la cobertura del suelo, de tal manera que los parques y lagos urbanos son más frescos que las áreas adyacentes cubiertas por los edificios.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
El cambio climático Fuente: IPCC, 5th Assessment Report, WG 1 Glossary.	Un cambio en el estado del clima que puede identificarse (por ejemplo, usando pruebas estadísticas) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más.
El Niño-Oscilación del Sur Fuente: EPA, Climate Change Terms	El Niño, en su sentido original, es una corriente de agua caliente que fluye periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, perturbando la pesca local. Este evento oceánico se relaciona con una fluctuación del patrón de presión superficial intertropical y la circulación en los océanos Índico y Pacífico, llamada Oscilación del Sur. Este fenómeno acoplado atmósfera-océano se conoce colectivamente como El Niño-Oscilación del Sur. Durante un evento de El Niño, los vientos alisios prevalecientes se debilitan, y la contracorriente ecatorial se fortalece, lo cual causa que las aguas cálidas superficiales en el área de Indonesia fluyan hacia el este para recubrir al agua fría de la corriente del Perú. Este evento tiene un gran impacto en el viento, la temperatura de la superficie del mar y los patrones de precipitación en el Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. Lo opuesto a un evento de El Niño se llama La Niña.
Embalse de detención	Depresiones en el paisaje que retienen temporalmente las aguas pluviales, las cuales se liberan lentamente por medio de una salida controlada.
Enfoque de cuenca	Vea Gestión integrada de las inundaciones.
Escoorrentía pluvial Fuente: NOAA/NWS, Glossary.	Toda precipitación que no se infiltra en el suelo ni se evapora debido a la impermeabilidad de las superficies, sino que fluye hacia tierras adyacentes o hacia áreas de agua y se encauza por medio de sistemas de desagüe / alcantarillado. También se conoce como descarga de aguas pluviales.
Escoorrentía superficial Fuente: NOAA/NWS, Glossary.	En términos hidrológicos, la escoorrentía que viaja por tierra hasta el cauce de un arroyo. La lluvia que cae en el cauce a menudo se incluye en esta cantidad. También se le conoce como flujo por tierra.
Espolón Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	Un muro o terraplén construido a partir de la costa, o de una ribera, para evitar la erosión de la orilla o de la ribera (y en algunos casos para lograr el aumento). Las estructuras suelen tener una forma lineal simple y estar construidas en ángulo recto (90 grados) con respecto a la ribera u orilla.
Evaluación del riesgo de inundación	El proceso de definir la amenaza que las inundaciones representan para las vidas, los medios de vida, la sociedad y otros aspectos de la vida cotidiana.
Evaporación Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Proceso por el cual el agua cambia de líquido a vapor a una temperatura por debajo del punto de ebullición.
Evapotranspiración Fuente: EPA, Términos de Cambio Climático.	El proceso combinado de evaporación de la superficie de la Tierra y la transpiración de la vegetación.
Exposición	Lo que podría verse afectado o dañado (es decir, personas, bienes, hábitats, redes) por un peligro de una magnitud específica que se repite dentro de una frecuencia específica. La exposición se evalúa a menudo identificando el grado en que las vidas y los activos físicos se verían afectados por una inundación de una magnitud específica.
Flujo base Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Descarga que entra en el cauce de un río proveniente, principalmente, de las aguas subterráneas, pero también de lagos y glaciares, durante períodos prolongados en los que no se producen precipitaciones ni deshielos.
Franja filtrante Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	Un área de tierra con vegetación, ligeramente inclinada, que retrasa y reduce los picos de aguas pluviales y atrapa los contaminantes y limos.
Frecuencia	La frecuencia con la que se produce un peligro de cierta magnitud, expresada a menudo por el número de veces que se produce un evento durante un período específico de años.
Gavión Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	Contenedor de alambre, malla de plástico (o material similar) con relleno de piedras, utilizado para formar un muro de contención o para proporcionar protección contra la erosión.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Género Fuente: USAID, <i>Guide to Gender Integration and Analysis: Additional Help for ADS Chapters</i>	El género es una construcción social que se refiere a las relaciones entre los sexos, basadas en sus funciones relativas. Abarca los atributos económicos, políticos y socioculturales, las limitaciones y las oportunidades asociadas con el hecho de ser hombre o mujer. Como toda construcción social, el género varía de una cultura a otra, y es dinámico y propenso a cambios a lo largo del tiempo. Debido a la variación de género entre culturas y a lo largo del tiempo, no deben hacerse suposiciones sobre los roles de género, sino que deben investigarse. Debe tenerse en cuenta que "género" no es intercambiable con "mujeres" o "sexo".
Geomorfología Fuente: USACE, <i>Glossary</i> .	Esa rama de la geografía física que trata de la forma de la Tierra, la configuración general de su superficie, y la distribución de la tierra, el agua, etc.
Gestión integral de inundación (IFM) Fuente: APFM, <i>Integrated Flood Management Concept Paper</i> .	Un proceso que promueve el desarrollo integrado de la tierra y el agua en una cuenca, en el contexto de la gestión integrada de los recursos hídricos, con miras a maximizar el uso eficiente de las llanuras inundables y reducir al mínimo el riesgo de inundaciones y la pérdida de vidas y bienes. La gestión integrada de crecidas debe fomentar la participación de los usuarios, los planificadores y los formuladores de políticas a todos los niveles. El enfoque debe ser abierto, transparente, inclusivo y comunicativo; debe precisar la descentralización de la toma de decisiones, y debe incluir la consulta pública y la participación de los actores relevantes en la planificación y la ejecución.
Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) Fuente: APFM, <i>Integrated Flood Management Concept Paper</i> .	Tal como lo define la Asociación Mundial para el Agua, la GIRH es "un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados con ellos, con el fin de maximizar el bienestar económico y social que generan, de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales". Mediante este enfoque se reconoce que una sola intervención trae consecuencias para el sistema en su conjunto y el hecho de que la integración del desarrollo y la gestión de inundaciones puede reportar múltiples beneficios de una sola intervención.
Hidrología Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	La ciencia que se ocupa de las aguas por encima y por debajo de las superficies terrestres de la Tierra; su existencia, circulación y distribución tanto en el tiempo como en el espacio; sus propiedades biológicas, químicas y físicas; y su interacción con el medio ambiente, incluida su relación con los seres vivos.
Humedal Fuente: Mitsch y Gosselink, <i>Wetlands</i> .	Un humedal es un ecosistema en el que el suelo está saturado (o anegado) de agua de forma permanente o intermitente y que tiene una vegetación que tolera altos niveles de humedad, tiene aguas poco profundas o suelos que se inundan de forma intermitente, tiene organismos adaptados a este entorno y tiene indicadores de inundación en el suelo, así como de suelos hídricos.
Humedales estuarinos o costeros	Los juncales, las marismas, los manglares o las ciénagas situados en la desembocadura del río o en la orilla de una laguna; pueden proporcionar protección contra las inundaciones de las mareas.
Hundimiento Fuente: USGS, <i>Land Subsidence</i> .	Ocurre cuando se han retirado grandes cantidades de agua subterránea de ciertos tipos de rocas, como los sedimentos de grano fino. La roca se compacta porque el agua también es parte del sostén del suelo. Cuando se extrae el agua, las rocas se retraen. La causa más frecuente del hundimiento son las actividades humanas, principalmente la extracción de las aguas subterráneas.
Impacto Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction</i> .	Todo efecto causado por una actividad propuesta sobre el medio ambiente, incluidos los efectos sobre la salud y la seguridad humanas, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y los monumentos históricos, u otras estructuras físicas, o la interacción entre dichos factores. También incluye los efectos sobre el patrimonio cultural o las condiciones socioeconómicas resultantes de las alteraciones de esos factores.
Informante	Fuente humana de información, incluyendo los residentes locales y los grupos comunitarios, los funcionarios del gobierno local y los especialistas que trabajan para el gobierno, las ONG, representantes del sector privado o en el ámbito académico.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Infraestructura gris Fuente: American Rivers, <i>Green Infrastructure Training</i> .	Componentes construidos y artificiales de un sistema. En el contexto de la gestión de las aguas pluviales, la infraestructura gris puede incluir canaletas, desagües pluviales, túneles, alcantarillas, embalses de detención, tuberías y dispositivos mecánicos utilizados colectivamente en un sistema para captar y transportar la escorrentía. También se le conoce como infraestructura tradicional o ingeniería dura.
Infraestructura verde Fuente: EPA, <i>Terms and Acronyms</i> .	Un término que se puede adaptar y se utiliza para describir una serie de productos, tecnologías y prácticas que utilizan sistemas naturales, o sistemas artificiales que imitan los procesos naturales, utilizados para mejorar la calidad ambiental general y proporcionar servicios públicos. Como principio general, las técnicas de infraestructura verde utilizan los suelos y la vegetación para infiltrar, evapotranspirar y/o reciclar la escorrentía de las aguas pluviales. Para los fines de la Guía verde para inundaciones, el término infraestructura verde se utiliza indistintamente con los términos "natural" o "basado en la naturaleza" o "métodos blandos" para la gestión del riesgo de inundaciones.
Ingeniería blanda	Vea métodos naturales y basados en la naturaleza.
Ingeniería dura	Vea infraestructura gris.
