

Riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector Agua y Saneamiento en ALC

Metodología para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación y mitigación al cambio climático

Autor:
José A. Pérez Roas

Editores:
Alejandro Liñayo
Julianyth Bravo

División de Agua y Saneamiento

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-02161

Riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector Agua y Saneamiento en ALC

Metodología para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación y mitigación al cambio climático

Autor:

José A. Pérez Roas

Editores:

Alejandro Liñayo

Julianyth Bravo

Diciembre 2020

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo
Pérez Roas, José.

Riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector agua y saneamiento en ALC: metodología para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación y mitigación al cambio climático / José Pérez Roas; editores, Alejandro Liñayo, Julianyth Bravo.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2161)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Water-supply-Environmental aspects-Latin America. 2. Water-supply-Environmental aspects-Caribbean Area. 3. Sewage disposal-Economic aspects-Latin America. 4. Sewage disposal-Economic aspects-Caribbean Area. 5. Climatic changes-Risk management-Latin America. 6. Climatic changes-Risk management-Caribbean Area. 7. Climate change mitigation-Economic aspects-Latin America. 8. Climate change mitigation-Economic aspects-Caribbean Area. I. Liñayo R., Alejandro, editor. II. Bravo, Julianyth, editora. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Agua y Saneamiento. IV. Título. V. Serie. IDB-TN-2161

Palabras clave: Riesgo climático, estrategias financieras, agua y saneamiento, inundaciones, residuos sólidos, aludes torrenciales, cambio climático.

Codigos JEL: Q25, Q51, Q53.

El autor y editores desean agradecerle al equipo que aportó a la elaboración de este documento y a la discusión de los diferentes temas, y en particular a los especialistas Kretheis Márquez, Yhimaina Trejo, José Pérez Bracho, María A. Pérez, Pedro Puentes, Luis E. Mora, Tomas Bandes, Angela Henao, Carlos Espinosa, Herve Jegat, María N. Garcia, Linnet Rodríguez, Diego Barreto, Larisa Valera, Gustavo Rangel, Jorge Rodríguez, Miguel Cabeza, Luis Alfonso Sandia, Juan Carlos Rojas, Mónica Ilija, Yajaira Olivo, José Luis López, Sergio Marín, José Córdova y Jenny Moreno.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector agua y saneamiento en ALC

Metodología para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación y mitigación al cambio climático



BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

TABLA DE CONTENIDO

I	Introducción	7
	Sección A	
1	1. Metodología para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación al cambio climático (CC) en los sectores: gestión de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, drenaje urbano, residuos sólidos e inundaciones y aludes torrenciales	8
	1.1 Propuesta metodológica y descripción de cada uno de los pasos	9
	1.1.1 Delimitación del área y población afectada	9
	1.1.1.1 Zona afectada	10
	1.1.1.2 Población afectada	10
	1.1.1.3 Disponibilidad y uso de la información demográfica	11
	1.1.1.4 Utilidad de la determinación de la zona y población afectada para la metodología	11
	1.1.2 Análisis preliminar de capacidad de adaptación del sector en el área y población afectada	11
	1.1.2.1 Recopilación de información de la gobernanza nacional del sector APS	12
	1.1.2.2 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector agua potable	21
	1.1.2.3 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	30
	1.1.2.4 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector drenaje urbano	32
	1.1.2.5 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector gestión de residuos sólidos	35
	1.1.2.6 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector inundaciones y aludes torrenciales	38
	1.1.3 Identificación de los impactos del cambio climático sobre las infraestructuras y servicios de cada sector	41
	1.1.3.1 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector agua potable	43
	1.1.3.2 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	49
	1.1.3.3 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector drenaje urbano	54

TABLA DE CONTENIDO

1.1.3.4	Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector gestión de residuos sólidos	55
1.1.3.5	Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector inundaciones y aludes torrenciales	56
1.1.4	Identificación de las medidas de adaptación para los impactos reseñados anteriormente	57
1.1.4.1	Lista de medidas de adaptación del sector agua potable	60
1.1.4.2	Lista de medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	65
1.1.4.3	Lista de medidas de adaptación del sector drenaje urbano	68
1.1.4.4	Lista de medidas de adaptación del sector gestión de residuos sólidos	69
1.1.4.5	Lista de medidas de adaptación del sector inundaciones y aludes torrenciales	69
1.1.5	Selección de las medidas de adaptación para cada sector usando criterios técnicos y de gobernanza	72
1.1.5.1	Definición, identificación y descripción de los criterios a usar en la evaluación técnica	72
1.1.5.2	Definición, identificación y descripción de los criterios a usar en la evaluación de gobernanza	73
1.1.5.3	Propuesta metodológica para la evaluación técnica y de gobernanza de las medidas de adaptación al cambio climático para el sector agua y saneamiento	74
1.1.6	Identificación de los costos para las medidas seleccionadas en el punto anterior	79
1.1.6.1	Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector agua potable	80
1.1.6.2	Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	83
1.1.6.3	Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector drenaje urbano	96
1.1.6.4	Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector gestión de residuos sólidos	96
1.1.6.5	Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector inundaciones y aludes torrenciales	101
1.1.7	Identificación de los beneficios para las medidas de adaptación	103

TABLA DE CONTENIDO

1.1.7.1	Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector agua potable	104
1.1.7.2	Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas	106
1.1.7.3	Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector drenaje urbano	113
1.1.7.4	Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector gestión de residuos sólidos	113
1.1.7.5	Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector inundaciones y aludes torrenciales	114
1.1.8	Propuesta de lineamientos para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación que orienten las NDCs	116
1.1.8.1	Metodología para priorizar las inversiones en medidas de adaptación al cambio climático en los sectores APS	117

Sección B

2.	Metodología para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de mitigación al cambio climático en el sector de gestión de residuos sólidos	140
2.1	Propuesta metodológica y descripción de cada uno de los pasos	141
2.1.1	Delimitación del área y población afectada	141
2.1.2	Identificación de los componentes de gestión de residuos sólidos capaces de generar Gases de Efecto Invernadero (GEI)	142
2.1.2.1	Prevención de la generación	143
2.1.2.2	Separación en el origen de los residuos sólidos	143
2.1.2.3	Recolección y transporte de residuos sólidos	143
2.1.2.4	Transferencia y transporte de residuos sólidos	143
2.1.2.5	Tratamiento de los residuos sólidos	144
2.1.2.6	Reutilización de los residuos sólidos	144
2.1.2.7	Reciclaje de los residuos sólidos	144
2.1.2.8	Disposición final de residuos sólidos	145
2.1.3	Identificación de las medidas de mitigación para los componentes de gestión de residuos sólidos capaces de generar GEI	145
2.1.3.1	Prevención	146
2.1.3.2	Incineración	146

TABLA DE CONTENIDO

	2.1.3.3 Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)	146
	2.1.3.4 Compostaje	147
	2.1.3.5 Reciclaje de papeles, cartones, vidrio, metales, textiles y plástico	147
	2.1.3.6 Relleno Sanitario con control y/o aprovechamiento de energía	147
	2.1.4 Identificación de los costos para las medidas de mitigación	147
	2.1.5 Identificación de los beneficios para las medidas de mitigación	149
	2.1.6 Propuesta de lineamientos para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de mitigación que orienten las NDCs	155
	3. Consideraciones finales para las secciones A y B	159
3	3.1 Toma de decisiones, bajo altos niveles de incertidumbre, para proyectos de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático	160
	3.1.1 Generalidades	160
	3.1.2 Efecto del cambio climático en las inversiones	160
	3.1.2.1 Fuentes de incertidumbre	161
	3.1.2.2 Aceptación de la incertidumbre	161
	3.1.3 Estrategias para lidiar con la incertidumbre de cambio climático	161
	3.1.4 Metodologías para la toma de decisiones bajo altos niveles de incertidumbre	162
	3.2 Tasa de actualización bajo incertidumbre	168
	3.3 Dimensionamiento de las inversiones en medidas de mitigación y adaptación al cambio climático	168
	3.4 Contribución del dimensionamiento de inversiones en las NDCs	169
C R	Conclusiones	170
	Recomendaciones	172
	Referencias Bibliográficas	173
A	Anexos	178
	Anexo 1	179
	Anexo 2	189
	Anexo 3	199
	Anexo 4	232

LISTA DE ACRÓNIMOS

ALC:	América Latina y el Caribe
ANC:	Agua No Contabilizada
ANF:	Agua No Facturada
AP:	Agua Potable
APS:	Agua Potable y Saneamiento
ATAS:	Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas
B/C:	Técnica beneficio costo
CAE:	Costo Anual Equivalente
CC:	Cambio Climático
CIDA <small>(Siglas en Inglés):</small>	Análisis de la Decisión con Información Climática
DAP:	Disposición a Pagar
DU:	Drenaje Urbano
ETGO:	Evaluación Técnica y Gobernanza
FMECD:	Federal Ministry for Economic Cooperation and Development
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GRS:	Gestión de Residuos Sólidos
IAL:	Inundaciones y Aludes Torrenciales
NDCs <small>(Siglas en Inglés):</small>	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
P:	Peso
p:	Puntaje
RDM <small>(Siglas en Inglés):</small>	Toma de Decisiones con Enfoque Robusto
RIAM:	Rapid Impact Assessment Matrix
RPC:	Relación Precio Cuenta
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos
SIG:	Sistema de Información Geográfica
TIR:	Tasa Interna de Retorno
VAN:	Valor Actual Neto
VS:	Valor de Sostenibilidad

INTRODUCCIÓN

La identificación de los impactos del cambio climático y su incorporación a los procesos de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructura es un elemento clave para una mayor resiliencia (IADB, 2015). La evidencia indica que la consideración de los impactos del cambio climático en la construcción o reconstrucción de infraestructura reduce su vulnerabilidad e incrementa su vida útil, con costos adicionales que son generalmente inferiores a los costos necesarios para reparar o reconstruir (ADB, 2013a and 2013b).

Chisari and Galiani (2010) recomiendan medidas tipo costo-beneficio para reducir el riesgo climático en el sector de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe (ALC), incluyendo sistemas de alerta temprana para eventos climáticos extremos, o normas para edificaciones e infraestructuras para mejorar la eficiencia en el uso de agua. Pero resaltan la falta de investigaciones sobre posibles acciones con suficiente información sobre los costos relacionados con las diferentes opciones de adaptación, considerando los diferentes niveles de riesgo y los beneficios para los individuos y para la sociedad.

Estimaciones generales del costo económico del cambio climáticos en ALC varían considerablemente. Algunos estudios estiman el daño o pérdida anual de infraestructura, tierra y ecosistemas en costo monetario total (Toba 2009, Curry et al. 2009), otros lo calculan en términos de pérdida de PIB (Dasgupta et al. 2007), y otros en términos de daño físico como km de vías perdidos, etc. (CEPAL 2011). Específicamente para estimar impacto del cambio climático y los costos relacionados para el sector de agua y saneamiento se tiene muy poca información disponible. Algunos operadores en ALC han desarrollado un esquema para inversiones relacionadas con protección climática (protección de fuentes de agua e infraestructura relacionada). Pero en líneas generales se ha prestado poca atención a sistematizar el análisis de las necesidades y del costo relacionado a la adaptación climática del sector.

El objetivo de esta serie en primer lugar es el de definir el significado de riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector agua y saneamiento en ALC. Dicha definición se enfocó en los ámbitos: escenarios climáticos, agua y saneamiento, desechos sólidos, inundaciones y aludes torrenciales, y por último se presenta una metodología para estimar los beneficios y costos económicos de adaptación y mitigación al cambio climático en el sector.

El presente documento corresponde a este último, y detalla la metodología para estimar los beneficios y costos económicos de adaptación y mitigación al cambio climático en el sector de agua y otros sectores, que permita priorizar y dimensionar las inversiones climáticas y orientar las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs por sus siglas en inglés).

En el documento se describen los diferentes pasos de aplicación de la metodología para medidas de adaptación al cambio climático (CC) en los sectores de Agua Potable y Saneamiento (APS) y se exponen los pasos para la implementación de una metodología para medidas de mitigación al CC en el sector de Residuos Sólidos.



SECCIÓN A

- 1. METODOLOGÍA PARA PRIORIZAR Y DIMENSIONAR LAS INVERSIONES EN MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (CC) EN LOS SECTORES: GESTIÓN DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, DRENAJE URBANO, RESIDUOS SÓLIDOS E INUNDACIONES Y ALUDES TORRENCIALES**

1.1. PROPUESTA METODOLÓGICA Y DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS PASOS

La Figura 1 presenta la propuesta metodológica para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación al cambio climático en el sector de Agua Potable y Saneamiento, nótese que cada paso contiene uno precedente, sin cuya elaboración es difícil la aplicación correcta de la metodología.



Figura 1. Propuesta metodológica para medidas de adaptación en el sector APS.

A continuación, se describen cada uno de los pasos que contiene la metodología:

1.1.1 Delimitación del área y población afectada

Como primer paso de la metodología se debe delimitar el área y la población afectada, esta última implica determinar el área, tamaño y características demográficas de la zona.

No existen unos criterios definitivos para seleccionar el área urbana donde se va a iniciar a aplicar la metodología propuesta; sin embargo, deben ser aquellas ciudades donde se esperan mayores impactos de las señales climáticas de:

- Altas precipitaciones que tienen como consecuencia inundaciones y aludes torrenciales.
- Bajas precipitaciones que tienen como consecuencia las sequías prolongadas.
- Incremento del nivel del mar que tiene como consecuencia inundaciones, salinización de acuíferos costeros, entre otros.
- Incrementos de temperaturas que tienen como consecuencia derretimiento de los glaciares que sirven de alimento a los recursos hídricos de algunas ciudades.

Tomando en cuenta la alta incertidumbre que se tiene con la probabilidad de que se presenten las señales antes mencionadas, la selección de las ciudades se realizará también con base en experiencias pasadas de las señales en la zona, las cuales se piensan que debido al cambio climático puedan empeorar; así como, la vulnerabilidad que presentan las áreas urbanas.

Bajo el criterio de la vulnerabilidad, las ciudades seleccionadas serán aquellas más expuestas, más sensibles y con menor capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático (CC).

En el segundo paso de la metodología, se realiza un análisis de capacidad de adaptación de las ciudades para los distintos sectores estudiados.

El Anexo 1 incluye la metodología para identificar y/o seleccionar las ciudades que mayor prioridad de atención deben recibir frente a la variabilidad climática y sus extremos. Dicho anexo junto a los resultados presentados por los distintos ámbitos de este proyecto, pueden ser usados como guía para la determinación del país ideal y la selección de las ciudades que deberían tener mayor atención al CC y la variabilidad climática.

Con base a CEPAL (2014), a continuación, se describirá con mayor detalle la información que se debe presentar para la zona y población afectada.

1.1.1.1 Zona afectada

La delimitación del área afectada implica conocer el territorio o unidad espacial urbana seleccionada. Para ello es preciso la conformación de un equipo técnico multidisciplinario que trabaje conjuntamente con las autoridades oficiales de forma tal que la delimitación sea lo más acertada posible. En términos generales se recomienda:

- La demarcación en un mapa político administrativo.
- Utilización de imágenes satelitales para una demarcación más eficiente del área y colocación de coordenadas.
- Corroboración de la información en campo.
- Levantamiento de un censo de población potencialmente afectada.

1.1.1.2 Población afectada

Una vez determinada el área urbana, se debe precisar el tamaño de la población y sus características demográficas y socioeconómicas, para lo cual se requiere contar con:

- Información actualizada sobre población a partir de fuentes censales más recientes, así como publicaciones oficiales y académicas que la complementen.
- Proyecciones de población desagregadas por áreas que funjan como línea base respecto a la población total que habita en el área arriba especificada.
- Conocimiento sobre cambios demográficos no previstos (movimientos migratorios y variaciones en la fecundidad y mortalidad) ocurridos entre la fecha censal y la fecha de posible ocurrencia del evento. Su incorporación en las estimaciones y proyecciones de población son necesarias para generar una información de mayor calidad y veracidad.
- Los datos que puedan suministrar los organismos encargados del manejo de riesgos y desastres que sirvan de sustento para identificar la población posiblemente afectada.
- Especialistas en el área demográfica y geodemográfica que especifiquen su accionar en

este ámbito de acuerdo con la disponibilidad de la información y la especificidad de los casos.

Las estimaciones y proyecciones de población que se realicen en el marco de esta metodología deben tener en cuenta el lapso transcurrido entre la última fecha censal y la probable del evento propuesto, mientras mayor sea el lapso transcurrido mayores deberán ser los supuestos para realizar dichas estimaciones y proyecciones.

Una vez delimitada el área y tamaño de la población potencial a ser afectada, se debe proceder a su caracterización demográfica y socioeconómica tomando como base publicaciones censales, encuestas de hogares, registros vitales y administrativos.

Los impactos del evento van a ser distintos según los grupos de población, en tal sentido se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- ▶ **Población afectada primaria:** Bajo esta categoría se encuentran las personas que pueden ser afectadas directamente por el evento.
- ▶ **Población afectada secundaria y terciaria:** La población de tipo secundaria engloba a las personas ubicadas en las periferias o límites del área delimitada. La población terciaria es aquella que sufre consecuencias indirectas del evento y que habitan fuera del área de impacto de este.

La determinación de la población en estas dos categorías (secundaria y terciaria) amerita obtener información base sobre su tamaño, siendo útil la información demográfica proveniente de censos y encuestas.

1.1.1.3 Disponibilidad y uso de la información demográfica

Al hacer uso de la información demográfica suelen presentarse algunos inconvenientes para seleccionar aquella que sea más confiable, es por ello que es conveniente desarrollar estrategias que permitan solventar los obstáculos que se presenten en la obtención de la misma. Especialistas en demografía deben recomendar las estrategias más convenientes a utilizar.

1.1.1.4 Utilidad de la determinación de la zona y población afectada para la metodología

La principal utilidad de la determinación de la zona y población afectada para la esta metodología es conocer el área donde están presentes las infraestructuras de los sectores de APS; así como, determinar cuál es la población que deja de percibir los servicios que proporcionan las infraestructuras analizadas en los primeros puntos.

1.1.2 Análisis preliminar de capacidad de adaptación del sector en el área y población afectada

La capacidad de adaptación es la habilidad que tiene un sistema (para el presente caso un sector de APS) a ajustarse al cambio climático (incluyendo eventos extremos y variabilidad climática) que permita moderar los daños (Perry et.al (2007) citado por FMECD (2017)).

La capacidad de adaptación se va a estudiar para los sectores agua potable, drenaje urbano,

alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas servidas y gestión de residuos sólidos; así como para las acciones tomadas en el sector de inundaciones y aludes torrenciales.

Para conocer preliminarmente la capacidad de adaptación de un sector, se debe: a) Recopilar información sobre la gobernanza nacional del sector y b) Recopilar información sobre el sector en el área urbana seleccionada.

Para el primero se debe conocer los aspectos organizacionales, de políticas y legales que rigen al sector a nivel nacional y para el segundo conocer los aspectos técnicos presentes en el sector como las características de diseño, construcción y operación y mantenimiento de este.

A continuación, se van a presentar los aspectos necesarios para conocer la gobernanza nacional del sector. En lo que respecta a los aspectos técnicos, se presenta de manera preliminar la capacidad de adaptación de cada uno de ellos. Se denomina análisis preliminar de capacidad de adaptación pues se enumeran desde el punto de vista técnico los aspectos más resaltantes de ellos, dejando para anexos otros aspectos complementarios.

La idea con este paso de la metodología es tener una visión sobre el posible déficit de adaptación (Burton and May, 2004) que va a tener un determinado sector en el área urbana. Dicho déficit servirá de base para identificar posibles impactos del CC sobre el sector en la ciudad estudiada.

1.1.2.1 Recopilación de información de la gobernanza nacional del sector APS

► Aspectos generales de la gobernanza

El cambio climático representa un serio desafío para los tomadores de decisiones a nivel nacional y local, quienes deberán tener la capacidad de transformar la institucionalidad para fortalecer la gobernanza. Se requerirá el fomento del diálogo y la participación de todos los actores involucrados, lo cual exigirá una institucionalidad técnicamente robusta, apoyada políticamente y aceptada por todos los sectores.

Desde un marco normativo, la gobernanza del cambio climático hace referencia a formas de toma de decisión participativas, descentralizadas, abiertas a la auto-organización, incluyendo actores que van desde ONGs, sociedad civil, comunidad científica, sector privado, organizaciones internacionales y tomadores de decisiones a nivel municipal.

Según la WWC 2012, la gobernanza se refiere a la mayor capacidad de decisión e influencia que los actores no gubernamentales (empresas, organizaciones de la sociedad civil, organismos de financiamiento internacional, entre otros) han adquirido en los asuntos públicos, en la definición de la orientación e instrumentación de las políticas públicas y los servicios públicos, así como a las nuevas formas de asociación y coordinación del gobierno con las asociaciones privadas y sociales en la implementación de las políticas y la prestación de servicios relacionados al agua.

En concordancia con lo anterior es importante destacar también el rol de la gobernanza en materia de desastres, ya que para reducir el riesgo de desastres (caso de las inundaciones y aludes torrenciales, entre otros) se requiere de una interrelación de actores, normas y prácticas adecuadas que permitan actuar antes, durante y después del desastre; este modelo de

gobernanza exige un compromiso de todos los actores involucrados, desde el ámbito local hasta el global.

La gobernanza del agua comprende cuatro dimensiones: política, social, económica y ambiental. Cuando se habla de gobernanza, las dimensiones política y social son las que más preocupan a la sociedad, pues están referidas a la toma de decisiones y al acceso equitativo a los recursos, aunque no se puede obviar la existencia de un contexto económico que influye en esa toma de decisiones y que debería contribuir a lograr la eficiencia; adicionalmente, subyace la dimensión ambiental, y por lo tanto se debe buscar el equilibrio hidrológico que tienda al uso sostenible de los recursos hídricos (WWC, 2012).

Desde 2010, el Banco Mundial ha señalado que la buena gobernanza de los recursos hídricos implica: a) Capacidad del Estado para lograr resultados eficientes en el manejo de los distintos usos del recurso agua mediante la aplicación metodológica de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH); b) La capacidad del Estado para dar respuesta a las propuestas locales de políticas públicas en relación con esos recursos; c) Que se lleve a la práctica una rendición de cuentas por parte del Estado sobre las actividades e inversiones en ese campo, de tal manera que las decisiones sobre el agua pasen por el filtro de la transparencia y la sociedad pueda asumir la responsabilidad de realizar una auditoría social.

Solanes (2015) señala que, en materia de los recursos hídricos, la gobernanza incluye elementos que determinan su contribución a la economía, y su capacidad de generar recursos financieros para el manejo del agua, sea por vía indirecta (presupuesto público) o bien por vía de pagos específicamente asignados a la entidad que maneja el recurso. Entre algunos elementos de la gobernanza relevantes a este efecto, el autor señala lo siguiente:

- ─ Organización en torno a centros especializados en agua;
- ─ Los organismos de manejo de agua tienen que ser autónomos, para no estar sujetos a presiones políticas, con un mínimo de permanencia fija garantizada de sus directivos, siendo importante además la independencia sectorial de la entidad de aguas;
- ─ Recursos financieros propios para el manejo del agua, para no limitar así la capacidad del organismo en el cumplimiento de sus funciones;
- ─ La necesidad de contar con una organización de registros y catastros de inventarios de usuarios, fuentes de agua, usos del agua, y vertidos en las mismas;
- ─ La planificación a nivel de cuencas, para tratar de asegurar la optimización del uso del agua, con balances de oferta y demanda, usos múltiples y control de externalidades;
- ─ Sostenibilidad, caudales ambientales y ecológicos, control de contaminación, para garantizar que las fuentes de agua estén disponibles para el futuro;
- ─ Fiscalización y monitoreo, para preservar el capital natural.

► **Análisis de la gobernanza en el sector APS**

En el caso de los servicios de Agua Potable y Saneamiento, el análisis de la gobernanza debe

apoyarse en un enfoque institucional para el sector. En tal sentido, Corrales (2004) indica que la transformación que se adelanta para los sistemas de APS en la región de ALC, constituye una ruptura importante con la institucionalidad que para el momento se encontraba vigente en la mayoría de los países, la cual se resume de manera muy general, como: prestación del servicio altamente intervenido políticamente, operadoras fundamentalmente públicas de nivel central o municipal, déficit y rezago importante en las inversiones, ineficiencia operativa, tarifas que no cubrían los costos totales de la prestación de los servicios y subsidios generalizados que ponían a riesgo la sostenibilidad de los sistemas a largo plazo.

Como resultado del diagnóstico que sustentó la necesidad de transformación antes señalada, se determinó que los servicios de APS estaban atrapados en un “círculo vicioso de mala calidad” según el cual el intervencionismo político y la confusión de roles del Estado, genera prácticas de gestión ineficientes en las operadoras de los servicios y mantiene niveles de tarifas bajos que no garantizan la sostenibilidad de los servicios a largo plazo.

Para lograr la rotura del referido círculo vicioso se planteó la necesidad de la “desintervención política” de los servicios, a través de tres instrumentos interrelacionados como son: un nuevo Marco Legal que pauté la separación de roles y la creación de instancias regulatorias independientes; una política y estructura de tarifas que garantice la sostenibilidad económico/financiera de los servicios, y la incorporación de operadores privados que puedan mejorar la eficiencia de los mismos y separar suficientemente la operación de los servicios de las funciones rectoras, reguladoras y contraloras del Estado (Corrales, M.E., 2004).

► **La gobernanza como acción adaptativa al cambio climático**

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPPC) define la capacidad adaptativa como “el conjunto de las capacidades, recursos e instituciones de un país para aplicar medidas eficaces de adaptación”. Al respecto, el índice elaborado por CAF (2014) sobre la capacidad adaptativa, evalúa la capacidad potencial de las instituciones de un país, su economía y el marco social para adaptarse o aprovechar las tensiones existentes o previstas derivadas del cambio climático; se centra en factores estructurales macro, los cuales permiten acciones adaptativas, como la gobernanza efectiva para mejorar la estructura y el desempeño de las economías.

Surge entonces la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales de numerosos países de la región de ALC, para posibilitar el diseño y aplicación de estrategias de adaptación al CC. Entre algunos de los aspectos a considerar como parte de los desafíos de la adaptación, resultantes del diagnóstico realizado por CAF (2014), se mencionan los siguientes: la insuficiente capacidad de coordinación interinstitucional, la falta de recursos financieros y de conocimientos sobre asuntos específicos relacionados con la ejecución de proyectos, la incapacidad para transferir conocimientos y capacidades apropiadas a la población sobre los riesgos del cambio climático.

En la Tabla 1 se muestran los diferentes avances en la construcción del nuevo arreglo institucional en el sector APS en algunos países de la región de ALC.

Tabla 1. Avances en la construcción del nuevo arreglo institucional en el sector APS en algunos países de la región de ALC.
Fuente: Corrales (2004).

Países	Ley según nuevas reglas del juego	Ente Rector	Ente Regulador	Participación Privada	Subsidios	Estructura de la industria
Argentina	No. Sin embargo, la Regulación se realiza a través de los contratos de concesión firmados con los operadores privados.	No Existe.	Cada provincia creó su propio ente rector que realiza el seguimiento de contrato de concesión.	70% del servicio prestado por privados.	Fallas de los subsidios cruzados implantados con posterioridad a la firma del contrato de concesión (Aguas de Argentinas).	Sistemas integrados y descentralizados a nivel provincial y, en algunos casos, municipales.
Bolivia	Ley N° 2066, del 04/04/2000. Sustituyó a la Ley N° 2029 del 10/99 para ajustar a las demandas surgidas por el "Evento Cochabamba".	Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos. Debilidad institucional.	Ente Regulador. Creado recientemente. Centralizado.	Sistemas La Paz/El Alto, privatizados. Alta participación de cooperativas. Fracaso de concesión Cochabamba.	Altos subsidios cruzados para sostenibilidad de concesión.	La prestación es competencia municipal. Sistemas integrados y descentralizados.
Brasil	No. Existe un Proyecto de Ley bajo discusión en el Congreso.	Actualmente ejercido por la Secretaría de Desarrollo Urbano.	Al presente existen algunos entes locales.	Privatización incipiente en algunas municipios o ciudades intermedias.	Subsidios cruzados.	Sistemas integrados estatales o municipales. Competencia bajo discusión.
Chile	Si	No	Superintendencia de SSA, modernizada y fortalecida.	Privatización por venta de acciones en los principales sistemas.	Subsidios directos y focalizados.	Competencia nacional. Estructura según tamaño de los sistemas.
Colombia	Ley N° 142 de Servicios Públicos Domiciliarios del 1994.	Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, adscrita al Ministerio Des. Económico Fuerte influencia en el sector.	Regulación Control separados <u>Regulación:</u> Comisión de Regulación del Agua (CRA). <u>Control:</u> Superintend. de Servicios Públicos Domiciliarios (Débil en APS).	Privatizadas un total de ocho ciudades intermedias. Búsqueda de creación de operadores nacionales para pequeños sistemas.	Subsidios cruzados.	Sistemas integrados, y descentralizados Competencia municipal. Servicio atomizado. Existen 1.709 entes prestadores, y más de 12.000 en pob. rurales.
Ecuador	No se ha aprobado la Ley. Tema fuera de la agenda gubernamental.	Secretaría de Saneam. Ambiental. Baja capacidad de respuesta.	Regulación por contrato sólo en Guayaquil. No existe en el resto del país.	No	Subsidios cruzados y generalizados.	Sistemas integrados y descentralizados.
Honduras	Proyecto de Ley bajo discusión.	No existe.	No, en San Pedro Sula y Puerto Cortés existe regulación por contrato a través de entes locales.	Un proceso exitoso en San Pedro Sula.	Subsidios cruzados y generalizados.	Coexisten diversos modos de gestión: -Emp. pub. Nacionales, -Emp. pub. Mpcpales - Juntas Adm de agua.
Nicaragua	Ley vigente N°294, de 1998.	Comisión Nac. De Agua y Alcantarillado. Previsto en la Ley y no creado aún.	Instituto Nicaragüense de Agua y Alcant. (INAA). En funcionamiento y desarrollando sus capacidades.	En proceso contrato de gestión en dos provincias.	Subsidios cruzados en proceso de desmontaje.	Prestado por la Empresa Nacional de Acueductos y Alcant. (ENACAL), operando en todo el país.
República Dominicana	Bajo discusión.	No, la realiza el operador nacional.	No	En proceso para sitios turísticos.	Subsidios cruzados y generalizados.	Nacional pero en proceso de descentralización.
Perú	Ley General de 1994, recientemente aprobada modificación.	Bajo creación reciente.	Superintendencia Nacional de Servicio San. (SUNASS).	Algunos intentos sin éxito.	Subsidios cruzados y generalizados.	Descentralizada, excepto la prestación en Lima que se mantiene bajo competencia del Gobierno Nacional.
Venezuela	Aprobada la Ley de los Servicios.	Por crearse según Ley.	Por crearse según Ley.	Algunos intentos sin mucho éxito. Contratos de Gestión Integral.	Subsidios cruzados y generalizados.	Municipal pero sujeto a que se demuestre la sustentabilidad de los sistemas.

► **Acciones asociadas a la Gobernanza Nacional del sector Agua Potable y Saneamiento, para determinar la capacidad de adaptación en un área urbana:**

a) Determinación de las organizaciones que están involucradas en el sector y su funcionamiento

El sector Agua Potable y Saneamiento, es entendido como el conjunto de instituciones, leyes, reglamentaciones normativas, personas y bienes relacionados con la prestación estos servicios.

Se deben considerar como las instituciones principales del sector, las directamente vinculadas con: a) La fijación de políticas, b) La planificación; c) La coordinación y el establecimiento de normas técnicas y operativas; d) La regulación económica, así como control y regulación de la calidad de los servicios prestados; e) La titularidad de las instalaciones y la competencia de la prestación de los servicios; y f) Los prestadores de los servicios a cargo de la gestión, la operación y mantenimiento de las instalaciones.

Cabe señalar que, en el contexto de una organización gubernamental, la estructura del sector APS debe tener una ubicación administrativa propia, que le permita una planificación acorde a sus objetivos.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que los roles de planificación, coordinación, regulación y control son considerados roles propios del Estado y se estima que pueden, según el país, ser ejercidos por uno o varios organismos autónomos debiendo ser su acción independiente de los prestadores de servicios, usuarios y otros organismos del Estado relacionados o no con el sector.

1. ¿Quién es el ente rector? ¿Qué funciones tiene por Ley?

El organismo del Gobierno Nacional, encargado de proponer las políticas para el sector, cumple el rol de Ente Rector del sector. Este organismo debe ser el encargado de desarrollar la implementación de estas políticas y de coordinar las acciones a ejecutar entre las instituciones y organismos encargados de las mismas; debe asimismo ser responsable de que se establezcan las normativas para esta implementación y que se ejerza el control de su aplicación.

2. ¿Quién es el ente regulador? ¿Qué funciones tiene por Ley?

El término regulación comprende en un sentido amplio, la identificación y promulgación de las normativas necesarias para una adecuada prestación de los servicios en todos los aspectos relacionados con: la calidad y cantidad de los servicios (regulación económica), el diseño, la construcción de instalaciones y la operación y mantenimiento (regulaciones técnicas, conformadas por guías, reglamentos y normas técnicas).

Como se comenta en el punto anterior la regulación debe ser ejercida por un organismo del Gobierno Nacional, externo a los responsables de la prestación de los servicios de APS, y debe ser orientada a la compensación de las características monopólicas de estos servicios y a la defensa de los derechos de los consumidores.

De esta manera, la regulación viene a controlar el poder de mercado que tiene la entidad

prestadora de servicios por la vía de crear un organismo, por lo que el ente regulador tendrá como función incentivarla para que produzca tal y como lo haría en competencia, esto es, en forma eficiente. De no ser así, la inexistencia de un regulador permitirá al prestador ejercer el poder del mercado sobre los usuarios de cara a extraer rentas económicas de los mismos a cambio de servicios de mala calidad y a un precio superior al que debería estarse cobrando; es decir, una regulación ineficaz es equivalente a un impuesto al consumidor, pagado directamente al prestador (Hantke-Omas, M y A. Jouravlev, 2011).

3. ¿Cuáles son las formas de organización?

En la región de ALC la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento han asumido diversas formas organizativas y ha experimentado mutaciones en el transcurso del tiempo. De hecho, en varios países coexisten distintas formas de organización donde, por lo general una es la dominante y una menor proporción de fórmulas coexiste con ella. Por otra parte, hay países donde la estructura es centralizada con una empresa de alcance nacional, a pesar de que el sector ha tendido a organizarse de modo atomizado. Otra forma es la integración de los servicios en prestadores de nivel regional o subnacional (estados, provincias, departamentos, regiones administrativas). En contraposición, existen varios países cuyos servicios se encuentran descentralizados a nivel local, lo que por lo general, ha derivado en un esquema municipal numeroso, fragmentado y muy heterogéneo. (Hantke-Omas, M y A. Jouravlev, 2011).

En diversos países de la región se han descentralizado los servicios a los municipios. En este contexto, las entidades prestadoras presentan dificultades técnicas para proveer servicios de calidad y para recuperar costos. Eso limita las posibilidades de garantizar la inversión en reposición o expansión, a lo que se suman remuneraciones inadecuadas y baja capacitación del personal, tarifas insuficientes, escasa cobrabilidad, calidad deficiente y politización del servicio. La baja eficiencia hace más profunda la exclusión de los más pobres y deteriora la calidad de servicio, mientras que las tarifas insuficientes generan dependencia crónica de transferencias del gobierno central.

Adicionalmente existe la modalidad de organización privada en la prestación de los servicios del sector. Existe un amplio apoyo a la idea de la transferencia de las empresas públicas a manos privadas, derivado de las ventajas que representa: reducción de la interferencia política, la restauración de los incentivos para minimizar los costos, la cancelación de la captura regulatoria que ocurre cuando el Estado es a la vez prestador y regulador, una administración financiera más efectiva, y una mayor capacidad de planeamiento a largo plazo.

4. ¿Existe coordinación entre las distintas organizaciones involucradas?

El proceso de gestión es el conjunto de acciones, transacciones y decisiones que, de manera coordinada, las organizaciones llevan a cabo para alcanzar determinados objetivos en un ámbito de actuación definido. De allí que en el caso particular de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento es necesario conocer el nivel de coordinación intrainstitucional (coordinación de las acciones de planificación, organización, dirección y control) e interinstitucional (coordinación entre el ente Rector y las organizaciones prestadoras y reguladoras de los

servicios, así como con las entidades del sector salud y protección del ambiente).

5. ¿Cómo es la política que rige al sector? ¿Cuál es el grado de descentralización?

La fijación de políticas y la planificación son herramientas mediante la cual los gobiernos formulan los objetivos y metas, sirviendo además para establecer los planes de acción para las actividades del sector APS. El proceso para la fijación de las políticas y de la formulación de los planes debe ser dirigido por un organismo del gobierno y en el proceso deben intervenir todos los actores del sector, además deben considerarse todas las normativas que establezcan restricciones relacionadas a la prevención de la salud y protección del medio ambiente.

Las políticas públicas se evidencian, por un lado, por medio de las normativas establecidas, los planes y programas existentes, así como las instituciones que se encargan de aplicarlas. Algunos países de la región de ALC cuentan con leyes sectoriales específicas en materia APS, sea a nivel nacional o subnacional, mientras que otros integran lineamientos contenidos en leyes sectoriales de salud o de medio ambiente, o bien derivados de leyes de aguas.

En tal sentido, es muy importante conocer las políticas del sector, para así determinar las prioridades de los servicios, la cobertura y la participación pública y privada.

Al respecto, cabe destacar lo indicado por Rojas (2014) quien hace referencia a que los países con mayor cobertura de los servicios no cuentan con planes nacionales sectoriales específicos, lo cual puede deberse precisamente a las amplias coberturas alcanzadas (Barbados, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay y Trinidad y Tobago) o bien a su naturaleza federal (Argentina). No obstante, se encuentran diversos lineamientos sectoriales en planes más amplios, como los de desarrollo sostenible y de desarrollo nacional. Por su parte, ha sido común que los países con mayores rezagos desarrollen planes nacionales sectoriales; sin embargo, la evidencia señala que en su gran mayoría no han sido cumplidos, en buena medida porque se trazan metas muy ambiciosas, que buscan reducir rápidamente las brechas existentes, tornándose inviables.

6. ¿Cuál es la política de inversiones?

Las políticas públicas deben asegurar una prestación económicamente eficiente, socialmente equitativa y ambientalmente sustentable de los servicios de APS; de allí que las prioridades gubernamentales son muy importantes (Hantke-Omas, M y A. Jouravlev, 2011).

Sin inversión para cubrir la cobertura y subsidios para los pobres, los servicios no serán de fácil acceso, en el sentido de que deben alcanzar a todos, o de lo contrario sus efectos positivos no se materializarán. Las prioridades políticas se ven el presupuesto del Estado, en su ética de servicio público, en la construcción de instituciones sólidas y estables, en el énfasis en la eficiencia y transparencia, así como en el control de la corrupción y captura.

Solanes (2015) señala que la gobernanza debe apuntar tanto a la consecución de recursos financieros regulares, fiables y suficientes, como a asegurar que los recursos sean utilizados de manera consistente con la exigencia jurídica nacional y con los compromisos internacionales de asegurar de manera progresiva las metas planteadas en el sector. La gobernanza misma depende de la financiación, ésta de la economía, y ésta a su vez de la institucionalidad que

promueva la inserción productiva del agua recurso y la producción eficiente y equitativa de los servicios.

7. ¿Cuál es la política sobre las tarifas?

Otro aspecto que considerar es el relacionado a la política sobre las tarifas. Sobre el particular, Jouravlev (2017) menciona que en el sector APS, hasta muy recientemente, el principio de autofinanciamiento no se aplicaba en forma efectiva, el financiamiento provenía de los ingresos generales de los diferentes niveles del gobierno, especialmente nacional (central) o federal.