Inundación de áreas Fuente: NOAA National Weather Service, <i>NWS Flood Products</i> .	Una inundación que se desarrolla gradualmente, causada generalmente por lluvias prolongadas y persistentes entre moderadas a fuertes. El resultado es un empozamiento gradual o una acumulación de agua en las áreas bajas, propensas a inundaciones, y como pequeños riachuelos y arroyos.
Inundación de diseño Fuente: Laboratorio Costero e Hidráulico de USACE, <i>Glossary</i> .	La cantidad máxima de agua para la cual un proyecto de control de inundaciones ofrecerá protección. La selección se basa en consideraciones de ingeniería, economía y el medio ambiente.
Inundación de lodo Fuente: Wright, <i>Floods and Floodplains</i> .	Una inundación en la que el agua transporta sedimentos pesados. También se conoce como flujos de lodo, flujos de escombros o, a veces, como deslizamientos de tierra provocados por las lluvias.
Inundación fluvial Fuente: Wright, <i>Floods y Floodplains</i> .	Inundaciones que ocurren cuando el agua en un río o canal de drenaje no se mantiene dentro de sus límites naturales o artificiales y anega la llanura inundable. Las inundaciones fluviales pueden producirse debido a períodos de lluvias intensas o prolongadas y por el rápido derretimiento de la nieve.
Inundación lacustre (o inundación a nivel de un lago) Fuente: Wright, <i>Floods y Floodplains</i> .	Las inundaciones causadas por el caudal excesivo que aportan los afluentes del lago, los tsunamis provocados por deslizamientos de tierra y los cambios en las condiciones regionales de las aguas subterráneas.
Inundación por lluvia que cae sobre hielo	Las inundaciones causadas por las lluvias que caen sobre el hielo y provocan flujos e inundaciones en zonas bajas.
Inundación por tsunami Fuente: NOAA, <i>Tsunami</i> .	Una serie de olas del océano generadas por desplazamientos repentinos en el fondo del mar, deslizamientos de tierra o actividad volcánica. La ola del tsunami puede llegar suavemente a tierra o puede aumentar de altura para convertirse en una pared de agua turbulenta de varios metros de altura.
Inundaciones costeras Fuente: Wright, <i>Floods y Floodplains</i> .	Las inundaciones las pueden causar los huracanes, ciclones, otros grandes sistemas de tormentas, tsunamis y el aumento del nivel del mar. A menudo es el resultado de una combinación de la elevación de las aguas costeras y las inundaciones fluviales.
Inundaciones urbanas Fuente: FLOODsite, <i>Flooding in Urban Areas</i> .	Las inundaciones que se deben a una combinación de superficies cada vez más impermeables, el almacenamiento de las aguas pluviales o capacidad de drenaje inadecuados, y una infraestructura mal planificada, en particular en aquellas zonas donde existe una urbanización rápida. Las inundaciones urbanas también pueden abarcar todos los demás tipos de inundaciones que se producen en las zonas urbanas, como las inundaciones fluviales y las costeras.
Jardines de lluvia	Técnica de jardinería que utiliza pequeñas parcelas de jardín para aumentar la infiltración, la evapotranspiración y el almacenamiento de agua de lluvia.
La Niña	Vea El Niño-Oscilación del Sur.
Llanura inundable Fuente: Sayers y otros, <i>Flood Risk Management: A Strategic Approach</i> .	Las áreas planas adyacentes a un curso de agua o al mar por donde fluye el agua al ocurrir una inundación, o que fluiría, de no ser por las estructuras y otros controles construidos para controlar la inundación.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Magnitud	En el caso de los peligros relacionados con las inundaciones, la magnitud se expresa a menudo como el volumen de agua por período de tiempo (Ej.: metros cúbicos por segundo) o en volumen total (Ej.: metros cúbicos de agua que inundan un área).
Marejada ciclónica Fuente: NOAA National Hurricane Centre, <i>Glossary of NHC Terms</i> .	Un aumento anormal del nivel del mar que acompaña a un huracán u otra tormenta intensa, cuya altura es la diferencia entre el nivel observado de la superficie del mar y el nivel que se habría producido en ausencia del ciclón. La marea ciclónica se estima normalmente restando la marea alta normal o astronómica de la marea de tormenta observada.
Medio ambiente Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction</i> .	El complejo de factores físicos, químicos y bióticos (como el clima, el suelo y los seres vivos) que actúan sobre los organismos individuales y las comunidades, incluidos los seres humanos y que, en última instancia, determinan su forma y supervivencia. Es también el conjunto de condiciones sociales y culturales que influyen en la vida de un individuo o de una comunidad. El medio ambiente incluye recursos naturales y servicios de los ecosistemas que comprenden funciones esenciales para el sustento de la vida de los seres humanos, incluyendo agua limpia, alimentos, materiales para la construcción de vivienda y la generación de medios de vida.
Medios de vida Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction</i> .	Un medio de vida consiste en las capacidades, los bienes (que incluyen recursos tanto materiales como sociales) y las actividades necesarias para ganarse la vida. Un medio de vida es sostenible cuando una persona puede hacer frente y recuperarse de las tensiones y los choques y cuando puede mantener o mejorar sus capacidades y activos tanto en el presente como en el futuro, sin socavar su base natural de recursos.
Método racional Fuente: Thompson, <i>The Rational Method</i>	El método racional es una técnica sencilla para estimar la descarga de diseño de una cuenca pequeña. Fue formulado por Kuchling (1889) para pequeñas cuencas en zonas urbanas.
Métodos naturales y basados en la naturaleza Fuente: USACE, <i>Coastal Risk Reduction and Resilience</i> .	El uso de sistemas ambientales para lograr múltiples propósitos, incluyendo el manejo de aguas pluviales, el manejo de riesgos de inundación, la conservación del agua y la mejora de la calidad del agua. Para los fines de esta guía, los términos "infraestructura verde" o "métodos de ingeniería blandos" se utilizan indistintamente. Vea también Infraestructura verde.
Mitigación de las inundaciones por medios estructurales Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Reducción de los efectos de una inundación utilizando soluciones físicas, tales como embalses, diques, dragado y desvíos.
Mitigación no estructural de las inundaciones Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Sistemas para reducir los efectos de las inundaciones utilizando medios no estructurales, tales como reglamentos, planificación del uso de la tierra, sistemas avanzados de alerta y seguros contra inundaciones.
Mitigar / mitigación Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	El uso de cuidado y diligencia razonables en un esfuerzo por minimizar o evitar lesiones; tomar medidas de protección para evitar lesiones o pérdidas adicionales.
Muros de contención	Los muros de contención son estructuras construidas con material suelto, como una cubierta o un obstáculo para proteger la ribera de un río o lago. Generalmente se construyen apilando rocas o colocando otros materiales pesados, paredes de gaviones o un revestimiento de hormigón que la fuerza del agua no pueda acarrear por la vía fluvial.
Muros verdes Fuente: Loh, <i>Living Walls: A Way to Green the Built Environment</i> .	Las paredes verdes, o jardines verticales, se construyen, por lo general, usando recipientes modulares que contienen el medio de cultivo y la vegetación.
Niveles altos de agua subterránea Fuente: UK Groundwater Forum.	El agua que sube a la superficie desde las rocas subyacentes o el agua que fluye de manantiales anormales. Puede ocurrir después de largos períodos de precipitaciones copiosas y sostenidas o debido a la reducción del bombeo de agua subterránea (Ej.: para el suministro de agua, el riego o la deshidratación) o a la infiltración del agua al suelo debido a sistemas de riego sin revestimiento o con un mantenimiento deficiente.
Obras hidráulicas	Las estructuras físicas tales como presas, canales, sistemas de drenaje y sistemas de bombeo de una vía fluvial.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Pantanos	Son comunes en las áreas de llanuras inundables cercanas a los tramos inferiores de un río; se caracterizan por una vegetación con poca hierba y suelos turbosos que pueden contener grandes cantidades de agua.
Patrón (o red) de drenaje Fuente: USDA, <i>Glossary of Landform and Geologic terms</i> .	La configuración o disposición, en mapas, de los cursos de agua de un área, incluyendo los barrancos o áreas de flujo canalizado de primer orden, afluentes de orden superior y ríos principales. El patrón de drenaje se relaciona con la estructura y los materiales geológicos locales, las características geomorfológicas y la historia geomórfica de un área. Entre los principales tipos de patrones de drenaje se incluyen los dendríticos, enrejados, artificiales, etc. También se le llama red de drenaje.
Peligro (inundación) Fuente: Sayers y otros, <i>Flood Risk Management: Strategic Approach</i> .	El potencial de inundación que amenaza la vida, la salud, la propiedad y/o los recursos y las funciones naturales de la llanura inundable. El peligro de inundación se compone de tres elementos: gravedad (profundidad, velocidad, duración y alcance de la inundación), probabilidad de que ocurra y rapidez con la que ocurre.
Período de retorno (también conocido como intervalo de recurrencia) Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	Intervalo promedio de tiempo a largo plazo entre los años en los que ocurren eventos hidrológicos que igualan o superan una magnitud dada.
Permeabilidad Fuente: USACE, <i>Glossary</i> .	Propiedades de los materiales sueltos (arena, roca triturada, pavimento) que permiten el movimiento del agua a través de sus poros.
Pico de inundación (o cresta de inundación) Fuente: USACE, <i>Glossary</i> .	El valor más alto de descarga o flujo de una inundación. La cresta de la inundación es equivalente a la etapa pico.
Planificación del uso de la tierra (o planificación física / espacial) Fuente: UNISDR, <i>Terminology</i> .	El proceso emprendido por las autoridades públicas para identificar, evaluar y tomar decisiones sobre distintas opciones para el uso de la tierra, las cuales implican la consideración de objetivos económicos, sociales y ambientales a largo plazo; las implicaciones para los diferentes sistemas de gestión de la tierra y grupos de interés y la subsiguiente formulación y promulgación de planes que describan los usos permitidos o aceptables. Para los fines de esta Guía, la planificación del uso de la tierra se utiliza indistintamente con la planificación espacial y física.
Planificación física o espacial	Vea planificación del uso de la tierra.
Planificación urbana Fuente: ONU-Hábitat, <i>Issue Paper on Urban and Spatial Planning and Design</i> .	Un proceso de toma de decisiones destinado a alcanzar objetivos económicos, sociales, culturales y ambientales mediante el desarrollo de visiones, estrategias y planes espaciales, y la aplicación de un conjunto de principios de política, herramientas, mecanismos institucionales y participativos y procedimientos de regulación.
Polder Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Un área baja en su mayoría, protegida artificialmente de las aguas circundantes y dentro de la cual se puede controlar el nivel freático. Similar a los humedales, pero se crean construyendo diques alrededor de los terrenos hundidos.
Precipitación Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Los productos de la condensación del vapor de agua – lluvia, granizo o nieve.
Presa Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Estructura de desbordamiento que puede utilizarse para controlar el nivel de agua río arriba o para medir la descarga, o para ambos.
Presas de derivación Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary of Hydrology</i> .	Estructura sobre un río, equipada con una serie de compuertas u otros mecanismos que controlan el nivel de las aguas superficiales río arriba para regular el caudal o desviarlo hacia otro curso de agua.
Probabilidad Fuente: Definiciones de OMM, RRD.	Posibilidad de que ocurra un evento. La probabilidad es estadísticamente más alta en el caso de los peligros de baja intensidad. La probabilidad refleja la frecuencia con que ocurrirá un evento de peligro en el futuro y no se puede calcular usando únicamente estadísticas históricas. Para las amenazas hidrometeorológicas, las evaluaciones de probabilidad deben reflejar las tendencias relacionadas con las evoluciones en curso (Ej.: el cambio climático, la deforestación, etc.).

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Proyecciones climáticas Fuente: USAID, Climate-Resilient Development.	Las condiciones climáticas que podrían darse en el futuro (Ej.: niveles más altos del mar, temperaturas más cálidas, estaciones lluviosas más húmedas o más secas). Éstas se generan típicamente a partir de modelos climáticos. Las proyecciones climáticas pueden ir acompañadas de supuestos sobre el cambio en las condiciones socioeconómicas (Ej.: ingresos, tecnología, emisiones de gases de efecto invernadero).
Rebosamiento Fuente: Sayers y otros, <i>Flood Risk Management: A Strategic Approach</i>	Flujo periódico sobre una estructura, como un terraplén para evitar inundaciones o un malecón, debido a la acción del oleaje.
Reducción del riesgo a desastres (RRD) Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction</i> .	La práctica de reducir el riesgo a desastres mediante esfuerzos sistemáticos para analizar y gestionar los factores causales de los desastres, entre lo que se incluye la reducción de la exposición a los peligros, la disminución de la vulnerabilidad de las personas y los bienes, la gestión racional de la tierra y el medio ambiente, y una mejor preparación para los fenómenos adversos.
Reforestación Fuente: FAO, <i>Definitions of Forest</i>	La reforestación es el restablecimiento de formaciones forestales después haber ocurrido una condición temporal con menos del 10% de cobertura de copas debido a perturbaciones naturales o inducidas por el hombre.
Resiliencia	La capacidad de un sistema socio-ecológico para absorber y recuperarse de choques y perturbaciones, mantener la funcionalidad y los servicios adaptándose a los factores de estrés crónico, y transformarse cuando sea necesario.
Respuesta (también llamada asistencia en casos de desastre) Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction</i> .	La prestación de servicios de emergencia y asistencia pública durante o inmediatamente después de un desastre con el fin de salvar vidas, reducir el impacto en la salud, garantizar la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de las personas afectadas.
Revegetación Fuente: USDA NRCS, <i>Terminology and Definitions Associated with Revegetation</i> .	Expresión general que se usa para el proceso de plantar áreas yermas (suelos con minerales en bruto) con plantas perennes o, con menor frecuencia, con plantas anuales. Abarca tres niveles en orden de creciente complejidad: rehabilitación, recuperación y restauración.
Ribereño Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	Terreno que bordean un curso de agua. Los hábitats que existen adyacentes o a lo largo de los ríos son ecosistemas ribereños.
Riesgo Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	La probabilidad de que se produzcan consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas como consecuencia de un peligro determinado a un elemento determinado en riesgo durante un período de tiempo específico.
Riesgo de inundación	El riesgo de inundación se conceptualiza como un riesgo debido a la presencia de un peligro de inundación, conjuntamente con la vulnerabilidad de una zona para sufrir daños como consecuencia de un evento de este tipo, y la capacidad de respuesta. En otras palabras, el peligro de inundación, la exposición a los daños causados por las inundaciones y la vulnerabilidad a los daños causados por las inundaciones, modificados por la capacidad de resistir esos daños.
Río abajo Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	La parte de un cauce más cercana al mar con respecto a un punto de referencia, siguiendo la dirección normal de la corriente.
Río arriba Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding</i> .	La parte de un cauce más cercana a la fuente del curso de agua que constituye el punto de referencia, en dirección opuesta a la dirección normal de la corriente.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Servicios de los ecosistemas Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction</i> .	Los beneficios que las personas y las comunidades obtienen de los ecosistemas. Esta definición se extrae de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Entre los beneficios que los ecosistemas pueden proporcionar se incluyen los "servicios de regulación", como la regulación de las inundaciones, sequías, degradación de la tierra y enfermedades; los "servicios de aprovisionamiento", como el suministro de alimentos y agua; "servicios de apoyo", como la contribución a la formación del suelo y el ciclo de los nutrientes, y "servicios culturales", como los beneficios recreativos, espirituales, religiosos y otros beneficios no materiales. La base de todos los servicios de los ecosistemas –incluidos los que reducen el riesgo a desastres– es la gestión integrada de la tierra, el agua y los recursos vivos. Esta gestión integrada debe promover la conservación y el uso sostenible.
Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) Fuente: Agencia Escocesa para la Protección del Medio Ambiente, <i>Diffuse pollution in the urban environment (SUDS)</i> .	Una secuencia de prácticas e instalaciones de gestión del agua diseñadas para drenar las aguas superficiales con un enfoque más sostenible que el de encauzar la escorrentía por medio de una tubería a un curso de agua, la cual ha sido la práctica convencional. SUDS es similar a la infraestructura verde.
Sistemas de información geográfica (SIG) Fuente: NOAA/NWS, <i>Glossary</i> .	Un sistema computarizado de gestión de datos utilizado para capturar, almacenar, administrar, recuperar, analizar y mostrar información espacial.
Superficie impermeable Fuente: USACE, <i>Glossary</i> .	Superficies, como caminos, estacionamientos y techos, cuyas propiedades evitan la infiltración de agua y aumentan la cantidad de escorrentía de aguas pluviales en una cuenca.
Techos azules Fuente: Protección Ambiental de la Ciudad de Nueva York, <i>Blue Roof and Green Roof</i>	Los techos azules son planos, sin vegetación; se diseñan para almacenar temporalmente y luego drenar lentamente el agua de lluvia mediante el uso de vertederos en los desagües de los techos.
Techos verdes Fuente: EPA, <i>Reducing Urban Heat Islands: Reducing Urban Heat Islands</i> .	Una capa vegetal que crece sobre los techos. Los techos verdes constan de vegetación, un medio de cultivo (cuya profundidad puede variar), materiales de drenaje, y una membrana impermeable sobre un sistema de techo tradicional.
Teledetección Fuente: Lillesand y otros, <i>Remote Sensing and Image Interpretation</i> .	La ciencia y el arte de obtener información sobre un objeto, área o fenómeno mediante el análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno que se está investigando.
Tiempo de retardo (o retardo de la cuenca) Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	En un sistema interconectado de ríos-acuíferos, la diferencia de tiempo entre el pico de la escorrentía y del nivel más alto del agua subterránea en una cierta sección transversal.
Transpiración Fuente: OMM y UNESCO, <i>International Glossary</i> .	Proceso por el cual el agua de la vegetación se transfiere a la atmósfera en forma de vapor.
Urbanización Fuente: OCDE, <i>Glossary of Environment Statistics</i> .	El aumento de la proporción de un país que es urbano. Se dan tasas positivas de urbanización cuando la población urbana crece a un ritmo más rápido que la población total.