Asimismo indica que la situación ha cambiado en la última década, especialmente en los prestadores urbanos más grandes, observándose una clara tendencia a cubrir con los ingresos tarifarios, los costos operativos, las depreciaciones y los pagos de intereses por deudas; los reajustes tarifarios están contenidos por la escasa capacidad de pago de grupos importantes de la población (un 29% de la población de la región es pobre, incluido un 12% que vive en condiciones de pobreza extrema o indigencia).

Las ventajas del financiamiento operativo a través de tarifas se presentan a continuación:

- Reduce demandas sobre presupuestos gubernamentales, permitiendo dirigir recursos presupuestarios a sectores o actividades más difíciles de financiar con tarifas (salud, educación y seguridad, entre otros).
- Produce incentivos para la eficiencia (control de ingresos y costos), creando una relación directa entre ingresos percibidos y servicios prestados (clientes servidos y volúmenes suministrados).
- Entrega una señal a los consumidores sobre el costo de los servicios, incentivando su uso más racional.
- Hace que la prestación sea menos vulnerable a los cambios del con macroeconómico.
- Tiende a limitar las oportunidades para la intervención política en la gestión técnica de los prestadores.

Los tipos de tarifas se dividen en:

- La tarifa simple: cargo fijo (sin medición, no depende del volumen consumido) y cargo variable (con medición, según el volumen consumido).
- La tarifa en dos partes (cargo fijo + cargo variable)
- Otros tipos de tarifas: estacionales, por zona geográfica, cargos o tasas ambientales.

8. ¿Cuál es el marco legal que rige al sector?

Para determinar si las políticas enunciadas anteriormente y el funcionamiento de la organización está respaldado legalmente, es importante tener en consideración el “Marco Regulatorio de la prestación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento”, referido al conjunto de las normativas generales específicas de orden nacional o local, que en general

deben comprender:

- La identificación del organismo responsable de la fijación de políticas, así como de la planificación y coordinación del sector.
- La identificación de los titulares responsables que tienen la competencia de la prestación de los servicios.
- La identificación del organismo(s) responsables de la elaboración y promulgación de reglamentos y normas técnicas.
- La identificación de quiénes pueden ser los prestadores de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, de quién es el responsable de otorgarles la autorización del uso del agua y de quién debe dar la autorización para la prestación del servicio y la forma de contratos a firmar por los titulares responsables de la prestación de los servicios y los prestadores.
- La identificación del organismo(s) que debe ejercer las funciones regulatorias y el tipo de funciones a ejercer por cada uno de ellos.
- La identificación del organismo(s) que debe ejercer las funciones de control directo y vigilancia, y el tipo de acciones a ejercer por cada uno de ellos.
- Las sanciones que corresponda en caso de incumplimiento de las normativas regulatorias y el organismo encargado de aplicarlas.
- Las relaciones entre los organismos de planificación y coordinación, así como los de regulación y control, y de éstos con los prestadores de servicios, y su relación con los usuarios.

Entre otras normativas regulatorias que son responsabilidad de otros sectores, y que son esenciales para una correcta prestación de los servicios de APS, pueden mencionarse las siguientes:

- Reglamentos que regulan los permisos de extracción y la concesión o asignación del uso del agua.
- Reglamentos para la protección del recurso hídrico en la fuente de captación.
- Reglamentos para la protección ecológica de la flora y la fauna.

Estos tipos de normativas deben ser establecidas por el sector del gobierno que en cada país es responsable del manejo integral de los recursos hídricos, en conjunto con las normativas ambientales de protección del recurso hídrico y del ambiente; en el entendido, de que estas normativas deben ser consideradas siempre respetando el principio de su aplicación por cuenca.

En atención a lo anterior, es conveniente que en cada país se precise la existencia o no, de una Ley de Aguas y su Reglamento, así como una Ley de Gestión de Riesgos Socio-naturales y Tecnológicos.

Por otra parte, conviene conocer los avances institucionales en materia de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH): la existencia de marcos legales y planes nacionales con un enfoque a nivel de cuenca que faciliten una gestión integrada del agua.

1.1.2.2 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector agua potable

INSTRUMENTO DE CONSULTA PARA CONOCER LA OPINIÓN DE EXPERTOS SOBRE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

I. INFORMACIÓN GENERAL (corrija si lo considera necesario)

1. ¿Existe un Plan Nacional de Recursos Hídricos?

Sí (), año: _____; No ()

2. ¿Se han realizado estudios a nivel nacional en relación con el cambio climático (CC)?

- a. Comunicación Nacional. Sí (), ¿Cuántas? _____
- b. Plan Nacional. Sí (); No ()
- c. Otros, Indique:

3. Exprese su opinión sobre los compromisos nacionales en relación con el cambio climático en el sector Agua Potable (AP)

En una escala del 1 al 5, donde 1 es **Muy Deficiente** hasta 5 que es **Excelente**, elabore su respuesta si lo considera necesario:

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-

4. ¿Considera usted que el país ha cumplido las metas del milenio en el sector AP específicamente: agua segura y saneamiento mejorado?

Si () No ()

Agua segura: es el servicio de agua potable por tubería (conexiones por tubería en una vivienda, parcela o patio) y a otras fuentes mejoradas, protegidas de la contaminación exterior, como grifos o fuentes públicos, pozos entubados o perforados, pozos excavados cubiertos, fuentes protegidas y recolección de agua de lluvia.

5. ¿Existen leyes que soportan el marco legal del agua en su país? Si (); No ()

- a. Ley de Aguas. Si (); No () ¿Existe un Reglamento? Si (); No ()

b. Leyes específicas del sector AP. Indique.

6. ¿Cuál es el Organismo Público/Privado encargado del monitoreo de variables hidroclimáticas/calidad del agua?

Variables hidroclimáticas: Variables asociadas al ciclo hidrológico (temperatura, precipitación, evaporación, escorrentía, etc.) que influyen sobre las aguas continentales superficiales y subterráneas

7. ¿Existe una red de levantamiento de variable hidroclimáticas confiable? Explique

8. ¿Tiene la densidad requerida?

Sí () No () (Variables aconsejables a observar ante el CC).

9. Existen sistemas de monitoreo de variables relacionadas con el Cambio Climático (CC), con respecto a:

a. Precipitación, Evaporación, Temperatura. Sí (); No ()

b. Caudales Máximos, Medios, Mínimos. Sí (); No ()

c. Gastos extraídos del acuífero: _____ (unidad)

d. Niveles de los acuíferos:

Dinámicos: Sí (); No ();

Estáticos: Sí (); No ().

e. Calidad de Agua. Fuentes/Vertidos:

Sí (); No ()

Fuentes: OD Turbidez DBO CF (NMP/100ml) Fe CE Mn

Vertidos: DBO DQO CF (NMP/100ml)

Chequeo y especificación del Fe

OD: Oxígeno Disuelto

Turbidez: Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida.

DBO: Demanda biológica de oxígeno. Es un parámetro que mide la cantidad de Oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l).

CF: Coliformes Fecales.

Fe: Hierro

CE: Conductividad eléctrica

Mn: Manganeseo

DQO: Demanda química de oxígeno. Parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l).

10. ¿Cuáles son las fuentes abastecedoras de agua?

11. ¿Cuál es el estado de conservación de la(s) Cuenca(s)? _____

Por favor, use una escala del 1 al 5, donde 1 es Muy Deficiente y 5 Excelente.

12. ¿Existen estudios de gestión a nivel de las cuencas abastecedoras?

Sí () ; Año _____ ; No ()

13. ¿Están implementados dichos estudios?

Sí () ; No ()

14. ¿Existen estudios de fuentes que consideren el cambio climático?

Tipo de Fuentes	Sub-tipo	Cambio Climático
Superficiales	Con regulación	Sí () No ()
	Sin regulación	Sí () No ()
Subterráneas	En general	Sí () No ()
	Perímetro de protección de la captación	Sí () No ()
	Variación del nivel del mar	Sí () No ()
Mar	Como fuente alterna	Sí () No ()
	Intrusión salina	Sí () No ()

Referencias:

Intrusión salina: Aumento de la salinidad en las aguas subterráneas en contacto con el mar provocado por actos humanos, siendo por lo tanto un caso particular de la contaminación de los recursos hídricos subterráneos

15. Es la Empresa de Servicio de Agua:

Pública Privada Mixta por favor explique: _____

16. Es la Empresa de Servicio de Agua:

Reguladora
 Operadora
 Reguladora y Operadora

Empresa de Servicio de Agua Reguladora: entidad encargada de regular los servicios públicos de acueducto.

17. Explique para toda la cadena de valor o uno de sus componentes:

18. La regulación de la gestión de los servicios de AP está:

Centralizada: _____ Descentralizada: _____

19. Indicadores del Sector AP

Cobertura del servicio de Agua Potable: _____ %

Cobertura: Cantidad o porcentaje de población que cuenta con un servicio.

Dotación: _____ (unidad);

Dotación: Cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante-día.

Consumo Doméstico: _____ (unidad)

Agua No Facturada (ANF) de la Empresas de AP: _____ %

Referencia (s): _____

Recaudación: _____ %

¿Financiamiento del sector APS Suficiente-Oportuno? Si () No () _____

Por favor, use una escala del 1 al 5, donde 1 es Muy Deficiente y 5 Excelente

Producción estimada de agua: _____ (unidad)

Porcentaje de producción de agua desde:

Fuentes Superficiales: _____ %

Fuentes Subterráneas: _____ % Otras fuentes: _____ %

Capacidad de producción de agua en las Plantas Potabilizadoras: _____ (unidad)

Porcentaje de producción de agua recibiendo Potabilización completa: _____ %

Porcentaje de producción de agua recibiendo Desinfección solamente: _____ %

La provisión del servicio APS es continua:

Para todos los sectores _____; en algunos sectores: _____ %; no es continua: _____

Por favor, use una escala del 1 al 5, donde 1 es Muy Deficiente y 5 Excelente

20. En relación al sistema de AP de la ciudad indique sus componentes y sus capacidades respectivas

21. En relación al sistema de Saneamiento de la ciudad indique sus componentes y sus capacidades respectiva

22. Calidad de las obras ingenieriles

Captación	Buena (), Regular (), Mala ()
Desarenadores	Buena (), Regular (), Mala ()
Aducción	Buena (), Regular (), Mala ()
Planta de potabilización	Buena (), Regular (), Mala ()
Almacenamiento	Buena (), Regular (), Mala ()
Distribución-Redes	Buena (), Regular (), Mala ()
Sistemas de recolección de aguas servidas	Buena (), Regular (), Mala ()
Planta de tratamiento de aguas servidas	Buena (), Regular (), Mala ()

23. Vida útil de los componentes del sector APS

Captación	_____ años.
Desarenadores	_____ años.
Sistema de Bombeo	_____ años.
Aducción	_____ años.
Planta de potabilización	_____ años.
Almacenamiento	_____ años.
Distribución-Redes	_____ años.
Sistemas de recolección de aguas servidas	_____ años.
Planta de tratamiento de aguas servidas	_____ años.

24. ¿Algunos de estos componentes se encuentran ubicados en zonas susceptibles a eventos extremos?

Sí (); No (), En caso de ser afirmativa la respuesta, indique ¿cuáles y cómo?

25. ¿Existen estructura y/o dispositivo para la gestión de picos de turbidez en la fuente? Explique.

26. ¿Son muy sensibles las plantas potabilizadoras del núcleo urbano a potenciales incrementos de turbidez?

Sí () No (). Explique:

27. ¿Existen políticas e implementación de Centro de Control Operacional (CCO) para la Gestión y Optimización del Proceso?

Si () No () Explique:

28. Si en la ciudad los usuarios tienen almacenamiento intradomiciliario (estanques o cisternas), ¿cómo es la sumatoria del volumen de estos con respecto al volumen de almacenamiento que maneja la Empresa?

Explique _____

29. En el caso de la Empresa de Agua de la ciudad, por favor indique de cuales componentes se encarga:

Producción ____
Distribución ____
Control de pérdidas físicas ____
Cobro ____
Gestión ____
Desarrollo de nuevas fuentes ____
Otro ____

30. La Empresa es responsable por

La Ciudad solamente ____ La Ciudad y otras poblaciones ____
Estado /Región ____ Autoridad Nacional ____

31. La Empresa de Servicio de Agua posee una política específica para proveer suministro de agua a la población urbana/periurbana de escasos recursos?

Sí (); No (), En caso de 'Sí', describa brevemente en qué consiste:

Periurbano: cercano a la ciudad, alrededor de la misma.

32. Horas de prestación de servicio por día a nivel:

Urbano ____ horas/día Periurbano ____ horas/día
Total ____ horas/día

33. ¿Existen planos de la red de abastecimiento?

Si (); No ()

34. ¿Existe un sistema catastral de las redes?

Si (); No ()

35. Materiales de la red

Asbesto Cemento a Presión (ACP)	_____%
Hierro Fundido Dúctil (HFD)	_____%
Acero	_____%
Polietileno de Alta Densidad (PEA)	_____%
Policloruro de Vinilo (PVC)	_____%
Hierro Galvanizado	_____%
Otros	_____%

36. ¿Existe sistema catastral de clientes?

Si (); No (). En caso de ser afirmativa, ¿de qué tipo? Lineal () Espacial ()

37. ¿Existe sectorización de la red (distritos de medición)?

Si (); No ()

II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AP

1. **Presión promedio en los distritos de medición:** _____(Unidad)

2. **Pérdidas físicas:** _____m³/km/día, o _____ l/cliente/día, si la densidad es menor a 20 clientes por km.

3. **¿Existen programas de control activo de fugas?**

Si (); No ()

4. **Tiempo de reemplazo promedio de tubería.** _____ Semana

5. **Se realizan operaciones de limpieza en:**

Tuberías (periodo): _____

Estanques de almacenamiento (periodo) _____

III. SISTEMA COMERCIAL AP

1. **¿Existe catastro de clientes?**

Si (); No (). En caso de ser afirmativa, ¿Tipo de catastro? Lineal () Espacial ()

2. **Composición de los clientes o abonados**

Usuario doméstico	(<input type="checkbox"/>)
Comercial	(<input type="checkbox"/>)
Industrial	(<input type="checkbox"/>)
Oficial	(<input type="checkbox"/>)
Otros	(<input type="checkbox"/>)

3. **Porcentaje de micro medición en los clientes o abonados**

Usuario doméstico _____%
Comercial _____%
Industrial _____%
Oficial _____%
Otros _____%

4. Costo promedio del agua: _____ USD/m³

5. Tarifa promedio del agua: _____ USD/m³

6. Composición tarifaria

Por Consumo Promedio _____%
Por Medición _____%
Social _____%
Otra _____%

IV. CAPITAL HUMANO

1. Número de empleados por cada mil abonados: _____ empleados

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

2. Semanas que se dedican para la formación del personal: _____ empleado/año

3. ¿Cuál es su apreciación respecto al porcentaje aproximado de personal administrativo en relación con el número total de empleados de la Empresa?

Alta (100 - 70%) _____, Media (69 - 40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

V. DATOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS

1. ¿Cuál es su apreciación respecto al porcentaje aproximado del presupuesto nacional o cualquier otra división política del país, que se destina al sector de APS?

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

2. ¿Cuál es su apreciación respecto al porcentaje aproximado del cubrimiento de la tarifa recolectada del servicio, que se utiliza para la inversión en el sector de APS?

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

3. ¿Cuál es su apreciación respecto al porcentaje aproximado del cubrimiento de la tarifa recolectada del servicio, que se utiliza para los costos totales de Administración, Operación y Mantenimiento en el sector de APS?

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

4. ¿Cuál es su apreciación respecto al porcentaje aproximado del cubrimiento de la tarifa recolectada del servicio? En relación con:

Operación: _____%; Mantenimiento: _____%; Gastos Administrativos: _____% y

Gestión de Capital: _____%.

5. ¿Cuál es su apreciación en cuanto al porcentaje de recaudación requerida en relación a la recaudación real?

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

6. ¿Cuál es el porcentaje de los costos de la Empresa que se destinan para el pago de terceros que realizan labores de operación, mantenimiento y/o administración por el servicio de AP?

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

7. La relación Cliente/Empresa se establece mediante

Contrato directo: _____; Ordenanza o Ley Municipal: _____; Ley Nacional: _____; Otra: _____.

8. ¿Cuál es el porcentaje de los costos de la Empresa que se destinan para el pago de terceros que realizan labores de operación, mantenimiento y/o administración por el servicio de APS?

Alta (100-70%) _____, Media (69-40%) _____, Baja (menor o igual 39%) _____.

9. La relación Cliente/Empresa se establece mediante

Contrato directo: _____; ordenanza o ley municipal: _____; ley nacional: _____; otra: _____.

10. ¿Dentro de la tarifa están incluidos los costos del saneamiento de las aguas servidas?

Si (____), indique el porcentaje: _____%; No (____).

VI. PERSPECTIVA CON RESPECTO A PRIORIDADES:

1. En su opinión, ¿cuáles serían las necesidades prioritarias de la Empresa de Servicio de Agua para mejorar la eficiencia del Servicio?

- 1)
- 2)
- 3)

2. ¿Existe cooperación con otras Empresas de Servicios de Agua?

Sí() No(), En caso de ser afirmativo, ¿cómo funcionan? Explique

3. En su opinión, ¿cuáles son las áreas en las que la capacidad de construcción necesita reforzarse considerando la ocurrencia del cambio climático?

- 1)
- 2)
- 3)

VII. CAMBIO CLIMÁTICO

1. ¿Sabe usted si la Empresa se está preparando para un posible cambio climático?
2. ¿Sabe usted si han realizado estudios?

3. ¿Están preparando personal?
4. ¿Están buscando nuevas fuentes de agua?
5. En caso de eventos extremos, ¿han empezado a tomar previsiones?

VIII. OTRAS PREGUNTAS

1. ¿Existen iniciativas para la mitigación y/o adaptación al cambio climático?
2. ¿Son confiables las redes de monitoreo de APS?
3. ¿Cuáles son los elementos del sistema más vulnerables ante fenómenos asociados a cambio climático y por qué?
4. ¿Cuáles son las principales amenazas que pueden surgir por el cambio climático?
5. ¿Hay comunidades particularmente vulnerables al cambio climático en relación al servicio de APS?
6. ¿Podrían presentarse conflictos de agua?
7. ¿Están organizadas las comunidades que tienen presencia en la gestión del sistema APS?
8. ¿Han manifestado su preocupación ante los posibles problemas que se pueden presentar con respecto al cambio climático?
9. ¿Han discutido como protegerse del impacto del cambio climático (medidas de mitigación y adaptación)?
10. ¿La empresa APS se reúne con la comunidad y la integra a la gestión?
11. ¿Existen otras organizaciones como universidades, ONGs, entre otras, con las cuales se pueda trabajar el tema del cambio climático?
12. En su conocimiento, ¿se están realizando investigaciones relacionadas al área de AP?
13. ¿Qué opina de la oficina, departamento o ministerio que se encarga del cambio climático en el país?
14. ¿Cuáles serían los sectores prioritarios de inversión que usted visualiza?

Este cuestionario fue completado por:

Nombre: _____

Profesión: _____

Email: _____

1.1.2.3 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

a) **Etapas de Operación:** Dentro de los aspectos operativos a considerar están:

- Cobertura de los servicios de saneamiento mejorado: urbano y rural, en porcentaje.
- Población servida en número de habitantes.
- Análisis de la capacidad y las condiciones físicas (tipo de material, diámetro, edad, longitud, etc., de los componentes del sistema tales como: Redes de Recolección, Colectoras, Sub Colectoras, Interceptoras, Transmisión y Sistemas de Tratamiento.
- Cumplimiento de lo establecido en los planes existentes de Operación y Mantenimiento (OyM) de Gestión Ambiental y de Emergencia.
- Inspección de los componentes de los sistemas para conocer su estado físico conforme a los Manuales de Mantenimiento de los Sistemas establecidos, en particular si no existen planes.

- Actualización de la información relacionada con los datos operativos de los sistemas, de acuerdo con la normativa general elaborada.
- Esquemas, planos y catastro actualizados para el entendimiento del funcionamiento del sistema.
- Stock de herramientas, accesorios, materiales, equipos y repuestos disponibles en almacén, para situaciones de emergencias.
- En áreas con terreno natural expuesto, donde existan tuberías enterradas, se debe verificar si están protegidas con grama/césped u otro material vegetal.
- Conocer si hay el uso de tuberías y accesorios de material resistente, en los tramos que pasan actualmente por áreas de influencia de fallas sísmicas locales y terrenos blandos.
- Inspeccionar si existen plantas de emergencia generadoras de energía eléctrica en estaciones de bombeo.
- Para el caso de Alcantarillado Sanitario, es necesario conocer la cobertura, capacidad de evacuación y calidad de efluentes.
- Verificar si existen en áreas con terreno natural expuesto, zanjas de desviación en sitios topográficos críticos.
- Inspeccionar si en los sistemas de alcantarillado sanitario, hay un stock mínimo de equipos y herramientas que permitan resolver problemas, el cual debe ser definido en dependencia de la longitud de las alcantarillas de cada sistema y del número de pozos de visita o dispositivos de limpieza existentes.
- Definición del número de cuadrillas y operarios necesarios para atender labores de OyM.
- Verificar si en los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Modulares hay una reducción al mínimo, así como el tiempo de reparación y/o mantenimiento a fin de retornar a la operación normal y para afectar lo menos posible al cuerpo receptor.
- Conocer si hay medios de comunicación y sistemas de información efectivos, a fin de alertar sobre la ocurrencia de un determinado fenómeno, y dar a conocer a la población de la afectación en algún componente del sistema y las posibles restricciones en el uso del servicio.

b) Otra información importante

Organigrama del Sector de Agua Potable y Saneamiento: Empresa Prestadora del Servicio, Municipios, Ente Regulador y Autoridad Nacional.

Identificación de los sistemas urbanos y rurales afectados:

Características de los sistemas:

- Número de conexiones domiciliarias antes del Cambio Climático (población servida).
- Nivel de recaudación, tarifas vigentes.

- Tipo de tratamiento de aguas residuales (primario, secundario, terciario) antes del CC.
- Capacidad restante de los sistemas después del CC.
- Determinación del tiempo de rehabilitación de los sistemas averiados.
- Desglose de los daños en los componentes y equipos del sistema.
- Técnicas y materiales utilizados para la construcción de los componentes de los sistemas, así como su accesibilidad.
- Organigrama de la(s) Empresa(s) Prestadora(s) de Servicio(s) para atención comunitaria hasta el restablecimiento del servicio.
- Descripción de las medidas de rehabilitación de los sistemas.
- Presupuesto de los insumos (materiales de construcción, equipos, químicos, reactivos) necesarios para la rehabilitación y reconstrucción de los sistemas.

Posibles daños que tienen los sistemas

Daños directos:

- Daños en infraestructura y equipos de sistemas urbanos, preferiblemente separados o clasificados por componente.
- Daños en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
- Daños en Sistemas de Tratamiento emplazados en poblaciones menores (letrinas, pozos sépticos, etc.)

Daños indirectos:

- Actividades asociadas a rehabilitación de los sistemas (inspección de la red, compra de equipos y maquinarias, reparaciones, entre otras).
- Disminución de la capacidad del tratamiento suministrado y elevación de los costos de estos.
- Pérdidas por ingresos no facturados.
- Seguros comprometidos.
- Afectaciones por obstrucciones de basura y desechos sólidos.

1.1.2.4 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector drenaje urbano

INSTRUMENTO DE CONSULTA PARA CONOCER SOBRE EL SECTOR DE DRENAJE URBANO

- 1. Calidad del diseño ingenieril**
- 2. ¿Existe Plan Maestro del Alcantarillado?**

Sí(), No()

3. Estructura de Captación: coladeras pluviales (bocas de tormenta) _____, Vados _____, Cunetas _____, Contra cuneta _____

4. Tipo de estructura de conducción: superficial ____, Tubería ____, Canal ___ o mixto ____

5. Estructuras de conexión y mantenimiento: (pozos y cajas de visita).

6. Estructuras de Descarga: con conducto cerrado _____. Con canal abierto _____.

7. El sistema de evacuación es por: Gravedad _____, Bombeo _____.

8. ¿Se tienen estructuras complementarias?

Sí(), No(). En caso de ser afirmativa la respuesta especifique cuál: _____

9. ¿Cuál es la disposición final del agua captada? _____

10. Identificación y descripción funcional del sistema (caudales, niveles, presiones y calidad del servicio).

11. Calidad de la construcción (tecnología, equipos y materiales utilizados)

12. Tipo de tubería: Material utilizado: Concreto simple o reforzado _____, Arcilla vitrificada _____, Hierro fundido _____, Asbesto _____ Cemento _____ Plástico (PVC) _____. Diámetro de la tubería _____.

13. ¿La tubería cumple con las especificaciones de resistencia específicas que se establecen en las normas técnicas?

Sí(), No()

14. Tipo de canal: tipo de secciones transversales _____, material utilizado: Concreto _____, Pavimento Asfáltico _____, Concreto con Pavimento Asfáltico _____, Pavimento de Concreto _____, Ladrillo _____.

15. ¿Se dispone de un programa y manual de operación y funcionamiento del sistema?

Sí(), No(). ¿Es respetado dicho programa? Sí(), No().

16. ¿Quién es responsable de la operación de todos los componentes del sistema de drenaje?

17. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo?

Sí(), No()

18. ¿Contempla procedimientos de mantenimiento periódico preventivo rutinario?

Sí(), No().

19. ¿Contempla procedimientos de mantenimiento no rutinario y situaciones de emergencia?

Sí (), No ().

20. ¿Contempla programas de inspecciones de la red?

Sí (), No ().

21. ¿Contempla programas de limpieza de la red?

Sí (), No ().

22. ¿Se cuenta con los equipos y herramientas mínimos para el mantenimiento preventivo y correctivo?

Sí (), No ().

23. La institución prestadora del servicio es: pública () privada ()

24. Dicha institución prestadora del servicio es:

Reguladora ____, Operadora ____, Reguladora y Operadora ____.

25. ¿Cuál es el ente responsable de vigilancia y fiscalización? _____

26. La regulación de la gestión de los servicios esta:

Centralizada (), Descentralizada ().

27. Niveles de cobertura del servicio de drenaje urbano: ___%

28. El sistema de alcantarillado es: Alcantarillado Pluvial Particular ____, Alcantarillado Pluvial General Particular ____. Alcantarillado Pluvial Municipal ____.

29. Con relación a las características de los sistemas:

Se disponen de los planos del sistema; Sí (), No ()
Población servida; ___%

30. ¿Cuál es el porcentaje aproximado del presupuesto comprometido destinado al sector?

Alta (100-70%) ____, Media (69-40%) ____, Baja (menor o igual 39%) ____.

**31. ¿Existe un sistema separado de agua de lluvia y aguas servidas? Sí (); No ()
Explique.**

32. ¿Existen zonas de la ciudad con riesgos de inundación por problema de drenaje urbano?

Si (); No ().

33. ¿Se presentan problemas con el sistema de recolección de aguas de lluvia durante eventos extremos? Explique

34. ¿Existen estudios que consideren el cambio climático y la capacidad de operación de los

sistemas de recolección de aguas de lluvia?

Si (); No ()

35. ¿Se tratan las aguas de lluvia?

Sí (); No ()

36. ¿Se reúsan las aguas de lluvia?

Sí (); No ()

Este cuestionario fue completado por:

Nombre: _____

Profesión: _____

Email: _____

1.1.2.5 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector gestión de residuos sólidos

El cambio climático es una amenaza para América Latina y el Caribe, y si bien la región ha tenido poco que ver en su gestación, ya es parte importante de la solución. El cambio climático puede producir daños, pérdidas y gastos adicionales al impactar negativamente las infraestructuras, los equipos, los materiales, las vías de acceso asociadas al manejo de residuos sólidos y la prestación de los servicios de recolección, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos; esto debido tanto al comportamiento atmosférico previstos en los escenarios de cambio climático como a la vulnerabilidad de las ciudades donde se prestan los servicios.

En efecto, el incremento del nivel del mar, la mayor frecuencia de lluvias torrenciales y extremas, con sus consecuentes inundaciones, pueden afectar no sólo los sitios de disposición final de los residuos sólidos, sino también las obras conexas como plantas de reciclaje, rutas de recolección y transporte, y en general, la infraestructura vial, residencial o industrial de las ciudades, donde se producen, recolectan, transportan y almacenan temporal o permanentemente los residuos sólidos. El régimen de lluvias y las inundaciones, al impactar la vialidad, altera la recolección, transporte y almacenamiento de residuos sólidos, por lo que éstos, al acumularse en las ciudades, se convierten en hábitats de vectores de enfermedades, los cuales ponen en riesgo la salud de la población y desmejoran las condiciones ambientales en general.

También los cambios en los regímenes de temperatura y precipitación pueden alterar los procesos de degradación de los residuos sólidos y la generación de lixiviados que contaminan los suelos, los acuíferos y los cuerpos de agua superficiales. Gran parte de las principales ciudades de ALC se emplazan en zonas costeras, por lo que allí el aumento del nivel del mar es una gran amenaza, siendo El Caribe una subregión especialmente vulnerable en este sentido. Además, las ciudades de planicies y zonas montañosas, ubicadas en las márgenes de ríos o lagos pueden verse afectadas por lluvias extremas con consecuencias como inundaciones y movimientos de masa, entre otros procesos hidrogeomorfológicos.

Para determinar las características de la afectación a sus diferentes componentes y equipos es necesario conocer la información referente a los proyectos de ingeniería, las técnicas y materiales empleados en la construcción y las posibilidades de acceso físico a dichos componentes. Igualmente es necesario conocer cómo se desenvuelven las instituciones para atender a la población mientras se restablecen completamente los servicios. Al igual que disponer de información sobre la determinación de las medidas de adaptación y rehabilitación de los sistemas, los costos de materiales, construcción, equipos y otros insumos necesarios, así como los beneficios y co-beneficios asociados a esas medidas.

El objetivo de esta sección de diagnóstico es crear las bases para el levantamiento de la información sobre los posibles daños, pérdidas y gastos adicionales a nivel de ciudad. Esperando que la información sea útil para quienes tendrán la responsabilidad de financiar y/o ejecutar las medidas de adaptación correspondientes en tiempo y espacio. A continuación, se resumen los aspectos del diagnóstico más resaltantes:

►Ubicación

Es importante que se cuente con toda la cartografía relacionada con las rutas de recolección (a escalas apropiadas) y la ubicación en coordenadas geográficas o UTM de la infraestructura; así como la cartografía relacionada con los escenarios de cambio climático.

►Calidad del diseño ingenieril

En cuanto al diseño ingenieril, primero debe verificarse si se cuenta con la documentación del diseño técnico (memorias descriptivas y planos) de todas las obras de infraestructura que hayan sufrido daños o que estén en riesgo de daños y pérdidas; luego evaluar la calidad del diseño ingenieril a través de la revisión de la documentación y de la certificación de la empresa responsable del diseño por parte de algún organismo nacional de certificación.

►Calidad de la construcción (tecnología, equipos y materiales utilizados)

En cuanto a la calidad de las construcciones, en primera instancia hay que revisar toda la documentación de seguimiento y control de la construcción; en especial si se cumplieron con las especificaciones establecidas en la memoria descriptiva respectiva y los planos. Se debe revisar la justificación de cualquier desviación observada. Seguidamente hay que realizar las respectivas visitas de campo para evaluar daños y pérdidas; y emitir las recomendaciones necesarias (reconstrucción, demolición, etc).

►Calidad de la operación y mantenimiento de las obras

En la memoria descriptiva del diseño ingenieril debe estar una sección dedicada al Plan de Operación y Mantenimiento (OyM) de las obras. Por ejemplo, si es un relleno sanitario la memoria descriptiva debe contener el Plan de OyM del Relleno Sanitario, el cual debe incluir todas las actividades a realizarse desde el momento que ingresa el vehículo de recolección; pasa por la balanza; sigue hacia el frente de trabajo; se descargan, esparcen, compactan y cubren los residuos sólidos; el mantenimiento de las áreas verdes y las obras de drenaje; las

mediciones de parámetros de calidad de agua superficial y subterránea; el desarrollo de las obras de paisajismo; el manejo de los gases y lixiviados; el control de operaciones en caso de lluvia; el control de los asentamientos de terreno y los procesos erosivos; las actividades de clausura; las actividades de postclausura; entre otras.

Todas las actividades de OyM deben estar debidamente registradas. Algunos de los daños a la infraestructura pudieran estar relacionados con el incumplimiento de las especificaciones de los Planes de OyM; de ahí que la revisión de los registros será una actividad que deba realizarse a los efectos de la toma de decisiones sobre las medidas a implementarse.

► Sistema de manejo de residuos sólidos sin cambio climático

En cuanto al sistema de manejo de los residuos sólidos en una situación sin cambio climático se debe identificar:

- El conjunto de empresas públicas y privadas que ofrecen los servicios de recolección, transferencia, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos y su administración.
- La cobertura territorial de las empresas públicas y privadas de recolección, transferencia, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos. Esto implica disponer de los respectivos mapas de ubicación de las infraestructuras y de la flota de vehículos, maquinaria y equipos para la prestación de los servicios, especialmente del trazado de las rutas de recolección y transporte. La autoridad competente debe contar con un departamento encargado de verificar el cumplimiento de las frecuencias y rutas de recolección, lo cual debe estar debidamente registrado.
- La población servida por fuentes (domiciliarias, institucionales, industriales asociadas a municipales, parques y áreas verdes, hospitales, comerciales, etc). Esto implica disponer de información sobre proyecciones de población, tasas de generación (kg/hab-día), producción de residuos sólidos (kg/día, kg/año), porcentaje de cobertura de los servicios de recolección (%), indicando los valores en los casos que exista recolección selectiva de materiales para el reciclaje (%); del catastro de usuarios (Nº de usuarios de acuerdo a la estratificación establecida) y de los respectivos mapas de las rutas de recolección y transporte; desagregando la población servida por sistemas masivos (integrada al sistema de rutas de recolección) y particulares (en caso de existir servicios especiales fuera de las rutas de recolección).
- Las tasas, tarifas y subsidios existentes por concepto de prestación de los servicios de recolección, transferencia, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos y su administración (USD/mes); así como sus posibles modificaciones, porcentaje de facturación (%), porcentaje de recaudación sobre lo facturado (%), y sistema de cobranza (a través de los servicios de electricidad o agua; cobranza directa al usuario; pago del usuario en una taquilla, etc.). También debe contarse con información sobre el porcentaje del presupuesto de la ciudad que se asigna a los servicios y el aporte porcentual por cobranza.

- Los niveles de reciclaje (%), transferencia (Ton/mes) y disposición final de residuos sólidos (Ton/día, Ton/mes y Ton/año). Se debe disponer de información sobre porcentaje (%) y cantidad por tipo de materiales recuperados (Ton Papel/mes; Ton vidrio/mes; Ton residuos vegetales/mes, etc.), producción de compost (ton/mes) y uso del compost (paisajismo, como material de cobertura, sustrato para viveros, etc.). Se debe indicar si el sitio de disposición final es un vertedero a cielo abierto, controlado o relleno sanitario.

1.1.2.6 Recopilación de información de la capacidad de adaptación del sector de inundaciones y aludes torrenciales

En este apartado se describe la información preliminar que permita conocer la capacidad de adaptación que presenta la zona urbana estudiada con respecto a inundaciones y aludes torrenciales. Se asumirá que las 22 acciones presentadas en el componente de Inundaciones, específicamente el de Implicaciones de los acuerdos de París (NDCs) en la gestión de riesgo¹ de esta serie, sería la línea de comparación para indicar el nivel de capacidad de adaptación de una zona urbana. Es decir, que en la medida que cumpla con esas acciones mayor capacidad de adaptación tendrá la zona.

Un punto de inflexión son las acciones correctivas, en ese punto el evaluador indicará su apreciación de la capacidad de adaptación, si existen esas acciones para proteger la ciudad.

En este orden de ideas, se divide la recopilación a la existencia de información sobre las acciones siguientes:

► Diagnóstico

El diagnóstico son acciones previas para la identificación y caracterización del riesgo. En este punto se debe determinar si existe información y la calidad de esta sobre bases de datos de eventos históricos, mapas de vulnerabilidad, caracterización espacial de amenazas, estudios hidrológicos de cuencas e información en tiempo real de precipitaciones y caudales.

A continuación, se explica la importancia de conocer estos datos:

- La presencia de redes meteorológicas permitirá monitorear en tiempo real las variables hidrometeorológicas de cuencas hidrográficas, principalmente precipitación y caudales.
- Con los estudios hidrológicos de cuencas se podrá hacer la determinación de los caudales líquidos en los cauces durante distintos eventos extremos.
- La determinación de la producción de sedimentos permitirá obtener los volúmenes y características granulométricas de los sedimentos arrastrados por flujos normales y crecientes ordinarias (anuales) o extraordinarias (decales, centenarias, etc.).
- La caracterización espacial de amenazas muestra la representación cartográfica de la extensión y el grado o nivel de peligro por ocurrencia de inundaciones o aludes

¹ Nota técnica llamada Riesgo climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector agua y saneamiento en ALC: Inundaciones: Implicaciones de los acuerdos de París (NDCs) en la gestión de riesgo.

torrenciales en una zona determinada.

- ─La caracterización espacial de la vulnerabilidad contiene la representación cartográfica de los distintos niveles de vulnerabilidad de una zona determinada ante la ocurrencia de inundaciones o aludes torrenciales.
- ─La base de datos de eventos históricos va a permitir la gestión, manejo y sistematización de datos de eventos históricos que han ocasionado emergencias y desastres (magnitud, intensidad, duración, consecuencias, etc.)

►Gestión prospectiva

Corresponde al diseño/implementación de medidas para evitar que los procesos de desarrollo y ocupación territorial que se planifican estén expuestos a futuro al riesgo de inundaciones/aludes torrenciales.

Se debe determinar si hay disponible un plan de gestión de cuencas para los recursos hídricos relacionados con el área urbana, que promueva la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. Asimismo, determinar la existencia de un plan de ordenación del territorio a nivel provincial, estatal o departamental y plan de ordenación urbana. Por otro lado, es conveniente conocer si en el área urbana existen regulaciones y normativas relacionadas con los riesgos a desastres, así como educación y concientización relativas a los riesgos por inundaciones y aludes torrenciales.

La ordenación territorial es la estrategia de desarrollo socioeconómico que articula funcional, espacial y adecuadamente las políticas sectoriales, buscando promover patrones sustentables de ocupación y aprovechamiento del territorio.

La ordenación urbana fomenta la planificación y gestión urbano-municipal del territorio, a través de la cohesión territorial, acceso y el desarrollo socioeconómico más equilibrado, mejora de la competitividad, acceso equilibrado a los recursos, valoración y protección de los recursos y del patrimonio natural y cultural.

Las regulaciones y normativas incluyen el desarrollo, actualización y consolidación de marcos legales y normativos, así como de estructuras institucionales, que fomenten, faciliten y promuevan políticas de gestión de riesgos de desastres.

La educación y concientización permite la formación de individuos conscientes de su propio entorno, capaces de transformar su medio, para tomar de él lo que requiere para vivir, pero igualmente sensibles a los cambios que su acción puede provocar no solo en el entorno social, sino en el entorno físico que les rodea.

►Gestión correctiva

Son acciones para reducir escenarios reconocidos e inaceptables de riesgos hidrogeológicos y que se centran básicamente en medidas estructurales para la mitigación de aludes e

inundaciones.

Como primer paso se debe conocer si existen obras de protección al área urbana, como son:

- Las obras y medidas de control de erosión son acciones tomadas en la cuenca para controlar la producción de sedimentos mediante el control de los procesos erosivos en: suelos, cárcavas, laderas, vertientes y cauces.
- Las obras y medidas de control de inundaciones corresponden a las acciones para control de inundaciones fluviales o pluviales producto de desbordes de los ríos o por incapacidad del sistema de drenaje para absorber las aguas de lluvia.
- Las obras y medidas de control de sedimentos se refieren a obras y medidas para retención y control de sedimentos producto de los deslaves o aludes torrenciales en las cuencas.
- Las obras y medidas de reforzamiento son las acciones de reforzamiento de la infraestructura expuesta a fin de promover la capacidad de que la misma mantenga su integridad y/o su funcionalidad a la hora de ser afectada por un alud torrencial o una inundación.