Urbano Fuente: UNICEF, <i>The State of the World's Children 2012: Children in an Urban World</i>	La definición de urbano varía de un país a otro y, debido a la reclasificación periódica, también puede variar dentro de un mismo país a lo largo del tiempo. Esto dificulta las comparaciones directas. Una zona urbana puede definirse conforme a uno o más de los siguientes criterios: criterios administrativos o límites políticos (Ej.: área dentro de la jurisdicción de un municipio o municipalidad); un umbral de población (donde el mínimo para un asentamiento urbano es típicamente de unas 2.000 personas, aunque esto varía de 200 a 50.000 en distintas partes del mundo); densidad de población; función económica (Ej.: donde la mayoría de la población no se dedica principalmente a la agricultura, o donde hay excedentes de empleo) o la presencia de características urbanas (Ej.: calles pavimentadas, alumbrado eléctrico, alcantarillado).
Variabilidad climática Fuente: IPCC, <i>5th Assessment Report, WG 1 Glossary</i> .	Variaciones en el estado medio y otras estadísticas (tales como las desviaciones estándar, la aparición de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más allá de los eventos meteorológicos individuales.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Vulnerabilidad Fuente: WWF y ARC, <i>Green Recovery and Reconstruction.</i>	La vulnerabilidad humana es la falta de capacidad relativa de una persona o comunidad para anticipar, afrontar, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza. La vulnerabilidad estructural o física es la medida en que una estructura o un servicio puede resultar dañado o perturbado por una amenaza. Una comunidad es vulnerable cuando los elementos en riesgo se encuentran en la trayectoria o dentro del área de la amenaza y se pueden dañar. Las pérdidas causadas por una amenaza, como una inundación, serán proporcionalmente mucho mayores en las poblaciones más vulnerables, por ejemplo, las que viven en la pobreza, las que tienen estructuras débiles y las que no cuentan con estrategias de supervivencia adecuadas.
Zanjón Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding.</i>	Canal cubierto de hierba o depresión o zanja baja que permite la infiltración lenta, el almacenamiento y el transporte de aguas pluviales.
Zonificación Fuente: Jha, Bloch y Lamond, <i>Cities and Flooding.</i>	La zonificación del uso de la tierra es una forma sistemática de regular los tipos de desarrollo y actividades humanas que pueden realizarse dentro de un área administrativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Adelekan, Ibidun O. "Flood Risk Management in the Coastal City of Lagos, Nigeria." *Journal of Flood Risk Management*. July 2015. doi: 10.1111/jfr3.12179.
- Ahrens, C. Donald. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. 9th ed. Belmont, CA: Brooks/Cole Cengage Learning, 2009.
- American Rivers. "Green Infrastructure Training." Accessed January 26, 2016. <http://www.americanrivers.org/green-infrastructure-training/stormwater-management/gray-infrastructure/>.
- Asian Development Bank (ADB). *Guidelines for Preparing a Design and Monitoring Framework*. 2nd ed. Bangkok: ADB, 2007. Accessed March 28, 2016. <http://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/32509/files/guidelines-preparing-dmf.pdf>.
- . *The Economics of Climate Change in Southeast Asia: A Regional Review*. Mandaluyong City, Philippines: ADB, 2009. Accessed May 5, 2016. <http://www.adb.org/sites/default/files/publication/29657/economics-climate-change-se-asia.pdf>.
- . *Strengthening Participation for Development Results: An Asian Development Bank Guide to Participation*. Mandaluyong City, Philippines: ADB, 2012. Accessed March 28, 2016. <http://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/33349/files/strengthening-participation-development-results.pdf>.
- Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) and United Nations Development Programme (UNDP). *A Primer Integrated Flood Risk Management in Asia*. Bangkok: ADPC, 2005. Accessed March 21, 2016. http://www.preventionweb.net/files/2776_adpcprimerapr05.pdf.
- Associated Programme on Flood Management (APFM). *Conducting Flood Loss Assessments*. Integrated Flood Management Tools Series, no. 2. Geneva: World Meteorological Organization (WMO), 2007. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_02.pdf.
- . *Flood Management in a Changing Climate*. Integrated Flood Management Tools Series, no. 14. Geneva: WMO, 2009. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/tools/Tool_09_FM_in_a_changing_climate.pdf.
- . *Flood Mapping*. Integrated Flood Management Tools Series, no. 20. Geneva: WMO, 2013. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_20.pdf.
- . *Integrated Flood Management Concept Paper*. Integrated Flood Management Tools Series, no. 1047. Geneva: WMO, 2009. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/concept_paper_e.pdf.
- . *Management of Flash Floods*. Integrated Flood Management Tools Series, no. 16. Geneva: WMO, 2012. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_16.pdf.
- . *Management of Sediment-Related Risks*. Integrated Flood Management Tools Series, no. 12. Geneva: WMO, 2011. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/tools/APFM_Tool_12.pdf.
- . *Urban Flood Risk Management*. Flood Management Tools Series, no. 11. Geneva: WMO, 2008. Accessed March 21, 2016. http://www.apfm.info/publications/tools/Tool_06_Urban_Flood_Risk_Management.pdf.
- Basham, A. L. *The Wonder That Was India*. 3rd ed. New Delhi: Pan McMillen, 2014.
- Blake, R., A. Grimm, T. Ichinose, R. Horton, S. Gaffin, S. Jiong, D. Bader, L. D. Cecil. "Urban Climate: Processes, Trends, and Projections." In *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Edited by C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer and S. Mehrotra, 43-81. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011.
- Blaustein, Richard. "Urban Biodiversity Gains New Converts: Cities around the World Are Conserving Species and Restoring Habitat." *BioScience* 63, no. 2 (2013): 72–77. doi: 10.1525/bio.2013.63.2.3.
- Boles, E., A. Anderson, R. Cawich, V. Figueroa, J. Franco, D. Grijalva, D. Mai, K. Mendez, A. Peralta, L. Requena, M. Rodriguez and E. Sanchez. *Rapid Assessment of Effects and Issues Related to Development in the Placencia Area, Dry Season 2011*. NRMP 4552 Integrated Coastal Zone Management Course Project. August 24, 2011. Accessed May 4, 2016. <http://www.pcsdbelize.org/placencia-assessment.pdf>.

- Bonell, M. and L. A. Bruijnzeel, eds. *Forests, Water, and People in the Humid Tropics: Past, Present and Future Hydrological Research for Integrated Land and Water Management*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004.
- Bood, Nadia and M. Fish. *Promoting Mangrove Conservation and Restoration as a Means of Effluent Reduction, Shoreline Stabilization and Flood Control along the Placencia Peninsula and Lagoon Area: A Case Study*. World Wildlife Fund. August 2012. Accessed May 9, 2016. http://community.eldis.org/.59c095ef/Climate%20Change%20Triple-wins%20in%20Belize%20coastal%20zone_Placencia%20Casestudy_draft.pdf.
- Braw, Elisabeth. "Rotterdam: Designing a Flood-Proof City to Withstand Climate Change." *Guardian*. November 18, 2013. Accessed May 10, 2016. <http://www.theguardian.com/sustainable-business/rotterdam-flood-proof-climate-change>.
- Brewer, Douglas J. *Ancient Egypt: Foundations of a Civilization*. New York: Routledge, 2014.
- Bruijnzeel, L. A. "Hydrological Functions of Tropical Forests: Not Seeing the Soil for the Trees?" *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104, no. 1 (September 2004): 185–228. doi: 10.1016/j.agee.2004.01.015.
- . "Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: A State of Knowledge Review." UNESCO/ Vrije Universiteit, 1990. Accessed March 21, 2016. <http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000974/097405eo.pdf>.
- Buffle, P., T. Nguyen and M. F. Thomsen. *Community-Based Mangrove Reforestation and Management in Da Loc, Vietnam*. Ecosystems and Livelihoods Adaptation Network (ELAN). 2011. Accessed May 5, 2016. http://www.preventionweb.net/files/25381_vietnam.pdf.
- Campbell, John. "This is Africa's New Biggest City: Lagos, Nigeria, Population 21 Million." *Atlantic*. July 10, 2012. Accessed March 21, 2016. <http://www.theatlantic.com/international/archive/2012/07/this-is-africas-new-biggest-city-lagos-nigeria-population-21-million/259611/>.
- Caparelli, Maria Estela, Ludmilla Palazzo and Rhazi Kone. "In Brazil, Adolescents Use UNICEF's New Digital Mapping Technology to Reduce Disaster Risks in the Favelas." UNICEF. May 20, 2015. Accessed June 23, 2015. http://www.unicef.org/statistics/brazil_62043.html.
- CARE. "Mangroves and Coastal Community Resilience." *First Meeting of Climate Change Adaptation Demonstration Projects in the Lower Mekong Basin*. Ho Chi Minh City, Vietnam: CARE, 2012.
- . "Mangroves to Protect from Climate Change." Accessed May 5, 2016. http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/Vietnam_Mangroves_Thanh_Hoa.pdf.
- Carey, Bruce. "A Study Guide on the Empirical Version of the Rational Method to Estimate Peak Discharge Runoff." July 2014. Accessed March 21, 2016. <http://landcare.org.au/wp-content/uploads/2013/01/Empirical-version-of-the-Rational-method-to-estimate-peak-discharge-Runoff.pdf>.
- Carpenter, S., B. Walker, J. M. Andries and N. Abel. "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?" *Ecosystems*, 4 (2001): 765–781. doi: 10.1007/s10021-001-0045-9.
- Chesapeake Bay Program. "Restoring Wetlands on Agricultural Lands." Accessed May 12, 2016. http://www.chesapeakebay.net/indicators/indicator/restoring_wetlands.
- Coastal Zone Management Authority and Institute (CZMAI). *Belize Integrated Coastal Zone Management Plan*. Belize City: CZMAI, 2015.
- . *State of the Coast Report 2000*. Belize City: CZMAI, 2001. Accessed May 4, 2016. http://www.coastalzonebelize.org/wp-content/uploads/2010/04/state_ofthe_coast_report_2000.pdf.
- Coca-Cola Journey Pakistan. "Integrated Development in Ayubia National Park." Accessed May 4, 2016. <http://www.coca-colajourney.com.pk/stories/integrated-development-in-ayubia-national-park>.
- Cohen, Nevin and Katinka Wijzman. "Urban Agriculture as Green Infrastructure: The Case of New York City." *Urban Agriculture Magazine*. March 2014. Accessed March 21, 2016. <http://www.ruaf.org/sites/default/files/p16-19.pdf>.
- Correa, Elena, ed. *Preventive Resettlement of Populations at Risk of Disaster: Experiences from Latin America*. Washington, DC: World Bank, 2011. Accessed May 5, 2016. http://www.gfdrr.org/sites/gfdrr/files/publication/preventive_resettlement_LAC_experiencesDS150.pdf.
- Daily Times. "Islamabad First City to Have Rainwater Harvesting Programme." Accessed March 5, 2016. <http://archives.dailytimes.com.pk/islamabad/13-Apr-2010/islamabad-first-city-to-have-rainwater-harvesting-programme>.
- Datu, Kerwin. "A Flood-Free Lagos: The Regional Imperative." Heinrich Böll Stiftung Nigeria. July 29, 2014. Accessed May 5, 2016. <https://ng.boell.org/2014/07/29/flood-free-lagos-regional-imperative>.

- David, Carlos P. C., D. M. V. Padua, M. M. Vargas, J. I. Caceres, M. C. T. M. Vicente, D. B. Tolentino, C. C. Abon, J. Ramores, R. A. Wamil. "Community and DRR Technology Interface: The 'Reduction of Flood Risk in the Bicol River Basin II' Project." Building Disaster Resilient Communities: Stories and Lessons from the Philippines. Accessed May 5, 2016. <http://community.eldis.org/?233@@.59e99723!enclosure=.59e99844&ad=1>.
- de Brito, M. M., A. Passuello, E. M. A. Giazzon, C. Korzenowski, S. F. de Araújo, A. L. Alves, C. Pauletti and L. C. P. da Silva Filho. "A Participatory and Integrated Flood Risk Management Experience: Belo Horizonte, Brazil." Sixth International Conference of Flood Management. São Paulo, Brazil, September 2014.
- Deltares. "Sinking Cities: An Integrated Approach towards Solutions." October 2013. Accessed March 21, 2016. <https://www.deltares.nl/app/uploads/2015/09/Sinking-cities.pdf>.
- Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) and the Slowing the Flow Partnership. Defra FCERM Multi-objective Flood Management Demonstration Project. Project RMP5455: Slowing the Flow at Pickering. London: Defra, 2015. Accessed May 4, 2016. [\\$FILE/FR_STF_Pickering_P2_May2015.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/FR_STF_Pickering_P2_May2015.pdf).
- Duy, Truong Tuan, Frits J. H. Dirks, Ger de Lange, Ruben J. Dahm, Ho Long Phi. "Land Subsidence: The Flooding Threat in Coastal Cities from Within; A Case Study in Ho Chi Minh City." E-proceedings of the 36th IAHR World Congress. June 28-July 3, 2015. Accessed May 5, 2016. <http://89.31.100.18/~iahrpapers/84710.pdf>.
- Ecoshape. "Overview Building with Nature Program." 2014. Accessed May 10, 2016. <http://www.ecoshape.nl/overview-bwn.html>.
- Environmental Protection Agency (EPA). "Chapter 1: Urban Heat Island Basics." Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. October 2008. Accessed March 21, 2016. <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>.
- . "Glossary of Climate Change Terms." Accessed March 21, 2016. <https://www3.epa.gov/climatechange/glossary.html>.
- . "Terms and Acronyms." Accessed January 2016. http://iaspub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search.do.
- . "What are Wetland Functions?" Last updated November 17, 2015. Accessed March 21, 2016. <https://www.epa.gov/wetlands/what-are-wetland-functions>.
- Erkens, G., T. Buckx, R. Dam, G. de Lange and J. Lambert. "Sinking Coastal Cities." *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 372 (November 12, 2015): 189–98. doi: 10.5194/pahs-372-189-2015.
- European Agency for Reconstruction (EAR). *Evaluation Guidelines*. Brussels: EAR, 2005. Accessed March 28, 2016. <http://ec.europa.eu/enlargement/archives/ear/publications/main/documents/RevisedEvaluationGuidelines.pdf>.
- Executive Order No. 13677. 79 FR 58229. September 23, 2014. Accessed March 21, 2016. <https://www.federalregister.gov/articles/2014/09/26/2014-23228/climate-resilient-international-development>.
- Executive Order No. 13690. 80 FR 6425. January 30, 2015. Accessed March 21, 2016. <https://www.federalregister.gov/articles/2015/02/04/2015-02379/establishing-a-federal-flood-risk-management-standard-and-a-process-for-further-soliciting-and>.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), "Floodproofing: Definitions/Descriptions." Accessed April 26, 2015. <http://www.fema.gov/floodproofing>.
- FLOODsite. "Flooding in Urban Areas." 2008. Accessed March 21, 2016. <http://www.floodsite.net/juniorfloodsite/html/en/student/thingstoknow/hydrology/urbanfloods.html>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). "Definitions on Forest Change Processes." Forestry Department. Accessed January 26, 2016. <http://www.fao.org/docrep/006/ad665e/ad665e04.htm>.
- Ghimire, Chandra Prasad, Mike Bonell, L. Adrian Bruijnzeel, Neil A. Coles and Maciek W. Lubczynski. "Reforesting Severely Degraded Grassland in the Lesser Himalaya of Nepal: Effects on Soil Hydraulic Conductivity and Overland Flow Production." *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 118, no. 4 (2013): 2528–45. doi: 10.1002/2013JF002888.
- Godschalk, David R. "Safe Growth Audits." *Zoning Practice*, no. 10. Chicago: American Planning Association, 2009. Accessed March 28, 2016. <http://snhomishcountywa.gov/ArchiveCenter/ViewFile/Item/3939>.
- Gray, Donald H. and Robbin B. Sotir. *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control*. New York: John Wiley and Sons, 1996.
- Hirji, Rafik and Richard Davis. *Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects: Findings and Recommendations*. Washington, DC: World Bank, 2009. Accessed March 22, 2016. http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/Env_Flows_Water_v1.pdf.

- International Fund for Agricultural Development (IFAD). *Good Practices in Participatory Mapping: A Review Prepared for the International Fund for Agricultural Development (IFAD)*. 2009. Accessed May 12, 2016. http://www.ifad.org/pub/map/pm_web.pdf.
- International Panel on Climate Change (IPCC). "Annex III: Glossary." In *Climate Change 2013: The Physical Science Basics*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. New York: Cambridge University Press, 2013. Accessed March 31, 2016. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_AnnexIII_FINAL.pdf.
- . *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC. New York: Cambridge University Press, 2014. Accessed March 22, 2016. https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIAR5-PartA_FINAL.pdf.
- . "Increasing Human Utilisation of the Coastal Zone." In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC. New York: Cambridge University Press, 2007. Accessed March 22, 2016. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch6s6-2-2.html.
- . A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press, 2012.
- International Tropical Timber Organization (ITTO). *Manual for Project Monitoring, Review, Reporting and Evaluation*. 3rd ed. ITTO, 2009. Accessed March 28, 2016. <http://www.itto.int/projectimplementation/manuals/>.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). "Barcelona's Quest for a Green Urban Future." Last modified December 9, 2013. Accessed March 22, 2016. <http://iucn.org/about/union/secretariat/offices/europe/?14172/Barcelonas-quest-for-a-green-urban-future>.
- Irfanullah, Haseeb Md., Md. Abul Kalam Azad, Md. Kamruzzaman and Md. Ahsanal Wahed. "Floating Gardening in Bangladesh: A Means to Rebuild Lives after Devastating Flood." *Indian Journal of Traditional Knowledge* 10, no. 1 (January 2011): 31-38.
- Japan International Corporation Agency (JICA). *JICA Guideline for Project Evaluation*. JICA, 2004. Accessed March 28, 2016. http://www.jica.go.jp/english/our_work/evaluation/tech_and_grant/guides/pdf/guideline01-01.pdf.
- Jha, Abhas K., Robin Bloch and Jessica Lamond. *Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. Washington, DC: World Bank Publications, 2012. Accessed March 17, 2016. http://www.gfdrr.org/sites/gfdrr/files/publication/World_Bank_Cities_and_Flooding_Guidebook.pdf.