Es conveniente conocer su existencia y si cuentan con niveles de calidad apropiados respecto a su diseño ingenieril, de construcción, operación y mantenimiento de las obras, así como de las organizaciones responsables de estas.

Por otro lado, se debe conocer a qué sectores del área urbana tales obras brindan el servicio de protección.

La Tabla 2 presenta los sectores comunes a los cuales las obras de gestión correctiva prestan servicio de protección.

Tabla 2. Sectores a los cuales las obras de gestión correctiva brindan servicio de protección.

Sectores			
Social	Infraestructura	Económico	Ambiental
Subsectores			
Educación Salud Epidemias Vivienda Cultura y bienes culturales	Transporte Agua y saneamiento Eléctrico	Comercio Industria Turismo	Agua, suelo, aire Flora, fauna, biodiversidad, paisaje

Para cada uno de estos sectores se debe determinar, desde el punto de vista de infraestructura, la calidad del diseño ingenieril, de la construcción y de la operación y mantenimiento de las obras, así como de las organizaciones responsables.

Desde el punto de vista de los servicios de tales sectores es necesario conocer los niveles de cobertura, la desagregación de la población servida por sistemas masivos y particulares, planes tarifarios existentes para el sector, los subsidios presentes y niveles de recaudación.

► **Gestión reactiva**

Incluye el diseño e implementación de estrategias que promuevan las capacidades de preparación y respuesta social e institucional, ante la ocurrencia de desastres asociados a aludes torrenciales e inundaciones, entre ellos los Sistemas de Alerta Temprana (SAT).

Las acciones incluyen el monitoreo satelital local, mapeo local de amenazas, el fortalecimiento institucional y la capacitación comunitaria. El desarrollo de acciones e inversiones se realizan en cuatro componentes/subsistemas SAT: Instrumentación y monitoreo, caracterización de riesgos, coordinación y organización de actores y educación comunitaria.

Se debe determinar la existencia y funcionalidad de un monitoreo satelital local, mapeo local de amenazas y fortalecimiento institucional relativos a los riesgos de inundaciones y aludes torrenciales.

► **Acciones transversales**

Son las acciones que tienen la función de suministrar los recursos y mecanismos necesarios, para el correcto desenvolvimiento y eficacia de las demás etapas, incidiendo en ellas de manera directa o indirecta.

Se considera una acción de este tipo el determinar la existencia y funcionalidad de un esquema de fortalecimiento y concientización organizacional en lo referente a riesgos, investigación y desarrollo tecnológico en el mismo campo y mecanismos de evaluación, control y fiscalización en inundaciones y aludes torrenciales. A continuación, se detalla cada una:

- El fortalecimiento y concientización organizacional permite el desarrollo y refuerzo de las capacidades administrativas y de gestión de una organización, para la aplicación eficiente de políticas.
- La investigación aplicada y el desarrollo tecnológico son acciones orientadas a diagnosticar de la manera más rigurosa e integral posible, la problemática del riesgo de desastres de cada país, e identificar posibles herramientas científicas y tecnológicas que pudieran permitir mejorarla.
- Los mecanismos de evaluación, control y fiscalización son lo que van a permitir la aplicación de herramientas y estrategias cuantificables y organizadas, que facilitan la planificación, gerencia y ejecución de cualquier proyecto.

Todas esas acciones deben ser investigadas para tener una idea de la capacidad de adaptación que puede tener una zona urbana. A partir de ahí se conocerá la situación actual que presenta la ciudad a enfrentar un cambio climático que incremente la frecuencia e intensidad de las inundaciones y aludes torrenciales.

1.1.3 Identificación de los impactos del cambio climático sobre las infraestructuras y servicios de cada sector

Luego de culminar el paso 2 de la metodología, se puede tener una idea de cómo está la

capacidad de adaptación de cada sector. Con base en la misma, ahora se debe tratar de predecir cómo afectará el cambio climático (CC) a cada sector mediante una identificación de impactos.

Los impactos se pueden clasificar como primarios, secundarios, terciarios y demás divisiones. Para el presente caso los impactos primarios ocasionados por el CC serán sobre las infraestructuras que al ser impactadas originarán efectos sobre los servicios y que a su vez afectarán también al ambiente físico natural y social.

Los estresores de CC que son las acciones que van a ocasionar los impactos, así como posibles consecuencias identificadas como más probables se detallan a continuación:

- Altas precipitaciones que llevan como consecuencia inundaciones y aludes torrenciales.
- Bajas precipitaciones que llevan como consecuencia las sequías prolongadas.
- Incremento del nivel del mar que lleva como consecuencia inundaciones, salinización de acuíferos costeros, entre otros.
- Incrementos de temperaturas que lleva como consecuencia derretimiento de los glaciares que sirven de alimento a los recursos hídricos de algunas ciudades.

Las infraestructuras son todos los bienes físicos que contiene cada sector, mientras que los servicios son todos aquellos objetivos para los cuales se construyeron las infraestructuras.

Para el caso del sector de inundaciones y aludes torrenciales, las infraestructuras corresponderán a los distintos bienes físicos que tiene el área urbana que los protege de las inundaciones y aludes torrenciales.

Para este mismo sector, los servicios representarán las protecciones que tales infraestructuras prestan a las áreas sociales, económicas, sociales y ambientales que tiene la ciudad.

Tomando en cuenta que los sectores agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, drenaje urbano y gestión de residuos sólidos tienen sus propias infraestructuras y servicios, cada uno de ellos tendrán su identificación de impactos particulares, así como el sector de inundaciones y aludes torrenciales.

La herramienta que utilizar para la identificación de los impactos será una matriz como la presentada en la Tabla 3, que se utilizará para los sectores agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, drenaje urbano y gestión de residuos sólidos, cuyas columnas identifican al estresor climático, en tanto que las filas representan los elementos que pueden ser impactados por cada uno de estos estresores climáticos, como las infraestructuras, los servicios y el ambiente.

Por otro lado, se debe dejar claro, que con ambiente se quiere reflejar los impactos sobre los medios físicoquímico como son suelo, agua, aire y clima y sobre el medio biológico ecológico como son ecosistemas, flora, fauna y paisaje.

La Tabla 4 presenta la matriz para el sector inundaciones y aludes torrenciales.

Tabla 3. Matriz para identificación de impactos para los sectores agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, drenaje urbano y gestión de residuos sólidos.

Estresor climático	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales			
Bajas precipitaciones, eventos de sequía			
Incremento del nivel del mar, eventos de inundaciones, penetración de cuñas salinas a los acuíferos			
Altas temperaturas, derretimientos de glaciares			

Tabla 4. Matriz para identificación de impactos para los sectores inundaciones y aludes torrenciales.

Estresor climático	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales			
Incremento del nivel del mar, eventos de inundaciones, penetración de cuñas salinas a los acuíferos			

1.1.3.1 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector agua potable

Los diversos trabajos consultados coinciden con el postulado del IPCC de que el calentamiento global de la atmósfera afecta los patrones de precipitación y acentúa los fenómenos meteorológicos extremos. Las sequías, el calor extremo, la evaporación, las grandes tormentas y las crecientes torrenciales afectan la calidad y la cantidad de agua cruda intrínsecamente ligada a los servicios de agua potable y saneamiento, además amenazan por la intensidad y recurrencia de eventos extremos a las instalaciones existentes.

Las regiones del mundo que ya se vieron afectadas por la escasez de agua o las inundaciones están viendo que su situación empeora como resultado del cambio climático global, por lo que comprender el impacto del clima en los servicios de agua y saneamiento reduce los riesgos que afectan la sostenibilidad de las inversiones realizadas para mejorar el acceso al agua.

Es importante distinguir los riesgos que afectan los recursos hídricos como los sistemas biofísicos, así como los riesgos que afectan los servicios de agua y saneamiento relacionados con las actividades socioeconómicas.

► Servicio de agua potable

La cadena de valor del servicio de agua incluye la captación/bombeo, potabilización, almacenamiento y distribución a los usuarios de un territorio, que debe proporcionar el agua potable en cantidades suficientes y a un costo asequible para satisfacer sus necesidades de forma sostenible respetando el medio ambiente.

Las obras de captación que son las utilizadas para recoger agua, difieren según la naturaleza y la cantidad de recursos disponibles: aguas subterráneas más o menos profundas, aguas superficiales, fuentes de captación, entre otras.

La probabilidad y la naturaleza de los riesgos asociados con el cambio climático deben considerarse desde el diseño de un sistema de suministro de agua para adaptar y dimensionar la elección del equipo al contexto y garantizar la sostenibilidad de su funcionamiento.

La variabilidad estacional de las precipitaciones, la multiplicación de fenómenos excepcionales (inundaciones, tifones) y el incremento de las sequías aumentan la fragilidad de los servicios.

Se consideran diferentes indicadores que expresan la buena salud de un sistema de abastecimiento de agua y que se han presentado en el desarrollo de este estudio, de los cuales cabe mencionar:

- Cobertura de agua segura.
- Consumo doméstico.
- Agua no contabilizada o un índice contemporáneo más elaborados ILI (índice estructural de pérdidas en el sistema, Liemberger, 2005).
- Continuidad de servicio como expresión de su calidad.
- Costos de inversión y reposición oportuna del servicio.

Los impactos en el sector de AP por los efectos de las señales climáticas son los que se consideran a continuación: $\Delta P_{\text{máx}}$, ΔP_{min} , ΔT (islas urbanas de calor e incremento de isothermas en zonas andinas), Δh (nivel del mar) y combinación de ΔP_{min} - $\Delta T_{\text{máx}}$.

A continuación, en la Tabla 5, se desarrollará sistemáticamente los impactos en el sector AP en función de sus componentes a mencionar: Infraestructura (captación) en fuentes (superficial, subterráneas, nival, glaciar, entre otras), Potabilización, Almacenamiento y Distribución, Servicio AP, Social, Salud y Económica.

Tabla 5. Impactos en el sector AP en función de los estresores o señales del cambio climático

Fuente: pS Eau programme Solidarité-Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique.

Estresor o señales del CC	Infraestructura	Servicio	Ambiental
<p>Aumento de precipitaciones, eventos extremos (ΔP máx)</p>	<p>Fuentes</p> <p>Superficial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inundaciones en obras de captación y de obras provisionales - Aumento de la erosión y el transporte de sedimentos (ríos, lagos y embalses) <p>Subterránea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento en la carga contaminante de las aguas subterráneas - Disminución de la recarga de las aguas subterráneas no protegidas y con alta vulnerabilidad intrínseca. - Intrusión salina en zonas costeras <p>Potabilización</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la turbidez del agua - Sobrecarga de la capacidad de agua en las instalaciones de tratamiento de aguas <p>Almacenamiento y Distribución:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor necesidad de asegurar la integridad de los sistemas de distribución para minimizar el ingreso de aguas contaminadas durante las tormentas - Mayor contaminación de los pozos debido a escorrentía contaminada 	<p>Servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interrupciones del tratamiento y del servicio, por incapacidad de potabiliza altos niveles de turbidez <p>Social:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Afectación de los distintos sistemas relacionados con el agua. - Suministro de energía local: destrucción física de la infraestructura de transmisión y distribución. - Transporte: puentes, carreteras, ferrocarriles y trenes subterráneos - Salud humana: Aumento de enfermedades infecciosas - Desplazamiento de las poblaciones - Producción y suministro de alimentos: erosión del suelo, anegamiento, creación de condiciones propicias para las infestaciones micóticas en determinados cultivos <p>Económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si no se cuentan con los recursos y las tecnologías adecuadas, la suspensión del servicio puede ser más prolongada <p>No estructural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayores inundaciones de la infraestructura a baja altura/ subterránea y de puntos de acceso, especialmente en áreas costeras, llanuras inundables y ciudades. - Exposición de los cables /rutas troncales debido a la erosión o daño de la infraestructura de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas

Tabla 5. Impactos en el sector AP en función de los estresores o señales del cambio climático

Fuente: pS Eau programme Solidarité-Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique.

Estresor o señales del CC	Infraestructura	Servicio	Ambiental
<p>Disminución de las Precipitaciones (ΔP_{min})</p>	<p>Fuentes Superficiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reduce el escurrimiento. Escasez del agua (ríos). - Aumento de la concentración de contaminantes (ríos y lagos). - La intrusión de agua salada en las desembocaduras de los ríos. - Disminución de la afluencia de los ríos. - Necesidad de fuentes adicionales de agua e infraestructura <p>Fuentes Subterráneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de la recarga y la disminución del caudal de los ríos - Aumento de la utilización de las aguas subterráneas como de superficie <p>Potabilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menor calidad del agua (por ejemplo, mayores concentraciones de contaminantes debido a menor dilución). - Aumento de las extracciones de agua a partir de fuentes de baja calidad debido a la escasez. - Mayores costos de potabilización en el tratamiento de fuentes de baja calidad. <p>Almacenamiento y distribución:</p>	<p>Servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> - El funcionamiento intermitente de los abastecimientos urbanos de agua durante los periodos de sequía <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemas sociales por aumento de periodo de discontinuidad del servicio en poblaciones de bajos recursos. - Afectación de los distintos sistemas relacionados con el agua: <ul style="list-style-type: none"> • Suministro de energía local: por la reducción de escurrimiento • Se perjudican las plantas de energía que utilizan el agua para refrigeración. • Se afecta la producción hidroeléctrica. - Afectación del Transporte Marítimo: debido a la disminución de los niveles de los ríos - Salud humana: por reducción del flujo de los ríos, se incrementa la concentración de patógenos y productos químicos, por lo tanto, hay exposición a enfermedades de origen hídrico - El desplazamiento de la población - Producción y suministro de alimentos: por la reducción de los escurrimientos <ul style="list-style-type: none"> • Disminuciones en el rendimiento • Aumenta la salinidad de los estuarios y humedales <p>Económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si no se cuentan con los recursos y las tecnologías adecuadas, la suspensión del servicio puede ser más prolongada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas - Secado de los ecosistemas de humedales - Disminución del caudal de los ríos

Tabla 5. Impactos en el sector AP en función de los estresores o señales del cambio climático

Fuente: pS Eau programme Solidarité-Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique.

Estresor o señales del CC	Infraestructura	Servicio	Ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de mayor almacenamiento de agua para afrontar los períodos de sequía - Poner en práctica la conservación del recurso. - Necesidad de pozos más profundos para llegar a las capas freáticas a más profundidad. - Necesidad de buscar fuentes alternativas para satisfacer la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Altos costos por mayores distancias de acarreo: tanto por camiones cisterna y tiempo de desplazamiento humano. - Alto costo por uso de agua embotellada. <p>No estructural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menor necesidad de mantenimiento por problemas de nieve en países de climas templado. 	
<p style="text-align: center;">Bajas precipitaciones, sequías</p>	<p>Fuentes Superficiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de la capacidad de autodepuración de los ríos. - Deterioro de las características químicas y biológicas de los ríos. - Cambios en la cubierta de nieve y hielo. - Incremento de la incidencia de incendios forestales - Aumento de la evaporación (lagos y embalses) - Desertificación de los suelos - Incremento de la evaporación y evapotranspiración - Disminución de la calidad del agua debido a la reducción en las concentraciones de oxígeno, la liberación de fósforo de los sedimentos y mezcla alterada 	<p>Servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Degradación de la calidad del agua distribuida inducida por el tratamiento insuficiente de agua cruda altamente concentrada en patógenos, contaminantes fisicoquímicos, sal, entre otras, o con un alto grado de turbidez. - Interrupción del servicio debido a la falta de disponibilidad del recurso. <p>Social:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La mayor cantidad de personas que señalan haber visto reducidas sus fuentes de agua son de bajos recursos, que se ubican en los rangos de ingreso más bajos (USD 520), FAO, 2010. - Dificultad de los quehaceres del sorteo: <ul style="list-style-type: none"> • Mayores distancias para viajar • Nivel freático más profundo y menos productivo - Aumento de enfermedades diarreicas. - Degradación de la calidad del agua - Uso por parte de la población de puntos de agua cuya calidad no está 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas - Disminución del caudal de los ríos. - Poner en práctica la conservación del recurso

Tabla 5. Impactos en el sector AP en función de los estresores o señales del cambio climático

Fuente: pS Eau programme Solidarité-Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique.

Estresor o señales del CC	Infraestructura	Servicio	Ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> - La eutrofización y el aumento de la frecuencia de las floraciones de algas tóxicas - Pérdida de la cubierta de nieve y glaciares. <p>Fuentes Subterráneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la evapotranspiración en acuíferos superficiales o someros - Salinización de las aguas subterráneas <p>Potabilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayores concentraciones de contaminantes debido a menor dilución, olor y sabor debido a las bacterias, algas y hongos presentes en el agua. - Aumento de las extracciones de agua a partir de fuentes de baja calidad. <p>Almacenamiento y distribución:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de mayor capacidad de almacenamiento de agua para afrontar los períodos de sequía y satisfacer la demanda - Disminución de la calidad del agua en esta etapa de almacenamiento y distribución - Necesidad de pozos más profundos para llegar a las capas freáticas a más profundidad 	<p>controlada y dudosa cuando se interrumpe el servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Multiplicación de conflictos de uso durante la escasez de agua. - Amplificación de fenómenos migratorios o salida de poblaciones que ya no tienen acceso al agua. <p>Económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si no se cuentan con los recursos y las tecnologías adecuadas, la suspensión del servicio puede ser más prolongada <p>No estructuras</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrega de copas de agua y bidones como alternativas para acumular agua de bebida. - Reservas de material a nivel local, para las emergencias. Educación y sensibilización sobre la conservación del agua a través de los medios de comunicación, de programas de educación y programas de formación. - Educación sobre sistemas de pasteurización del agua. - Desarrollar un sistema alterna vode suministro de agua de bebida en empo de sequía, por ejemplo, a través del registro de pozos privados, que mediante negociaciones preliminares con el propietario, formen parte del sistema de abastecimiento durante los períodos de sequía. 	

Tabla 5. Impactos en el sector AP en función de los estresores o señales del cambio climático
Fuente: pS Eau programme Solidarité-Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique

Estresor o señales del CC	Infraestructura	Servicio	Ambiental
	- Necesidad de buscar fuentes alternativas para satisfacer la demanda		
Incremento del nivel del mar	Erosión en vialidad y zonas costeras donde pudiera presentarse obras de AP	Servicio - Interrupción del servicio Social - Disminución de la provisión de agua potable a usuarios ubicados en la zona costera	- Contaminación de acuíferos - Desmejora de la calidad del agua por avance de la cuña salina
Altas temperaturas		Mayor demanda de agua: - Demandas evapotranspirativas en parques y jardines Incremento de pérdidas de láminas en cuerpos de agua y almacenamiento ubicados al aire libre (estanques, embalses laguna y piscinas) - Cambio en la demanda del agua: según Protopapas <i>et.al.</i> , (Ob.Cit. IPCC, 2008) “para aumento de temperatura superior a 25 °C, se incrementa el uso diario de agua por habitante a una tasa de 11 l/°C”. Asimismo, de Mora (2006) se desprende que, para la comparación entre dos poblaciones situadas en clima tropical, se encuentra un incremento en el consumo doméstico de 2l/persona/día por aumento de 1 °C de temperatura	

1.1.3.2 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

Servicios de saneamiento de aguas residuales y excretas

Hay diferentes tipos de aguas residuales:

- Aguas residuales domésticas incluyendo aguas negras, excretas y aguas grises;
- Aguas residuales industriales;
- Aguas residuales agrícolas.

El crecimiento de la población, el aumento del nivel de vida y el desarrollo económico tienden a aumentar la producción de estas aguas residuales.

Las aguas residuales domésticas proporcionan principalmente la contaminación orgánica; sin embargo, las aguas de residuos industriales también contribuyen con este tipo de contaminación además de la correspondiente fisicoquímica. Finalmente, las aguas provenientes de la actividad agrícola proporcionan contaminantes orgánicos y fisicoquímicos por el uso de productos fitosanitarios.

En tiempos de sequía, ante la reducción de los caudales de los ríos y el volumen de masas de agua, la concentración de contaminantes traídos por estas aguas residuales puede degradar drásticamente la calidad de estos recursos hídricos.

Durante los eventos extremos de lluvia, podemos presenciar el desbordamiento de las obras de saneamiento no colectivo, la saturación de las redes de aguas residuales y las plantas de tratamiento que conducen a una descarga libre de contaminantes.

Estos impactos se han mencionado anteriormente tanto en términos de degradación del recurso como en términos de impacto en el nivel de tratamiento del agua requerido antes de la distribución.

Los riesgos climáticos (exceso de agua, sequía y calor) también tienen un impacto directo en el funcionamiento del servicio de saneamiento, con respecto al tratamiento, pero también al acceso a las infraestructuras de servicio y evacuación. En la Tabla 6, se presenta los impactos que ocurren en el sector saneamiento ante los estresores del cambio climático.

Tabla 6. Impactos en el sector Saneamiento en función de los estresores o señales del cambio climático.

Estresor o señales del cambio climático	Infraestructura	Servicio	Ambiental
<p>Aumento de precipitaciones, eventos extremos ($\Delta P_{m\acute{a}x}$)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones de tratamiento ubicadas en baja altitud deberán ser relocalizadas debido a posibles anegamientos y una mayor afluencia de contaminación - Sistemas combinados o debido a retornos por afluencias e infiltraciones, se traducen en sistemas de tratamiento saturados 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la funcionalidad de la planta de tratamiento: interrupción de los procesos biológicos y la corrosión de los equipos - Destrucción de letrinas no incorporadas en las reglas del arte (el impacto en las tasas de acceso puede ser significativo) - Flujo de aguas residuales / mezcla de agua de lluvia 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas - Secado de los sistemas de humedales - Aumento de los vertidos sin tratamiento en el medio ambiente

Tabla 6. Impactos en el sector Saneamiento en función de los estresores o señales del cambio climático.

Estresor o señales del cambio climático	Infraestructura	Servicio	Ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> - Inundación de desechos provocando: que la descarga se acumule - Interrupciones en el bombeo y tratamiento debido a cortes de energía - Las inundaciones de plantas de tratamiento de aguas residuales situados cerca de ríos o costas - No sumergir las bombas de elevación y otros sistemas eléctricos en las plantas de tratamiento de aguas residuales, haciendo que las plantas de tratamiento de aguas residuales sean inservibles. <p>Letrinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menos separación de las aguas subterráneas debido al aumento de las aguas - Inundación y desbordamiento de las letrinas - Las letrinas ubicadas en baja altitud deberán ser relocalizadas debido a inundaciones - Menor efectividad debido al aumento de las aguas <p>Zonas sépticas de infiltración</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menos separación de las aguas subterráneas debido al aumento de las aguas - Los sistemas sépticos ubicados en baja altitud deberán ser relocalizados, se pueden anegar severamente 	<p>en las vías públicas debido a la inundación de pozos y retretes de letrinas, con los consiguientes riesgos para la salud.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Población que ya no tiene instalaciones sanitarias. <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de enfermedades transmitidas por el agua debido al riesgo de contacto con agua que contiene patógenos - El predominio de superficies impermeables en las ciudades - Creciente densidad de población y actividad económica en zonas de riesgo - Condiciones geográficas y prácticas culturales en que el clima favorece la transmisión de enfermedades <p>Económico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si no se cuentan con los recursos y las tecnologías adecuadas, la no funcionalidad óptima del servicio puede ser más prolongada 	<p>debido a la penetración del agua de lluvia en el sistema de aguas residuales causando el desbordamiento de redes de alcantarillado, bombas de elevación de saturación y el bypass en las estaciones purificación.</p>

Tabla 6. Impactos en el sector Saneamiento en función de los estresores o señales del cambio climático.

Estresor o señales del cambio climático	Infraestructura	Servicio	Ambiental
<p>Bajas precipitaciones, sequías</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad reducida de los recursos hídricos para absorber y diluir la contaminación debida a los flujos más bajos en las fuentes de recepción - Menor rendimiento en el tratamiento debido a los flujos reducidos - Se afecta la funcionalidad del sistema, debido al agotamiento de los suelos y a la acumulación de sulfuro de hidrógeno 	<ul style="list-style-type: none"> - El funcionamiento intermitente de los sistemas de saneamiento urbano durante los periodos de sequía - Alteración de los procesos biológicos en el tren de tratamiento <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Creciente densidad de población y actividad económica en zonas de riesgo - Condiciones geográficas y prácticas culturales en que el clima favorece la transmisión de enfermedades <p>Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si no se cuentan con los recursos y las tecnologías adecuadas, la no funcionalidad óptima del servicio puede ser más prolongada 	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación de la calidad del recurso por una menor dilución de contaminantes. - Alteración de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas

Tabla 6. Impactos en el sector Saneamiento en función de los estresores o señales del cambio climático.

Estresor o señales del cambio climático	Infraestructura	Servicio	Ambiental
<p>Altas temperaturas (ΔT)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad de agua reducida debido a un incremento de algas marinas y patógenos y menor cantidad de oxígeno disuelto y el efecto de las “islas térmicas urbanas” puede intensificar los aumentos de la temperatura exacerbando los problemas de calidad de agua - Impacto sobre la temperatura de los procesos de tratamiento de aguas residuales relacionadas, por ejemplo, reducción de los niveles de oxígeno y las tasas de transferencia - Se afecta la funcionalidad del sistema, debido al agotamiento de los suelos y a la acumulación de sulfuro de hidrógeno - El secado y la reducción de los suelos causados por las sequías causan daños a la infraestructura de recolección y disposición - Degradación de la infraestructura y el equipo debido al calor. - Degradación del hormigón debido al aumento de la producción de sulfuro de hidrógeno (H₂S). 	<ul style="list-style-type: none"> - El funcionamiento intermitente de los sistemas de saneamiento urbano durante los periodos de sequía debido a la alteración de los procesos biológicos en el tren de tratamiento - Intoxicación por inhalación de sulfuro de hidrógeno (H₂S), cuya producción se ve incrementada por el calor (riesgo en términos de seguridad para el personal, especialmente para los trabajadores de alcantarillado). - Molestias olfativas debido a una mayor emisión de dióxido de nitrógeno (N₂O) <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones geográficas y prácticas culturales en que el clima favorece la transmisión de enfermedades <p>Económicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si no se cuentan con los recursos y las tecnologías adecuadas, la no funcionalidad óptima del servicio puede ser más prolongada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la vegetación y las características del suelo debido a las mayores temperaturas y tasas de evapotranspiración - Menos capacidad de auto purificación de los cuerpos receptores - Disfuncionamiento de los procesos de tratamiento biológico (mortalidad de ciertas bacterias).

1.1.3.3 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector drenaje urbano

Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, especialmente en países en desarrollo (ONU-Hábitat, 2008). Esta urbanización sin precedentes se caracteriza por el desarrollo de hábitats no planificados que carecen de los servicios más esenciales.

La instalación espontánea de nuevos habitantes urbanos a menudo se lleva a cabo en áreas de riesgo (tierras bajas, llanuras de inundación, pantanos, costas, etc.) en las que la falta de gestión del agua de lluvia puede tener graves consecuencias para la salud a través del contacto prolongado con el agua contaminada, y afectando además el medio ambiente, la economía o la seguridad. El cambio climático refuerza estos riesgos al aumentar la frecuencia y la intensidad de los peligros climáticos. En estas circunstancias, además de la falta de acceso a los servicios esenciales, la gestión de las aguas pluviales se está convirtiendo en un problema de desarrollo crucial en las zonas urbanas de los países en desarrollo. En Tabla 7, se muestran los impactos la gestión de aguas pluviales.

Tabla 7. Impactos en la gestión de aguas pluviales o drenaje urbano. **Fuente:** pS Eau programme Solidarité-Eau. (2015).

Estresor o señales del cambio climático	Infraestructura	Servicio	Ambiental
Aumento de precipitaciones/Tormenta (ΔP_{max})		<ul style="list-style-type: none"> - Incremento del volumen y frecuencia de escorrentías desde áreas urbanizadas hacia redes de alcantarillado o cauces naturales. - Incremento de inundación ribereña. - Disminución de las tasas de infiltración y la recarga de los recursos subterráneos. - Inundación de instalaciones de aducción y distribución. - Sobrecarga de las infraestructuras de alcantarillado. - Aumento de la carga de contaminantes en los cuerpos de agua receptores. - Incremento de la contaminación difusa. - Degradación de casas (incluso destrucción). - Corte de las líneas de comunicación y romper muchos otros servicios de red (electricidad, telefonía, etc.). - Detener las actividades económicas. <p>Sociales y de Salud</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento de poblaciones cuya casa ya no es utilizable 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del recurso por escorrentía incontrolada de aguas pluviales e inmersión de fosas que contienen contaminantes. - Aumento de las descargas no tratadas en el entorno natural debido a la penetración de agua de lluvia en la red de aguas residuales, lo que provoca el desbordamiento de las redes de aguas residuales, la saturación de las bombas de elevación y el bypass en las

		<ul style="list-style-type: none"> - Accidentes, lesiones corporales y ahogamiento debido al riesgo de ser arrastrado por corrientes, derrumbes y accidentes de tráfico. - Transmisión de enfermedades por: - El uso de agua contaminada para fines domésticos. - El desarrollo de vectores de enfermedades tales como mosquitos, ratas, etc. 	estaciones de servicio de purificación.
--	--	---	---

1.1.3.4 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector gestión de residuos sólidos

En esta sección se identifican las posibles afectaciones a la infraestructura, los equipos, materiales e insumos, los accesos y los servicios. Los impactos identificados están asociados al estresor climático precipitación (lluvias extremas e inundaciones). Los impactos asociados al estresor climático temperatura no fueron considerados dada su baja probabilidad de ocurrencia.

► Posibles afectaciones a la infraestructura, equipos, materiales e insumos y los accesos a viviendas y lugares de disposición final

Con base en los escenarios de cambio climático a nivel de ciudad y la información antes indicada, se debe identificar lo que pudiera ser afectado: a) la infraestructura (instalaciones de despacho, mantenimiento, y estacionamiento de los vehículos de recolección; áreas de almacenamiento de residuos sólidos; centros de acopio e instalaciones de reciclaje; estaciones de transferencia; y oficinas, talleres, obras de drenaje y paisajismo, instalaciones de manejo de biogás en sitios de disposición final; entre otros); b) los vehículos de recolección, la maquinaria y vehículos para la disposición final; c) los materiales e insumos (repuestos, aceites, combustibles, etc); d) los accesos hacia las viviendas; y d) los accesos a los lugares de disposición final.

► Posibles afectaciones a los servicios (capacidad de recolección, recuperación, reciclaje, transferencia y disposición final de los residuos sólidos)

Con base en las posibles afectaciones a la infraestructura, los equipos, los materiales e insumos y los accesos se debe estimar las posibles afectaciones a la cobertura de los servicios (reducción de la cobertura de los servicios de recolección, transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final). En especial la reducción en la capacidad de recolección, transferencia, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos.

En la Tabla 8 se presenta una lista de posibles impactos asociados al estresor climático precipitación (lluvias extremas e inundaciones), clasificados como impactos sobre la infraestructura, los servicios y el ambiente.

Tabla 8. Lista de posibles impactos asociados al estresor climático precipitación.

Infraestructura	Servicios	Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> - Colapso de las vías de acceso, generando retrasos en las operaciones de manejo de los RSU - Colapso de infraestructura (talleres, oficinas, centros de acopio, plantas de reciclaje, áreas de almacenamiento de residuos sólidos, planta de incineración, sitio de disposición final) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas totales o parciales de vehículos de recolección y equipos de disposición final - Incremento de enfermedades laborales en los operadores y recolectores. (Nº de operadores que presentan enfermedades laborales/mes) - Disminución de la recaudación de las tasas y tarifas por concepto de prestación de los servicios - Disminución de la cobertura de recolección - Pérdida de materiales e insumos 	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la cantidad de RSU que se disponen de forma inadecuada en los cauces de los ríos - Disminución de la calidad del aire por emisión de material particulado (polvo) por circulación de los vehículos de recolección de RSU en vías no asfaltadas - Incremento en la generación de lixiviados en sitios de disposición final - Contaminación por lixiviados a lo largo de la ruta de recolección. - Generación de lixiviados en sitios de almacenamiento temporal - Desmejoramiento de la imagen urbana - Reproducción de fauna nociva en los sitios de disposición final

1.1.3.5 Identificación de impactos del cambio climático sobre el sector inundaciones y aludes torrenciales

Para la identificación de impactos del CC en el sector inundaciones y aludes torrenciales, al igual que para los otros sectores, se sugiere confeccionar una matriz.

La matriz por el lado de las filas tendrá al estresor climático y por el lado de las columnas los medios susceptibles a dicho estresor. En la intersección de ambos se colocará el impacto. La Tabla 9 presenta la matriz para identificar los impactos en el sector inundaciones y aludes torrenciales.

Tabla 9. Matriz para identificar impactos en el sector inundaciones y aludes torrenciales.

Estresor climático	Infraestructuras correctivas	Servicios de la infraestructura correctivas		Ambiente	Vidas humanas
Altas precipitaciones, eventos extremos sin y con acompañamiento de incrementos del nivel del mar	Daños a las infraestructuras correctivas	Infraestructura de los sectores protegidos	Servicios de los sectores protegidos	- Contaminación de las aguas, suelo y aire.	Pérdidas de vidas humanas
		Daños a las infraestructuras a los sectores sociales, infraestructura de servicios y económicos	Afectación de los servicios de los sectores sociales, infraestructura de servicios y económicos	-Perturbación a los ecosistemas, flora y fauna	

1.1.4 Identificación de las medidas de adaptación para los impactos reseñados anteriormente

Existen múltiples formas para adaptarse al cambio climático. USAID (2014) resume las siguientes:

- No tomar ninguna medida de adaptación.
- Vivir con el impacto usando medidas para prepararse para cuando ocurra el impacto o usar sistemas de alerta temprana.
- Repartir las pérdidas, como por ejemplo repartir las aguas escasas o compra de seguros.
- Ajustarse a los impactos como por ejemplo incentivando la cosecha de agua o conservación de las aguas.
- Reducir el impacto por ejemplo reduciendo la exposición al estresor climático al desviar las aguas de lluvias de un área.
- Defender, armarse y protegerse del impacto, por ejemplo: la construcción de canales, diques, elevación de las viviendas para protegerse de las inundaciones.
- Relocalización para mudar de sitio las áreas expuestas.
- Investigación para desarrollar nuevas estrategias y metodologías.

En la mayoría de los casos se usa una combinación de las distintas formas de adaptarse al cambio climático. Para el presente apartado se tratarán las medidas de adaptación.

Las medidas de adaptación en el marco del presente informe son aquellas que mejorarán la capacidad de adaptación del sector incrementando su resiliencia. Las medidas de adaptación son de diferentes tipos:

- Estructurales o duras: Son las medidas físicas. Estas tienen sus ventajas y desventajas, como son:
 - Las principales ventajas es que son muy eficaces si se diseñan de forma correcta, generalmente consiguen resultados en el corto y mediano plazo, permitiendo desarrollar áreas que sin esta medida no se podrían utilizar y son visibles por lo cual son favorecidas por los gobiernos locales y las instituciones financieras donantes.
 - Las desventajas es que pueden ser costosas al requerir altas inversiones para la construcción, operación, mantenimiento y administración de la medida; a veces son técnicamente complejas; pueden causar impactos ambientales fuertes (por lo cual requieren de estudio de impacto ambiental).
- No estructurales o blandas: Son las medidas institucionales muy asociadas a la gobernanza. Sus ventajas y desventajas son:
 - Las principales ventajas es que no son costosas, pueden ser más sostenibles, pueden controlar varios impactos a la vez y son flexibles.
 - Las desventajas es que sus resultados muchas veces no se ven en el corto y mediano plazo, pueden estar sujetas a procesos políticos inefectivos y dependen del apoyo político.

Otra clasificación de las medidas de adaptación es anticipada y reactiva. Las primeras son generalmente para prevenir los impactos y las segundas son para lidiar con el impacto, es decir se realizan después de que este sucede.

Para identificar las medidas de adaptación se puede recurrir a varias vías:

- Consultar a los usuarios y a los responsables de las organizaciones que regulan y/o sirven de ente rector para el sector.
- Consultar a expertos del sector.
- Usar experiencias pasadas similares a la que se quiere tratar.

Después de identificadas las medidas de control se recomienda usar como herramienta la ficha que presenta la Tabla 10 para cada una de ellas. La herramienta permite conocer los aspectos más relevantes de la medida de control.

La ficha es una propuesta base, sin embargo, quien esté aplicando la metodología puede suprimir o agregar tópicos de acuerdo con los intereses que persigue.

A continuación, se presenta una lista de medidas de adaptación identificadas por los expertos para los distintos sectores. Esta lista puede servir de guía a quienes estén aplicando la presente metodología.

Tabla 10. Ficha de caracterización de la medida de control.

NOMBRE DE LA MEDIDA:			CÓDIGO: indicar, por ejemplo, como M1AP (Medida 1 de agua potable)	
TIPO DE MEDIDA (colocar una X)				
Privada:	Pública:	Reactiva:	Anticipada:	Mixta:
OBJETIVO, INDICADOR E IMPACTOS A LOS CUALES VA DIRIGIDA				
Objetivo: indicar el objetivo de esta, por ejemplo, incremento de la cobertura del servicio	Indicador y unidad de medida: señalar el nombre del indicador y unidad de medida, por ejemplo, cobertura por población de área afectada	Impacto (s) al cual va dirigida: nombrar los impactos primarios al cual va dirigida la medida	Impactos asociados que pudiera controlar la medida: nombrar los impactos secundarios, terciarios, entre otros, que pudiera controlar la medida	
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA				
Insumos para la construcción (materias primas, materiales y equipos, mano de obra):	Proceso de funcionamiento de la medida (como va a operar y como se administrará):	Vida útil estimada (años):	Costo total estimado (USD):	Normativa legal que aplica:
Insumos para el funcionamiento (materias primas, materiales y equipos, mano de obra):	Proceso de mantenimiento de la medida:	Tiempo estimado para alcanzar el objetivo de la medida: Corto plazo (menor de 5 años): Mediano plazo (menor de 20 años): Largo plazo (mayor de 20 años):	Tipo de control del impacto por la medida: Parcial: Total:	

A continuación se especifican los tópicos de la medida:

Nombre de la medida: colocar aquí el nombre de la medida.

Código de la medida: señalar un código de identificación de la medida, por ejemplo, M1AP, que significa medida 1 de agua potable.

Tipo de medida: exponer con una "x" si la medida es de responsabilidad pública, privada o mixta. Asimismo, si es reactiva o anticipada. Se le pudiera colocar también dura o blanda.

Objetivo de la medida: indicar el objetivo principal de la medida como por ejemplo incremento de la cobertura del servicio.

Indicador y unidad de medida: colocar el indicador o índice del objetivo de la medida con su correspondiente unidad. Por ejemplo, % de incremento de cobertura del servicio anual.

Impacto al cual va dirigida: mostrar cuál(es) impacto(s) primario(s) busca controlar la medida.

Impactos asociados que pudiera controlar la medida: indicar cuales impactos secundarios puede controlar la medida. Por ejemplo, si se mejora la cobertura de recolección de desechos sólidos, se reducen la cantidad de ratas.

Insumos para la construcción de la medida: colocar aquí el nombre de los insumos a usar para la construcción, su unidad de medida, la cantidad por insumo y los precios unitarios.

Insumos para el funcionamiento de la medida: colocar aquí el nombre de los insumos a usar para el funcionamiento de la medida (operación, mantenimiento y administración), su unidad de medida, la cantidad por insumo y los precios unitarios.

Proceso de funcionamiento de la medida: señalar como va a ser el proceso de funcionamiento de la medida, es decir como va a operar y como se administrará.

Proceso de mantenimiento de la medida: exponer como va a ser el proceso de mantenimiento de la medida.

Vida útil estimada: colocar el tiempo estimado en años de la vida útil de la medida.

Costo total estimado: indicar el costo estimado en USD del valor presente de los costos de la medida que incluye como mínimo inversión, operación, mantenimiento y administración.