- Jha, Abhas K., Jennifer Duyne Barenstein, Priscilla M. Phelps, Daniel Pittet and Stephen Sena. *Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank, 2010. Accessed March 28, 2016. <https://www.gfdrr.org/sites/gfdrr/files/publication/SaferHomesStrongerCommunitites.pdf>.
- Jones-Bos, Renée. "New Paradigm - Living with Water." Closing keynote speech at American Planning Association National Planning Conference. Los Angeles, April 14-17, 2012. Accessed May 10, 2016. <http://www.the-netherlands.org/key-topics/water-management/more-information/water-management-apa-conference-2012.html>.
- Kazmierczak, A., and J. Carter. "Adaptations to Climate Change Using Green and Blue Infrastructure: A Database of Case Studies." The University of Manchester, June 2010. Accessed May 12, 2016. <https://www.escholar.manchester.ac.uk/uk-ac-man-scw:128518>.
- Keeton, Rachel. "A Half-Millennium-Old Dike in Holland Gets a State-of-the-Art Upgrade." *Next City*. September 2, 2014. Accessed May 10, 2016. <https://nextcity.org/daily/entry/new-hondsbossche-dunes-netherlands-upgrade>.
- Keller, Gordon and James Sherar. *Low-Volume Roads Engineering: Best Management Practices Field Guide*. Washington, DC: USAID, 2003. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadb595.pdf.
- Lane, S. N., N. Odoni, C. Landstrom, S. J. Whatmore, N. Ward and S. Bradley. "Doing Flood Risk Differently: An Experiment in Radical Scientific Method." *Transactions of the Institute of British Geographers* 36 (October 2010): 15-36. doi: 10.1111/j.1475-5661.2010.00410.x.
- Lankford, B., C. Sokile, D. Yawson and H. Lévite. *The River Basin Game: A Water Dialogue Tool*. Working Paper 75. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2004. Accessed August 5, 2015. http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Working_Papers/working/WOR75.pdf.
- Lankford, Bruce. *Resource Efficiency Complexity and the Commons: The Paracommons and Paradoxes of Natural Resource Losses, Wastes and Wastages*. Abingdon, UK: Earthscan Publications, 2013.
- Lankford, Bruce and Drennan Watson. "Metaphor in Natural Resource Gaming: Insights from the River Basin Game." *Simulation and Gaming* 38, no. 3 (2007): 421-443. doi: 10.1177/1046878107300671.

- Lewis, Lisa. *Soil Bioengineering an Alternative for Roadside Management: A Practical Guide*. US Department of Agriculture (USDA). September 2000. Accessed May 12, 2016. <http://www.wsdot.wa.gov/publications/fulltext/Roadside/SoilBioEng.pdf>.
- Lillesand, Thomas M., Ralph W. Kiefer and Jonathan W. Chipman. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7th ed. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2015.
- Loh, Susan. "Living Walls: A Way to Green the Built Environment." *BEDP Environment Design Guide*. August 2008. Accessed April 19, 2016. [http://math.unife.it/lm.ecologia/Insegnamenti/management-degli-ecosistemi/materiale-didattico/Loh 2008 living walls.pdf](http://math.unife.it/lm.ecologia/Insegnamenti/management-degli-ecosistemi/materiale-didattico/Loh%202008%20living%20walls.pdf).
- Lohani, B. N., J. W. Evans, R. R. Everitt, H. Ludwig, R. A. Carpenter and S. Tu. *Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia: Volume 1 - Overview*. Asian Development Bank, 1997. Accessed March 28, 2016. <http://adb.org/sites/default/files/pub/1997/eia-developing-countries-asia.pdf>.
- Mackin, Rebecca. "Weathering the Storm: Horticulture Management in Brooklyn Bridge Park in the Aftermath of Hurricane Sandy." Ecological Landscape Alliance. January 15, 2013. Accessed May 12, 2016. <http://www.ecolandscaping.org/01/stormwater-management/weathering-the-storm-horticulture-management-in-brooklyn-bridge-park-in-the-aftermath-of-hurricane-sandy/>.
- Magombevi, M. S., D. Rollin, B. Lankford. "The River Basin Game as a Tool for Collective Water Management at Community Level in South Africa." *Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C* 33, no. 8-13 (2008): 873-880.
- Maller, Cecily, Mardie Townsend, Anita Pryor, Peter Brown and Lawrence St. Leger. "Healthy Nature Healthy People: 'Contact with Nature' as an Upstream Health Promotion Intervention for Populations." *Health Promotion International* 21, no 1 (March 2006): 45-54. Accessed March 22, 2016. doi: 10.1093/heapro/dai032.
- McVeigh, Tracy. "The Dutch Solution to Floods: Live with Water, Don't Fight It." *Guardian*. February 15, 2014. Accessed May 10, 2016. <http://www.theguardian.com/environment/2014/feb/16/flooding-netherlands>.
- Millennium Ecosystem Assessment. "Flood and Storm Control." In *Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses*. Washington, DC: Island Press, 2005.
- Mitsch, William J. and James G. Gosselink. *Wetlands*. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2007.
- NASA. "NASA Satellite Confirms Urban Heat Islands Increase Rainfall around Cities." June 19, 2002. Accessed March 22, 2016. http://svs.gsfc.nasa.gov/stories/urban_rain_20020618/index.html.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). "The Tsunami Story." Accessed April 6, 2015. http://www.tsunami.noaa.gov/tsunami_story.html.
- Nelson, Stephen A. "River Systems and Causes of Flooding." Tulane University. EENS 3050 Natural Disasters. July 13, 2012. Accessed March 22, 2016. http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural_Disasters/riversystems.htm.
- . "Streams and Drainage Systems." Tulane University. EENS 111 Physical Geology. Accessed January 6, 2016. <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens1110/streams.htm>.
- New York City Department of City Planning. *Coastal Climate Resilience: Urban Waterfront Adaptive Strategies*. June 2013. Accessed May 12, 2016. http://www.sustainablenyct.org/news/UWAS_Draft_lowres.pdf.
- NOAA National Hurricane Center. "Glossary of NHC Terms." Accessed January 27, 2016. <http://www.nhc.noaa.gov/aboutgloss.shtml#s>.
- . "Storm Surge Overview." Accessed January 6, 2016. <http://www.nhc.noaa.gov/surge/>.
- NOAA National Severe Storms Laboratory. "Flood Forecasting." Accessed January 6, 2016. <http://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/floods/forecasting/>.
- NOAA National Weather Service (NWS). "Glossary." Last modified June 25, 2009. Accessed March 28, 2016. <http://w1.weather.gov/glossary/index.php?letter=s>.
- NOAA NWS Weather Forecast Office. "NWS Flood Products: What Do They Mean? Flash Flood Warning, Areal Flood Warning, River Flood Warning or Urban and Small Stream Flood Advisory." Accessed January 6, 2016. http://www.srh.noaa.gov/bmx/?n=outreach_flw.
- NOAA Photo Library and Oblak. "Beaufort Wind Scale." <http://weather.about.com/od/imagegallery/ig/Weather-Map-Symbols/Beaufort-Wind-Scale.htm>.
- NYC Environmental Protection. "Blue Roof and Green Roof." Accessed December 30, 2015. http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/green_pilot_project_ps118.shtml.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). "Glossary of Statistical Terms." Accessed April 19, 2016. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2819>.

- Partnership for the Delaware Estuary. "Living Shorelines." Accessed May 12, 2016. http://delawareestuary.org/Living_Shorelines.
- Paul, B. K. "Perception of and Agricultural Adjustment to Floods in Jamuna Floodplain, Bangladesh." *Human Ecology* 12, no. 1 (March 1984). <http://www.jstor.org/stable/4602721>.
- Pawelczyk, Katarzyna. "Voices of Youth Takes Digital Mapping Project to the Next Level." UNICEF. October 30, 2013. Accessed July 23, 2015. http://www.unicef.org/adolescence/index_70781.html.
- Pidwirny, Michael and Scott Jones. "Chapter 7: Introduction to the Atmosphere." In *Fundamentals of Physical Geography*. 2nd ed. E-book, 2010. Accessed March 23, 2016. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7v.html>.
- Practical Action. "Floating Gardens in Bangladesh." 2006. Accessed May 5, 2016. <http://answers.practicalaction.org/our-resources/item/floating-gardens-in-bangladesh>.
- Public and Private Infrastructure Investment Management Center (PIMAC). *General Guidelines for Preliminary Feasibility Studies*. Seoul: Korea Development Institute, 2008. Accessed March 28, 2016. http://pimac.kdi.re.kr/eng/mission/pdf/General_Guidelines_for_PFS.pdf.
- Rajabu, K. R. M. "Use and Impacts of the River Basin Game in Implementing Integrated Water Resources Management in Mkoji Sub-catchment in Tanzania." *Agricultural Water Management* 94, no. 1-3 (2007): 63-72.
- Rapid Emergency Assessment and Coordination Team (REACT) Tajikistan. *REACT Flood Appeal for East, Khatlon, Tajikistan*. May 19, 2010. Accessed May 5, 2016. http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/61523377C67D9DBC4925772C0023737D-Full_Report.pdf.
- Rasid, Harun and Bimal Kanti Paul. "Flood Problems in Bangladesh: Is There an Indigenous Solution?" *Environmental Management* 11, no. 2 (1987): 155-173.