Normativa legal que aplica: señalar las leyes, decretos y normativas legales que aplican a la medida.

Tiempo estimado para alcanzar el objetivo de la medida: corto plazo (menor de 5 años), mediano plazo (menor de 20 años), largo plazo (mayor de 20 años).

Tipo de control del impacto por la medida: Parcial o total.

1.1.4.1 Lista de medidas de adaptación del sector agua potable

En la Tabla 11 se muestran las medidas de adaptación que se deberían implementar, entre otras que se consideren pertinentes para el sector, según sea la necesidad.

Tabla 11. Medidas de adaptación para los impactos según las señales del cambio climático en el sector AP de ALC
Fuente: USAID, 2013. Medidas para abordar el impacto del cambio climático en la infraestructura, preparándose para el cambio.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN				
Estresor o señales del CC	Impacto	Infraestructura	Servicio	Ambiental
Aumento de precipitaciones, eventos extremos ($\Delta P_{m\acute{a}x.}$)	Inundaciones	<p>Infraestructuras</p> <p>Fuentes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Provisión de agua potable - Reorganizar y complementar el sistema de monitoreo de parámetros hidrológicos - Monitoreo y predicción del clima - Gestión integrada de cuencas y áreas costeras - Ordenación, planificación y gestión integrada del espacio territorial - Planificación del uso de suelo, delimitación de zonas de riesgo - Obras hidráulicas que sirvan de defensa ante inundaciones - Barreras de intrusión de agua salada - Se necesitan inversiones para cubrir la creciente demanda de agua. En este sentido, las inversiones en agua potable son medidas de adaptación “útiles en todo caso” y que mejoren la captación de agua - Realizar estudios sobre disponibilidad y sostenibilidad de las fuentes superficiales y subterráneas <p>Potabilización</p>	<p>Servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y adoptar tecnologías propias que respondan a las necesidades de los países de la región - Que la reducción de disponibilidad de agua confiable por alteración del servicio sea abordada con las buenas y eficientes decisiones de los actores, autoridades del servicio y sus buenas gestiones, las cuales deben hacerse bajo las regulaciones que existan para ello <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es necesaria una planificación territorial para regular el futuro crecimiento de las ciudades - El componente educativo es necesario para el uso adecuado del agua por parte de los consumidores - Cambio en el modelo productivo, buscando sustentabilidad urbana - Acciones que busquen el bien económico y la salud física de las comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones con tendencia al equilibrio ambiental y a la sustentabilidad - Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en el suministro y tratamiento de agua

		<ul style="list-style-type: none"> - Mayores usos de productos químicos para tratamiento altos niveles de turbidez. <p>Almacenamiento y Distribución</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar el mantenimiento y limpieza de redes de distribución - Los proyectos de adaptación al cambio climático deben considerar un uso eficiente del agua y la correcta operación de los sistemas de distribución por parte de las cooperativas (administración, prestación de servicios y legislación). Por ello, se recomienda fortalecer los proyectos para la reparación y el mantenimiento de las redes de distribución de agua en ciudades - Actualizar los sistemas de drenaje y mejoras del drenaje urbano. 	<p>Económico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de vulnerabilidad física e institucional - Mejorar capacidades locales y regionales <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación entre sistemas y universidades locales + fondos dedicados Modelos de planeación y operación • Modelos de gestión adaptiva e integrada • Inter municipalización de servicios - Invertir en una nueva generación de especialistas y administradores <ul style="list-style-type: none"> • Aptitudes técnicas + modelos de trabajo 	
<p>Disminución de las Precipitaciones (ΔP min.)</p>	<p>Sequías</p> 	<p>Infraestructura</p> <p>Fuentes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar planes y programas de Manejo Integral de cuencas conducentes a mejorar el acceso al servicio agua potable - Monitoreo y predicción del clima - Gestión integrada de cuencas y áreas costeras - Mejorar la calidad de fuentes existentes - Mayores inversiones en la oferta y conducción - Gestionar debidamente el recurso hídrico en disponibilidad y sustentabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y adoptar tecnologías propias que respondan a las necesidades de los países de la región <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con recursos financieros para reducir la vulnerabilidad de las comunidades - Implementar programas de capacitación y educación para promover la conservación del agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones con tendencia al equilibrio ambiental y a la sustentabilidad - Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en el suministro y tratamiento de agua

		<ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudios de disponibilidad y sustentabilidad de fuentes adicionales de agua, para responder a sequías de corto y largo plazo, para ello se deben evaluar nuevas fuentes de agua, incluso reciclaje de agua - Establecimiento de barreras hidráulicas y diques subterráneos <p>Potabilización</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayores inversiones y necesidad de potabilización para mejorar el agua que satisface la demanda de la población - Mayores inversiones tendientes para mejorar la operación y mantenimiento de la infraestructura relacionada a la capacidad de almacenamiento y distribución del agua potable - Gestionar integralmente el recurso hídrico, de esta manera se reducen las pérdidas de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar sistemas de alerta temprana - Mejoras en la infraestructura de salud pública - Aumento del uso de la agricultura de secano <p>Económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de vulnerabilidad física e institucional - Mejorar capacidades locales y regionales <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación entre sistemas y universidades locales + fondos dedicados • Modelos de planeación y operación • Modelos de gestión adaptiva e integrada • Inter municipalización de servicios - Contratos de estrategias de compras de agua en bloque - Invertir en una nueva generación de especialistas y administradores <ul style="list-style-type: none"> • Aptitudes técnicas + modelos de trabajo 	
Altas temperaturas	Olas de calor/ derretimiento de glaciares/ incremento de demandas urbanas	<p>Fuentes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo y predicción del clima - Gestión integrada de cuencas y áreas costeras - Para reducir los costos de las sequías se necesita extender la cobertura del sistema agua potable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y adoptar tecnologías propias que respondan a las necesidades de los países de la región y capacitar al recurso humano prestador del servicio <p>Social</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones con tendencia al equilibrio ambiental y a la sustentabilidad - Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en

		<ul style="list-style-type: none"> - Analizar y considerar la disponibilidad futura de agua en áreas donde se planifique la construcción de nuevos sistemas - Realización de estudios más profundos y específicos sobre impactos sobre los acuíferos - Elaborar estrategias de protección de fuentes de agua - Investigar el uso del suelo y las políticas de manejo de residuos para mejorar la calidad de las fuentes de agua - Desarrollar una estrategia de protección de los acuíferos en zonas costeras <p>Potabilización y Almacenamiento y Distribución</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumentar la capacidad de la infraestructura existente (bombas, tuberías, e instalaciones de tratamiento, almacenamiento y distribución) para satisfacer la mayor demanda - Necesidad de mayor almacenamiento de agua para sustituir los pozos afectados por la intrusión de agua salina - Evaluar opciones para reubicar la infraestructura de tratamiento de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar programas de capacitación y educación para promover la conservación del agua - Económico - Diagnóstico de vulnerabilidad física e institucional - Mejorar capacidades locales y regionales <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación entre sistemas y universidades locales + fondos dedicados - Modelos de planeación y operación - Modelos de gestión adaptiva e integrada - Inter municipalización de servicios <ul style="list-style-type: none"> ▪ Invertir en una nueva generación de especialistas y administradores <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aptitudes técnicas + modelos de trabajo 	<p>el suministro y tratamiento de agua</p>
--	--	--	---	--

1.1.4.2 Lista de medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

En la Tabla 12 se muestran las medidas de adaptación para los impactos según los estresores del cambio climático

Tabla 12. Medidas de adaptación para los impactos según las señales del CC en el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en países de ALC.

Estresor o señales del CC	Impacto	Medidas		
		Infraestructura	Servicio	Ambiental
Aumento de precipitaciones, eventos extremos ($\Delta P_{m\acute{a}x.}$)	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe tratar la salinidad del afluente ya que alteran los procesos biológicos y afectan potencialmente a la reutilización de las aguas residuales tratadas. - La mejora de la tecnología de tratamiento. - La construcción de barreras protectoras o levantamiento de equipos. - Evaluar la mejora, elevación o traslado de las instalaciones de tratamiento para prevenir los desbordes e inundaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores inversiones en OyM de las plantas de tratamiento de aguas residuales - Trasladar las instalaciones existentes o ubicar las instalaciones nuevas a mayor altura tomando en cuenta las inundaciones o elevación del agua del mar. - Separar los sistemas de recolección de desagüe y agua de lluvia. - Desarrollar y adoptar tecnologías propias que respondan a las necesidades de los países de ALC. - Que la menor cobertura confiable por alteración del servicio sea abordada con las buenas y eficientes decisiones de los actores, autoridades del servicio y sus buenas gestiones, las cuales deben hacerse bajo las regulaciones que existan para ello. <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con recursos financieros para reducir la vulnerabilidad de las comunidades - Se necesitan inversiones para cubrir la creciente demanda de agua. En este sentido, las inversiones en saneamiento son medidas de adaptación “útiles en todo caso” y que mejoren la captación de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorizar las descargas de agua en relación con los cambios en las características del efluente - Monitorizar los niveles de calidad del agua y evaluar la necesidad de planes de protección de agua en la fuente modificados o nuevos - Desarrollar planes para los sistemas de agua recuperados. - Acciones contendencia al equilibrio ambiental y a la sustentabilidad. - Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 12. Medidas de adaptación para los impactos según las señales del CC en el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en países de ALC.

Estresor o señales del CC	Impacto	Medidas		
		Infraestructura	Servicio	Ambiental
			Económicas <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de vulnerabilidad física e institucional - Mejorar capacidades locales y regionales <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación entre sistemas y universidades locales + fondos dedicados • Modelos de planeación y operación • Modelos de gestión adaptiva e integrada • Inter municipalización de servicios - Invertir en una nueva generación de especialistas y administradores <ul style="list-style-type: none"> • Aptitudes técnicas + modelos de trabajo 	
Disminución de las Precipitaciones ($\Delta P_{min.}$)	Sequías	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar sistemas de energía de respaldo para las instalaciones de tratamiento y bombeo - Desarrollar planes para los sistemas de agua recuperados - Separar los sistemas de recolección de desagüe y agua de lluvia - Implementar programas para reducir el flujo de entrada y la infiltración - Integrar información sobre los impactos del cambio climático en la capacitación y educación sobre los sistemas sanitarios <p>Letrinas y zonas sépticas</p>	Calidad del agua <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar un plan de protección de agua que aborde los impactos del flujo reducido sobre la capacidad de los sistemas naturales para diluir y absorber los contaminantes. - Construir instalaciones de tratamiento nuevas o mejorar las existentes Social <ul style="list-style-type: none"> - Contar con recursos financieros para reducir la vulnerabilidad de las comunidades Económicas <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de vulnerabilidad física e institucional - Mejorar capacidades locales y regionales <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación entre sistemas y universidades locales + fondos dedicados • Modelos de planeación y operación • Modelos de gestión adaptiva e integrada • Inter municipalización de servicios 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones con tendencia al equilibrio ambiental y a la sustentabilidad - Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en el tratamiento de aguas residuales

Tabla 12. Medidas de adaptación para los impactos según las señales del CC en el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en países de ALC.

Estresor o señales del CC	Impacto	Medidas		
		Infraestructura	Servicio	Ambiental
		Mantenimiento: Limpiar los sistemas de letrinas y zonas sépticas de infiltración con mayor regularidad	<ul style="list-style-type: none"> - Invertir en una nueva generación de especialistas y administradores • Aptitudes técnicas + modelos de trabajo 	
Altas Temperaturas (ΔT)	Sequías/olas de calor	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores inversiones para el mantenimiento físico de la infraestructura y para mejorar el proceso biológico existente en la planta de tratamiento - Gestionar integralmente las cuencas como unidades hidrológicas, conocer prácticas del suelo cobertura vegetal entre otros - Desarrollar planes tendientes a recuperar los cuerpos receptores de efluentes de aguas residuales <p>Letrinas Las letrinas secas y de poca cantidad de agua son bastante resilientes a los impactos del cambio climático debido a su reducida sensibilidad (fragilidad) y considerable capacidad de adaptación, que se logra mediante cambios del diseño.</p> <p>Zonas sépticas de infiltración Mantenimiento: Limpieza de zonas sépticas de infiltración con regularidad.</p>	<p>Calidad del agua</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar un plan de protección de agua que aborde los impactos del flujo reducido sobre la capacidad de los sistemas naturales para diluir y absorber los contaminantes - Construir instalaciones de tratamiento nuevas o mejorar las existentes <p>Económicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de vulnerabilidad física e institucional - Mejorar capacidades locales y regionales <ul style="list-style-type: none"> • Vinculación entre sistemas y universidades locales + fondos dedicados • Modelos de planeación y operación • Modelos de gestión adaptiva e integrada • Inter municipalización de servicios - Invertir en una nueva generación de especialistas y administradores <ul style="list-style-type: none"> • Aptitudes técnicas + modelos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones con tendencia al equilibrio ambiental y a la sustentabilidad - Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en el tratamiento de aguas residuales - Restauración ecológica <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservación del suelo ▪ Forestación y reforestación ▪ Infraestructura verde (por ejemplo, árboles de sombra, azoteas con jardines o huertos) ▪ Migración y dispersión asistida de especies - Gestión comunitaria de los recursos naturales.

1.1.4.3 Lista de medidas de adaptación del sector drenaje urbano

En la Tabla 13 se muestran las medidas de adaptación del sector de drenaje urbano.

Tabla 13. Medidas de adaptación del sector de drenaje urbano.

Fuente: pS Eau programme Solidarité-Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique.

Estresores o señales del CC	Impacto	Infraestructura	Servicio	Ambiental
Aumento de las precipitaciones ($\Delta P_{m\acute{a}x.}$)	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones para reducir la magnitud de las inundaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Control de la escorrentía aguas arriba de la ciudad • Infiltración y reutilización del agua de lluvia en el nivel de la parcela. • Limitación de la impermeabilización del suelo • Instalación de pavimentos porosos • Construcción y mantenimiento adecuado de los sistemas de drenaje - Acciones para detener la urbanización de áreas de riesgo permanente. - Acciones para reducir los riesgos a la propiedad y las personas durante los eventos de lluvia: <ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de pronóstico del tiempo de la magnitud de los episodios de lluvia. • Sistemas de advertencia y evacuación para poblaciones en áreas en peligro. - Protección provisional de los equipos de seguridad. 		<ul style="list-style-type: none"> - Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo (inspección técnica y asistencia periódica) del sistema de alcantarillado del drenaje pluvial. - Realizar un análisis de la capacidad de la red de alcantarillado municipal para absorber precipitaciones de mayor intensidad. - Realizar adaptaciones a las canalizaciones de alcantarillado. - Creación de superficies permeables que actúen a la vez como zonas de recogida y zonas verdes. - Implementar Sistemas de infiltración o control en origen (zanjas de infiltración, Pavimentos permeables, cubiertas vegetales). - Implementar sistemas de transporte permeable (Drenes filtrantes, Cunetas verdes). - Implementar sistemas de almacenaje y tratamiento pasivo (Depósitos de lluvia, Depósitos de detención superficiales, Humedales artificiales).

1.1.4.4 Lista de medidas de adaptación del sector gestión de residuos sólidos

En esta sección se identifican las posibles medidas para el control de los impactos del cambio climático sobre el sistema de manejo de residuos sólidos. En la Tabla 14 se presentan las medidas clasificadas como estructurales y no estructurales. Las medidas recomendadas están en coherencia con los impactos identificados.

Tabla 14. Medidas de adaptación al cambio climático, sector residuos sólidos.

Medidas Estructurales	Medidas No estructurales
Construcción/mejoramiento de los sitios de almacenamiento temporal, con cobertura y cerramientos.	Plan de contingencia formulado y actualizado
Utilización de vehículos de recolección cerrados o colocarle cobertura (lona) a los vehículos abiertos	Dotación de obligatorio cumplimiento del uso de equipos de protección personal para los operadores y recolectores de RSU.
Mantenimiento correctivo, preventivo y evaluación continua de la vialidad	Contratación de vehículos de recolección o aumento del número de viajes por vehículo.
Construcción/mejoramiento de los sitios de transformación y/o tratamiento, con cobertura y cerramientos.	Mantenimiento Preventivo y Evaluación Continua de la flota vehicular del servicio de recolección
Control de asentamientos de terreno en los sitios de disposición final que provocan la acumulación de agua de lluvia y generación de lixiviados	Ajuste de tasas y tarifas del servicio de aseo urbano
Saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos a cielo abierto a rellenos sanitarios	Vigilancia y control en los cauces de los ríos con tradición de disposición final de RSU
Asfaltado de vías permanentes, riego de vías no asfaltadas durante días sin lluvia	Cumplir con los principios de diseño, construcción y operación de los sitios de disposición final y con las medidas de bioseguridad en los sitios de disposición final
Limpieza de cauces.	

1.1.4.5 Lista de medidas de adaptación del sector inundaciones y aludes torrenciales

De acuerdo con los resultados de los apartados 1.1.2 y 1.1.3 se podrá ejecutar una lista de medidas de adaptación al sector de inundaciones y aludes torrenciales. Asimismo, es conveniente llenar para cada medida la ficha recomendada.

Para el caso de las acciones de diagnóstico, prospectivas, reactivas y transversales las medidas de adaptación serán más que todo blandas o no estructurales y en el caso de que exista alguna estructural se deberá diseñar, construir, reparar o reconstruir dependiendo del caso.

Para las infraestructuras correctivas se deben diseñar y construir las medidas si no existen. En el caso de que existan las infraestructuras correctivas, las medidas serán de reparación o reconstrucción según el caso.

Para los servicios de protección que brindan las medidas correctivas, en el caso de las infraestructuras de los sectores sociales y de servicios (transporte, agua y saneamiento,

eléctrico), así como económico, las medidas serán de reparación o reconstrucción según el caso.

Se pueden proponer medidas blandas también para los sectores antes mencionados. Por ejemplo, un programa de concientización ciudadana sobre los riesgos de inundaciones es una medida blanda que se pudiera proponer. Asimismo, la reparación de un dique marginal es una medida dura.

Se asume que, si se realizan las medidas de adaptación ajustadas a las acciones de diagnóstico, prospectivas, correctivas, reactivas y transversales, se disminuirá la necesidad de ejecutar medidas de adaptación para los servicios.

A continuación, se presenta una lista con las medidas comúnmente usadas en control de inundaciones, aludes torrenciales y crecidas pluviales.

► Crecidas fluviales

En el cauce:

- Presa de control de inundaciones.
- Canal de desviación.
- Rectificación del cauce del río.
- Canalización del cauce del río.
- Muro longitudinal.
- Muro perimetral.
- Recubrimiento de márgenes.

En la cuenca receptora:

- Zanjas de absorción.
- Canales de desvío.
- Terrazas de drenaje.
- Terrazas de absorción.
- Muros de contención de mampostería.
- Muro de contención de madera.
- Muros de gavión.
- Restauración ecológica.
- Medidas agro-conservacionistas.

En el área de inundación:

- Sistema de drenaje.
- Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar.
- Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar.

► Crecidas pluviales

En el área de inundación:

- Construcción de sistema de drenaje pluvial.
- Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar.
- Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar.

► Crecidas costeras

En el área de inundación o próxima al área:

- Reforzamiento y/o reubicación de la infraestructura que se puede afectar.
- Construcción de muro perimetral.
- Establecimiento de manglares.

► Aludes torrenciales

En el cauce:

- Construcción de dique de control de crecidas torrenciales.
- Construcción de falso túnel, solo para carreteras.
- Construcción de muro longitudinal.
- Construcción de espolones.
- Construcción de canal de desviación.
- Recubrimiento de márgenes.

En la cuenca receptora:

- Zanjas de absorción.
- Canales de desvío.
- Terrazas de drenaje.
- Terrazas de absorción.
- Muros de contención de mampostería.
- Muros de contención de madera.
- Muros de gavión.
- Restauración ecológica.
- Medidas de agro-conservacionistas.

En el área de inundación:

- Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar.
- Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar.

► Medidas no estructurales de adaptación al cambio climático en el ámbito de las Inundaciones y Aludes Torrenciales (lista no exhaustiva)

- ▣ Gestión ambiental-territorial orientada hacia la buena gobernanza: planes de ordenación del territorio a nivel local, ordenación y gestión de cuencas hidrográficas, otros.
- ▣ Implementación de un sistema de alerta temprana.
- ▣ Incorporación de educación ambiental a los programas formales e informales de educación.
- ▣ Incorporación de la variable “cambio climático” a los planes de control y/o erradicación de enfermedades relacionadas al agua.

1.1.5 Selección de las medidas de adaptación para cada sector usando criterios técnicos y de gobernanza

Un primer filtrado que se debe realizar a las medidas de adaptación identificadas en el punto anterior puede ser usando criterios técnicos y de gobernanza de la medida. Asimismo, en el caso de querer modificar la metodología aquí presentada, puede hacerlo en función de sus intereses particulares.

Esta metodología permite realizar la evaluación técnica y de gobernanza de las medidas de adaptación al cambio climático identificadas para los ámbitos agua y saneamiento, y seleccionar aquellas que posteriormente van a pasar a priorización usando análisis costo eficiencia, beneficio costo y análisis multicriterio.

Es decir, con la metodología de evaluación técnica y de gobernanza se puede determinar si las medidas de adaptación identificadas pueden ser realizadas aquí y ahora; sin embargo, la metodología no permite determinar si las medidas deben ser realizadas o materializadas, por lo que para esto último se requieren análisis costo-eficiencia, beneficio-costos y análisis multicriterio.

Bajo este marco, los objetivos perseguidos en este apartado son:

- Definir la evaluación técnica e identificar y describir los criterios usados en dicha evaluación.
- Definir la evaluación de gobernanza e identificar y describir los criterios usados en dicha evaluación.
- Proponer la metodología para la evaluación técnica y de gobernanza de las medidas de adaptación al cambio climático para el sector agua y saneamiento.

Para alcanzar los objetivos previstos se realizó una revisión documental sobre la temática planteada, se consultaron opiniones de expertos y se aplicó la metodología propuesta a un caso hipotético llevado a cabo por los distintos consultores de los sectores de agua y saneamiento.

El contenido del apartado presenta los siguientes subtítulos:

- Definición, identificación y descripción de los criterios a usar en la evaluación técnica.
- Definición, identificación y descripción de los criterios a usar en la evaluación de gobernanza.
- Propuesta metodológica para la evaluación técnica y de gobernanza de las medidas de adaptación al cambio climático para el sector agua y saneamiento.

1.1.5.1 Definición, identificación y descripción de los criterios a usar en la evaluación técnica

Se define la evaluación técnica como el proceso que permite determinar si una medida de adaptación es técnicamente viable, por lo que se usan los siguientes criterios:

- Técnicas y tecnología
- Riesgos técnicos

►Técnicas y tecnología

Para evaluar el criterio se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Existen las técnicas y tecnología a nivel local o nacional para llevar adelante la implementación de la medida de adaptación? Si no es así, ¿las técnicas y tecnologías existen a nivel de los países que atiende el BID? En caso contrario, ¿las técnicas y tecnologías están disponibles en otros países distintos a los anteriores?*
- ¿Las técnicas y tecnología de la medida de adaptación propuesta se han usado anteriormente con buenos resultados? ¿Se han usado, pero no se han evaluado los resultados? ¿No se han usado?*
- ¿Existen evidencias de los buenos resultados obtenidos? ¿La evidencia es parcial? ¿La evidencia es marginal?*
- ¿Existe conocimiento local sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación? De no ser así, ¿existe conocimiento en los países del BID sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación? En caso contrario, ¿existe conocimiento fuera de los países del BID sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación?*

►Riesgos técnicos

Este criterio se evalúa con las siguientes preguntas:

- ¿Existen los insumos para la construcción de la medida a nivel local? De no ser así, ¿Están disponibles nacionalmente? ¿Los insumos son importados?*
- ¿La implementación de la medida puede ser en un corto plazo, en un mediano plazo o un largo plazo?*

1.1.5.2 Definición, identificación y descripción de los criterios a usar en la evaluación de gobernanza

Se define la evaluación de gobernanza como el estudio de las limitaciones organizacionales, legales y de políticas que puede tener la medida de adaptación. Los criterios son:

Organizacionales

Se evalúan las organizaciones (pública y/o privada) responsables de diseñar e implementar la medida de adaptación. Para tal fin se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Tiene la organización (pública y/o privada) la suficiente experticia a nivel local para diseñar e implementar la medida de adaptación? De no ser así, ¿existe esa experticia nacionalmente? ¿En caso contrario se debe recurrir a asistencia extranjera?*

- ¿Tiene la organización los recursos humanos y monetarios, a nivel local, suficientes para implementar la medida de adaptación? De no ser así, ¿Se debe recurrir a presupuesto y recursos humanos nacionales? En caso contrario, ¿Se debe recurrir a recursos humanos y financiamiento internacionales?
- ¿En qué grado, la medida favorece la coordinación entre los entes públicos, privados y sociales? ¿Alto, medio, bajo?

Legales

Se refiere a las limitaciones legales que puede tener la medida de adaptación. Para evaluar el criterio se debe responder la siguiente pregunta:

- ¿Cuál es el nivel de cumplimiento con la normativa legal actual del país de la medida propuesta? ¿Alto, medio, bajo?

Políticos

Se refiere a revisar si la medida está dentro de la NDCs del país; así como, si contribuye a las políticas de desarrollo de la nación. Para tal fin se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo aparece la medida de adaptación en la NDC del país? ¿Explícitamente? ¿Implícitamente? ¿No aparece?
- ¿Cuál es el nivel de contribución de la medida de adaptación al desarrollo del país? ¿Alto? ¿Medio? ¿Bajo?

1.1.5.3 Propuesta metodológica para la evaluación técnica y de gobernanza de las medidas de adaptación al cambio climático para el sector agua y saneamiento

Para realizar la evaluación técnica y gobernanza de las medidas de adaptación identificadas en el paso previo, se seguirán los pasos de la Figura 2.

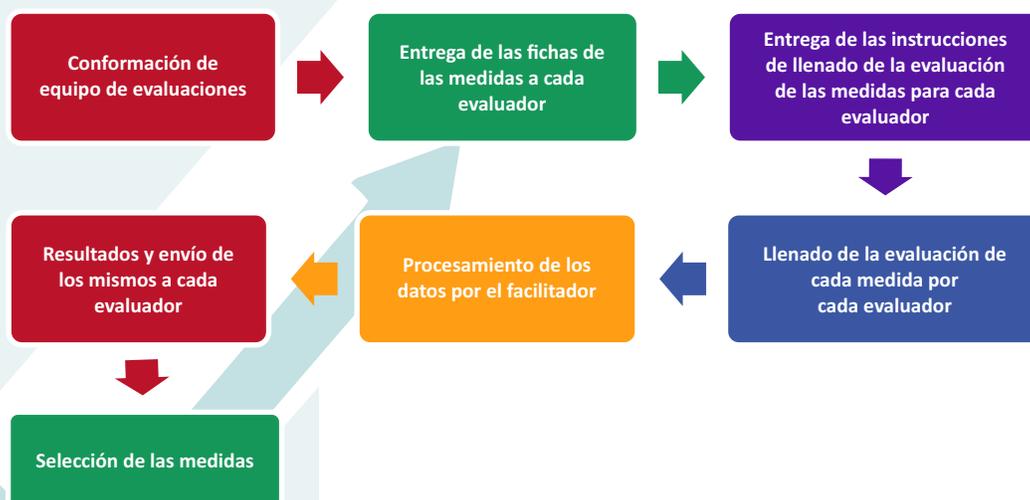


Figura 2. Propuesta metodológica para la evaluación técnica y gobernanza de las medidas de adaptación al cambio climático para el sector agua y saneamiento.

a) Conformación del equipo de evaluadores

El equipo de evaluadores está conformado por un responsable de la evaluación, el cual se denominará facilitador y los especialistas de la temática tratada, los cuales se llamarán evaluadores. Estos están conformados primordialmente por los técnicos que formularán las medidas, funcionarios responsables de las políticas del país y normativas legales relativas al CC, y miembros de las organizaciones públicas, privadas y sociales relacionados con las medidas de adaptación. El facilitador será el responsable de enviar las fichas de las medidas a los evaluadores, entrega de las instrucciones de llenado de la evaluación, procesamiento de los datos, análisis de resultados y envío de los mismos a los evaluadores y selección de las medidas.

Los evaluadores revisarán las fichas, harán sus comentarios, llenarán las evaluaciones, revisarán los resultados obtenidos formulando sus observaciones y formalizarán su acuerdo.

b) Entrega de las fichas de las medidas a cada evaluador

La Tabla 15 presenta un modelo de ficha de medida de adaptación que se entregará a los evaluadores.

Tabla 15. Modelo de ficha de medida de adaptación.

NOMBRE DE LA MEDIDA:		CÓDIGO: indicar, por ejemplo, como M1AP (Medida 1 de agua potable)		
TIPO DE MEDIDA (colocar una X)				
Privada:	Pública:	Reactiva:	Anticipada:	Mixta:
OBJETIVO, INDICADOR E IMPACTOS A LOS CUALES VA DIRIGIDA				
Objetivo: indicar el objetivo de la misma, por ejemplo, incremento de la cobertura del servicio	Indicador y unidad de medida: señalar el nombre del indicador y unidad de medida, por ejemplo, cobertura por población de área afectada	Impacto (s) al cual va dirigida: nombrar los impactos primarios al cual va dirigida la medida	Impactos asociados que pudiera controlar la medida: nombrar los impactos secundarios, terciarios, entre otros, que pudiera controlar la medida	
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA				
Insumos para la construcción (materias primas, materiales y equipos, mano de obra):	Proceso de funcionamiento de la medida (como va a operar y como se administrará):	Vida útil estimada (años):	Costo total estimado (US\$):	Normativa legal que aplica:
Insumos para el funcionamiento (materias primas, materiales y equipos, mano de obra):	Proceso de mantenimiento de la medida:	Tiempo estimado para alcanzar el objetivo de la medida: Corto plazo (menor de 5 años): Mediano plazo (menor de 20 años): Largo plazo (mayor de 20 años):	Tipo de control del impacto por la medida; Parcial: Total:	

c) Entrega de las instrucciones de llenado de la evaluación de las medidas para cada evaluador

A cada evaluador se le va a entregar una ficha que contendrá la información a evaluar desde el punto de vista técnico y de gobernanza. Cada evaluador colocará el puntaje que a su juicio refleja más los criterios de la medida. La Tabla 16 muestra los criterios y puntajes propuestos para la evaluación técnica y la Tabla 17 para gobernanza.

Tabla 16. Criterios y puntajes propuestos para la evaluación técnica.

EVALUACIÓN TÉCNICA	PUNTAJE
Técnicas y tecnología	
Existencia de técnicas y tecnología de la medida	
Existencia de técnicas y de tecnología a nivel local o nacional	3
Existencia de técnicas y de tecnología a nivel de los países que atiende el BID	2
Existencia de técnicas y de tecnología a nivel de países distintos a los anteriores	1
Experiencia con el uso	
Las técnicas y tecnología de la medida de adaptación propuesta se han usado anteriormente con buenos resultados.	3
Se han usado, pero no se han evaluado los resultados	2
No se han usado	1
Evidencias de los resultados obtenidos	
Existen evidencias de los buenos resultados obtenidos	3
La evidencia es parcial	2
La evidencia es marginal	1
Conocimiento de las técnicas y tecnología	
Existe conocimiento local sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación	3
Existe conocimiento en los países del BID sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación	2
Existe conocimiento fuera de los países del BID sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación	1
Riesgos técnicos	
Disponibilidad de insumos	
Existen los insumos para la construcción de la medida a nivel local	3
Están disponibles nacionalmente	2
Los insumos son importados	1
Período de implementación de la medida	
Corto plazo (menor a 5 años)	3
Mediano plazo (entre 5 a 20 años)	2
Largo plazo (mayor de 20 años)	1

Tabla 17. Criterios y puntajes propuestos para la evaluación de gobernanza.

EVALUACIÓN GOBERNANZA	PUNTAJE
Organizacionales	
Experticia de las organizaciones públicas y/o privadas	
La organización (pública y/o privada) tiene la suficiente experticia a nivel local para diseñar e implementar la medida de adaptación	3
Existe esa experticia nacionalmente	2
Se debe recurrir a asistencia extranjera	1
Disponibilidad de recursos humanos y monetarios	
La organización tiene los recursos humanos y monetarios, a nivel local, suficientes para implementar la medida de adaptación	3
Se debe recurrir al presupuesto y recursos humanos nacionales	2
Se debe recurrir a recursos humanos y financiamiento internacionales	1
Grado en que la medida favorece la coordinación entre los entes públicos, privados y sociales	
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Legales	
Nivel de cumplimiento con la normativa legal actual del país de la medida propuesta	
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Políticos	
Comparecencia de la medida de adaptación en la NDC del país	
Explícitamente	3
Implícitamente	2
No aparece	1
Nivel de contribución de la medida de adaptación al desarrollo del país	
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

d) Llenado de la evaluación de cada medida por cada evaluador

Cada evaluador debe llenar la planilla (Tabla 18) que le será entregada. Debe colocar su nombre, el nombre de cada medida, el peso que le asigna a la evaluación técnica (un decimal) y el peso que le asigna a la evaluación de gobernanza (un decimal) (la suma de los dos pesos debe ser igual a 1) y los puntajes de cada criterio tomados de las dos tablas anteriores.

Tabla 18. Planilla de evaluación de las medidas con el software ETGO.

e) Procesamiento de los datos por el facilitador

Obtenidos los datos, el facilitador calculará por cada medida y cada evaluador, el indicador ETGO (Evaluación Técnica y Gobernanza) de cada medida. Los pasos para el cálculo son:

1. Obtener la suma de los puntajes de los criterios de la evaluación técnica.
2. Multiplicar la suma anterior por el peso asignado a la evaluación técnica.
3. Obtener la suma de los puntajes de los criterios de la evaluación de gobernanza.
4. Multiplicar la suma anterior por el peso asignado a la evaluación de gobernanza.
5. Sumar los resultados de los puntos 2 y 4, lo cual representará el ETGO de cada medida para un determinado evaluador.
6. Sumar y normalizar los ETGO de cada medida obtenida de los distintos evaluadores.
7. Ordenar de mayor a menor las medidas según los resultados del punto anterior.

f) Resultados y su envío a cada evaluador

El facilitador enviará a cada evaluador los resultados de:

1. Moda de los pesos asignados por los evaluadores
2. Moda de los puntajes asignados a cada criterio para cada medida.
3. Resultados de ETGO de cada medida por evaluador y el orden de mayor a menor según la

suma del indicador anterior, por medida, para todos los evaluadores.

g) Selección de las medidas

La medida que ocupa el primer lugar será la seleccionada. Asimismo, según la cantidad de alternativas presentadas, se podrán seleccionar dos (02) medidas más como máximo, que serán las que ocuparán el segundo y tercer lugar.

h) Instructivo ETGO

Haz clic en los links en azul, para acceder al [programa ETGO](#) y al [video instructivo](#).

El Anexo 2 presenta el instructivo del ETGO.

1.1.6 Identificación de los costos para las medidas seleccionadas en el punto anterior

Los costos para las medidas de adaptación van a ser muy diferentes si se tratan de costos de medidas duras o estructurales, o por el contrario de medidas blandas o no estructurales. Los costos son todas las salidas de recursos monetarios para construir, reparar o reconstruir la medida para las estructurales y los costos para realizar estudios, gestiones, etc., si son medidas blandas.

Costos de las medidas estructurales

Los costos de estas medidas podrían ser:

- o Costos de inversión, los cuales corresponden a los costos de insumos para la construcción (mano de obra, materia prima, equipos, entre otros) y para el proceso de construcción.
- o Costos de operación son los costos de insumos como materias primas, equipos, mano de obra relacionado a la operación de las medidas.
- o Costos de mantenimiento son los necesarios para mantener las medidas y para garantizar en el tiempo el cumplimiento de sus objetivos.
- o Costos de administración son aquellas erogaciones para gestionar y dirigir los costos anteriores.

Existen otros costos que se deben contabilizar pero que a menudo no los incluyen en los costos de estas medidas, entre estos están:

- o Costos de seguridad, los cuales corresponden a los costos de garantizar el recurso agua. Por ejemplo, si se construye un embalse como medida estructural redundante, el costo de la conservación de la cuenca de la cual se surte el embalse, es el costo de seguridad.
- o Los costos ambientales son aquellos costos originados por las medidas de control ambiental que son necesarias ejecutar al construir e implementar la medida de adaptación.
- o El costo de oportunidad es el costo de sacrificar el mejor uso alternativo de un recurso. Por ejemplo, cuando capto el agua potable y sacrifico el uso para riego de esa misma agua.

- o Costo residual corresponde al costo del daño residual que queda cuando la medida de adaptación no puede controlar completamente el efecto del CC.

Costos de las medidas no estructurales

Estos corresponden a los costos de gestión, realización de estudios de planes, programas y proyectos, recopilación de información, educación, entre otros.

En algunos casos, las organizaciones responsables de los diferentes sectores sufragan estos costos; en otros casos los costos los proveen las fuentes de financiamiento internacional, sea como donaciones o préstamos.

En el caso de los estudios de planes, programas y proyectos, los costos vienen calculados en honorarios profesionales, gastos de transporte, viáticos, materiales y equipos e imprevistos.

A continuación, se identifican los costos de los sectores agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, drenaje urbano, gestión de residuos sólidos e inundaciones y aludes torrenciales.

1.1.6.1 Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector agua potable

● Fuentes superficiales

Construcción de obras de almacenamiento

– **Inversión:** Depende del volumen almacenado, forma y longitud del dique.

Partidas típicas

- o Estudios de preinversión.
- o Replanteo auxiliar.
- o Desmalezamiento de zona de vaso.
- o Replanteo local.
- o Desviación del río.
- o Construcción de ataguías.
- o Acarreo desde zonas de préstamos.
- o Construcción del dique.
- o Construcción de obras complementarias.
- o Construcción de dispositivos para permitir el paso hacia aguas arriba de especies de peces migratorias si las hubiera.

– **Operación, Mantenimiento y Administración:** 0,5% del costo de la inversión inicial.

● Fuentes subterráneas

Construcción de campo de pozos

–**Inversión:** La inversión dependerá de la potencialidad del acuífero y del gasto previsto por extracción en cada una de las explotaciones.

Partidas típicas

- o Estudios de preinversión para determinar calidad y potencialidad de acuíferos como fuentes redundantes.
- o Sondeos eléctricos verticales y otros geofísicos que determinen las zonas donde se ubicarán las explotaciones.
- o Replanteo auxiliar.
- o Replanteo local.
- o Ejecución de las perforaciones mediante la técnica más adecuada, según: percusión, roto percusión u otras según las formaciones a penetrar.
- o Colocación de entubado y equipos de bombeos.
- o Aducciones.
- o Construcción de almacenamiento auxiliares y estaciones de rebombeo.
- o Construcción de acometidas eléctricas y bancos de transformadores de ser necesario.

–Operación, mantenimiento y administración:

- o La reposición de equipos de bombeos es de 8 a 10 años.
- o Dependiendo de la calidad del agua se requerirá solo cloración o tratamiento y filtros especiales para la remoción de hierro y/o manganeso.
- o Los costos asociados a la electricidad dependerán de las tarifas locales.

● Potabilización

Automatización de procesos de plantas de potabilización para mitigar efectos de picos de turbidez

–Inversión:

Partidas típicas

- o Estudios de calidad de agua en fuentes y su variación en crecidas.
- o Estudios de optimización de procesos.
- o Adquisición de válvulas y dispositivos de automatización.
- o Adquisición de software y hardware y sensores adecuados.

- o Entrenamiento de personal para las diferentes condiciones operaciones.
- o Puesta en obra y seguimiento.

– Operación, Mantenimiento y Administración: 5 a 10% de la inversión inicial

● Redes

Control activo de fugas

– Inversión:

Partidas típicas

- o Puesta a punto de catastro físico de redes en zona de interés.
- o Adquisición de vehículo y herramientas para perforación.
- o Adquisición de maquinaria y equipos para rotura de pavimentos.
- o Adquisición de sensores y equipos correladores para la detección de fugas.
- o Adquisición de maquinarias y equipos para la reparación de fugas.