- Ricketts, Sam and Jennifer L. Jurado. "How Can the Federal Government Help Prepare Local Communities for Natural Disasters?" Environmental and Energy Study Institute (EESI). Washington, DC. April 1, 2015. <http://www.eesi.org/briefings/view/040115resilience>.
- Riley, Ann L. *Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policy Makers and Citizens*. Washington, DC: Island Press, 1998.
- Roeth, Helen. *The Development of a Public Partnership Framework and Action Plan for Disaster Risk Reduction (DRR) in Asia*. Bangkok, Thailand: UNISDR, 2009. Accessed March 23, 2016. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/12080>.
- Rowling, Megan. "From Parks to Jobs, Disaster Prevention Gets a Makeover." Reuters. March 4, 2015. Accessed May 8, 2016. <http://www.reuters.com/article/2015/03/04/us-disaster-risk-urban-resilience-idUSKBN0M00DS20150304Global>.
- Sayers, P., L. Yuanyuan, G. Galloway, E. Penning-Rosell, S. Fuxin, W. King, C. Yiwei and T. Le Quesne. *Flood Risk Management: A Strategic Approach*. Paris: UNESCO, 2013. Accessed May 24, 2016. <http://www.adb.org/sites/default/files/publication/30246/flood-risk-management.pdf>.
- Schueler, T. R. "The Importance of Imperviousness." *Watershed Protection Techniques* 1, no. 3 (1994): 100-111. Accessed March 23, 2016. http://scc.wa.gov/wp-content/uploads/2015/06/The-Importance-of-Imperviousness_Schueler_2000.pdf.
- Schwab, James C., ed. *Planning for Post-Disaster Recovery: Next Generation*. Chicago: American Planning Association, 2014. Accessed March 28, 2016. http://www.fema.gov/media-library-data/1425503479190-22edb246b925ba41104b7d38eddc207f/APA_PAS_576.pdf.
- Scottish Environment Protection Agency. "Diffuse Pollution in the Urban Environment (SUDS)." Accessed January 26, 2016. <http://www.sepa.org.uk/regulations/water/diffuse-pollution/diffuse-pollution-in-the-urban-environment/>.
- Sen, L., R. Suzuki and M. F. Thomsen. "Adapting to Natural Disasters and Contributing to Climate Change Mitigation: Mangrove Community Forestry in Viet Nam." In *Sharing Lessons on Mangrove Restoration: Proceedings and a Call for Action from an MFF Regional Colloquium*. Gland, Switzerland: IUCN, 2012.
- Setchell, Charles A. "Kinshasa, DRC: An Early Success Story in Urban DRR." Washington, DC: USAID, 2004. Accessed May 8, 2016. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00J7D9.pdf.
- . "Multi-Sector Disaster Risk Reduction as a Sustainable Development Template: The Bamako Flood Hazard Mitigation Project." *Monday Developments* 26, no. 4 (2008): pp. 18-19.
- Shaikh, Saleem and Sughra Tunio. "Anti-erosion Effort Stops Pakistani Farmers Abandoning Mountain Fields." Thomas Reuters Foundation. August 15, 2014. Accessed May 4, 2016. <http://news.trust.org/item/20140814152515-7hnau/?source=jtOtherNews1>.

- Shanahan, M. "A Tale of Typhoons, Trees and Tiny Creatures that Stood Between a Community and Climate Resilience." International Institute for Environment and Development. April 17, 2012. Accessed May 5, 2016. <http://www.iied.org/tale-typhoons-trees-tiny-creatures-stood-between-community-climate-resilience>.
- Shelter Case Studies. "A.2 Colombia – 2011 – Floods." Accessed May 5, 2016. http://www.sheltercasestudies.org/shelterprojects2013-2014/SP13-14_A02-Colombia-2011.pdf.
- Stein, B. A., P. Glick, N. Edelson and A. Staudt, eds. *Climate-Smart Conservation: Putting Adaptation Principles into Practice*. Washington, DC: National Wildlife Federation (NWF), 2014. Accessed March 28, 2016. http://www.nwf.org/pdf/Climate-Smart-Conservation/NWF-Climate-Smart-Conservation_5-08-14.pdf.
- Suarez, Pablo, Friederike E. L. Otto, Nidhi Kalra, Carina Bachofen, Eric Gordon and Wisford Mudenda. *Loss and Damage in a Changing Climate: Games for Learning and Dialogue that Link HFA and UNFCCC*. Working Paper Series No. 8. The Hague: Red Cross/Red Crescent Climate Centre, 2015. Accessed May 4, 2016. http://www.climatecentre.org/downloads/files/Case%20studies/AW_RCCC_WP8_Suarez%20and%20al%20v3.pdf.
- Thanh Nien News. "Vietnam Metro to Tackle Floods with Ponds, Lakes." April 15, 2014. Accessed May 5, 2016. <http://www.thanhniennews.com/society/vietnam-metro-to-tackle-floods-with-ponds-lakes-25249.html>.
- Thompson, David B. "The Rational Method." Texas Tech University, 2006. Accessed March 28, 2016. <http://drdbthompson.net/writings/rational.pdf>.
- Tompkins, Emma L. and W. Neil Adger. "Defining Response Capacity to Enhance Climate Change Policy." *Environmental Science and Policy* 8, no. 6 (December 2005): 562-571.
- Tunnel. "Long-term Flood Prevention in Chaophaya Basin, Thailand." *Tunnel*, no. 3. March 2013. Accessed July 23, 2015. http://www.tunnel-online.info/en/artikel/tunnel_2012-03_Long_Term_Flood_Prevention_in_Chaophaya_Basin_Thailand_1419390.html.
- Turenscape. "The Floating Gardens – Yongning River Park." Accessed July 24, 2015. <http://www.turenscape.com/english/projects/project.php?id=323>.
- Turnbull, Marilise and Edward Turvill. *Participatory Capacity and Vulnerability Analysis: A Practitioner's Guide*. Oxford, UK: Oxfam GB, 2012. Accessed March 23, 2016. <http://policy-practice.oxfam.org.uk/publications/participatory-capacity-and-vulnerability-analysis-a-practitioners-guide-232411>.
- UK Groundwater Forum. "What Is Groundwater Flooding?" Accessed April 6, 2015. http://www.groundwateruk.org/FAQ_groundwater_flooding.aspx.
- United Nations Development Programme (UNDP). *Gender, Climate Change and Community-Based Adaptation*. New York: UNDP, 2010. Accessed March 23, 2016. <http://genderandenvironment.org/resource/gender-climate-change-and-community-based-adaptation/>.
- _____. *Gender and Climate Change: Impact and Adaptation*. UNDP Asia-Pacific Gender Community of Practice Annual Learning Workshop. Negombo, Sri Lanka, 2009. Accessed March 23, 2016. <http://www.snap-undp.org/elibrary/Publications/GenderAndClimateChange.pdf>.
- UNDP Special Unit for South-South Cooperation. "Kuala Lumpur, Malaysia: Case Study (Mixed Use Tunnel)." November 2012. Accessed July 23, 2015. http://www.esc-pau.fr/ppp/documents/featured_projects/malaysia_kuala_lumpur.pdf.
- UN-Habitat. *Issue Paper on Urban and Spatial Planning and Design*. May 2015. Accessed March 28, 2016. http://unhabitat.org/wp-content/uploads/2015/04/Habitat-III-Issue-Paper-8_Urban-and-Spatial-Planning-and-Design-2.0.pdf.
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP). "What is Good Governance?" March 28, 2016. <http://www.unescap.org/sites/default/files/good-governance.pdf>.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). "Senegal River Basin (Guinea, Mali, Mauritania, Senegal)." UNESCO World Water Assessment Programme. Accessed July 29, 2015. http://webworld.unesco.org/water/wwap/case_studies/senegal_river/.
- UN International Children's Emergency Fund (UNICEF). *The State of the World's Children 2012: Children in an Urban World*. New York: UNICEF, 2012. Accessed March 28, 2016. http://www.unicef.org/sowc2012/pdfs/SOWC%202012-Main%20Report_EN_13Mar2012.pdf.
- UN International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). "Gender." Accessed March 23, 2016. <http://www.unisdr.org/we/advocate/gender>.
- _____. *Progress and Challenges in Disaster Risk Reduction: A Contribution towards the Development of Policy Indicators for the Post-2015 Framework on Disaster Risk Reduction*. Geneva: UNISDR, 2014. Accessed March 23, 2016. http://www.unisdr.org/files/40967_40967progressandchallengesindisaste.pdf.

- . "Terminology on DRR." August 30, 2007. Accessed March 23, 2016. <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-e>.
- UN Office of Outer Space Affairs (UNOOSA). "International Charter Space and Major Disasters." UN-SPIDER Knowledge Portal. Accessed February 2016. <http://www.un-spider.org/space-application/emergency-mechanisms/international-charter-space-and-major-disasters>.
- UN-Water. *Wastewater Management: A UN-Water Analytical Brief*. Accessed January 26, 2016. http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/UN-Water_Analytical_Brief_Wastewater_Management.pdf.