– Operación, Mantenimiento y Administración:

- o El costo de mantener a cuadrillas de mínimo 4 personas, conformados de un técnico especializado y obreros. Los cuales trabajaran en turnos de 8 horas y hasta 24 horas según la complejidad del sistema.

● Servicio

Aumento de la cobertura de agua segura

– Inversión:

Partidas típicas:

- o Estudio de preinversión para determinar áreas prioritarias a afectar en zonas periurbana.
- o Uso de tuberías de bajo coeficiente de roce para minimización de requerimientos energéticos.
- o Válvulas, accesorios y acometidas.
- o Micromedidores.
- o Excavación en zanjas con los respectivos porcentajes de material de suelo y colchón de arena.
- o Colocación de sensores, caudalímetros y macromedidores en puntos de interés para definir los distritos de medición respectivo, y garantizar la ejecución de balance hidráulico.

- o Prueba de estanqueidad y calidad de los materiales.
- o Establecimiento o construcción de estanques de almacenamientos para garantizar las variaciones de consumo, requeridos en emergencia e incendios.

– Operación y mantenimiento:

El costo es del 3% de la inversión inicial. Las partidas típicas son:

- o Cuadrilla de mantenimiento periódico en la red.
- o Limpieza de tubería en puntos críticos al menos una vez al año.
- o Automatización de procesos de medición y levantamiento de información dependiendo de la complejidad del sistema.
- o Limpieza periódica de estanques de almacenamiento con frecuencias de una a dos veces al año según los estudios de calidad de agua respectivos.

Reducción de consumos

– Inversión:

Partidas típicas

- o Puesta a punto de catastro comercial de usuarios.
- o Adquisición de micromedidores.
- o Software, hardware, centro de control y adquisición de datos dependiendo de la complejidad del sistema.

–Operación y mantenimiento:

- o Cuadrillas para la colocación de micromedidores.
- o Cuadrillas para levantamiento de información, dependiendo de la complejidad del sistema.
- o Los tiempos de reposición dependerán de la vida útil del micromedidor la cual dependerá del tipo de contador, estableciéndose entre 5 y 12 años para países en vía de desarrollo.

1.1.6.2 Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

- **Construcción de ampliación de redes de recolección de aguas servidas**

–Preinversión

Estudio de preinversión para priorizar y definir sectores a ampliar cobertura de saneamiento en áreas periurbanas.

–Inversión:

- o Replanteo local y auxiliar del trazado.
- o Excavación de zanjas para la ubicación de colectores y ramales principales y secundarios.
- o Suministro, transporte y colocación de tuberías y ramal principal.
- o Colocación de cachimbos domiciliarios.
- o Colocación de bocas de visita o de registro.
- o Colocación de colectores marginales.
- o Construcción de lagunas de lodos para descarga de las aguas servidas.

–Operación y mantenimiento:

El costo implica el 3% de la inversión inicial. Los costos típicos son:

- o Cuadrillas para el mantenimiento de la red recolectora.
- o Limpieza de los colectores con camiones vacuum al menos una vez al año, o luego de la ocurrencia de eventos que impliquen la obstrucción del sistema.

A continuación, se presentan una serie de tablas que identifican los costos por tipos de medidas para altas y bajas precipitaciones y temperaturas (Tablas: 19 - 34):

Tabla 19. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones). Medida N° 1: Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alcantarillado sanitario.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	Camión Vacuum. Herramientas Varias. Cuadrilla de alcantarillado (Chofer/operador, 2 obreros), sueldos y salarios, costos de operación y mantenimiento del camión.	Limpieza preventiva de las tuberías con camión Vacuum	Sitio adecuado de disposición final de los lodos extraídos Estabilización y tratamiento de lodos para uso en jardinería.	-	-	-
	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de alcantarillado (Chofer/ayudante, 2 obreros y supervisor), sueldos y salarios, costos de operación y mantenimiento del vehículo.	Inspecciones semanales de las Redes de recolección de alcantarillado y estructuras auxiliares.	-	-	-	-
	Sustitución y/ reparación de tramo de tubería: 1. Replanteo 2. Excavación a mano y/ o a máquina. 3. Bote y carga de material de la excavación. 4. Relleno con material del sitio y/o préstamo. 5. Suministro y colocación de tubería. 6. Compactación y reposición de carpeta asfáltica y/o rígida. 7. Suministro y colocación de bocas de visita	Reparación y/o sustitución de tramos de colectores colapsados.	Desvío del tráfico para realizar la sustitución del tramo afectado. Jornadas extras de trabajo (horario nocturno)	-	-	-

Tabla 20. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones).
Medida N° 2: Trasladar las instalaciones existentes o ubicar las instalaciones nuevas a mayor altura tomando en cuenta las inundaciones o el incremento del nivel del mar.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Estudio de Vulnerabilidad de la instalación (Sistema de alcantarillado y/o planta de tratamiento) (sistema nuevo)	-	Disponibilidad de espacio y áreas para la reubicación de las instalaciones. Compra de terrenos.
	-	-	-	Construcción de obras de protección ante inundaciones en las instalaciones: 1. Replanteo 2. Excavaciones 3. Encofrado de estructura 4. Acero de refuerzo, concreto pobre 5. Concreto armado de 210 kg/cm ² 6. Concreto ciclópeo, 7. Suministro e Instalación de piezas especiales (válvulas, compuertas, etc). 8. Bote y limpieza de materiales y desechos del área.	-	Estudios de impacto ambiental para las obras de protección. Elaboración de proyectos.

Tabla 21. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones).
Medida N° 3: Monitorear los niveles de calidad del agua.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Compra de reactivos para realizar los análisis de rutina.	Personal Técnico adiestrado para la toma de muestras y el control de los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento	-

	-	-	-	Suministro de equipos para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos requeridos: DBO ₅ , DQO; Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Nitrógeno, Fósforo, Patógenos, Organismos indicadores como Coliformes, entre otros.	Laboratorio de aguas residuales en las Instalaciones del sistema de tratamiento, con todos sus equipos e implementos para la realización de los análisis de rutina.	-
--	---	---	---	---	---	---

Tabla 22. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones).
Medida N° 4: Diseñar Obras de Rebose y de derivación en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Diseño de obras de control para evitar el rebose de caudales pico en Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Costos de Proyecto.	-	-

				<p>Construcción de Obras de control de rebose en las plantas de tratamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Replanteo 2. Excavaciones 3. Encofrado de estructura 4. Acero de refuerzo, concreto pobre 5. Concreto armado de 210 kg/cm² 6. Concreto ciclópeo 7. Suministro e Instalación de piezas especiales (compuertas, válvulas, bombas de achique, etc.) 	<p>Inspección diaria de las Estructuras de control de rebose. Revisión y operación del funcionamiento de las estructuras. La operación de las estructuras la puede realizar personal de planta (operadores)</p>	<p>Aplicar las medidas del estudio de impacto ambiental.</p>
--	--	--	--	---	--	--

Tabla 23. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones).
Medida N° 5: Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alcantarillado sanitario.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	<p>Camión Vacuum. Herramientas Varias. Cuadrilla de alcantarillado (Chofer/operador, 2 obreros), sueldos y salarios, costos de operación y mantenimiento del camión.</p>	<p>Limpieza Preventiva de las tuberías de alcantarillado con camión Vacuum.</p>	-	-	-	-
	<p>Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de alcantarillado (Chofer / ayudante, 2 obreros y supervisor) sueldos y salarios, costos de operación y mantenimiento del vehículo.</p>	<p>Inspecciones semanales de las Redes de Recolección de Alcantarillado y estructuras auxiliares. Inventario de conexiones de aguas pluviales al sistema de Alcantarillado.</p>	-	-	-	-

Tabla 24. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones).
Medida N° 6: Separar los sistemas de recolección en sistemas individuales de aguas residuales y aguas de lluvia.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	Diseño de redes de aguas pluviales para evitar el rebose de caudales pico en Sistemas de alcantarillado .Costos de Proyecto.	Separación de las aguas pluviales de la red de alcantarillado Sanitario.	En caso de un nuevo proyecto definir el trazado y las áreas afectadas por la nueva inversión. Estudio de impacto ambiental del proyecto.	-	-	-
	<p>Construcción de redes de aguas pluviales y/o tramos de tubería:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Replanteo. 2. Excavación a mano y/o a máquina. 3. Bote y carga de material de la excavación. 4. Relleno con material del sitio y/o préstamo. 5. Suministro y colocación de tubería. 6. Compactación y reposición de carpeta asfáltica y/o rígida. 7. Suministro y colocación de bocas de visita. 	Construcción de redes de aguas pluviales (tramos) para evitar el rebose de caudales en los sistemas de alcantarillado sanitario.	Desvió del tráfico para realizar la sustitución del tramo afectado. Jornadas extras de trabajo en horario nocturno. Aplicar las medidas del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).	-	-	-

Tabla 25. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones).
Medida N° 7: Diseñar y construir estructuras de almacenamiento.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Diseño de obras de almacenamiento para evitar el rebose de caudales pico en Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Costos de proyecto.	-	Disponibilidad de espacio y áreas para la ubicación de las Nuevas estructuras de almacenamiento
	-	-	-	Construcción de almacenamiento para controlar el caudal de entrada a las plantas de tratamiento: 1. Replanteo 2. Excavaciones 3. Encofrado de estructura 4. Acero de refuerzo, concreto pobre 5. Concreto armado de 210 kg/cm ² 6. Concreto ciclópeo, 7. Suministro e instalación de piezas especiales, compuertas, etc. 8. Bote y limpieza de materiales y desechos del área. 9. Suministro de acero de refuerzo de 4200 kg/cm ²	Construcción de estructuras de almacenamiento que regulen los caudales de entrada al sistema de tratamiento.	Aplicar las medidas del estudio de impacto ambiental.

Tabla 26. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas precipitaciones). Medida N° 8: Planificar sistemas de energía de respaldo para las instalaciones de tratamiento y bombeo.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	Suministro de plantas de emergencia que permitan funcionar los equipos electromecánicos de los sistemas de tratamiento de Aguas Residuales.	-	Compra de equipos de emergencia para el funcionamiento de los equipos electromecánicos.	Suministro de plantas de emergencia que permitan funcionar los equipos electromecánicos de los sistemas de tratamiento de Aguas Residuales.	-
	-	-	-	Cuadrilla de mantenimiento para equipos electromecánicos, conformada por: 1 Técnico Electromecánico y 2 Ayudantes. Camioneta de servicio. Herramientas menores para trabajos de electricidad y mecánica.	Mantenimiento preventivo de plantas de emergencia que permitan funcionar los equipos electromecánicos de los sistemas de tratamiento de Aguas Residuales	-

Tabla 27. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (bajas precipitaciones). Medida N° 1: Diseñar y construir sistemas de tratamiento.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Bajas precipitaciones, eventos de sequía	-	-	-	Diseño de sistemas de tratamiento para evitar la contaminación de los cuerpos receptores que tengan su capacidad de dilución muy baja por los efectos de los periodos de sequía. Costos de Proyecto.	-	Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto. Disponibilidad de terreno para la construcción del sistema de tratamiento.

	-	-	-	Construcción de plantas de tratamiento: 1. Replanteo, 2. Excavaciones, 3. Encofrado de estructura, 4. Acero de refuerzo, concreto pobre, 5. Concreto armado de 210 kg/cm ² , 6. Concreto ciclópeo, 7. Suministro e Instalación de piezas Especiales (compuertas, válvulas, bombas de achique, etc.)	-	Aplicar las medidas del Estudio de Impacto Ambiental.
--	---	---	---	---	---	---

Tabla 28. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (bajas precipitaciones).
 Medida N° 2: Diseñar y construir tanques de homogeneización para regular la entrada de agua cruda las plantas de tratamiento.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Bajas precipitaciones, eventos de sequía	-	-	-	Proyecto de tanques de homogeneización para control de caudales en Sistemas de tratamiento de aguas residuales. Costos de Proyecto.	-	Proyecto de tanques de homogeneización para control de caudales en Sistemas de tratamiento de aguas residuales. Costos de Proyecto.
	-	-	-	Construcción de tanques de homogeneización para regular el caudal de entrada a las plantas de tratamiento: 1. Replanteo 2. Excavaciones 3. Encofrado de estructura, 4. Acero de refuerzo, concreto pobre 5. Concreto armado de 210 kg/cm ² 6. Concreto ciclópeo 7. Suministro e instalación de piezas especiales, compuertas,	-	Aplicar las medidas del Estudio de Impacto Ambiental

				etc. 8. Bote y limpieza de materiales y desechos del área. 9. Suministro de acero de refuerzo de 4200 kg/cm ² .		
--	--	--	--	--	--	--

Tabla 29. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas temperaturas).
Medida N° 1: Implementar programas de control y seguimiento para alertar el crecimiento de hongos y bacterias.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer/ayudante, obreros y supervisor). Sueldos y salarios. Costos de operación y mantenimiento del vehículo	1. Inspecciones periódicas de los elementos afectados. 2. Toma de muestras para determinar los valores límites de estos microorganismos.	-
	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer / ayudante, obreros y supervisor) sueldos y salarios, costos de operación y mantenimiento del vehículo.	Realizar limpiezas periódicas en las estructuras afectadas por el crecimiento de estos microorganismos	-

Tabla 30. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas temperaturas).
Medida N° 2: Implementar programas de control y seguimiento para alertar la disminución de parámetros en el agua residual (oxígeno disuelto).

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer/ayudante, obreros y supervisor). Sueldos y salarios. Costos de operación y mantenimiento del vehículo.	1. Inspecciones periódicas de los elementos afectados. 2. Toma de muestras para determinar los valores límites de estos parámetros.	-

Tabla 31. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas temperaturas).
Medida N° 3: Implementar programas de control y seguimiento para alertar la disminución de parámetros en el agua residual.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer/ayudante, obreros y supervisor). Sueldos y salarios. Costos de operación y mantenimiento del vehículo.	1. Inspecciones periódicas de los elementos afectados. 2. Toma de muestras para determinar los valores límites de estos parámetros.	-

Tabla 32. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas temperaturas).
Medida N° 4: Implementar programas de seguimiento y control para evaluar los daños en los elementos afectados (Sulfuro de Hidrógeno).

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer/ayudante, obreros y supervisor). Sueldos y salarios. Costos de operación y mantenimiento del vehículo.	1. Realizar la limpieza y mantenimiento preventivo de los elementos afectados por la corrosión 2. Toma de muestras para determinar los valores límites de estos parámetros.	-

Tabla 33. Identificación de costos de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales. (Altas Temperaturas).
Medida N° 5: Implementar programas de seguimiento y control para evaluar los daños en los elementos de infraestructura de recolección y disposición.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer/ayudante, obreros y supervisor). Sueldos y salarios. Costos de operación y mantenimiento del vehículo.	Inspecciones periódicas de los elementos afectados	-

Tabla 34. Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (altas temperaturas).
Medida N° 6: Implementar programas de control y seguimiento para alertar el crecimiento descontrolado de estos microorganismos.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Camioneta de servicio. Herramientas menores. Cuadrilla de limpieza (Chofer/ayudante, obreros y supervisor). Sueldos y salarios. Costos de operación y mantenimiento del vehículo.	Realizar limpiezas periódicas en las estructuras afectadas por el crecimiento de estos Microorganismos.	-

1.1.6.3 Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector drenaje urbano

● **Construcción de vertederos y limpieza de colectores unitarios**

– **Preinversión:** Estudio de línea base para determinar zonas críticas con requerimiento de soluciones estructurales.

– **Inversión**

Partidas típicas

- o Rotura de pavimento
- o Movimiento de tierra
- o Excavación de zanjas
- o Ejecución de obras de arte
- o Colocación de conductos

– **Operación, mantenimiento y administración**

Partidas típicas

- o Limpieza de colectores unitarios en tramos críticos
- o Cuadrillas de limpiezas
- o Vehículos con equipos de vacíos o vacuum
- o Maquinarias con mecanismos de palas para limpiezas de lodos

1.1.6.4 Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector gestión de residuos sólidos

Para la estimación de los daños y pérdidas se parte de la premisa de que una vez superada la causa que produjo los daños y las pérdidas, con un plan de contingencia elaborado y disponible (coherente con la información base indicada anteriormente) y restablecida la infraestructura crítica hacia los sitios afectados (la requerida para la entrega de ayuda, suministros y reconstrucción) se puede iniciar la valoración de los daños, pérdidas y gastos adicionales, la formulación de las medidas de respectivas, la cuantificación y la búsqueda de los recursos requeridos; así como los beneficios y co-beneficios asociados a las medidas que se seleccionen.

► **Características para la estimación de los daños y pérdidas**

La infraestructura crítica se debe reparar y/o reponer en poco tiempo y comenzar la reconstrucción. Como primer paso se debe establecer las características de la afectación a las

diferentes infraestructuras, vehículos y equipos, para lo cual es necesario revisar los planos de las infraestructuras que hayan sufrido daños y verificar las técnicas y materiales empleados en la construcción, así como las posibilidades de acceso físico a las mismas.

Asimismo, es importante saber cómo se desenvuelven las instituciones para atender a la población mientras se restablecen completamente los servicios. Al igual tener información sobre la determinación de las medidas de rehabilitación de la infraestructura; la cantidad de equipos, materiales e insumos a reponer; y los costos de materiales, de construcción, de equipos y de otros insumos necesarios.

► **Incremento en los costos de recolección, transferencia, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos**

Las afectaciones al sistema de recolección, transferencia, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos de la ciudad se traducirá en incrementos en costos; especialmente en aquellos casos donde se presenten pérdidas totales o parciales de los vehículos de recolección y los equipos de disposición final, materiales e insumos; daños a la infraestructura, las viviendas y la vialidad; con la consecuente reubicación temporal de los habitantes en campamentos temporales o albergues; suspensión total o parcial de los servicios normales de recolección, transferencia y disposición final; y prestación de los servicios a la población reubicada.

Todo lo anterior se pudiera traducir en adquisición y/o reparación de vehículos de recolección y maquinarias; construcción y/o rehabilitación de instalaciones (centros de acopio, plantas de reciclaje, estaciones de transferencia, sitios de disposición final, entre otras); incremento en los tiempos de recolección; construcción y/o rehabilitación de los sitios de disposición final; entre otros.

► **Estimación del tiempo de reparación y/o reposición de infraestructura y equipos**

El tiempo de reparación y/o reposición de infraestructura y equipos afectados va a depender de los daños que hayan sufrido la vialidad de acceso hacia las áreas donde hayan ocurrido las afectaciones y los propios daños de la infraestructura asociada al manejo de los residuos sólidos. Se debe contar con un inventario de empresas que cuenten con tecnologías y materiales de construcción que permitan la reparación de la vialidad en corto tiempo.

Asimismo, otro factor a tomar en consideración es el tiempo para acceder a alguna fuente de financiamiento, ayudas, suministros de los materiales y equipos de construcción y del tiempo de reparación y/o reposición propiamente dicho.

► **Determinación y descripción de los daños**

Los daños por determinar se refieren a la destrucción o averías en infraestructura y equipos, específicamente los relacionados con los sistemas de almacenamiento y acopio de residuos sólidos y materiales recuperables, la vialidad asociada a las rutas de recolección y transporte, el reciclaje, la incineración, transferencia y transporte, la vialidad asociada a los sitios de disposición final, preferentemente clasificados por sus componentes. Los daños también se

refieren a la destrucción del inventario de reserva (repuestos, combustibles, aceites, grasas y otros activos).

a) Estimación de los daños

Se debe trabajar cada sistema por separado en una lista, especificándose dentro de cada ciudad afectada, los daños agrupados por componentes o subsistemas. Si un subsistema o componente se ve afectado se le hará una descripción resumida de sus características principales, se indicarán los tipos de daños, y la cantidad aproximada de obra o material afectado, en las unidades de medida adecuadas, también se indicará el tipo de obra o material, el precio unitario de su reposición completa y nueva por componente, así como el costo unitario de reparación (R%) (como un porcentaje del precio unitario determinado antes).

La estimación del porcentaje (R%) se puede obtener de la empresa prestadora de los servicios. También esta valoración del porcentaje (R%) se puede conseguir por medio de una apreciación ponderada en que se considere si la obra, material o equipo es susceptible de ser reparado o reconstruido parcialmente o si, debido a la magnitud de los daños, es indispensable reconstruirlo o reponerlo por completo. Si hay que reconstruir o reponer totalmente la obra, se considerará que $R = 100\%$

Se debe considerar la demolición o desarme, por eso se sugiere evaluar, respecto de cada componente, si la reconstrucción o reparación requiere o no de la realización previa de dichas acciones. De ser así se indicarán las cantidades aproximadas de obra o material para demoler o desarmar, pero por ser labores extraordinarias y su necesidad son consecuencia del desastre, sus costos engrosan los gastos adicionales en el consumo intermedio del sector y no pertenecen a la cuantificación de los daños. Si el desastre afecta directamente a las bodegas u otras instalaciones donde se almacenan repuestos y otros insumos, deberán evaluarse dichas instalaciones. En esta evaluación han de considerar todas las fuentes disponibles para determinar la cantidad y los precios unitarios de los materiales en cuestión.

b) Fuentes de información de los precios unitarios

Los precios unitarios, que se deben considerar para evaluar los daños, pueden basarse en los provenientes de estudios o listados de precios unitarios de uso normal del organismo responsable de dichos servicios y sistemas. Es conveniente indicar la fecha de los listados de precios y de ser posible actualizarlos con coeficientes simples para corregir los efectos de la inflación y otros factores. Es muy importante que la estimación de precios unitarios que se utilice considere el contenido de la mano de obra y el porcentaje que corresponde a materiales de origen nacional e importados, expresado en relación con el precio unitario.

►Determinación y descripción de las pérdidas

Para determinar y describir las pérdidas debe estudiarse la situación previa y posterior al desastre.

a) Situación previa al desastre

Bajo la premisa de que se tiene información sobre la cobertura de los servicios previa al desastre, se requiere determinar los niveles de recaudación previos al desastre, así como el monto histórico (promedio de tres años) de los costos por concepto de prestación de los servicios públicos y privados (recolección y transporte, transferencia y transporte, incineración, reciclaje y disposición final). A través de esta información se verifican los recursos financieros disponibles para acometer las medidas de adaptación, la brecha para cubrir los costos y se determina si existe la necesidad de acceder a fuentes de financiamiento a través de préstamos o donaciones.

b) Valorización de las pérdidas

Es necesario estimar el monto de las recaudaciones de las empresas prestadoras durante el período de tiempo que dure la situación irregular, además del incremento en los costos de recolección y eliminación de los residuos sólidos por efecto de mayores trayectos, reparaciones, prestación del servicio de recolección en campamentos temporales y albergues, despejes de accesos, arriendos o adquisición de equipos.

El valor de las pérdidas estará constituido por la reducción en los ingresos que las empresas públicas y privadas experimenten, y por el incremento en los costos por la prestación del servicio de recolección en campamentos temporales y albergues, despejes de accesos, arriendos o adquisición de equipos.

► Identificación de costos

Las medidas de adaptación deben clasificarse en estructurales y no estructurales; para la identificación de los costos se deben formular los proyectos de las medidas estructurales y no estructurales. En las memorias descriptivas de las medidas estructurales se presentarán las diferentes partidas que conforman el proyecto, cada una de las cuales tendrá la cantidad de obra, los precios unitarios y el costo. En la Tabla 35 se presenta un ejemplo de las partidas asociadas a costos de las medidas estructurales típicas de adaptación, identificadas para los impactos indicados anteriormente. En la Tabla 36 se identifican los costos asociados a las medidas no estructurales de adaptación.

Tabla 35. Identificación de las partidas asociadas a costos de las medidas estructurales de adaptación.

Medidas Estructurales	Partidas asociadas a costos
Construcción/mejoramiento de los sitios de almacenamiento temporal, con cobertura y cerramientos.	Suministro de materiales de construcción, equipos, personal, remoción, transporte y bote de escombros.
Utilización de vehículos de recolección cerrados o colocarle cobertura (lona) a los vehículos abiertos.	Adquisición de vehículos compactadores y/o suministro de lonas cubrir los desechos sólidos en vehículos abiertos (volteos).
Mantenimientos Correctivo y preventivo y evaluación continua de la vialidad.	Replanteo, transporte de maquinarias y equipos, excavación, remoción y transporte de material de excavación, suministro de material de préstamo (base y subbase), suministro y colocación de asfalto, personal de inspección, construcción de obras de arte.
Construcción/mejoramiento de los sitios de transformación y/o tratamiento, con cobertura y cerramientos.	Suministro de materiales de construcción, equipos, personal, remoción y transporte de escombros.
Control de asentamientos de terreno en los sitios de disposición final que provocan la acumulación de agua de lluvia y generación de lixiviados.	Replanteo, transporte de maquinarias y equipos, remoción y transporte de material de excavación, suministro de material de préstamo, personal.
Saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos a cielo abierto a rellenos sanitarios.	Replanteo, transporte de maquinarias y equipos, remoción y transporte de material de excavación, suministro de material de préstamo, conformación de terrazas de residuos sólidos, suministro de material de préstamo (base y subbase), suministro y colocación de asfalto, construcción de obras de arte, construcción de infraestructura, suministro y colocación de balanza, personal.
Riego de vías no asfaltadas durante días sin lluvia.	Contratación de camión cisterna, transporte y riego del agua.
Limpieza manual de cauces de ríos.	Personal, transporte de personal, suministro de equipos de protección personal, suministro de materiales y herramientas de trabajo, remoción y transporte y disposición final de RS.

Tabla 36. Identificación de costos asociados a las medidas no estructurales de adaptación.

Medidas no estructurales	Partidas asociadas a costos
Plan de contingencia formulado y actualizado	Honorarios profesionales
Dotación de obligatorio cumplimiento de equipos de protección personal para los operadores y recolectores de RSU.	Suministro de equipos de protección personal
Contratación de vehículos de recolección	Pago de viajes adicionales (USD /viaje) x Número de viajes
Aumento del número de viajes por vehículo.	Pago de horas extras al personal, Depreciación del vehículo de recolección, incremento de costos por mantenimiento de los vehículos de recolección
Mantenimiento Preventivo y Evaluación Continua de la flota vehicular del servicio de recolección	Costos de personal (para los casos que esto no se tomaba en cuenta)
Ajuste de tasas y tarifas del servicio de aseo urbano	Costos de personal
Vigilancia y control en los cauces de los ríos con tradición de disposición final de RSU	Costos de personal (para los casos que esto no se tomaba en cuenta)
Cumplir con los principios de diseño, construcción y operación de los sitios de disposición final y con las medidas de bioseguridad en los sitios de disposición final	Costos de personal (para los casos que esto no se tomaba en cuenta)

1.1.6.5 Identificación de los costos para las medidas de adaptación del sector inundaciones y aludes torrenciales

La Tabla 37 presenta la identificación de los costos para las medidas estructurales del sector inundaciones y aludes torrenciales.

Tabla 37. Identificación de los costos para las medidas estructurales del sector inundaciones y aludes torrenciales.

Sector	Medidas	Identificación de costos
Inundaciones	<p>En el cauce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presa de control de inundaciones. • Canal de desviación. • Rectificación del cauce del río. • Canalización del cauce del río. • Muro longitudinal. • Muro perimetral. • Recubrimiento de márgenes. <p>En la cuenca receptora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zanjas de absorción. • Canales de desvío. 	<p>- Costos de inversión son los costos en los que se incurren para poner en funcionamiento el proyecto.</p> <p>- Costos de operación son aquellos costos relacionados con el funcionamiento del proyecto/medidas, entre estos están insumos como materias primas, equipos, mano de obra para operar las medidas.</p> <p>- Costos de mantenimiento son los necesarios para mantener las medidas para garantizar en el tiempo el cumplimiento de sus objetivos.</p>

Continuación Tabla 37. Identificación de los costos para las medidas estructurales del sector inundaciones y aludes torrenciales.

Sector	Medidas	Identificación de costos
	<ul style="list-style-type: none"> • Terrazas de drenaje. • Terrazas de absorción. • Muros de contención de mampostería. • Muros de contención de madera. • Muros de gavión. • Restauración ecológica. • Medidas agroconservacionistas. <p>En el área de inundación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de drenaje. • Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar. • Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar. 	<p>- Costos de administración son aquellas erogaciones para gestionar y administrar los costos anteriores.</p> <p>Existen otros costos que se deben contabilizar pero que a menudo no los incluyen en los costos de estas medidas, entre estos están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los costos ambientales son aquellos costos originados por las medidas de control ambiental que son necesarias ejecutar al construir e implementar la medida de adaptación. • El costo asociado al daño residual que queda cuando la medida de adaptación no puede controlar completamente el efecto del CC.
Aludes Torrenciales	<p>En el cauce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de dique de control de crecidas torrenciales. • Construcción de falso túnel, solo para carreteras. • Construcción de muro longitudinal. • Construcción de espolones. • Construcción de canal de desviación • Recubrimiento de márgenes. <p>En la cuenca receptora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zanjas de absorción. • Canales de desvío. • Terrazas de drenaje. • Terrazas de absorción. • Muros de contención de mampostería. • Muros de contención de madera. • Muros de gavión. • Restauración ecológica. • Medidas agroconservacionistas. <p>En el área de inundación:</p>	<p>- Costos de inversión son los costos en los que se incurren para poner en funcionamiento el proyecto. Estos corresponden a los costos de insumos para la construcción (mano de obra, materia prima, equipos, entre otros) y para el proceso de construcción propiamente dicho.</p> <p>- Costos de operación son aquellos costos relacionados con el funcionamiento del proyecto/medidas, entre estos están insumos como materias primas, equipos, mano de obra para operar las medidas.</p> <p>- Costos de mantenimiento son los necesarios para mantener las medidas para garantizar en el tiempo el cumplimiento de sus objetivos.</p> <p>- Costos de administración son aquellas erogaciones para gestionar y administrar los costos anteriores.</p> <p>Existen otros costos que se deben contabilizar pero que a menudo no los incluyen en los costos de estas medidas, entre estos están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los costos ambientales son aquellos costos originados por las medidas de control

Continuación Tabla 37. Identificación de los costos para las medidas estructurales del sector inundaciones y aludes torrenciales.

Sector	Medidas	Identificación de costos
	<ul style="list-style-type: none"> Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar. Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar. 	<p>ambiental que hay que ejecutar al construir e implementar la medida de adaptación.</p> <ul style="list-style-type: none"> El costo residual corresponde al costo del daño residual que queda cuando la medida de adaptación no puede controlar completamente el efecto del CC.

La Tabla 38 presenta la identificación de los costos para las medidas no estructurales del sector inundaciones y aludes torrenciales.

Tabla 38. Identificación de los costos para las medidas no estructurales del sector inundaciones y aludes torrenciales.

Medidas	Costos
<ul style="list-style-type: none"> Gestión ambiental-territorial orientada hacia la buena gobernanza: planes de ordenación del territorio a nivel local, ordenación y gestión de cuencas hidrográficas, otros. Implementación de un sistema de alerta temprana. Incorporación de educación ambiental a los programas formales y no formales de educación Incorporación de la variable “cambio climático” a los planes de control y/o erradicación de enfermedades relacionadas al agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Estos corresponden a los costos de gestión, realización de estudios de planes, programas y proyectos, recopilación de información, educación, entre otros. En el caso de los estudios de planes, programas y proyectos los costos vienen calculados en honorarios profesionales, gastos de transporte, viáticos, materiales y equipos e imprevistos.

1.1.7 Identificación de los beneficios para las medidas de adaptación

Los beneficios para las medidas de adaptación al cambio climático se identifican así:

● Costos evitados

Estos comprenden los daños evitados, la reducción de las pérdidas y de los gastos adicionales. Los daños evitados corresponden a impedir o reducir las afectaciones en términos monetarios que sufren en este caso las infraestructuras como consecuencia del CC, lo cual se puede manifestar por ejemplo con el incremento de las inundaciones. Por otro lado, la reducción de las pérdidas y gastos adicionales se ven ligados con mantener por ejemplo los flujos de cobro de las tarifas por el servicio del sector. Entre esos flujos es importante diferenciar lo que se considera como pérdidas y como gastos adicionales.

Las pérdidas son los bienes que se dejan de producir y servicios que se dejan de prestar durante un lapso comprendido desde el momento del evento hasta que se logre la recuperación o reconstrucción total de la infraestructura. Los gastos adicionales constituyen erogaciones extras demandadas para la producción de bienes y prestación de servicios como consecuencia del evento.

● Co-beneficios

Estos se refieren a los beneficios adicionales y a los costos evitados que presta la medida de adaptación. Por ejemplo, el uso de un embalse para pesca construido como medida redundante a la sequía de una ciudad.

● Beneficios ambientales

Corresponden a los bienes y servicios ambientales adicionales que puede traer una medida de adaptación. Por ejemplo, la mejora de la calidad del agua al construir dique retenedor de sedimentos.

● Salvaguarda de vidas humanas

Estos beneficios se presentan primordialmente en los sectores de inundaciones y aludes torrenciales. Se refiere a la posibilidad de impedir las pérdidas de vidas humanas por los eventos señalados.

A continuación, se identifican los beneficios de los sectores agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, drenaje urbano, gestión de residuos sólidos e inundaciones y aludes torrenciales.

1.1.7.1 Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector agua potable

► Fuentes superficiales

Construcción de obras de almacenamiento:

- Aumento de la seguridad en la provisión del servicio en épocas de estiajes.
- Mantenimiento y/o aumento de la continuidad del servicio.

Costos evitados

- o Acarreo de agua en el sector de las poblaciones más vulnerables (zonas periurbanas).
- o Se evita el consumo de agua embotellada en época de penuria.
- o Se evita costos sociales debido a la perturbación de la cotidianidad en épocas de sequías intensas.

Nota: Si el costo de esta medida supera el costo de 0,30 USD/m³, podrían competir con ella, otras medidas en zonas costera tales como desalación de agua (WBG, 2010).

Co-beneficios

- o Aquellos secundarios para lo cual se construye la medida: mitigación de picos de crecidas.
- o Aquel otro beneficio para que se haya concebido la medida.

► Fuentes subterráneas

Construcción de campo de pozos:

- Se puede explotar el agua subterránea ampliamente mayor al que se requeriría en almacenamientos superficial.
- Aumento de la seguridad en la provisión del servicio en épocas de estiajes.
- Mantenimiento y/o aumento de la continuidad del servicio.

Costos evitados

- o Acarreo de agua en el sector de las poblaciones más vulnerables (zonas periurbanas).
- o Se evita el consumo de agua embotellada en época de penuria.
- o Se evita costos sociales debido a la perturbación de la cotidianidad en épocas de sequías intensas.

Co-beneficios

- o Aquellos secundarios para lo cual se construye la medida.
- o Aquel otro beneficio para que se haya concebido la medida, por ejemplo, riego.

►Potabilización

Automatización de procesos de plantas de potabilización para mitigar efectos de picos de turbidez.

- Se asegura continuidad del servicio en épocas de crecidas.
- Se optimiza el uso de sustancias químicas.
- Se reduce el agua no contabilizada debido a que se aumenta el tiempo de lavado del filtro.

Costos evitados

- o Perturbación de cotidianidad en épocas de crecidas .
- o Uso excesivo de sustancias .

►Redes

Control activo de fugas

- Volúmenes de fugas eliminada multiplicada por la tarifa aplicada al sector.

Costos evitados

- o Contaminación del agua por entrada de sedimentos y eliminación de bornes de mala calidad en el sistema.
- o Reducción de Agua No Contabilizada (ANC).
- o Reducción de pérdidas físicas.

Cobeneficio

- o Mayor disponibilidad de agua para otros usuarios.
- o Aumento de la presión mínima en el sistema.

▶ Servicio

Aumenta la cobertura de agua segura

- Reducción de la probabilidad de enfermedades de origen hídricos en poblaciones de edades vulnerables (0 a 5 años).

Costos evitados

- o Acarreo humano de agua o en camiones cisterna.
- o Se reduce el consumo de agua mineral en poblaciones de bajos recursos.
- o Mayor probabilidad de provisión de agua en periodo de sequías.
- o Se mejora la continuidad del servicio.
- o Bajo un esquema de gestión de facturación adecuado se reducen los porcentajes de ANC ó ANF.

▶ Reducción de consumos

- Reducción de 10 a 20% de consumo en usuarios que no tenían medición.
- Reducción de ANC, si los usuarios se facturaban.
- Mayor disponibilidad de agua para otros usuarios.
- Incremento de ingreso si los usuarios eran facturados por consumos promedios inferiores a los detectados.

Costos evitados

- o Acarreo de agua en el sector de las poblaciones más vulnerables (zonas periurbanas).
- o Se evita el consumo de agua embotellada en época de penuria.
- o Se evita costos sociales debido a la perturbación de la cotidianidad en épocas de sequías intensas.

Co-beneficios

- o Mejora de la continuidad del servicio.

1.1.7.2 Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

Construcción de ampliación de red de recolección de aguas servidas

- Se minimiza el contacto con excretas humanas de vectores que pudieran causar riesgos de enfermedades a poblaciones desfavorecidas.
- De existir tratamiento adecuado se mitigan impacto en la degradación de la calidad del medio receptor.

Las tablas a continuación presentan los beneficios identificados por medidas (Tablas 39 -54).

Tabla 39. Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector alcantarillado y tratamiento de aguas servidas (Altas Precipitaciones).
Medida N°1: Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alcantarillado sanitario.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	Obstrucción de tuberías. Contaminación del área urbana. Enfermedades de origen hídrico. Buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.	-	Producción de abono para jardines en áreas urbanas.	-	-	-
	Colapso de tramos del sistema de alcantarillado.	Suspensión del servicio de alcantarillado.	Contaminación de las áreas afectadas. Incremento de enfermedades hídricas.	-	-	-

Tabla 40. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N°2: Trasladar las instalaciones existentes o ubicar las instalaciones nuevas a mayor altura tomando en cuenta las inundaciones o el incremento del nivel del mar.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales.	-	-	-	Afectaciones de las estructuras por inundaciones. Suspensión del servicio.	Suspensión del servicio.	Contaminación de áreas. Incremento de enfermedades hídricas.

Tabla 41. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N°3: Monitorear los niveles de calidad del agua.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Daños a los ecosistemas en los cuerpos de agua. Cumplimiento de las normas de vertidos de efluentes.	Suspensión del servicio.	Uso del recurso aguas abajo del sistema de tratamiento. Contaminación ambiental.

Tabla 42. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N° 4: Diseñar Obras de Rebose y de derivación en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Buen funcionamiento del sistema de tratamiento. Control de caudales pico durante la época de lluvia evitar paradas de planta, por falta de capacidad de las instalaciones.	Suspensión del servicio.	Uso del recurso aguas abajo del sistema de tratamiento. Contaminación ambiental.

Tabla 43. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N°5: Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alcantarillado sanitario.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Obstrucción de tuberías. Contaminación del área urbana. Enfermedades de origen hídrico.	Buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario	-

Tabla 44. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N°6: Separar los sistemas de recolección en sistemas individuales de aguas residuales y aguas de lluvia.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	Colapso de tramos del sistema de alcantarillado por falta de capacidad	Suspensión del servicio de alcantarillado	Contaminación de las áreas afectadas. Incremento de enfermedades hídricas.	-	-	-

Tabla 45. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N°7: Diseñar y construir estructuras de almacenamiento.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Mejor calidad del efluente. Optimización del uso de sustancias químicas utilizadas en el tratamiento. Ahorro de HH/ hombre en jornadas.	-	Disminución de la contaminación a los cuerpos receptores

Tabla 46. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillados y tratamiento de aguas residuales (Altas precipitaciones).
Medida N°8: Planificar sistemas de energía de respaldo para las instalaciones de tratamiento y bombeo.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas precipitaciones; eventos de inundaciones y aludes torrenciales	-	-	-	Paradas de Planta por la falta de electricidad.	-	Mala calidad del efluente tratado. Contaminación del ambiente.

Tabla 47. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. (Bajas Precipitaciones).
Medida N° 1: Diseñar y construir sistemas de tratamiento.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Bajas precipitaciones, eventos de sequía	-	-	-	Mejor calidad del efluente tratado. Cumplimiento con las normas de vertido de Efluentes.	-	Disminución de la contaminación a los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

Tabla 48. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. (Bajas Precipitaciones).
Medida N° 2: Diseñar y construir tanques de homogeneización para regular la entrada de agua cruda las plantas de tratamiento.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Bajas precipitaciones, eventos de sequía	-	-	-	Asegurar una mejor calidad del efluente tratado. Cumplimiento con las normas de vertido de efluentes . Optimización del funcionamiento del sistema de tratamiento.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

Tabla 49. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. (Altas temperaturas).
Medida N° 1: Implementar programas de control y seguimiento para alertar el crecimiento de hongos y bacterias.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Evitar paradas de planta. Interrupciones del servicio.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

Tabla 50. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Altas temperaturas).
Medida N° 2: Implementar programas de control y seguimiento para alertar la disminución de parámetros en el agua residual (oxígeno disuelto).

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Evitar paradas de planta. Interrupciones del servicio.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

Tabla 51. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Altas temperaturas).
Medida N° 3: Implementar programas de control y seguimiento para alertar la disminución de parámetros en el agua residual.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Evitar paradas de planta. Interrupciones del servicio.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

Tabla 52. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Altas temperaturas).
Medida N°4: Implementar programas de seguimiento y control para evaluar los daños en los elementos afectados. (Sulfuro de Hidrogeno).

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	Colapso de tramos del sistema de alcantarillado. Suspensión del servicio. Contaminación de las áreas afectadas. Incremento de enfermedades hídricas.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.	Colapso de tramos del sistema de alcantarillado. Suspensión del servicio. Contaminación de las áreas afectadas. Incremento de Enfermedades Hídricas.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

Tabla 53. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Altas temperaturas).
Medida N°5: Implementar programas de seguimiento y control para evaluar los danos en los elementos de infraestructura de recolección y disposición.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	Colapso de tramos del sistema de Alcantarillado. Suspensión del servicio. Contaminación de las áreas afectadas. Incremento de Enfermedades Hídricas.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.	-	-	-

Tabla 54. Identificación beneficios de las medidas de adaptación para los sectores alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Altas temperaturas).
Medida N° 6: Implementar programas de control y seguimiento para alertar el crecimiento descontrolado de estos microorganismos.

Estresor climático	Alcantarillado			Sistema de Tratamiento		
	Infraestructura	Servicios	Ambiente	Infraestructura	Servicios	Ambiente
Altas Temperaturas	-	-	-	Paradas de planta. Interrupciones del servicio. Contaminación de cuerpos receptores. Proliferación de malos olores y contaminación ambiental.	-	Disminución de la contaminación de los cuerpos receptores, para utilizarlos aguas abajo de la descarga.

1.1.7.3 Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector drenaje urbano

Construcción de vertederos y limpieza de colectores unitarios

Costos evitados

- o Disminución de riesgos de inundación en zonas críticas del núcleo urbano.
- o Distorsión de la cotidianidad.
- o Contaminación de cuerpos receptores con metales pesados e hidrocarburos si los dispositivos contienen trampas de absorción de estos.

Co-beneficio

- o Si existe tratamiento mejora de la calidad de agua para usuarios situados aguas abajo.

1.1.7.4 Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector gestión de residuos sólidos

En las tablas 55 y 56, se presentan los beneficios y co-beneficios asociados a las medidas estructurales y no estructurales de adaptación en el sector residuos sólidos respectivamente; lo co-beneficios aparecen resaltados en color rojo en cada una de las tablas indicadas.

Tabla 55. Identificación de los beneficios y co-beneficios asociados a las medidas estructurales de adaptación.

Medidas Estructurales	Beneficios y co-beneficios asociados a las medidas estructurales
Construcción/mejoramiento de los sitios de almacenamiento temporal, con cobertura y cerramientos.	Se evita la producción de lixiviados y la generación de olores Se evita la propagación de enfermedades
Utilización de vehículos de recolección cerrados o colocarle cobertura (lona) a los vehículos abiertos	Se evita la producción de lixiviados, la generación de olores y se mantiene la cobertura del servicio sin viajes adicionales por día
Mantenimientos Correctivo y Preventivo y evaluación continua de la vialidad	Se cumple mantiene la cobertura del servicio sin viajes adicionales por día. Menor deterioro de la flota de vehículos de recolección
Construcción/mejoramiento de los sitios de tratamiento de los residuos sólidos, con cobertura y cerramientos.	Se evita la producción de lixiviados y la generación de olores Se evita la propagación de enfermedades
Control de asentamientos de terreno en los sitios de disposición final que provocan la acumulación de agua de lluvia y generación de lixiviados	Se evita la producción de lixiviados y el incremento en costos asociados al manejo de caudales superiores a los estimados
Saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos a cielo abierto a rellenos sanitarios	Se evita la producción de lixiviados y la generación de olores Se evita la propagación de enfermedades
Riego de vías no asfaltadas durante días sin lluvia	Se evita la propagación de enfermedades respiratorias
Limpieza manual de cauces de ríos	Se evita la contaminación de aguas superficiales y la generación de olores
	Se evita la propagación de enfermedades

Tabla 56. Identificación de los beneficios y co-beneficios asociados a las medidas no estructurales de adaptación.

Medidas no estructurales	Beneficios y co-beneficios
Dotación de obligatorio cumplimiento de equipos de protección personal para los operadores y recolectores de RSU.	Se evitan enfermedades y accidentes laborales Se evitan gastos médicos y de medicinas, y por reemplazo de mano de obra.
Contratación de vehículos de recolección.	Se cumplen las frecuencias de recolección. Se evita la propagación de vectores de enfermedades y la generación de olores en los sitios de almacenamiento en sitio Se evitan gastos médicos y de medicinas, y por reemplazo de mano de obra.
Aumento del número de viajes por vehículo.	Se cumplen las frecuencias de recolección. Se evita la propagación de vectores de enfermedades y la generación de olores en los sitios de almacenamiento en sitio Se evitan gastos médicos y de medicinas, y por reemplazo de mano de obra.
Mantenimiento Preventivo y Evaluación Continua de la flota vehicular del servicio de recolección.	Se cumplen las frecuencias de recolección. Se estimula el pago de las tasas por concepto de prestación del servicio y la molestia pública.
Ajuste de tasas y tarifas del servicio de aseo urbano.	Se cuenta con recursos para cumplir con los servicios Se estimula el pago de las tasas por concepto de prestación del servicio y la molestia pública.
Vigilancia y control en los cauces de los ríos con tradición de disposición final de RSU.	Se evita la propagación de vectores de enfermedades Se evitan gastos médicos y de medicinas, y por reemplazo de mano de obra.
Cumplir con los principios de diseño, construcción y operación de los sitios de disposición final y con las medidas de bioseguridad en los sitios de disposición final.	Se evita la propagación de vectores de enfermedades. Se evitan gastos médicos y de medicinas, y por reemplazo de mano de obra.

1.1.7.5 Identificación de los beneficios de las medidas de adaptación en el sector inundaciones y aludes torrenciales

La tabla 57 muestra la identificación de beneficios en el sector de inundaciones y aludes torrenciales. Nótese que se presentan solo para las medidas estructurales pues para las no estructurales son difíciles de identificar debido a que van muy asociadas a las anteriores.

Tabla 57. Identificación de beneficios en el sector inundaciones y aludes torrenciales.

Sector	Medidas	Identificación de beneficios
Inundaciones	<p>En el cauce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presa de control de inundaciones. - Canal de desviación. - Rectificación del cauce del río. - Canalización del cauce del río. - Muro longitudinal. - Muro perimetral. - Recubrimiento de márgenes. <p>En la cuenca receptora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zanjas de absorción. - Canales de desvío. - Terrazas de drenaje. - Terrazas de absorción. - Muros de contención de mampostería. - Muros de contención de madera. - Muros de gavión. - Restauración ecológica. - Medidas agroconservacionistas. <p>En el área de inundación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de drenaje. - Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar. - Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar. 	<p>Costos evitados (daños, pérdidas y gastos adicionales) en los siguientes sectores:</p> <p><u>Social:</u> educación, salud, epidemias, cultura y bienes culturales.</p> <p><u>Infraestructura:</u> transporte, agua y saneamiento y eléctrico.</p> <p><u>Económico:</u> industria, comercio, turismo.</p> <p><u>Ambiental:</u> agua, suelo, aire, flora, fauna, ecosistemas y paisaje.</p> <p>Co-beneficios:</p> <p><u>Social:</u> zonas de esparcimiento, investigación científica</p> <p><u>Infraestructura:</u> transporte</p> <p><u>Económico:</u> turismo, agropecuario</p> <p>Ambiental</p> <p><u>Ambiental:</u> incremento de bienes y servicios ambientales</p> <p>Salvaguarda de vidas humanas</p> <p><u>Mortalidad:</u> reducción de la posibilidad de pérdidas de vidas humanas.</p>
Aludes Torrenciales	<p>En el cauce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de dique de control de crecidas torrenciales. - Construcción de falso túnel, solo para carreteras. - Construcción de muro longitudinal. - Construcción de espolones. - Construcción de canal de desviación - Recubrimiento de márgenes. <p>En la cuenca receptora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zanjas de absorción. - Canales de desvío. - Terrazas de drenaje. - Terrazas de absorción. - Muros de contención de mampostería. - Muros de contención de madera. - Muros de gavión. - Restauración ecológica. - Medidas agroconservacionistas. <p>En el área de inundación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reforzamiento de la infraestructura que se pueda afectar. - Reubicación de la infraestructura que se pueda afectar. 	<p>Costos evitados (daños, pérdidas y gastos adicionales) en los siguientes sectores:</p> <p><u>Social:</u> educación, salud, epidemias, cultura y bienes culturales.</p> <p><u>Infraestructura:</u> transporte, agua y saneamiento y eléctrico.</p> <p><u>Económico:</u> industria, comercio, turismo.</p> <p><u>Ambiental:</u> agua, suelo, aire, flora, fauna, ecosistemas y paisaje.</p> <p>Co-beneficios:</p> <p><u>Social:</u> zonas de esparcimiento, investigación científica</p> <p><u>Infraestructura:</u> transporte</p> <p><u>Económico:</u> turismo, agropecuario</p> <p>Ambiental</p> <p><u>Ambiental:</u> incremento de bienes y servicios ambientales</p> <p>Salvaguarda de vidas humanas</p> <p><u>Mortalidad:</u> reducción de la posibilidad de pérdidas de vidas humanas.</p>

1.1.8 Propuesta de lineamientos para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación que orienten las NDCs

En este apartado se van a proponer lineamientos, es decir propuestas que sirvan de orientación para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de adaptación que orienten las NDCs de los países de ALC.

Se entiende como priorizar al proceso que permite ordenar las inversiones mediante el uso de técnicas específicas, permitiendo definir las medidas que se deben realizar.

Dimensionar corresponderá a la determinación de la cantidad de dinero necesaria para llevar adelante las medidas priorizadas.

Antes de presentar el proceso metodológico para priorizar las medidas de adaptación, se debe diferenciar si la priorización se realiza desde el punto de vista financiero o desde el punto de vista económico. La tabla 58 presenta las diferencias entre ambas priorizaciones.

Tabla 58. Diferencias entre las priorizaciones financiera y económica

criterio que diferenciar	Priorización financiera	Priorización económica
Punto de vista de la priorización	Privado	Sociedad, el país
Precios para valorar los beneficios y costos	Mercado	Económicos, sombra, precios cuenta
Tasa de actualización (tasa de descuento)	Mercado	Sociedad, el país
Gastos de transferencia	Incluye impuestos, subsidios, intereses de préstamos	No incluye gastos de transferencias
Externalidades	Incluye los costos de las medidas de control ambiental valoradas a precios de mercado	Incluye los costos de las medidas de control ambiental valoradas a precios económicos e incluye, dependiendo de la medida de control ambiental, los costos ambientales residuales

Cuando se realiza la priorización desde el punto de vista económico, lo que se busca es determinar si la medida es rentable para el país. Si el criterio es financiero se determina si la medida es rentable para un privado y por lo tanto invierte en ella.

Los precios económicos, sombra o de cuenta, se consiguen de manera general multiplicando los precios de mercado por su relación de precio cuenta (RPC). Esta RPC la suministra el organismo de planificación de cada país, pues su determinación es algo compleja y requiere de información que solo esos organismos tienen con más fácil acceso. Lo que se busca con el precio económico es determinar lo que realmente le vale a un país determinado rubro. Es decir, definir el precio de mercado excluyendo factores como impuestos y subsidios. Otro elemento que tomar en cuenta es el cambio de la moneda nacional con respecto a la moneda que generalmente se maneja a nivel internacional como el dólar.

En lo que respecta a la tasa de actualización o tasa de descuento, es la tasa anual que quiere tener como rentabilidad mínima el inversionista privado si la priorización es financiera. Para el caso de la priorización económica la tasa gira entre 10 a 15% anual para los países de ALC. *Más adelante se va a discutir nuevamente sobre esta tasa de actualización.*

Los gastos de transferencia de impuestos, subsidios y pagos de intereses se incluyen en la priorización financiera, siendo obvio porque no los incluye la priorización económica.

En la priorización financiera se deben incluir, como externalidad, los costos de las medidas de control ambiental que resultan del estudio de impacto ambiental de la medida. Estos se valoran a precios de mercado. Para la priorización económica, se internaliza la externalidad con el costo de las medidas de control a precio económico. También se pueden incluir los costos de los impactos residuales que no controla la medida de control, así como los que no controla la medida de adaptación, valorándose todos estos a precios económicos.

En este orden de ideas, a continuación, se presenta el proceso metodológico para priorizar las inversiones que requieren las medidas de adaptación al CC en los sectores APS y seguidamente se discute la manera de dimensionar las inversiones de las medidas ya priorizadas.

1.1.8.1 Metodología para priorizar las inversiones en medidas de adaptación al CC en los sectores APS

La Figura 3 muestra la metodología que se va a usar para priorizar las inversiones en medidas de adaptación al CC en los sectores APS.

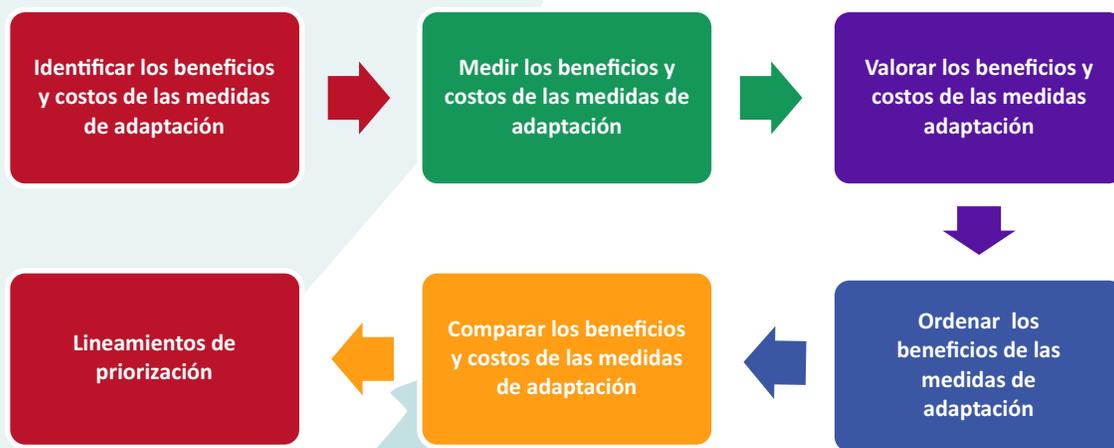


Figura 3. Metodología para priorizar las inversiones en medidas de adaptación al CC en los sectores APS.

► Identificar los beneficios y costos de las medidas de adaptación

La identificación de los costos de las medidas de adaptación se detalló en el punto 1.1.6, mientras que la identificación de los beneficios se presentó en el punto 1.1.7. Nótese que ambas identificaciones se realizaron de manera general, de modo de orientar sobre cuales pudieran ser

los costos y beneficios más comunes de medidas de adaptación al CC en los sectores de APS.

El punto central es que se deben identificar aquellos costos y beneficios que sean relevantes para las medidas de adaptación.

Los costos y beneficios identificados serán solo para la situación con medidas. La situación de costos y beneficios de la situación sin medidas no se considerará debido a la gran incertidumbre que hay con el CC. En tal sentido, las medidas van a actuar como “no regret”, es decir que deben hacerse ocurra o no el CC.

► **Medir los beneficios y costos de las medidas de adaptación**

Medir los beneficios y costos de las medidas de adaptación significa definir en unidades pertinentes los costos y los beneficios de dichas medidas.

A continuación, detallamos algunos ejemplos de unidades, según cada caso:

- ─Mano de obra: horas, jornales, meses, entre otros.
- ─Materias primas y otros insumos: kilogramos, toneladas, metros cúbicos, entre otros.
- ─Maquinarias y equipos: unidades, horas trabajadas, peso, etc.
- ─Uso de la tierra: hectáreas, acres, etc.
- ─Productos del proyecto: toneladas de carbono equivalente/año, metros lineales de tubería que no se repararán, metros cúbicos de agua que se colocarán a disposición de las comunidades, entre otros.

► **Valorar los beneficios y costos de las medidas de adaptación**

En este punto se calcula el valor monetario de los costos y beneficios de las medidas de adaptación, esto se realiza multiplicando la cantidad determinada en el punto anterior por el precio correspondiente unitario. Se debe recordar que el precio es económico, de cuenta o sombra.

No todos los costos y beneficios se pueden valorar, debido a que algunos no tienen precios en el mercado. Sin embargo, para tales situaciones se usan técnicas de valoración ambiental económica.

A continuación, se presenta un flujograma sencillo (Pérez, 2017) para seleccionar una técnica de valoración ambiental económica. La Figura 4 muestra el primer paso.

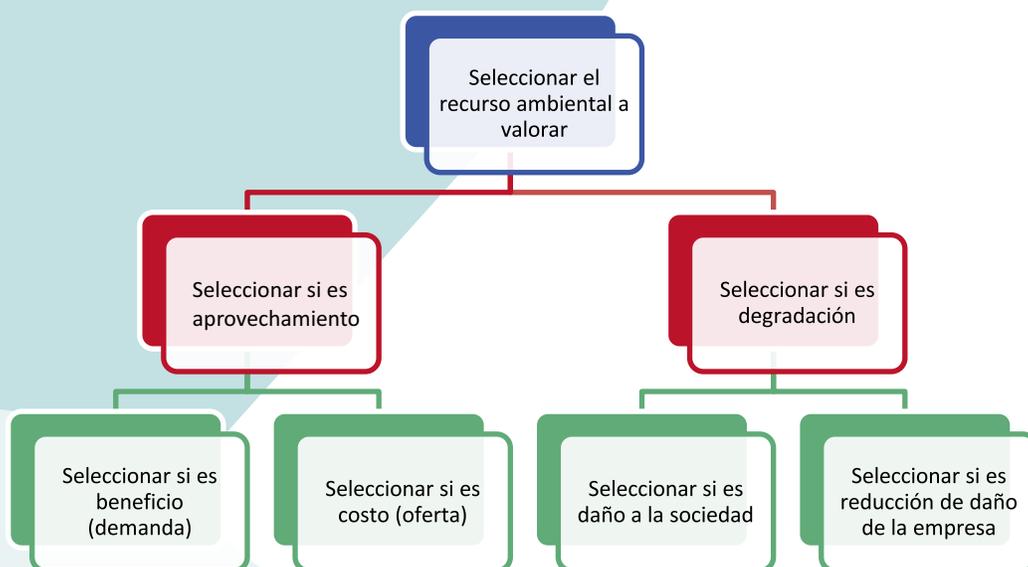


Figura 4. Primer paso para selección de una técnica de valoración ambiental económica.

La Figura 5 muestra el segundo paso.

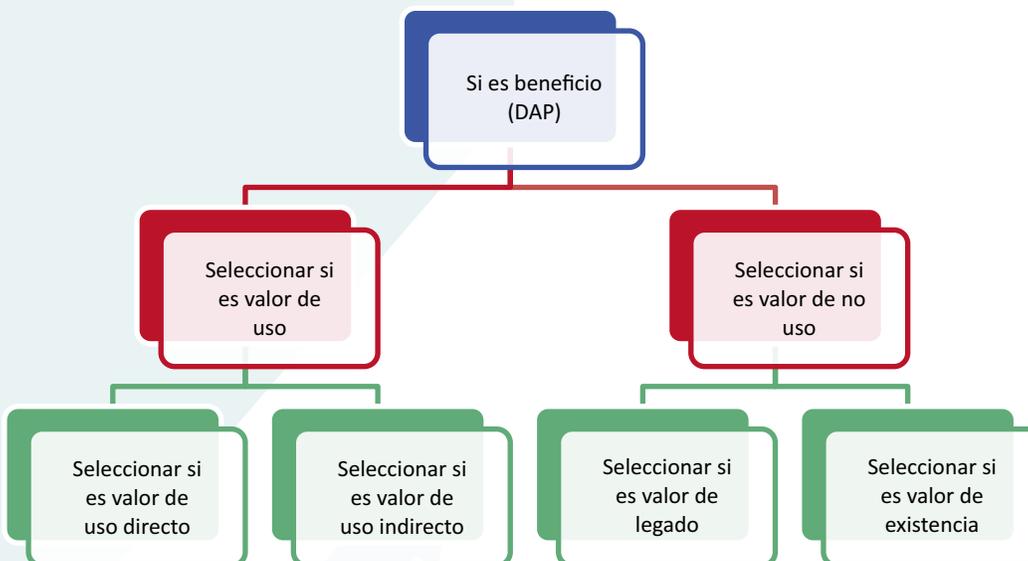


Figura 5. Segundo paso para selección de una técnica de valoración ambiental económica.

La Figura 6 muestra el tercer paso.

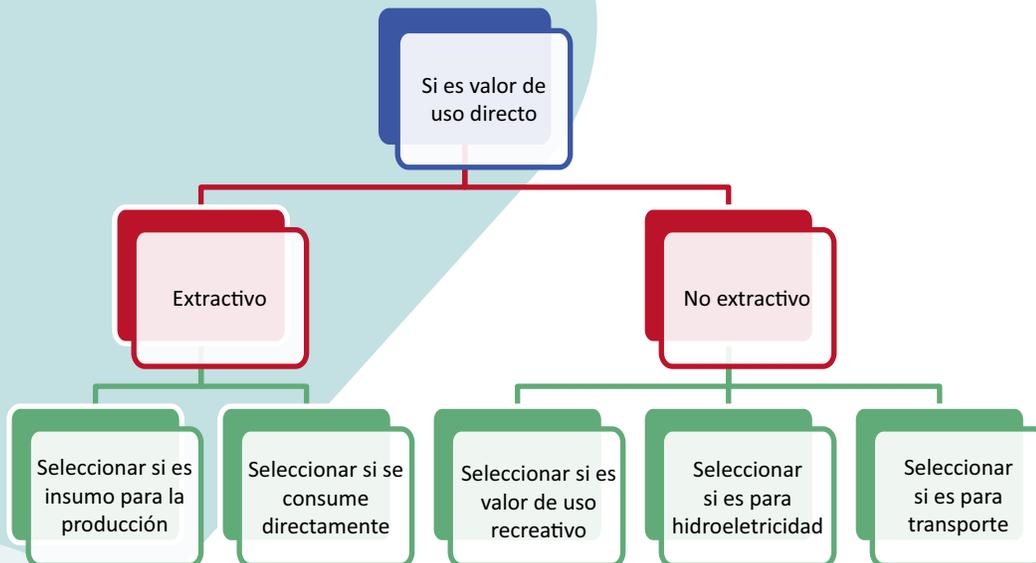


Figura 6 . Tercer paso para selección de una técnica de valoración ambiental económica.

La Figura 7 presenta el cuarto paso

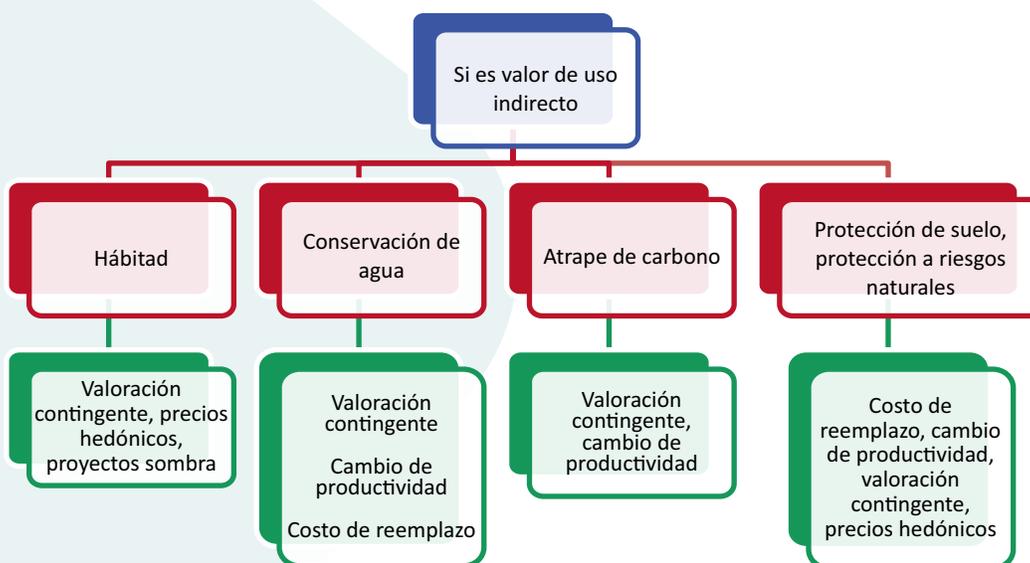


Figura 7. Cuarto paso para selección de una técnica de valoración ambiental económica.

De acuerdo con lo presentado, los métodos usados primordialmente son precios hedónicos y valoración contingente, y de esto se hablará en el apartado de valoración de los beneficios.

A continuación, se presenta la valoración de los costos y de los beneficios de las medidas de adaptación:

Valoración de los costos de las medidas de adaptación

Como se menciona en el punto 1.1.6 los costos de las medidas de adaptación son:

- **Costos de las medidas estructurales**
- Costos de inversión, los cuales corresponden a los costos de insumos para la construcción

(mano de obra, materia prima, equipos, entre otros) y para el proceso de construcción propiamente dicho.

- Costos de operación son los costos de insumos como materias primas, equipos, mano de obra para operar las medidas.
- Costos de mantenimiento son los necesarios para preservar o mantener las medidas para garantizar en el tiempo el cumplimiento de sus objetivos.
- Costos de administración son aquellas erogaciones para gestionar y administrar los costos anteriores.

Existen otros costos que se deben contabilizar pero que a menudo no los incluyen en los costos de estas medidas, entre estos están:

- Costos de seguridad los cuales corresponden a los costos de garantizar el recurso agua. Por ejemplo, si se construye un embalse como medida estructural redundante, el costo de la conservación de la cuenca de la cual se surte el embalse, es el costo de seguridad.
- Los costos ambientales son aquellos costos originados por las medidas de control ambiental que hay que ejecutar al construir e implementar la medida de adaptación.
- El costo de oportunidad es el costo de sacrificar el mejor uso alternativo de un recurso. Por ejemplo, cuando capto el agua potable y sacrifico el uso para riego de esa misma agua.
- Costo residual corresponde al costo del daño “residual” que queda cuando la medida de adaptación no puede controlar completamente el efecto del CC.

● **Costos de las medidas no estructurales**

Estos corresponden a los costos de gestión, realización de estudios de planes, programas y proyectos, recopilación de información, educación, entre otros. La tabla 59 presenta la manera de valorar los costos de las medidas de adaptación.

Tabla 59. Método para valorar los costos de las medidas de adaptación.

Tipo de medida	Tipo de costo	Método de valoración
Estructural	Inversión	Precio económico unitario del rubro por la cantidad del rubro
	Operación	
	Mantenimiento	
	Administración	
	Seguridad	Valoración contingente
	Ambientales	Precio económico unitario del rubro por la cantidad del rubro
	Costo de oportunidad	Cambio de productividad
	Costo residual	Valoración contingente, precios hedónicos
No estructural	Costos de gestión, realización de estudios de planes, programas y proyectos, recopilación de información, educación, entre otros	Precio económico unitario del rubro por la cantidad del rubro

Valoración de beneficios de las medidas de adaptación

Como se menciona en el punto 1.1.7, los beneficios de las medidas de adaptación provienen de:

- Costos evitados
- Co-beneficios
- Beneficios ambientales
- Salvaguarda de vidas humanas

A continuación, se detalla lo que engloba cada uno:

Costos evitados

Estos comprenden los daños evitados, la reducción de las pérdidas y de los gastos adicionales. Los daños evitados corresponden a impedir o reducir las afectaciones en términos monetarios que sufren los acervos (en este caso infraestructuras) como consecuencia del CC, lo cual se puede manifestar y la reducción de las pérdidas y gastos adicionales constituyen mantener, por ejemplo, los flujos de cobro de las tarifas por el servicio del sector.

Las pérdidas son los bienes que se dejan de producir y servicios que se dejan de prestar durante un lapso comprendido desde el momento del evento hasta que se logre la recuperación o reconstrucción total de la infraestructura.

Los gastos adicionales constituyen erogaciones extras demandadas para la producción de bienes y prestación de servicios como consecuencia del evento. La tabla 60 presenta ejemplos de las infraestructuras y servicios de los sectores de APS.

Tabla 60. Ejemplos de las infraestructuras y servicios de los sectores de APS.

Ámbito	Infraestructuras	Servicios
Agua Potable	Toma, conducción, potabilización, distribución, válvulas, ventosas, tomas domiciliarias e infraestructuras menores.	Proveer de agua de buena calidad a la población para que reúna sus necesidades básicas.
Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas	Red de alcantarillado, bocas de visitas, sistemas de tratamiento (laguna, lodos activados u otro sistema) y tubería de disposición)	Recolectar y tratar las aguas servidas para evitar enfermedades y disponerla con buena calidad a los cauces receptores.
Drenaje Urbano	Red de drenaje urbano, sistema de disposición.	Recolectar las aguas de lluvia en la ciudad para evitar inundaciones en la misma.
Gestión de Residuos Sólidos	Estaciones de transferencias, relleno sanitario, edificaciones de reciclaje, edificaciones de generación de energía, edificaciones de compostajes, entre otros.	Recolectar y disponer los desechos sólidos para evitar daños a la salud, presencia de roedores y contaminación ambiental en el sitio de disposición.
Inundaciones y Aludes Torrenciales	Presa de control de inundaciones, muros longitudinales, muros perimetrales, espolones, diques, canales de desviación, gaviones, entre otros.	Proteger a los sectores sociales, infraestructura y económicos de los daños de las inundaciones y aludes torrenciales. Entre los sectores protegidos están los de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, drenaje urbano y gestión de residuos sólidos que a su vez tienen infraestructuras y servicios.

Para valorar los daños a las infraestructuras se determina la cantidad de infraestructura a reparar, reconstruir o rehabilitar y se multiplica por costo unitario de tales actividades. A lo anterior, hay que sumarle el costo de las demoliciones (en caso de ser necesarias) y de la remoción de escombros y sedimentos.

Para valorar las pérdidas se debe recopilar información que permitan determinar las posibles alteraciones en los servicios. Esto se traduce en la disminución de los ingresos de las diferentes empresas que cobran por los servicios. Estos efectos se hacen evidentes en una menor facturación causados por la disminución.

Para valorar los gastos adicionales se debe determinar la necesidad de contingencias presentes debido a la pérdida de los servicios. Entre las contingencias puede estar: proveer camiones cisterna de agua, albergues, campañas de vacunación, alquiler de camiones para recoger la basura, entre otros.

Los costos evitados serían aquellos que reducirían los daños, pérdidas y gastos adicionales. Estos costos son difíciles de determinar pues se tendría que predecir las cantidades de daños, pérdidas y gastos adicionales, siendo estos objetivos complejos de alcanzar.

Otra dificultad adicional para determinar los costos evitados es conocer cuál va a ser la mancha de inundación relativa al CC.

Co-beneficios

Estos se refieren a los beneficios adicionales a los costos evitados que presta la medida de adaptación. Por ejemplo, el uso de un embalse para pesca construido como medida redundante a la sequía de una ciudad. Al igual al caso anterior, predecir los co-beneficios de las medidas de adaptación no es una actividad sencilla, por lo que es importante evaluar cada caso.

Beneficios ambientales

Corresponden a los bienes y servicios ambientales adicionales que puede traer una medida de adaptación. Por ejemplo, la mejora de la calidad del agua al construir dique retenedor de sedimentos. La valoración de los beneficios ambientales presenta la misma dificultad de los co-beneficios.

Salvaguarda de vidas humanas

Estos beneficios se presentan primordialmente en los sectores de inundaciones y aludes torrenciales. Se refiere a la posibilidad de impedir las pérdidas de vidas humanas por los eventos señalados.

La valoración de las vidas humanas se pudiera realizar determinando el valor de la vida productiva de una persona en edad productiva. Sin embargo, esto traería el error de que la vida humana de países con altos salarios se valoraría mucho más que la de los países con bajos salarios, además existe una cuestión de ética que ha recomendado no colocar valoración monetaria a la vida humana.

Por otro lado, predecir la cantidad de vidas humanas salvaguardadas que traería como beneficio las medidas de adaptación también es una tarea muy difícil de estimar.

Tomando en cuenta las exposiciones anteriores, para la valoración de los beneficios de las medidas de adaptación, se recomienda usar valoración contingente.

En algunos textos sugieren otros métodos para valorar los beneficios de las medidas de adaptación como los precios hedónicos; sin embargo, tiene las siguientes limitaciones:

1. No hay un mercado competitivo de las viviendas en los países de ALC que permita que el valor de la vivienda dependa de una variable de protección proporcionada por las medidas de adaptación.
2. No permite valorar los co-beneficios de las medidas de adaptación, ni los beneficios ambientales, así como tampoco la salvaguarda de la vida humana.
3. Requiere de información confiable de los precios de las viviendas, lo cual a veces es difícil obtener en la región de ALC.

Método de Valoración Contingente (MVC)

A continuación, se describe el método de valoración contingente (Pérez, 2017; Pérez, 2004; Pere, 1994 y Mendieta, 2001):

a) Características generales

- El Método de Valoración Contingente (MVC) usa un enfoque directo de valoración de los cambios en el bienestar ante modificaciones de una situación que trae las medidas de adaptación. Por ejemplo, proteger contra inundaciones.
- El mecanismo de implementación son encuestas, entrevistas, cuestionarios, etc. Uno de los mayores atractivos del MVC es obtener valoraciones que estén cerca de lo que aparecería si existiera un mercado real.
- Es el único método disponible para estimar el valor económico total de los costos evitados, los co-beneficios, los beneficios ambientales y la salvaguarda de la vida humana.

b) Procedimiento de aplicación general

- Identificación de lo que se quiere valorar, por ejemplo, los costos evitados por las medidas de adaptación; los co-beneficios de la medida si tienen, los beneficios ambientales de la medida y la salvaguarda de la vida humana.
- Identificación de los tipos de valores generados por la medida de adaptación, por ejemplo, zonas de viviendas protegidas, tamaño del acueducto protegido, entre otros.
- Diseño de una encuesta.
- Estimación del tamaño de la muestra.
- Recolección de datos y procesamiento.

- Estimación de medidas de bienestar.

c) Encuestas

- Primer bloque donde se expone información importante sobre el objeto de estudio (identificar el problema). Por ejemplo, mostrar los daños de las inundaciones.
- Segundo bloque en el cual se describe la modificación propuesta e impactos (dosis-respuesta). En este paso está la pregunta de Disposición a Pagar. Por ejemplo, ¿Cuánto estaría usted dispuesto a contribuir anualmente para ayudar a construir, operar, mantener y administrar una medida de adaptación que proteja a las infraestructuras de su sector, aporte co-beneficios, beneficios adicionales y salvaguarde vidas humanas? En este segundo bloque se le debe informar al entrevistado que el pago lo hará en el recibo de agua, luz, en los impuestos, etc.
- Tercer bloque será para conocer las características socioeconómicas del entrevistado.

d) Mecanismos de aplicación de las encuestas

- Entrevistas personales las cuales permiten entregar información detallada, material visual, responder dudas, control del tiempo; los inconvenientes principales son el sesgo del entrevistador el costo.
- Entrevistas telefónicas, las cuales son de bajo costo; sus limitaciones: imposible ayudas visuales e información detallada, reducido campo de aplicación.
- Encuestas por correo, estas son de bajo costo, se pueden usar ayudas visuales; sus desventajas es que no permite control en proceso de respuestas, ni aclarar dudas, ni realizar un proceso iterativo.
- Experimentos de laboratorio, los cuales permiten procesar información y realizar modificaciones necesarias; su principal inconveniente: difícil reunir grupo representativo.
- Encuestas por internet, son de bajo costo y se pueden responder preguntas y presentar información visual. El principal inconveniente es que no todas las personas cuentan con internet.

e) Formato de pregunta de Disponibilidad A Pagar (DAP)

- Abierto: Entrevistador espera la respuesta del monto que digan los entrevistados. Una gran desventaja es el elevado número de no respuestas (desconocimiento), así como el tamaño de la desviación de las respuestas.
- Subasta: “Punto de partida” y pregunta si \uparrow ó \downarrow hasta que entrevistado se “planta”, es decir, se indica un monto, si el entrevistado dice si se sube el monto hasta que el entrevistado diga no. Si dice no al monto indicado, se baja este, hasta el momento que el entrevistado diga sí. El sesgo principal es el punto de partida con el cual inicia el entrevistador.
- Múltiple: se entrega un cuadro con cifras ordenadas y el entrevistado selecciona una. Su sesgo es el rango de cifras entregadas.

- **Binario o referéndum:** Se le pregunta si está disponible a pagar un monto. El entrevistado dice sí o no. El sesgo principal es el monto ofrecido. Esta es la más usada.
- **Iterativo:** es una combinación del binario y el de subasta. Se pregunta primero la disponibilidad a pagar por un monto. El entrevistado dice sí o no. Se calcula el valor. Si dijo sí, se sube el monto y se vuelve a preguntar sí o no. Al final se van a tener distintos valores de la mediana. El sesgo principal está asociado a los montos ofrecidos.

f) Sesgos

- **Sesgo estratégico:** el entrevistado dice que está de acuerdo con pagar por un nivel de un bien, pero da la respuesta para otro nivel. Dicho comportamiento busca influir sobre las respuestas de los otros entrevistados. El entrevistador debe buscar controlar esa situación.
- **Sesgo del entrevistador:** ocurre cuando el entrevistador presenta la información de una manera tal que influya en la DAP del entrevistado. Para controlar este sesgo, los entrevistadores deben recibir capacitación previa.
- **Sesgo del planteamiento de la hipótesis:** se corre el riesgo de que la DAP no sea la verdadera. Es propio del método este sesgo. Para controlarlo, se deben realizar la mayor cantidad de pruebas piloto posibles.
- **Sesgo del punto de partida o del monto ofrecido:** es similar al anterior.

g) Pruebas piloto

- Se deben aplicar la mayor cantidad de pruebas piloto posibles.
- La primera es con pregunta abierta, la segunda con pregunta de subasta y la tercera con pregunta de referéndum.
- Cuando se tiene seguridad de que los entrevistados comprenden lo que se quiere preguntar, se hace la encuesta definitiva.

h) Tamaño de la muestra

Un especialista en encuestas y de aplicación del MVC selecciona la ecuación para determinar el tamaño de la muestra.

La ecuación más simple es: $n = \frac{z^2 * p * q}{d^2}$

Donde:

z² es el parámetro del valor z para una determinada confiabilidad, es igual a 2,33 si la confiabilidad es 99%.

p es la probabilidad de ocurrencia de que la muestra sea representativa de la población. Se toma generalmente, 0,5.

q es la probabilidad de no ocurrencia de que la muestra sea representativa de la población. Es decir, q=1-p.

d es el error de muestreo aleatorio. Es decir, que es la máxima variación entre la media muestral y la media poblacional. Se toma como 0,0456, casi un 5%. Si se quiere bajar, se tiene que aumentar el tamaño de la muestra.