- UN Women. *Gender Mainstreaming in Development Programming*. New York: UN Women, 2014. Accessed March 28, 2016. <http://www.unwomen.org/~media/headquarters/attachments/sections/how%20we%20work/unsystemcoordination/gendermainstreaming-issuesbrief-en%20pdf.pdf>.
- US Agency for International Development (USAID). *Climate-Resilient Development: A Framework for Understanding and Addressing Climate Change*. Washington, DC: USAID, 2014. Accessed March 28, 2016. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PBAAA245.pdf.
- . *Guide to Gender Integration and Analysis: Additional Help for ADS Chapters 201 and 203*. Washington, DC: USAID, 2010. Accessed March 28, 2016. <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/201sab.pdf>.
- . *Tips for Conducting a Gender Analysis at the Activity or Project Level: Additional Help for ADS Chapter 201*. March 17, 2011. Accessed March 28, 2016. <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/201sae.pdf>.
- US Army Corps of Engineers (USACE). *Coastal Risk Reduction and Resilience: Using the Full Array of Measures*. Washington, DC: Directorate of Civil Works, 2013. http://www.corpsclimate.us/docs/USACE_Coastal_Risk_Reduction_final_CWTS_2013-3.pdf.
- . "Glossary." Coastal and Hydraulics Laboratory. Accessed January 26, 2016. <http://chl.erdc.usace.army.mil/glossary>.
- US Coast Guard. "General Information on GPS." Accessed January 26, 2016. <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=gpsmain>.
- US Department of Agriculture (USDA). "Glossary of Landform and Geologic Terms." Accessed January 26, 2015. http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054230.
- US Geological Survey (USGS). "Flood Definitions." Kansas Water Science Center. Accessed January 6, 2016. <http://ks.water.usgs.gov/flood-definitions>.
- . "What is a Watershed?" Last modified December 9, 2016. <https://water.usgs.gov/edu/watershed.html>.
- . "Land Subsidence." Last modified August 20, 2015. <http://water.usgs.gov/edu/earthgwlansubside.html>.
- Vietnam News Agency. "Community Role in Mangrove Forest Management." January 29, 2015. Accessed August 3, 2015. <http://en.vietnamplus.vn/Home/Community-role-in-mangrove-forest-management/20141/45670.vnplus>.
- Walter, Stephen. "'Upriver': A Game of Flood Preparedness in the Zambezi Valley." Red Cross/Red Crescent Centre. October 9, 2013. Accessed May 4, 2016. <http://www.climatecentre.org/news/468/upriver-a-game-of-flood-preparedness-in-the-zambezi-valley>.
- Walton, Brett. "Pakistan Installs Country's First Urban Rainwater Harvesting System." Circle of Blue. April 24, 2010. Accessed March 28, 2016. <http://www.circleofblue.org/waternews/2010/world/south-asia/pakistan-installs-countrys-first-urban-rainwater-harvesting-system/>.
- World Meteorological Organization (WMO). "DRR Definitions." Disaster Risk Reduction Programme. Accessed March 28, 2016. https://www.wmo.int/pages/prog/drr/resourceDrrDefinitions_en.html.
- WMO and UNESCO. *International Glossary of Hydrology*. WMO, no. 385. Geneva: WMO, 2012. Accessed March 28, 2016. http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/publications/international_glossary/385_IGH_2012.pdf http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/publications/international_glossary/385_IGH_2012.pdf.
- World Wildlife Fund (WWF) and American National Red Cross (ARC). "Module 1 Content Paper." *Green Recovery and Reconstruction: Training Toolkit for Humanitarian Aid*. Accessed January 26, 2016. <http://envirodm.org/green-recovery>.
- WWF. *Mangrove Conservation and Preserves as Climate Change Adaptation in Belize, Central America: A Case Study*. June 30, 2011. Accessed May 5, 2016. http://awsassets.panda.org/downloads/placencia_mangrove_reserves_case_study_final.pdf.
- WWF-Pakistan. "Improving Sub-Watershed Management and Environmental Awareness in the Ayubia National Park." Accessed May 4, 2016. http://wwf.panda.org/who_we_are/wwf_offices/pakistan/index.cfm?uProjectID=PK0115.

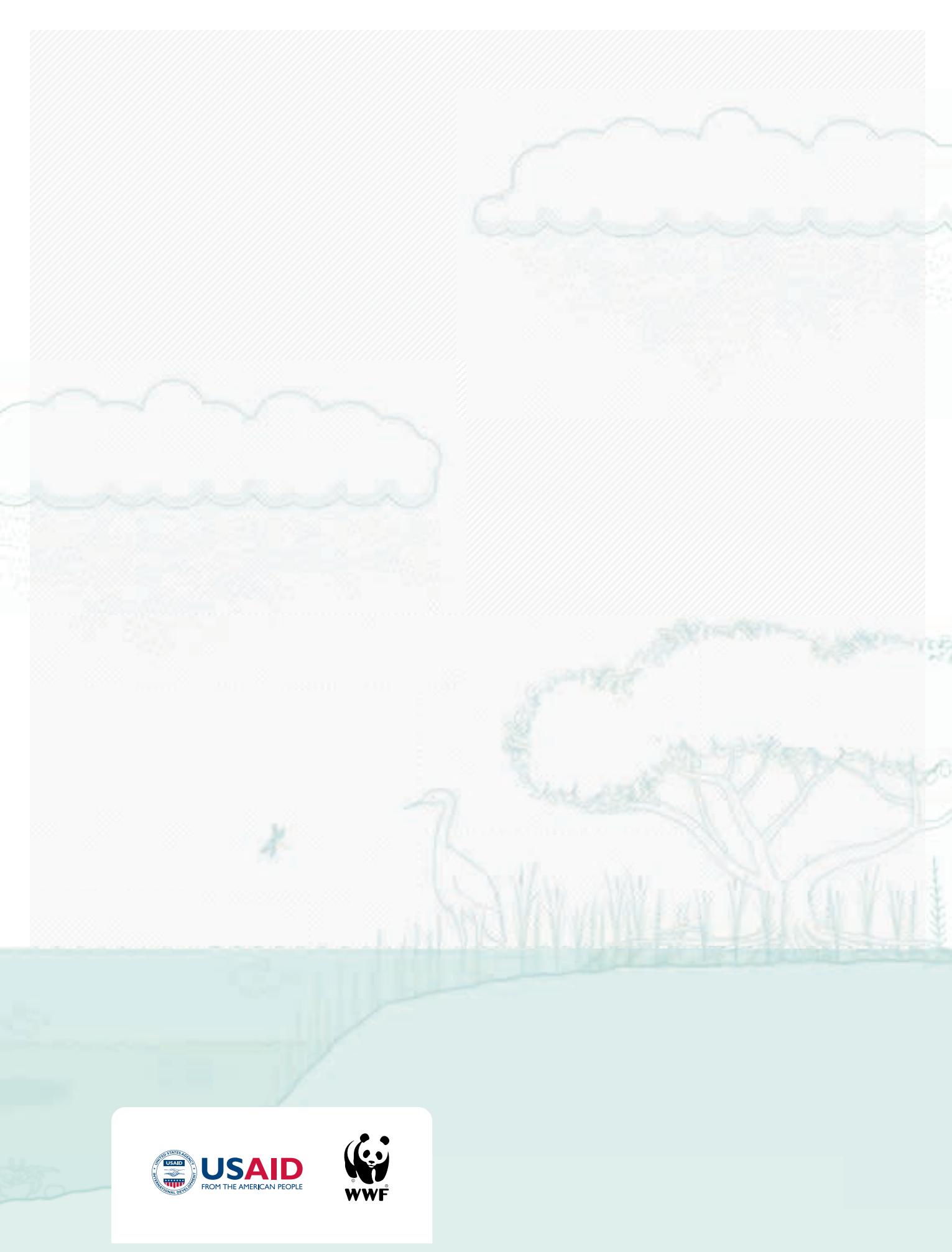
WWF-Philippines. *The Abuan Integrated Watershed Program FY2015 Work and Financial Plan*. Washington, DC: USAID, 2014. Accessed May 6, 2016. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pbaab082.pdf.

Wright, James. "Chapter 1: Floods and Floodplains." *Floodplain Management: Principles and Current Practices*. FEMA Emergency Management Institute. 2007. <https://www.training.fema.gov/hiedu/aemrc/courses/coursetreat/fm.aspx>.

_____. "Chapter 2: Types of Floods and Floodplains." *Floodplain Management: Principles and Current Practices*. FEMA Emergency Management Institute. 2007. <http://training.fema.gov/hiedu/docs/fmc/chapter%202%20-%20types%20of%20floods%20and%20floodplains.pdf>.

Zhiyu, Liu, Cheng Xiaotao, Chen Zuhua, Wan Haotao, Zhou Li, Edwin S. T. Lai, Masashi Kunitsugu, Yang-Su Kim, Tae Sung Cheong, Gunhui Chung, Susan R. Espinueva. *Guidelines on Urban Flood Risk Management (UFRM)*. Technical Report of TC Cross-Cutting Project on Urban Flood Risk Management (UFTM) in the Typhoon Committee Area. Macao, China: ESCAP/WMO Typhoon Committee, 2013. Accessed March 28, 2016. http://www.typhooncommittee.org/46th/Docs/item_10_Publications/UFRM_FINAL.pdf.





USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