La experiencia indica incrementar entre 30 a 40% el número de encuestas al tamaño de n.

i) Estimación de la DAP

- La estimación de la DAP por individuo u hogar encuestado se realiza calculando la media o la mediana de los montos investigados. Generalmente, se usa la mediana debido a que es una estimación más conservadora. Así mismo, el tipo de pregunta aplicado más generalmente es la de referéndum.
- La pregunta puede ser ¿Estaría usted dispuesto a contribuir anualmente con ----- (ofrecer un monto)? Si--- No----, para ayudar a construir, operar, mantener y administrar una medida de adaptación que proteja a las infraestructuras de su sector, aporte co-beneficios, beneficios ambientales y salvaguardar vidas humanas. En este bloque se le debe informar al entrevistado que el pago lo hará en el recibo de agua, luz, en los impuestos, etc.
- En este tipo de pregunta se señala un monto y las personas responden sí o no. La hipótesis que subyace es que en la medida que aumenta el monto propuesto, la probabilidad de decir si es menor.

Las ecuaciones a usar son: $probabilidad\ de\ si = \frac{1}{1+e^{-z}}$

- $Z = B_0 - B_1Monto + B_2 Ingreso + B_3 Nivel\ educativo + \dots B_nX_n$
- Ingreso, nivel educativo, edad, entre otros son variables preguntadas en la encuesta.
- El monto de la mediana es: $Monto = \frac{B_0+B_2 Ingreso+B_3 nivel\ educativo+B_nX_n}{B_1}$
- Para determinar el valor del beneficio anual de la medida de adaptación se multiplica el valor del monto por la cantidad de hogares o personas del área de influencia (dependiendo si la encuesta fue por hogar o por personas).

j) Algunas sugerencias importantes

- Para procesar las encuestas se usan paquetes estadísticos como el LIMDEP, SPSS, y otros.
- La variable dependiente es la respuesta sí o no, la cual puede estar codificada como 1 para sí 0 para no.
- La regresión para usar es Logística.
- Los entrevistadores deben ser capacitados para que no influncien sobre los entrevistados.
- Un estadístico debe analizar los resultados para verificar si las variables en la ecuación de regresión tienen los signos correctos, son estadísticamente significativas y si el modelo es adecuado.

► Ordenar los beneficios y costos de las medidas de adaptación

Los costos y los beneficios de las medidas de adaptación se producen en distintos momentos en el tiempo. Esta secuencia es importante pues no es lo mismo recibir un beneficio o tomar un costo hoy, que mañana o dentro de varios años.

El concepto que justifica el ordenamiento de los costos y beneficios es el de valor tiempo del dinero:

- Demorar la recepción de un beneficio tiene un costo de oportunidad. En la medida que el beneficio se reciba más tarde menor es su valor en dinero.
- Demorar la generación de un costo tiene un beneficio de oportunidad. Mientras más tarde se haga el costo tendrá menor valor.

El ordenamiento de los costos y beneficios se realiza en un flujo de caja. La tabla 61 presenta un ejemplo de un flujo de caja con la ordenación de los beneficios y costos de una medida de adaptación.

Tabla 61. Ejemplo de flujo de caja de una medida de adaptación en años.

Beneficios	Años							
	0	1	2	3	4	5	6 en adelante	n
Costos evitados								
Cobeneficios								
Ben. Ambientales								
Total beneficios								
Costos								
Inversión								
Operación								
Mantenimiento								
Administración								
Ambientales								
Total costos								
Beneficios netos								

► Comparar los beneficios y costos de las medidas de adaptación

Comparar los beneficios y costos significa calcular los beneficios netos de la medida de adaptación al restar los costos totales a los beneficios totales. Esto servirá de base para posteriormente calcular los indicadores de rentabilidad VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y CAE (Costo Anual Equivalente).

► Lineamientos de priorización

En orden de priorizar las medidas de adaptación se pueden usar cualquiera de las tres técnicas que presenta la Figura 8.

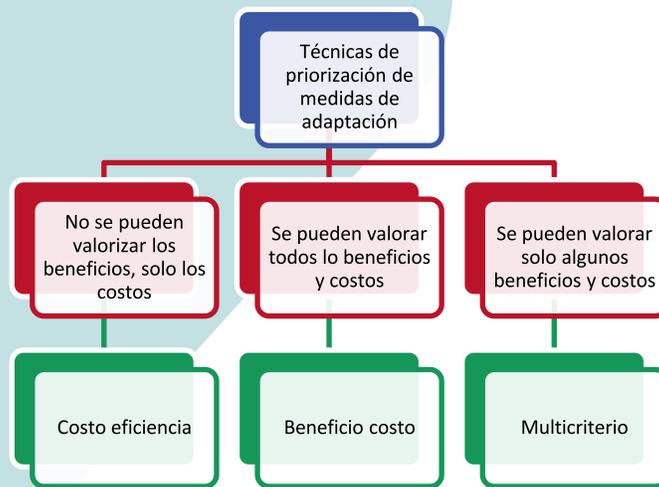


Figura 8. Técnicas para la priorización de medidas de adaptación.

Cuando se pueden valorar solo los costos pues no se pueden valorar los beneficios se usa la técnica de costo eficiencia.

Si se pueden valorar tanto los costos como los beneficios se usa Costo-Beneficio (B/C), y en caso de que se puedan valorar solo algunos beneficios y costos, pero otros beneficios y costos no se pueden valorar se usa multicriterio.

A continuación, se explicará de forma sucinta cada una de ellas:

● **Técnica de costo eficiencia**

La técnica de costo eficiencia es la que en muchos textos denominan técnica del costo mínimo. En esta técnica se fija un objetivo ambiental fijo a alcanzar, por ejemplo, la reducción anual de la contaminación de un acuífero por entrada de agua de mar, y se estima el costo anual equivalente (CAE), de varias alternativas de adaptación para lograr dicho objetivo.

Pasos de aplicación de la técnica

- Fijar el objetivo a lograr.
- Formular varias medidas alternativas para lograr el objetivo.
- Calcular los costos de inversión, operación, mantenimiento y administración de cada alternativa.
- Estimar el VPC (valor presente de los costos) y el CAE (costo anual equivalente) para cada alternativa.
- Dividir el CAE de cada alternativa entre el objetivo fijo a alcanzar. Esto será el costo eficiencia de la alternativa.
- Seleccionar el mejor costo eficiencia representado por la menor de ellas.

Pasos de cálculo del costo anual equivalente (CAE):

- Determine el Valor Presente de los Costos (VPC), mediante la siguiente fórmula:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}$$

Donde:

- t** corresponde a cada año de la vida de la medida
- Ct** costo de cada año de la vida de la medida, en unidades monetarias
- i** es la tasa de actualización
- n** es la vida útil de la medida, en años

Calcule el Factor de Recuperación de Capital (FRC)

$$FRC = \frac{((1+r)^p * r)}{((1+r)^p - 1)}$$

Donde:

- r** es la tasa a la cual se quiere recuperar el capital, podría ser igual a *i*
- p** es el número de períodos al cual se quiere recuperar el capital, podría ser el número de años en el cual la medida va a estar en funcionamiento

Determine el CAE como: $CAE = VPC * FRC$

Determine el costo eficiencia como $\frac{CAE}{\text{Objetivo fijo a alcanzar}}$

Lineamiento de priorización: Seleccionar la medida que tenga el menor valor de costo eficiencia

● **Técnica de costo-beneficio**

La técnica de costo-beneficio consiste en determinar los indicadores VAN y TIR de cada medida y con base a los resultados seleccionar la prioritaria.

Pasos para estimar el VAN

- Calcular el VAN con la siguiente ecuación: $\sum_{t=0}^n \frac{(Bt-Ct)}{(1+i)^t}$
- Dónde B son los beneficios anuales determinados por valoración contingente y los demás términos ya fueron descritos.

Pasos para estimar la TIR

- La TIR es el valor de *i* de la ecuación del VAN que hace a este igual a 0.

Lineamiento de priorización: Seleccionar la medida que tenga el mayor VAN

● Técnica multicriterio

Esta técnica se denominará también de análisis de sostenibilidad, pues se evaluará la medida desde los puntos de vista económico usando el VAN de cada medida, desde el punto de vista ambiental calculando el puntaje ambiental ES (*Environmental Score*), desde el punto de vista social estimando el CID (Coeficiente de Impacto Distributivo) y tomando en cuenta a su vez aquellos costos y beneficios que no se pueden valorar monetariamente.

Evaluación ambiental

Para la evaluación ambiental se usará el método RIAM. La Matriz Rápida de Evaluación de Impacto Ambiental o RIAM por sus siglas en inglés (*Rapid Impact Assessment Matrix*), fue desarrollada en el año 1993 por Pastakia y Jensen del *VKI Institute for the Water Environment, Denmark*, para la evaluación ambiental de proyectos de turismo, pero los conceptos del RIAM, no fueron publicados sino hasta ser rigurosamente comprobados en campo luego de la evaluación de proyectos relacionados con el control de inundaciones, esto en el año 1998.

El RIAM en su forma actual, un método universalmente aplicable para la EIA, y describe un sistema de puntuación dentro de una matriz que se ha sido diseñado para permitir objetivas sentencias que se registran cuantitativamente, para obtener la evaluación de un impacto ambiental de las medidas y los impactos sobre el medio son evaluados según el componente a afectar, tal como se muestra en la tabla 62.

Es un método que se basa en una definición estándar de criterios de evaluación. Los impactos considerados son evaluados en relación con los componentes ambientales, y para cada uno se utilizan los criterios definidos para determinar una medida (valoración) del impacto.

Los criterios de evaluación importantes se dividen en dos (2) grupos:

i. Grupo A: los criterios que son de importancia para el estado, y que, individualmente, pueden cambiar la puntuación obtenida. Los criterios de este grupo son:

(A1) Importancia de la condición. Se evalúa con los límites espaciales o los intereses humanos que se afectan. Las escalas definidas son:

4 = importante para los intereses nacionales / internacionales

3 = importante regionales y los intereses nacionales

2 = importante a las zonas inmediatamente fuera de la condición de local

1 = importante sólo a la condición de local

0 = sin importancia

La valoración objetiva de este criterio dependerá del uso de modelos específicos que permitan determinar el alcance espacial o la extensión del impacto ambiental evaluado.

Tabla 62. Componentes Ambientales de la Matriz Rápida de Evaluación de Impacto Ambiental (RIAM). Fuente: Pastakia and Jensen (1998).

Componente ambiental	Descripción e identificación de la variable ambiental
Fisicoquímico (PC)	Engloba todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales finitos (no biológicos, por ejemplo, contaminación, erosión, calidad del agua, aire y suelo). Se usa el color verde para identificarlos.
Biológico-Ecológico (BE)	Incluye los aspectos biológicos del ambiente, tales como: recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies y contaminación de la biósfera (flora, fauna, vectores de enfermedades, biodiversidad). Se identifican en color rojo.
Sociocultural (SC)	Contempla los aspectos humanos del ambiente, incluyendo tópicos sociales que afectan a los individuos y a las comunidades, junto con los aspectos culturales como la conservación del patrimonio cultural y el desarrollo humano. Por ejemplo, la demanda de agua, la pérdida de vivienda, el empleo, la inmigración o emigración. Se representan en color gris.
Económico-Operacional (EO)	Incluye los aspectos para identificar cualitativamente las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal y permanente. También contempla la complejidad del manejo del Proyecto dentro del contexto de sus actividades, por ejemplo: Pérdida de cosechas, pesca, turismo, costo de operación y mantenimiento, entre otros. Se representan en color azul.

(A₂) Magnitud del cambio. Se define como una medida de la escala de beneficios y perjuicios de un impacto o una condición. Las escalas definidas son:

- +3 = mejora importante en el *status quo*.
- +2 = mejora significativa en el *status quo*.
- +1 = mejora en el *status quo*.
- 0 = sin cambios.
- 1 = variación negativa al *status quo*.
- 2 = cambio negativo significativo en el *status quo*.
- 3 = cambio negativo importante en el *status quo*.

A objeto de garantizar juicios cuantitativos, se recomienda, si es posible, que el valor de este criterio sea asignado, considerando funciones de transformación que relacionen indicadores ambientales con las medidas de magnitud del impacto ambiental. Una función de transformación (también llamada función de calidad), se trata de las relaciones entre el valor de cada indicador, medida en las unidades propias de cada uno de ellos y valor ambiental de lo que se quiere deducir (en este caso la magnitud del impacto). Dicha relación se puede representar sobre un sistema de coordenadas en cuyo eje de las abscisas se dispone el valor del indicador de condición ambiental y en el de ordenadas el valor de magnitud a obtener, en unidades homogéneas. En caso de no poder usar funciones de transformación, los criterios se evaluarán de manera cualitativa.

ii. Grupo B: los criterios que son de valor para situación, pero individualmente no deben ser capaces de cambiar la puntuación obtenida. Los criterios de este grupo son:

(B₁) Permanencia. Esto define si una condición es temporal o permanente, y debe ser visto sólo como una medida del estado temporal de la condición. Las escalas definidas son:

1 = sin cambios / no aplicable

2 = temporal

3 = permanente

(B₂) Reversibilidad. Indica si la condición se puede cambiar sin una medida del control sobre el efecto. Las escalas definidas son:

1 = sin cambios / no aplicable

2 = reversible

3 = irreversible

(B₃) Acumulativo/Sinergia. Esta es una medida de si el efecto tendrá un impacto directo único o si habrá un efecto acumulativo en el tiempo, o un efecto sinérgico con otras condiciones. Las escalas definidas son:

1 = sin cambios / no aplicable

2 = no acumulativo / simple

3 = acumulativo / sinérgico

En su versión computarizada, los valores de la matriz son reflejados en histogramas resultantes de la valoración de cada uno de los criterios de la metodología, que proporciona además un registro transparente y permanente del proceso de evaluación ambiental. Este registro de juicios permite así que los procedimientos en RIAM sean revisados y comprendidos fácilmente por el lector.

Un tutorial en español, para el uso de la versión libre del programa de la Matriz Rápida de Evaluación de Impacto Ambiental (RIAM), fue desarrollado por Márquez K. (2017) del CIDIAT (ULA), Venezuela, y se encuentra disponible en el [siguiente enlace](#).

Resultados de la evaluación ambiental de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

La EIA de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, ayudará a estimar la sostenibilidad de estas, puesto que con sus resultados será posible:

i) Seleccionar los impactos ambientales negativos significativos de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático que requerirán la proposición de medidas de control ambiental, estas se corresponderán a instrumentos de carácter técnico dirigidos a prevenir, mitigar,

corregir o compensar los efectos de la medida sobre las variables físico-naturales y socio-económicas, que tienen por objeto compatibilizar la opción con el medio al garantizar que el proyecto propuesto se ejecute con una afectación “tolerable” al ambiente.

En el caso de la metodología propuesta, la Matriz Rápida de Evaluación de Impacto Ambiental o RIAM por sus siglas en inglés, el cálculo del *Environmental Score (ES)* o el Puntaje Ambiental, representa el proceso final de la evaluación del impacto ambiental, y es expresado a través de la siguiente expresión matemática:

$$ES = A_T * B_T$$

Donde:

$$A_T = A_1 * A_2$$

$$B_T = B_1 + B_2 + B_3$$

El Puntaje Ambiental (*ES por sus siglas en inglés*) permitirá determinar la significancia de los efectos positivos o negativos de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático sobre el ambiente, a través de un rango de valores (tabla 63). Conforme a la tabla, se considerarán como impactos ambientales significativos negativos que requieren medidas de control ambiental, aquellos cuyo rango sea catalogado como: -C, -D, -E, es decir, impactos negativos moderados, impactos negativos significativos o impactos negativos mayores, respectivamente.

Tabla 63. Rango de valores de impactos ambientales, de la metodología RIAM

Fuente: Pastakia and Jensen (1998).

PUNTAJE (ES)	RANGO	INTERPRETACIÓN
+72 a +108	+E	Cambio/Impactos positivos mayores
+36 a +71	+D	Cambio/Impactos positivos significativos
+19 a +35	+C	Cambio/Impactos positivos moderados
+10 a +18	+B	Cambio/Impacto positivo mayor que ligero pero menor que moderado
+1 a +9	+A	Cambio/Impacto ligeramente positivo
0	N	Sin Cambios o importancia
-1 a -9	-A	Cambio/Impacto ligeramente negativo
-10 a -18	-B	Cambios/Impacto negativo mayor que ligero pero menor que moderado
-19 a -35	-C	Cambio/Impactos negativos moderados
-36 a -71	-D	Cambio/Impactos negativos significativos
-72 a -108	-E	Cambios/Impactos negativos mayores

ii) **Estimación del impacto ambiental global de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático**, el impacto ambiental global de las medidas se estimaría mediante un promedio general de los puntajes ambientales obtenidos para los impactos ambientales evaluados (positivos y negativos), en cada uno de los componentes ambientales, esto es:

$$IA_G = \frac{\sum_1^n ES}{n}$$

Donde:

IA_G = Impacto ambiental global de la medida (o alternativa) evaluada

ES = Puntaje ambiental de cada uno de los impactos de la medida (o alternativa) evaluada

n = Número de impactos de la medida (o alternativa) evaluada

En el caso de que se tuviesen varias alternativas para hacer frente a un problema específico de adaptación o mitigación al cambio climático, este índice proporcionará un criterio de selección entre opciones, bajo la premisa: “será seleccionada la alternativa con menor impacto ambiental negativo sobre el entorno”.

Evaluación social

La evaluación social de la medida se ejecutará determinando el Coeficiente de Impacto Distributivo (CID) (Miranda, 2001).

Aspectos generales del CID

- Estima la proporción de beneficios que son transferidos hacia las personas de bajos ingreso.
- Mide la proporción del beneficio producido por el proyecto que se orienta a los sectores más pobres de la población, bien como destinatarios o como trabajadores de menores ingresos que son incorporados al mismo.

Ecuación del CID

$$CID = \frac{(BBI / BT) * BTA + (Mpm - Mpe)}{BTA + (Mpm - Mpe)}$$

Donde:

CID: Coeficiente de impacto distributivo.

BBI: Número de beneficiarios del proyecto de bajos ingresos (pobres y pobres extremos).

BT: Número de beneficiarios totales del proyecto.

BTA: Beneficios totales actualizados generados por el proyecto.

Mpm: Costo actualizado de la mano de obra no calificada a precios de mercado.

Mpe: Costo actualizado de la mano de obra no calificada a precios económico.

Información para los parámetros del CID

BBI y BT se pueden determinar de datos censales del área de influencia de aplicación de la medida. En caso de que los datos censales estén desactualizados se deberá aplicar encuestas. Se debe recordar que se considerará población de bajos ingresos aquella cuyos ingresos no cubren la canasta básica.

BTA proviene de la valorización de los beneficios de la medida que se determinó con valoración contingente. La valoración contingente proporciona el valor anual, para calcular BTA se debe usar la siguiente ecuación:

$$BTA = \sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}$$

Donde:

t: Cada año de la vida de la medida

Bt: Beneficio de cada año de la vida de la medida, en unidades monetarias, determinado por valoración contingente.

i: Tasa de actualización

n: Vida útil de la medida, en años

Mpm y **Mpe** se deben extraer del flujo de costos de la medida, en el rubro de mano de obra, usando las dos ecuaciones siguientes:

$$Mpm = \sum_{t=0}^n \frac{CMpmt}{(1+i)^t}$$

Donde:

t: Cada año de la vida de la medida

CMpmt: Costo de cada año de la mano de obra de la medida, en unidades monetarias a precios de mercado.

i: Tasa de actualización

n: Vida útil de la medida, en años

$$Mpe = \sum_{t=0}^n \frac{CMpet}{(1+i)^t}$$

CMpet costo de cada año de la mano de obra de la medida, en unidades monetarias a precios económicos.

Costos y beneficios ambientales no valorados

Estos corresponden a aquellos costos y beneficios que se identificaron, que se pudieron medir o no, pero que no se pudieron valorar monetariamente.

Análisis multicriterio:

Para el análisis multicriterio se debe calcular el Valor de Sostenibilidad (VS) de cada medida.

Valor de sostenibilidad

El valor de sostenibilidad de cada medida se calcula con la siguiente ecuación:

$$VS = \sum_{n=1}^n Pn * pn$$

Donde:

n son los criterios económicos, ambientales, sociales, costos no valorados y beneficios no valorados.

P son los pesos de los criterios.

p son los puntajes de los criterios

Metodología de cálculo de los pesos, P

Existen muchas metodologías para estimar el P e los criterios, muchas de ellas usan la comparación de pares.

Pasos de la metodología de comparación de pares

- Seleccione el número de jueces. Supongamos como ejemplo 3 jueces.
- Identifique los criterios: económico, ambiental, social costos no valorados y beneficios no valorados.
- Enumere los criterios: 1. Económico; 2. Ambiental; 3. Social; 4. Costos no valorados y 5. Beneficios no valorados.
- Construya una tabla como la siguiente

Criterios	1	2	3	4	5
1	x				
2	x	x			
3	x	x	x		
4	x	x	x	x	
5	x	x	x	x	x

- Cada Juez debe llenar la tabla comparando un criterio contra otro. En la intersección de la tabla debe colocar cual criterio respecto a otro. Por ejemplo, este es el llenado del juez 1.

Criterios	1	2	3	4	5
1	x	1	3	1	5
2	x	x	3	2	2
3	x	x	x	3	3
4	x	x	x	x	4
5	x	x	x	x	x

En la tabla el juez 1 prefiere al criterio económico sobre el ambiental, por eso colocó 1 en la comparación entre el criterio 1 y el 2.

f) Determine la frecuencia con que cada Juez seleccionó cada criterio.

Criterios	Juez 1	Juez 2	Juez 3
1	2	3	3
2	2	2	3
3	4	3	2
4	1	1	1
5	1	1	1

El Juez 1 seleccionó al criterio 1, 2 veces. Al criterio 2, 2 veces y así sucesivamente.

g) Calcule la oportunidad de selección de cada criterio con la formula

$$= \frac{n * (n - 1)}{2}$$

Donde n es el número de criterios, en este caso 5. Por lo tanto, la oportunidad de selección de cada criterio es 10.

h) Divida la frecuencia entre la oportunidad de selección

Criterios	Juez 1	Juez 2	Juez 3
1	0,2	0,3	0,3
2	0,2	0,2	0,3
3	0,4	0,3	0,2
4	0,1	0,1	0,1
5	0,1	0,1	0,1

i) Sume el total de cada criterio

Criterios	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Total
1	0,2	0,3	0,3	0,8
2	0,2	0,2	0,3	0,7
3	0,4	0,3	0,2	0,9
4	0,1	0,1	0,1	0,3
5	0,1	0,1	0,1	0,3

j) Divida el total entre el número de jueces. El resultado es el Peso, P. La suma de los P debe ser igual a 1.

Criterio	P
Económico	0,27
Ambiental	0,23
Social	0,30
Costos no valorados	0,1
Beneficios no valorados	0,1
Total	1

Metodología para los puntajes

a) Recopilar los resultados de las evaluaciones de los criterios para cuatro medidas de adaptación hipotéticas.

Medidas	VAN	ES	CID	Valor cualitativo de costos que no se pueden valorar (escala 1 al 5)	Valor cualitativo de beneficios que no se pueden valorar (escala 1 al 5)
1	30	-35	0,45	5	2
2	25	-45	0,35	3	4
3	18	-30	0,22	4	3
4	14	-10	0,38	1	2
Total	87	-120	1,4	13	11

b) Normalizar los valores dividiendo cada valor de cada criterio entre el total de este.

Medidas	VAN	VAN normalizado	ES	ES normalizado	CID	CID normalizado	Valor cualitativo de costos que no se pueden valorar (escala 1 al 5)	Costo normalizado	Valor cualitativo de beneficios que no se pueden valorar (escala 1 al 5)	Beneficio normalizado
1	30	0,345	-35	0,292	0,45	0,321	5	0,385	2	0,182
2	25	0,287	-45	0,375	0,35	0,250	3	0,231	4	0,364
3	18	0,207	-30	0,250	0,22	0,157	4	0,308	3	0,273
4	14	0,161	-10	0,083	0,38	0,271	1	0,077	2	0,182
Total	87	1	-120	1	1,4	1	13	1	11	1

Los valores normalizados serán los puntajes

Cálculo del valor de sostenibilidad por cada medida

$$VS = \sum_{n=1}^n Pn * pn$$

Donde:

n son los criterios económicos, ambientales, sociales, costos no valorados y beneficios no valorados.

P son los pesos de los criterios.

p son los puntajes de los criterios (el puntaje del criterio ambiental es negativo).

Medidas	Peso económico	VAN normalizado	Peso ambiental	ES normalizado	Peso social	CID normalizado	Peso costo	Costo normalizado	Peso beneficiario	Beneficiario normalizado	VS
1	0,27	0,345	0,23	0,292	0,3	0,321	0,1	0,385	0,1	0,182	0,18
2	0,27	0,287	0,23	0,375	0,3	0,250	0,1	0,231	0,1	0,364	0,13
3	0,27	0,207	0,23	0,250	0,3	0,157	0,1	0,308	0,1	0,273	0,10
4	0,27	0,161	0,23	0,083	0,3	0,271	0,1	0,077	0,1	0,182	0,13

Lineamiento de priorización

Seleccionar la medida que tenga el mayor Valor de Sostenibilidad. Para este caso hipotético se seleccionará la medida 1.



SECCIÓN B

2. METODOLOGÍA PARA PRIORIZAR Y DIMENSIONAR LAS INVERSIONES EN MEDIDAS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (CC) EN EL SECTOR DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



2.1 PROPUESTA METODOLÓGICA Y DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS PASOS

La Figura 9 presenta la propuesta metodológica. Nótese que cada paso contiene uno precedente, sin cuya elaboración es difícil la aplicación de la metodología.

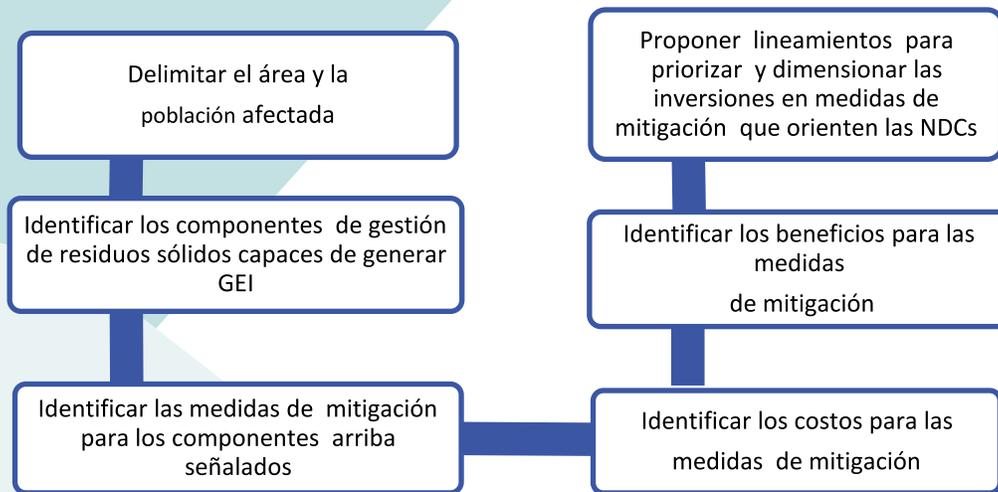


Figura 9. Propuesta metodológica para medidas de mitigación en el sector de gestión de residuos sólidos

A continuación, se describirá cada uno de los pasos de la propuesta metodológica.

2.1.1 Delimitación del área y población afectada

La delimitación del área afectada implica conocer el territorio o unidad espacial urbana seleccionada donde existe la gestión de residuos sólidos y se va a aplicar la metodología. La delimitación implica:

- La demarcación en un mapa político administrativo.
- Utilización de imágenes satelitales para una demarcación más eficiente del área y colocación de coordenadas.
- Corroboración de la información en campo.
- Levantamiento de un censo de población potencialmente afectada.

Una vez determinada el área urbana, se debe precisar el tamaño de la población y sus características demográficas y socioeconómicas, para lo cual se requiere contar con:

- Información actualizada sobre población a partir de fuentes censales más recientes, así como publicaciones oficiales y académicas que la complementen.
- Proyecciones de población desagregadas por áreas que funjan como línea base respecto a la población total que habita en el área arriba especificada.

- Conocimiento sobre cambios demográficos no previstos (movimientos migratorios y variaciones en la fecundidad y mortalidad).
- Los datos (si existen) que puedan suministrar los organismos encargados sobre la producción de GEI en el área urbana y en particular en el sector de residuos sólidos.

Una vez delimitada el área y tamaño de la población potencial a ser afectada, se debe proceder a su caracterización demográfica y socioeconómica tomando como base publicaciones censales, encuestas de hogares, registros vitales y administrativos.

La principal utilidad de la determinación de la zona y población afectada para la presente metodología es conocer el área donde está presente las infraestructuras y servicios de la GRS. Esto permitirá conocer el potencial de generación de GEI de cada uno de los componentes de la mencionada gestión con miras a identificar las medidas de mitigación del sector.

2.1.2 Identificación de los componentes de gestión de residuos sólidos capaces de generar Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El manejo de los residuos sólidos incluye todos los elementos funcionales asociados a la manipulación de los residuos sólidos desde el lugar donde son generados hasta la disposición final de los mismos (Ochoa, 2009; citado por Sáez y Urdaneta, 2014), en la figura 10 se presenta un esquema simplificado de un sistema de manejo de residuos sólidos y sus principales fuentes de emisiones de GEI; a continuación se describen los componentes del manejo de los residuos sólidos para América Latina y el Caribe (ALC).

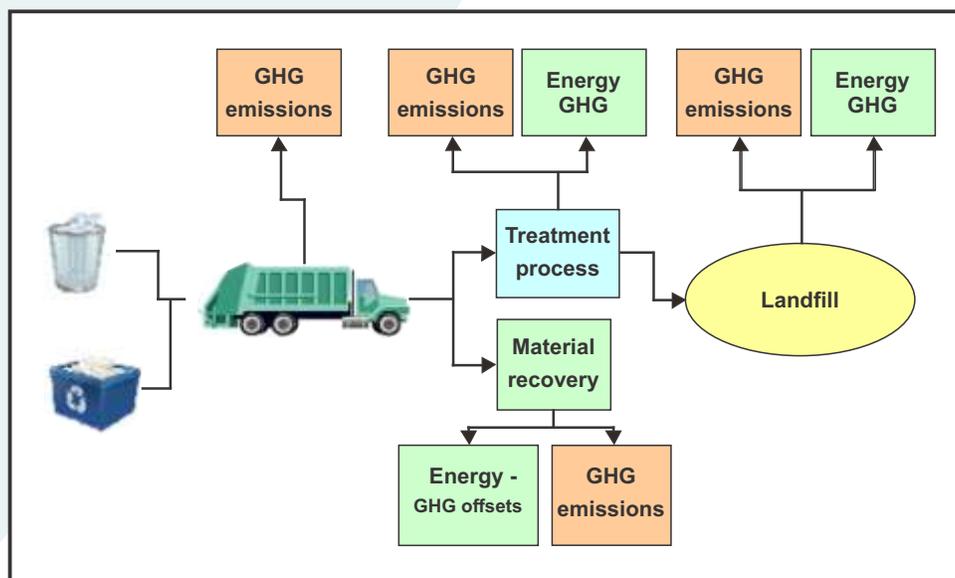


Figura 10. Esquema simplificado de un sistema de manejo de residuos sólidos y sus principales fuentes de emisiones de GEI. **Fuente:** United Nations Environment Programme, 2010.

2.1.2.1 Prevención de la generación

La prevención (minimización) de residuos sólidos se considera la acción más importante en la jerarquía de residuos sólidos; sin embargo, la prevención a menudo recibe una prioridad mínima en términos de esfuerzo y asignación de recursos. Son ejemplos de prevención, la reducción de residuos sólidos industriales mediante la evaluación de sistemas y el uso más eficiente de materias primas, el aumento de la vida útil y la garantía del producto tiene un impacto directo en la generación de residuos sólidos, muchos productos tienen vida útil limitada por razones puramente comerciales (es decir, obsolescencia programada); y la reducción de la cantidad de material utilizado para producir envases (por ejemplo, usando envolturas de plástico más livianas, o cajas de cartón menos pesadas) (UNEP, 2010). La literatura revisada indica que en ALC hay pocas experiencias de prevención de residuos sólidos.

2.1.2.2 Separación en el origen de los residuos sólidos

La separación de residuos consiste en la clasificación en diferentes componentes de los residuos sólidos en la fuente de generación. La realidad para ALC es que la separación de residuos sólidos desde el origen se encuentra en estado incipiente; algunos países han regulado a través de leyes la implementación del sistema por parte de los generadores de residuos, pero en la práctica no ha sido aplicado (OPS, 2005; Peralta y col, 2011; Noguera 2010; citados por Sáez y Urdaneta, 2014); ya sea por falta de disposición de los usuarios o generadores, o por las deficientes políticas y estrategias de implementación por parte de los prestadores del servicio de aseo urbano o simplemente por la inexistencia de conciencia ecológica de ambas partes (Sáez y Urdaneta, 2014).

2.1.2.3 Recolección y transporte de residuos sólidos

La recolección de residuos sólidos se define como el conjunto de actividades que incluye la recolección y transporte de los residuos sólidos desde los sitios destinados para su almacenamiento temporal por parte de los generadores hasta el lugar donde serán descargados, este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, un centro de acopio, una estación de transferencia o un sitio de disposición final (Jaramillo, 1999; citado por Sáez y Urdaneta, 2014). La recolección puede ser de residuos sólidos mezclados o recolección selectiva. Para el caso de ALC, el sistema de recolección de residuos sólidos se realiza casa por casa con diversos tipos de vehículos.

2.1.2.4 Transferencia y transporte de residuos sólidos

Mediante las estaciones de transferencia se busca ahorrar costos de transporte y prevenir vertederos clandestinos. En las estaciones de transferencia se reciben los residuos sólidos recolectados, se pesan y seguidamente se descargan a través de tolvas a vehículos de mayor capacidad; con los cuales son transportados a instalaciones de tratamiento o a los sitios de disposición final. En las referencias bibliográficas consultadas se presenta poca información sobre las estaciones de transferencias que funcionan en algunos países de América Latina y El Caribe.

2.1.2.5 Tratamiento de los residuos sólidos

El tratamiento se realiza para separar objetos voluminosos, separar los componentes de los residuos sólidos, reducir el tamaño (trituration), separar metales ferrosos y reducir el volumen (compactación o incineración), reducir el peso de los residuos sólidos (incineración) y recuperar subproductos. Se incluye en esta categoría la tecnología de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB).

La incineración es un método de reducción química del volumen de los residuos sólidos. El porcentaje de residuos incinerados en ALC es de apenas 1% y la mayoría de los procesos de incineración no cumplen con las normas vigentes (Sáez y Urdaneta, 2014). Los factores que dificultan la implementación de la incineración en Latinoamérica y El Caribe son: alta humedad de los residuos sólidos y bajo poder calorífico (OPS, 2005; adaptado por Sáez y Urdaneta, 2014).

El Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) se refiere a una amplia gama de tecnologías que separan los residuos sólidos entrantes en materiales recuperados para el reciclaje, una fracción orgánica para el tratamiento biológico (estabilización) y en algunos casos una fracción va a incineración. Existen unas pocas experiencias en México y Brasil.

2.1.2.6 Reutilización de los residuos sólidos

Los envases retornables de bebidas es el ejemplo más preciso de reutilización de residuos sólidos. El uso de este tipo de envase sigue vigente hoy día; sin embargo, ha disminuido significativamente con la popularización de los envases desechables, en especial botellas no retornables de plástico y vidrio. El uso de botellas, envases, latas y otros materiales en el hogar son ejemplos de reúso; en especial para almacenar agua potable en la nevera. El reúso de envases, antes de que se conviertan en residuos sólidos o sean recuperados para el reciclaje, representa en ALC alrededor del 1% de los residuos sólidos municipales (Bernache, 2011).

2.1.2.7 Reciclaje de los residuos sólidos

En el reciclaje se procesan papeles, cartones, vidrio, metales, textiles y plásticos para obtener productos nuevos. El reciclaje lleva implícito un sistema de separación, almacenamiento, recolección y transporte, acopio, el procesamiento propiamente dicho y la colocación de los nuevos materiales en el mercado.

En materia de reciclaje, se estima que en la región de ALC únicamente se recicla el 2,2% de los residuos sólidos urbanos. Muy pocos países cuentan con infraestructura formal para la separación de residuos sólidos urbanos y su reciclaje. En la región la recuperación de materiales reciclables es realizada mayormente por el sector informal, a través de recuperadores/recicladores urbanos. En Ecuador se ha alcanzado un porcentaje de recuperación del 100 % para botellas PET, derivado del incentivo tributario directo conocido como el impuesto redimible de botellas PET (BID, 2015).

Una práctica de reciclaje es la transformación de los residuos orgánicos en compost, a través del proceso biológico denominado compostaje (Jaramillo, 1999; Roben, 2002, citados por Sáez y

Urdaneta, 2014); en ALC esta práctica cubre alrededor de 0,6 % de los residuos orgánicos generados (OPS, 2005, citada por Sáez y Urdaneta, 2014).

2.1.2.8 Disposición final de residuos sólidos

El relleno sanitario es el método de disposición final de los residuos sólidos, científicamente aceptado; el relleno sanitario es una instalación que utiliza principios de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos en el suelo, y consiste en el esparcimiento, compactación y cobertura de los residuos sólidos, minimizando los riesgos a la salud y al ambiente, y teniendo cuidado con los líquidos y gases generados como producto de la descomposición de la materia orgánica (Jaramillo, 1999; citado por Sáez y Urdaneta, 2014). En el manejo de residuos en ALC normalmente la recolección y la disposición final de residuos peligrosos y de establecimientos de salud se realizan conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

Actualmente en algunos países de ALC se están diseñando e implementando mejoras para los rellenos sanitarios, conjuntamente con el diseño, construcción y operación de procesos que permiten el aprovechamiento de gases para la generación de energía eléctrica (OPS, 2005). En efecto, existen proyectos implementados de captura y uso de biogás de relleno sanitario en ciudades como Buenos Aires (Complejo Ambiental Norte III), Santiago de Chile (rellenos sanitarios Loma los Colorados y Santa Marta), Sao Paulo (relleno sanitario Bandeirantes) y Monterrey, entre otras (BID, 2015).

2.1.3 Identificación de las medidas de mitigación para los componentes de gestión de residuos sólidos capaces de generar GEI

Las medidas de mitigación son todas aquellas medidas que contribuyen a la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), y por ende a reducir los efectos del calentamiento global. Los inventarios mundiales de emisiones de gases efecto de invernadero (GEI) afirman que el sector residuos genera casi un 4% de todas las emisiones antropogénicas a nivel mundial. Sin embargo, el sector residuos está en una posición privilegiada para pasar de ser una fuente comparativamente menor de emisiones de GEI a nivel mundial, a convertirse en un importante contribuyente a la reducción de las emisiones de GEI y por tanto a la mitigación del cambio climático. Como se observa en la figura 12, los principales GEI emitidos por el sector residuos sólidos son el CO₂ y el N₂O de la combustión de combustibles fósiles y el CH₄ de la degradación de la materia orgánica en los sitios de disposición final controlados y/o rellenos sanitarios.

En el sector residuos sólidos se consideran medidas de mitigación la prevención, la incineración, el tratamiento mecánico biológico, el compostaje y los rellenos sanitarios con algún sistema de tratamiento o aprovechamiento del biogás. Es importante mencionar que la mayoría de las medidas de mitigación, que hoy día pudieran seleccionarse para ALC, en la práctica resultan ser mejoras o modificaciones de los componentes del sistema de manejo actuales, a los cuales se les puede incorporar tecnologías de reducción de gases de efecto invernadero (como los casos de la incineración con generación de energía, y la conversión de vertederos controlados a

rellenos sanitarios incorporando instalaciones y tecnologías de control o aprovechamiento del biogás). Existen tecnologías emergentes, no consideradas en este estudio dado que todavía están en desarrollo, como pirólisis y gasificación.

La gasificación y pirólisis de biomasa pueden ofrecer mayores eficiencias de conversión de residuos y energía que la incineración, especialmente si operan para sólo calor o modo electricidad y calor; si se recupera sólo energía eléctrica, produce prácticamente el mismo flujo de GEI que la incineración. Sin embargo, ambas tecnologías deben ser conservativamente consideradas como emergentes, aún en desarrollo, en lugar de ser etiquetadas como las tecnologías del futuro para producir energía limpia de biomasa (UNEP, 2010).

A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de las medidas de mitigación:

2.1.3.1 Prevención

La prevención incluye, entre otras acciones, la reducción de las tasas de generación de residuos sólidos en la fuente, a través de diseños mejorados de productos y tecnologías limpias de producción, incremento en la durabilidad de los productos, maximización en la facilidad de desarmado del producto para su reciclaje, y la reducción de bebidas vendidas en envases desechables junto con el desarrollo de contenedores para transporte de los envases reutilizables. La innovación tecnológica y prácticas de producción más eficientes, asociadas a la prevención, se traducen en un ahorro del uso de materiales (en especial materias primas vírgenes), lo que contribuye a reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

2.1.3.2 Incineración

Durante la incineración, los compuestos de carbono orgánico son oxidados en CO₂ y vapor de agua y son descargados a la atmósfera en el gas de chimenea; quedando una pequeña fracción sólida en forma de cenizas de fondo y cenizas volantes (atrapadas en el sistema de control de contaminación atmosférica o APC, por sus siglas en inglés). En este sentido, los flujos positivos de GEI del proceso de incineración los generan el transporte y el proceso en sí mismo; los cuales, en este último caso, provienen de la combustión de la materia orgánica (CO₂ de corto ciclo) y del material plástico (CO₂ fósil). La combustión de la materia orgánica reduce emisiones de CH₄ en los sitios de disposición final. Otras emisiones evitadas están relacionadas con la energía y/o calor recuperado por el proceso térmico de incineración que de otra manera tendría que ser generada por otros procesos, y la recuperación de metales ferrosos, aluminio y cenizas (que pueden ser utilizadas como un agregado secundario).

2.1.3.3 Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)

En el Tratamiento Mecánico Biológico, después de la separación de los metales, el remanente se separa en una fracción compostable y una fracción de rechazo. La fracción compostable puede ser utilizada en una planta de digestión anaerobia, pero se asume que va a un sistema de compostaje, con disposición final del residuo compostado en un relleno sanitario o su uso como material de cobertura. El proceso de compostaje de la materia orgánica reduce emisiones de CH₄ en los sitios de disposición final. La fracción de rechazo (papel, plásticos, textiles,

combustibles y no-combustibles misceláneos) se puede disponer en un relleno sanitario o incinerarse con recuperación de energía. Todos los metales se recuperan para reciclaje (se asume un 4% de materiales ferrosos y un 1% de aluminio). Al igual que en la incineración, las emisiones evitadas están relacionadas con la energía y/o calor recuperado por el proceso térmico de incineración que de otra manera tendría que ser generada por otros procesos, y la recuperación de metales ferrosos, aluminio y cenizas (que pueden ser utilizadas como un agregado secundario).

2.1.3.4 Compostaje

En el compostaje se descomponen los residuos orgánicos en CO₂, agua y una fracción húmica; algo de almacenamiento de carbono ocurre también en el compost residual. En este sentido, los flujos positivos de GEI del proceso de compostaje provienen del transporte y del proceso en sí mismo, las cuales, en este último caso, provienen del uso de energía y combustible fósil en la maquinaria y por la descomposición de la materia orgánica. Tal como se indicó anteriormente, el proceso de compostaje de la materia orgánica reduce emisiones de CH₄ en los sitios de disposición final.

2.1.3.5 Reciclaje de papeles, cartones, vidrio, metales, textiles y plástico

En el reciclaje se procesan papeles y cartones, vidrio, metales, textiles y plásticos para obtener productos nuevos. El reciclaje lleva implícitos sistemas de separación, almacenamiento, recolección, transporte, acopio, el procesamiento propiamente dicho, y la colocación de los nuevos materiales en el mercado. El reciclaje puede implicar también ahorros de energía debido a que la utilización de ciertos materiales vírgenes resulta más intensiva en consumo de energía que el reprocesamiento de materiales reciclados, lo que contribuye a reducir emisiones de gases de efecto invernadero.

2.1.3.6 Relleno Sanitario con control y/o aprovechamiento de energía

Finalmente, en el relleno sanitario se degrada la materia orgánica produciéndose el biogás, el cual debería ser tratado a través de algún sistema de tratamiento o aprovechamiento, reduciéndose emisiones de CH₄.

2.1.4 Identificación de los costos para las medidas de mitigación

Dada la relevancia de los proyectos de saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos controlados a rellenos sanitarios con aprovechamiento de energía, en la tabla 64 se presentan las partidas asociadas a costos de inversión para el saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos controlados a rellenos sanitarios con aprovechamiento de energía.

Tabla 64. Identificación de las partidas de inversión asociados a las medidas.

Medidas de Mitigación	Partidas asociadas a costos
Prevención	Reconversión industrial (Reingeniería): construcción de infraestructura, suministro y colocación de tecnologías, personal
Incineración	En instalaciones existentes: personal, Costos de suministro, transporte e instalación de las tecnologías de aprovechamiento de energía, costos de la infraestructura de uso de la energía. En instalaciones nuevas: personal, Costo del terreno, costos de construcción de infraestructura, costos de suministro, transporte e instalación de las tecnologías de generación de energía, costos de la infraestructura de uso de la energía.
Tratamiento Mecánico Biológico (incluye compostaje, incineración y uso de compost como material de cobertura del relleno sanitario)	Personal, Costo del terreno, costos de construcción de infraestructura; costos de suministro, transporte e instalación de las tecnologías de generación de energía, costos de la infraestructura de uso de la energía; costos de transporte del compost al relleno sanitario.
Compostaje (no incluye la recolección del sustrato)	Personal, Costo del terreno, costos de construcción de la infraestructura.
Reciclaje de materiales (incluye la recolección selectiva, y el equipamiento para la separación en el origen)	Personal, Costo del terreno, costos de construcción de infraestructura; costos de suministro, transporte e instalación de los envases de separación en el origen, costos de adquisición de vehículos de recolección selectiva, costos de suministro, transporte e instalación de las tecnologías de tratamiento y procesamiento de los materiales recuperados.
Saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos a cielo abierto a rellenos sanitarios	Ver como ejemplo, lista de partidas en la continuación de la Tabla 65.

Tabla 65. Las partidas asociadas a costos de inversión para el saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos controlados a rellenos sanitarios con aprovechamiento de energía.

Nº	Partidas asociadas a Costos
1	Personal
2	Replanteo
3	Transporte de maquinarias, equipos y personal
4	Suministro y transporte de material de préstamo
5	Conformación, compactación y cubrimiento de los residuos sólidos a cielo abierto
6	Suministro y colocación de geomembrana y geotextil en terrazas de residuos sólidos
7	Excavación de drenajes de lixiviados y colocación de piedra picada en los drenes
8	Suministro y colocación de tuberías de lixiviados
9	Excavación de laguna de lixiviados
10	Suministro y colocación de geomembrana en laguna de lixiviados
11	Suministro de materiales y construcción de obras de arte
12	Construcción de pozo de monitoreo de aguas subterráneas
13	Suministro de materiales y construcción de cerca perimetral
14	Suministro y colocación de tuberías de control de biogás
15	Asfaltado de vías permanentes

Tabla 65. Continuación. Las partidas asociadas a costos de inversión para el saneamiento, clausura y/o reconversión de los vertederos controlados a rellenos sanitarios con aprovechamiento de energía.

Nº	Partidas asociadas a Costos
16	Suministro de materiales y construcción de oficinas y caseta de control de acceso y pesaje
17	Suministro y montaje de instalaciones sanitarias
18	Suministro y montaje de instalaciones eléctricas
19	Suministro y montaje de balanza

En la tabla 66 se identifican los costos de operación, mantenimiento y administración de las medidas.

Tabla 66. Costos de operación, mantenimiento y administración de las medidas.

Medidas de Mitigación	Costos de Operación, Mantenimiento y Administración
Prevención	Operación y mantenimiento de las tecnologías limpias de producción, pago de personal de planta y administrativo.
Incineración	Costos de operación y mantenimiento de las tecnologías de aprovechamiento de energía, costos de mantenimiento de la infraestructura, pago de personal de planta y administrativo.
Tratamiento Mecánico Biológico (No incluye transporte de residuos sólidos, incluye compostaje, incineración, transporte de una fracción de descarte y el compost al relleno sanitario)	Costos de operación y mantenimiento de las tecnologías de aprovechamiento de energía, de la planta de compostaje, costos de mantenimiento de la infraestructura, costos de la infraestructura de uso de la energía; costos de transporte del compost al relleno sanitario, pago de personal de planta y administrativo.
Compostaje (no incluye la recolección del sustrato)	Costos de operación y mantenimiento de la planta de compostaje, costos de mantenimiento de la infraestructura, pago de personal de planta y administrativo.
Reciclaje de materiales (incluye la recolección selectiva, y el equipamiento para la separación en el origen)	Costos de mantenimiento de los envases de separación en el origen, costos de operación y mantenimiento de los vehículos de recolección selectiva, costos de tratamiento y procesamiento y transporte de los materiales recuperados, pago de personal de planta y administrativo.
Rellenos Sanitarios (RS)	Costos de operación y mantenimiento del RS, de las tecnologías de aprovechamiento de energía, costos de mantenimiento de la infraestructura, pago de personal técnico y administrativo.

2.1.5 Identificación de los beneficios para las medidas de mitigación

Estableciendo como premisa que el principal beneficio asociados a las medidas de mitigación es la reducción de los gases de efecto invernadero y conociéndose la baja probabilidad de obtener estimados precisos acerca de las emisiones, a continuación, se identifican los co-

beneficios para cada una de las medidas de mitigación propuestas. En general, los co-beneficios incluyen la minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados o por emisión de contaminantes en el aire como NO_x, SO₂, dioxinas y partículas finas; menor carga de afectación a los recursos naturales tales como agua, suelo, bosques, biodiversidad, energía, entre otros; generación de empleo, entre otros. Estos co-beneficios, aunque no estén directamente vinculados a la reducción de emisiones de GEI, pueden reducir otros impactos propios del sector residuos sólidos de una manera tal que pueden ser determinantes a la hora de tomar una decisión. Por su parte, los co-beneficios por las emisiones evitadas están relacionadas con el aprovechamiento de recursos materiales y energéticos recuperados que sustituyen eficientemente recursos fósiles e importados consumidos por otros sectores, ayudando, de esta manera, a estos otros sectores a reducir sus emisiones.

A continuación, se presentan los co-beneficios ambientales, sociales y económicos asociados a cada una de las medidas de mitigación. Los co-beneficios de la prevención en la generación de residuos se listan en la tabla 67.

Tabla 67. Co-beneficios de la prevención en la generación de residuos.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de GEI en los procesos de recolección, transporte y disposición de residuos al reducirse la cantidad de estos. • Menor carga de afectación a los recursos naturales tales como agua, suelo, bosques, biodiversidad, energía, entre otros, por ahorro en el uso de materias primas vírgenes (mayor cantidad de productos por unidad de materia prima virgen utilizada) y reducción en la disposición final de RSU en rellenos sanitarios. • Minimización del riesgo de degradación de la calidad ambiental por reducción en la cantidad de residuos sólidos a gestionar. • Ahorro del consumo de energía y agua para el tratamiento de los RSU reducidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados debido a la reducción en la generación de RSU. • Menor proliferación de sitios de disposición final de RSU y de otros sistemas de tratamiento como la incineración. • Reconocimiento social de la problemática asociada a los residuos sólidos, así como mayor participación del público en la gestión de RSU. • El perfil ambiental de una compañía es una parte importante de su reputación, y la minimización de residuos refleja un movimiento proactivo hacia la protección ambiental. • Desarrollo de la creatividad social para la reutilización de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • La innovación tecnológica y prácticas de producción más eficientes se traducen en un ahorro del uso de materiales (en especial materias primas vírgenes), lo que mejora el rendimiento financiero de la compañía. • Valorización de residuos • Mejor aprovechamiento de los materiales (desmaterialización) y mayor eficiencia en el uso de estos. • Nuevos productos o aplicaciones a partir de la reutilización de materiales. • La minimización de residuos facilita alcanzar las metas definidas en regulaciones, políticas y estándares ambientales. • Ahorro en costos por reducción del volumen a disponer

Los co-beneficios de la incineración se listan en la tabla 68.

Tabla 68. Co-beneficios de la incineración.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Minimización del riesgo de degradación de la calidad ambiental (contaminación de las aguas, los suelos y el aire por emisiones a la atmósfera, la generación de lixiviados y los malos olores) por reducción en la cantidad de residuos que va a disposición final en los rellenos sanitarios. • Cogeneración para actividades industriales, lo que implica mayor eficiencia térmica. • Menor carga de afectación a los recursos naturales tales como agua, suelo, bosques, biodiversidad, energía, entre otros, por ahorro en el uso de materias primas vírgenes debido a la recuperación de metales ferrosos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados debido a la reducción de residuos que va a los rellenos sanitarios. • Menor proliferación de sitios de disposición final de RSU. • Al prolongar el tiempo de vida útil del relleno sanitario, se minimizan posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de nuevos rellenos sanitarios). (Jaramillo y Zapata, 2008) • Generación de empleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de costos por menor cantidad de residuos para disponer al relleno sanitario, así como el consecuente incremento en su vida útil. • Ahorro de costos por el uso de energía proveniente de la incineración para procesos internos de las municipalidades. • Recuperación y venta de energía a partir de los RSU incinerados (producción de electricidad y/o calor) • Venta de las cenizas de fondo, que pueden ser usadas como agregados en la construcción de carreteras o en la industria de la construcción (dependiendo de su composición final). • Recuperación y venta de metales ferrosos

Los co-beneficios del TMB se listan en la tabla 69.

Tabla 69. Co-beneficios del TMB.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Minimización del riesgo de degradación de la calidad ambiental por reducción en el volumen y estabilización de los residuos que va a disposición final en los rellenos sanitarios: a) menor contaminación de aguas y suelos en cuanto al lixiviado, por cantidad y calidad, ya que el residuo compostado de TMB puede ser compactado a altas densidades en rellenos sanitarios con confinamiento compactado en capas, lo que produce una reducción en la infiltración del agua en la masa de residuos y la consecuente 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados debido a la reducción de residuos que va a los rellenos sanitarios. • Menor proliferación de sitios de disposición final de RSU. • Al prolongar el tiempo de vida útil del relleno sanitario, se minimizan posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de nuevos rellenos sanitarios). (Jaramillo y Zapata, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de costos por menor cantidad y volumen de los residuos a disponer al relleno sanitario (reducción por la degradación biológica de la materia orgánica y la eventual derivación de flujos de materiales en el acondicionamiento mecánico), con el consecuente incremento en su vida útil. Dependiendo de la situación de partida y del procedimiento de TMB, la vida útil puede duplicarse o prolongarse aún por más tiempo (GTZ, 2003)

Tabla 69. Co-beneficios del TMB.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<p>reducción tanto en la producción de lixiviado como los contenidos de nitrógeno y carbono total en el mismo -hasta 95% y 80-90% respectivamente-. Según GTZ (2003) esto se debe en parte a la reducción de sustancias nocivas por inmovilización y porque las fases de degradación biológica, que conducen a las contaminaciones orgánicas más relevantes del agua de infiltración, se producen antes de la disposición; b) menores emisiones de GEI a la atmosfera, porque la biodegradación controlada del material orgánico de losRSU, puede teóricamente reducir la generación de metano en el relleno sanitario hasta en un 90%, lo que también está relacionado con una disminución en la generación de olores. Este efecto se potencia si se utiliza el material compostado como material de cobertura o para cubrir antiguos rellenos sanitarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación de energía si los residuos orgánicos son tratados por digestión anaerobia y si la fracción de rechazo es aprovechada por incineración. • Menor carga de afectación a los recursos naturales tales como agua, suelo, bosques, biodiversidad, energía, entre otros, por ahorro en el uso de materias primas vírgenes debido a la recuperación de materiales reciclables 	<ul style="list-style-type: none"> • El peligro de incendios de vertederos disminuye manifiestamente a través del pre-tratamiento de los residuos, o bien se impide completamente mediante la separación de las fracciones con un alto poder calórico (GTZ, 2003) • Generación de empleo • La introducción de un TMB en combinación con una disposición final ordenada representa una reorganización de una parte de la gestión de residuos, de la cual pueden resultar también condiciones modificadas para el sector informal, que al ser incluidos le garantizan al recuperador una mejor calidad de vida y un posible aumento en el valor de venta del material. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de costos por el uso de energía proveniente de la digestión anaerobia de los residuos orgánicos y la incineración de la fracción de rechazo (si existen ambas), tanto en los procesos internos del TMB como en las municipalidades. • Recuperación y venta de energía a partir de la fracción de rechazo incinerada y/o del tratamiento de la fracción orgánica por digestión anaerobia (producción de electricidad y/o calor), en caso de existir. • Recuperación y venta de materiales reciclables • Al reducir la necesidad de tratamiento del lixiviado que se produce en los rellenos sanitarios, también se reducen los costos. • Al haber una reducción cercana al 90% en la generación de metano, algunos autores concluyen que los organismos presentes en el suelo probablemente oxidaran todo el CH₄ restante, de allí que se evitaría la recolección del gas. • Ahorro de costos por el uso del compost proveniente del TMB como material de cobertura en el sitio de disposición final (de ser el caso) • En el caso del confinamiento con residuos tratados mecánica y biológicamente, se puede prescindir en gran parte de la capas de tierra para la cobertura provisional, que además de generar un gasto también se pierde una parte considerable del volumen del relleno sanitario en la conformación de las mismas.

Los co-beneficios del compostaje se listan en la tabla 70.

Tabla 70. Co-beneficios del compostaje.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> • El compost podría ser de suma utilidad para significativas áreas de muy baja fertilidad existentes en la región. Campos (1998), citado en Jaramillo y Zapata (2008), enuncia que la utilización de compost, permite en el suelo aumentar la disponibilidad de nitrógeno para las plantas (pues la materia tiene una mayor relación C/N); disminuir la rapidez del flujo suplementario de sustancias nutritivas del suelo y por lo tanto mejorar la capacidad de crecimiento de las especies vegetales; contribuir mediante la utilización de abono orgánico, a la formación de humus permanente; aumentar la desintegración de sustancias difícilmente solubles y reducir los niveles de utilización de fertilizantes químicos nocivos. • Minimización del riesgo de degradación de la calidad ambiental (contaminación de las aguas, los suelos y el aire por emisiones a la atmósfera, la generación de lixiviados y los malos olores) por reducción en la cantidad de materia orgánica que va a disposición final en los rellenos sanitarios. • Según Román <i>et al.</i>, (2013), el compost al favorecer la conservación y mejora de la salud de los suelos agrícolas, además de mejorar la estructura del suelo con efectos positivos para la capacidad de retención de agua y nutrientes, mantiene una diversa comunidad de organismos que ayuda a controlar las enfermedades de los cultivos, los insectos y las malezas, forma asociaciones simbióticas beneficiosas con las raíces de las plantas, recicla los nutrientes vegetales esenciales y, en última instancia, aumenta la producción agrícola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados debido a la reducción en la cantidad de materia orgánica que va a los rellenos sanitarios. • Menor proliferación de sitios de disposición final de RSU y de otros sistemas de tratamiento como la incineración. • Reconocimiento social de la problemática asociada a los residuos sólidos, mayor participación ciudadana y responsabilidad social compartida en la gestión de RSU y creación de una conciencia ambiental en cuanto a los hábitos de separación de desechos en origen y la utilización que estos pueden tener. • Se aumenta el nivel de la oferta de abonos orgánicos existentes para poblaciones rurales (Jaramillo y Zapata, 2008) • Al incluir a los recuperadores o recicladores informales, se favorece y dignifica las labores de recuperación del material, cristalizadas en una serie de beneficios que garantizan al recuperador una mejor calidad de vida y aumento en el valor de venta del material siempre y cuando se haga en los sitios autorizados. (Jaramillo y Zapata, 2008) • Al prolongar el tiempo de vida útil del relleno sanitario, se minimizan posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de nuevos rellenos sanitarios). (Jaramillo y Zapata, 2008) • Aumento de las posibilidades de producción de viveros y jardines en zonas urbanas que no cuenten con terrenos fértiles para ello. Esto ayudaría a incluir a la Agricultura Urbana y Periurbana (AUP) como uno de los ejes centrales de desarrollo a mediano plazo para la región, tal como se ratificó durante la XXXII Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe en 2012 y en la Política Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional aprobada por los Ministros de Agricultura de la Comunidad del Caribe (CARICOM) también en 2012 (FAO, 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del uso de fertilizantes químicos como insumo para la producción agrícola, al ser sustituidos por el compost. • Ahorro de costos por menor cantidad de residuos para disponer al relleno sanitario, así como el consecuente incremento en su vida útil. • Venta de compost y sus variantes. • Mejora en la productividad y sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas, por el uso del compost y los beneficios que conlleva (Jaramillo y Zapata, 2008)

Los co-beneficios del reciclaje se listan en la tabla 71.

Tabla 71. Co-beneficios del reciclaje.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> Menor carga de afectación a los recursos naturales tales como agua, suelo, bosques, biodiversidad, energía, entre otros, por ahorro en el uso de materias primas vírgenes y energía en los procesos de producción. Minimización del riesgo de degradación de la calidad ambiental (contaminación de las aguas, los suelos y el aire por emisiones a la atmósfera, la generación de lixiviados y los malos olores) por reducción en la cantidad de residuos sólidos que van a disposición final. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados debido a la reducción en la cantidad de materia orgánica que va a los rellenos sanitarios. Menor proliferación de sitios de disposición final de RSU y de otros sistemas de tratamiento como la incineración. Reconocimiento social de la problemática asociada a los residuos sólidos, mayor participación ciudadana y responsabilidad social compartida en la gestión de RSU y creación de una conciencia ambiental en cuanto a los hábitos de separación de desechos en origen y la utilización que estos pueden tener. El perfil ambiental de una compañía es una parte importante de su reputación, y la utilización de materiales reciclados en sus procesos productivos refleja un movimiento proactivo hacia la protección ambiental. El reciclaje de residuos facilita alcanzar las metas definidas en regulaciones, políticas y estándares ambientales, a nivel público o privado. Al incluir a los recuperadores o recicladores informales, se favorece y dignifica las labores de recuperación del material, cristalizadas en una serie de beneficios que garantizan al recuperador una mejor calidad de vida y aumento en el valor de venta del material siempre y cuando se haga en los sitios autorizados. (Jaramillo y Zapata, 2008) Al prolongar el tiempo de vida útil del relleno sanitario, se minimizan posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de nuevos rellenos sanitarios). (Jaramillo y Zapata, 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> El beneficio más reconocido de la actividad de reciclaje es la disminución del uso de materias vírgenes o primas (EC, 1997; citado en González, 2001). Este proceso puede implicar también ahorros de energía debido a que la utilización de ciertos materiales vírgenes resulta más intensiva en consumo de energía que el reprocesamiento de materiales reciclados, lo que mejora el rendimiento financiero de la compañía. Sin embargo, éste no siempre es el caso, particularmente en países en desarrollo, donde el nivel de tecnología en esta materia generalmente no es de punta. Ahorro de costos por menor cantidad de residuos para disponer al relleno sanitario, así como el consecuente incremento en su vida útil. Venta de residuos valorizados.

En cuanto a los co-beneficios de la disposición final en rellenos sanitarios, se listan en la tabla 72.

Tabla 72. Co-beneficios de la disposición final en rellenos sanitarios.

AMBIENTALES	SOCIALES	ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> Minimización del riesgo de degradación de la calidad ambiental (contaminación de las aguas, los suelos y el aire por emisiones a la atmósfera, la generación de lixiviados y los malos olores) por conversión de botaderos a rellenos sanitarios y mejoramiento en los sistemas existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimización de riesgos a la salud por proliferación de vectores biológicos indeseados, bien sea por la conversión de los botaderos o por el mejoramiento en la operación de los rellenos sanitarios. Mejoramiento de la imagen urbana en aquellos casos en los que se convierten los botaderos en rellenos sanitarios. Al incluir a los recuperadores o recicladores informales, se favorece y dignifica las labores de recuperación del material en aquellos países en donde no se realiza recolección selectiva, cristalizadas en una serie de beneficios que garantizan al recuperador una mejor calidad de vida y aumento en el valor de venta del material siempre y cuando se haga en los sitios autorizados. (Jaramillo y Zapata, 2008) Al prolongar el tiempo de vida útil del relleno sanitario, se minimizan posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de nuevos rellenos sanitarios). (Jaramillo y Zapata, 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> Ahorro de costos por aprovechamiento del biogás con fines energéticos. Ahorro de costos por el incremento de la vida útil del relleno sanitario, debido al mejoramiento en su operación.

2.1.6 Propuesta de lineamientos para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de mitigación que orienten las NDCs

Los lineamientos para priorizar y dimensionar las inversiones en medidas de mitigación que orienten a las NDCs son similares al punto 1.1.8 de la sección A. Sin embargo, se deben realizar las siguientes recomendaciones:

1. Cuando se proceda a priorizar medidas de mitigación, se debe estimar primero la reducción anual de toneladas de carbón equivalente que tendrá la medida.
2. Calcular el CAE de cada medida
3. Estimar el costo eficiencia de cada medida dividiendo el CAE entre la reducción anual de toneladas de carbón equivalente que tendrá la medida.
4. Priorizar la medida con el menor valor de costo eficiencia.
5. Para el caso de las medidas que tienen co-beneficios valorables, se les debe realizar evaluación financiera y calcular el VAN y el TIR de cada medida.
6. Esta evaluación se debe realizar para dos escenarios: sin financiamiento y con financiamiento.
7. El escenario sin financiamiento se realiza asumiendo que el promotor del proyecto lo va a

realizar con recursos propios.

8. El escenario con financiamiento se realiza asumiendo que el promotor va a solicitar financiamiento.
9. Al ejecutar el cálculo de ambos escenarios, el promotor se quedará con el escenario que tenga el mayor VAN.
10. Al comparar las medidas que tengan co-beneficios se priorizará la que tenga mayor VAN.

A continuación, se presentan cuatro figuras, tomadas de Pérez (2017), las cuales muestran el flujo de caja y el proceso metodológico a seguir para realizar las evaluaciones financieras sin y con financiamiento; así como el cálculo de servicio de la deuda si se solicita préstamo.

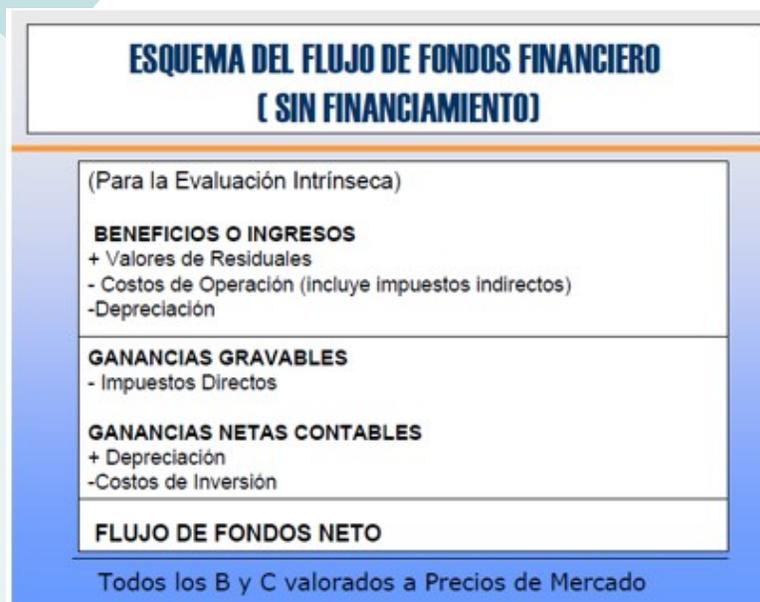


Figura 11. Esquema de flujo de fondos y procedimiento de cálculo sin financiamiento. Fuente: Pérez (2017).

FLUJO DE FONDOS NETO SIN FINANCIAMIENTO (Ejemplo)						
Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		150	150	150	150	150
+ Valor Residual						50
- Costos de operación		80	80	80	80	80
- Depreciación		10	10	10	10	10
Ganancias Gravables		60	60	60	60	110
- Impuestos		12	12	12	12	22
Ganancias Netas Contables		48	48	48	48	88
+ Depreciación		10	10	10	10	10
Costos de Inversión	100					
Flujo de Fondos Neto	-100	58	58	58	58	98

Figura 12. Ejemplo flujo de fondos sin financiamiento. Fuente: Pérez (2017).



Figura 13. Esquema de flujo de fondos financiero con financiamiento. Fuente: Pérez (2017).

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA

DATOS: Monto: 1000
 Periodo de Repago: 5 años
 Tasa de Interés. 10% (*)
 Forma de Pago: Cuotas Uniformes Anuales
 $C = 1.000 \times (A/P, 10\%, 5 \text{ años})$
 $C = 1.000 \times 0,26390 = 263,80$

Periodos (1)	Saldo al comienzo del período (2)	Pago de intereses del período (2) x i	Cuota uniforme (3)	Pago de amortización del período (4)=(3)-(2)	Saldo al final del período (5)=(2)-(4)
0	1.000	0	0	0	1.000
1	1000	100	263,80	163,80	836,20
2	836,20	83,62	263,80	180,18	656,02
3	656,02	65,62	263,80	198,18	458,02
4	458,02	45,80	263,80	218,00	240,00
5	240,00	24,00	263,80	240,00	0

Figura 14. Cálculo de servicio de la deuda. Fuente: Pérez (2017).

11. Si los recursos para realizar el proyecto que contiene co-beneficios provienen del sector público hay que ejecutar evaluación económica del proyecto. La figura 15 muestra el esquema de flujo de fondos para la evaluación económica.



Figura 15. Esquema de flujo de fondos económico. Fuente: Pérez (2017).

12. Nótese que en este flujo no existen impuestos ni pago de intereses. Así mismo, Aparecen los beneficios y costos de las externalidades. Los precios por usar son los económicos.



3. CONSIDERACIONES FINALES PARA LAS SECCIONES A Y B

Las consideraciones finales para las secciones A y B giran primero en torno al tratamiento de la incertidumbre para la priorización de proyectos de medidas de adaptación y mitigación. En ese mismo orden de ideas, se discute sobre la tasa de actualización a usar en los cálculos de rentabilidad de las medidas de adaptación y mitigación, y finaliza con una discusión sobre el dimensionamiento de inversiones en medidas de adaptación y mitigación y su incorporación en las NDCs de los países de ALC.

3.1 TOMA DE DECISIONES, BAJO ALTOS NIVELES DE INCERTIDUMBRE, PARA PROYECTOS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1.1 Generalidades

La toma de decisiones de inversión es un procedimiento complejo ya que debe tomar en cuenta la opinión de diversos actores, sus prioridades, y la percepción del entorno de estos.

En el caso de infraestructuras, las decisiones deben ser tomadas para largos plazos y deben tener en cuenta las necesidades y restricciones bajo las cuales se desarrollará el proyecto en cuestión. El hecho de tener que decidir “a largo plazo”, introduce la necesidad de predecir el futuro, lo que trae a escena la incertidumbre desde el punto de vista económico-financiero, ya que no se puede predecir con suficiente certeza el comportamiento del proyecto para un punto dado en el futuro. Sin embargo, tomadores de decisiones han superado este obstáculo por medio del uso de distintas metodologías, que van desde añadir márgenes de seguridad a todas las características del diseño para hacer frente a eventos extremos (esto es preparar el proyecto para grandes adversidades) hasta métodos más sofisticados basados en probabilidades subjetivas y análisis costo-beneficio.

En la actualidad el cambio climático representa una nueva capa de incertidumbre para ser agregada al ya complejo proceso de toma de decisiones. En este contexto, el diseño del proyecto debe prever escenarios atribuibles al cambio climático e insertar medidas para adaptarse a dichas eventualidades. Sin embargo, insertar la “variable” de cambio climático en la ecuación, propone insertar una variable aleatoria, que no puede ser prevista, lo que complica la predicción del comportamiento del proyecto frente a dicha variable.

La incertidumbre atribuible al cambio climático se genera principalmente por tres factores a listar:

1. Incapacidad de poder proyectar las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
2. Incapacidad de poder representar de manera realista y detallada el clima en el futuro a las escalas donde se necesita implementar la adaptación (local).
3. Incapacidad de entender de manera precisa las relaciones entre el clima y las actividades de las sociedades o las capacidades de desarrollo tecnológico que van a estar disponibles para que las organizaciones hagan frente a estos desafíos.

3.1.2 Efecto del cambio climático en las inversiones

En el pasado se acostumbraba a diseñar proyectos apoyándose en modelos construidos con datos históricos del clima, sin embargo, con los nuevos cambios proyectados de este último, esta data generada pierde su utilidad.

Esto se debe a que la incertidumbre producida por el cambio climático es significativa, debido tanto a la incertidumbre inherente del sistema climático de la Tierra como a las limitaciones de la comprensión de ese sistema, tal como se representa en las proyecciones de los modelos climáticos.

3.1.2.1 Fuentes de incertidumbre

- **Emisiones futuras de gases de invernadero:** están relacionadas a la evolución demográfica y socioeconómica.
- **Incertidumbre científica:** que genera por nuestro conocimiento imperfecto del funcionamiento del sistema climático y de los sistemas afectados.
- **Variabilidad natural:** se refiere al comportamiento caótico del clima (no existen modelos que predigan adecuadamente su comportamiento).

3.1.2.2 Aceptación de la incertidumbre

Dado que los procesos robustos implican una aceptación de la incertidumbre, también exigen un proceso de diálogo para determinar qué vulnerabilidades del proyecto deben considerarse, como qué indicadores de rendimiento sugieren el éxito, niveles aceptables de riesgo, así como qué escenarios son posibles evaluar.

Mesas de trabajo con la participación de las partes interesadas son una oportunidad para fortalecer aún más el proyecto contra la incertidumbre, ya que una variedad de puntos de vista y preocupaciones pueden ser abordados simultáneamente en distintos escenarios. La incorporación de múltiples escenarios genera consenso sobre los resultados (el proyecto) a pesar de los insumos diferentes (opiniones del mundo, prioridades y deseos).

Dado que los procesos robustos generan posibles estrategias de inversión al clima que mejor los favorezca, la integración de nueva información puede permitir a los tomadores de decisiones cambiar de una estrategia a otra. Por lo tanto, la acción y el aprendizaje se llevan a cabo en paralelo y se informan mutuamente.

Una de las debilidades atribuibles a los análisis robustos es su tendencia a ser pesimista y su sensibilidad al peor escenario. Los procesos robustos lidian con este desafío a través de la participación de los interesados y el intercambio con expertos. Los enfoques robustos a menudo requieren más análisis, pero pueden conducir a una mejor comprensión de los riesgos y a las estrategias que envuelven una gama más amplia de riesgos.

3.1.3 Estrategias para lidiar con la incertidumbre de cambio climático

A continuación, se mencionan una serie de estrategias que pueden ser utilizadas para tratar con situaciones en las que se presenta un margen alto de incertidumbre.

● Estrategias “Sin arrepentimiento” o “No regret”

Son estrategias de primer orden y se trata de estrategias que aportarán beneficios inclusive si las predicciones bajo las que fueron seleccionadas son incorrectas.

● Estrategias flexibles y reversibles

En el segundo orden se deben escoger estrategias cuyo costo de revertir o cambiar no resulte muy elevado, de forma que, si las predicciones fueron erróneas, estas estrategias puedan ser cambiadas a un costo relativamente bajo.

● Estrategias de margen de seguridad

En tercer lugar, existen estrategias de “margen de seguridad” que reducen la vulnerabilidad a un costo negativo, nulo o insignificante. Se basa en la idea de ser muy pesimista al momento de diseñar alguna medida, esto con el fin de asignar márgenes de seguridad altos que dejen cabida mínima a la probabilidad de que el proyecto no funcione en determinado escenario.

● Estrategias que reducen los horizontes del tiempo de toma de decisiones

La incertidumbre con respecto a las condiciones climáticas futuras, aumenta rápidamente con el tiempo. Reducir la duración de las inversiones, por lo tanto, es una opción para reducir la incertidumbre y los costos correspondientes.

3.1.4 Metodologías para la toma de decisiones bajo altos niveles de incertidumbre

● Análisis costo-beneficio

El análisis de costo beneficio se rige por la ejecución de los siguientes pasos a listar:

1. Identificar los proyectos a ser evaluados.
2. Identificar las fuentes de incertidumbre y escenarios probables.
3. Evaluar los costos y beneficios para cada proyecto.
4. Calcular el valor presente de los costos y beneficios.
5. Calcular el valor presente neto para los diferentes proyectos.
6. Evaluar la robustez del resultado.

En este análisis se incluye una probabilidad de ocurrencia del evento, esta variable se entiende como la probabilidad de ocurrencia del evento en un periodo de tiempo determinado.

Los resultados del análisis costo beneficio son extremadamente dependientes de parámetros sobre los que no existe acuerdo o no hay consenso.

● Análisis costo-beneficio bajo incertidumbre

Consiste en asignar probabilidades subjetivas a la ocurrencia de distintos escenarios y evaluar los beneficios esperados como la media ponderada por la probabilidad de los beneficios en los diferentes escenarios posibles.

Este método se utiliza ampliamente en situaciones de incertidumbre cuantificable. El problema es que, para el cambio climático, no se cuenta con una metodología sólida para evaluar estas probabilidades subjetivas. No pueden basarse plenamente en el pasado, porque el cambio climático es un proceso nuevo para el cual no se tiene equivalente en el pasado. Los modelos comparten fallas por lo que su dispersión no puede usarse para evaluar la incertidumbre real.

Aunque la metodología no es útil para la toma de decisiones en sí, el análisis costo beneficio puede ser extremadamente útil para recopilar información (y la opinión de las partes interesadas) sobre las consecuencias de un proyecto y para ayudar a organizar el debate, vinculando las diferentes opiniones de diversos grupos sobre lo que se debe hacer a diferentes opiniones sobre los parámetros del análisis (por ejemplo, la tasa de descuento, o la cantidad de pérdidas evitables).

● Opciones Reales (OR)

Una opción real (OR) es la facultad, pero no la obligación, de emprender un proyecto de beneficios futuros inciertos a un costo conocido. Aplicada a la toma de decisiones, OR valora las opciones creadas y eliminadas por un proyecto, junto con su valor actual neto esperado.

Esta metodología se basa en la estimación del valor presente neto, pero incluye consideraciones adicionales, como lo son el valor de las opciones creadas por el proyecto y el valor de las opciones eliminadas por el proyecto.

Entonces el valor presente neto extendido del proyecto se estima según la siguiente fórmula:

$$VPN' = VPN + (\text{Valor de opciones creadas} - \text{Valor de opciones eliminadas})$$

Donde:

VPN'= Valor presente neto extendido

Por lo tanto, una inversión que tenga beneficios netos positivos (que explotan las capacidades existentes) pero que no crea nuevas opciones puede ser menos deseable que una inversión con menos beneficios directos, pero que resulta en un aumento de las opciones. En otros términos, hay un valor en la implementación de un proyecto que no proporciona ningún beneficio per se, pero hace posible implementar otro proyecto en un momento posterior.

La implementación del método de opción real es similar a un análisis costo beneficio, pero requiere considerar la toma de decisiones durante al menos dos períodos. El proyecto analizado (denominado proyecto A) se puede implementar durante el primer período. Luego, se puede implementar un conjunto de proyectos (B, C, D, E) durante el segundo período, y sus costos y beneficios dependen de la decisión del primer período, lo que resulta en un árbol de toma de decisiones, tal como lo muestra la Figura 16.

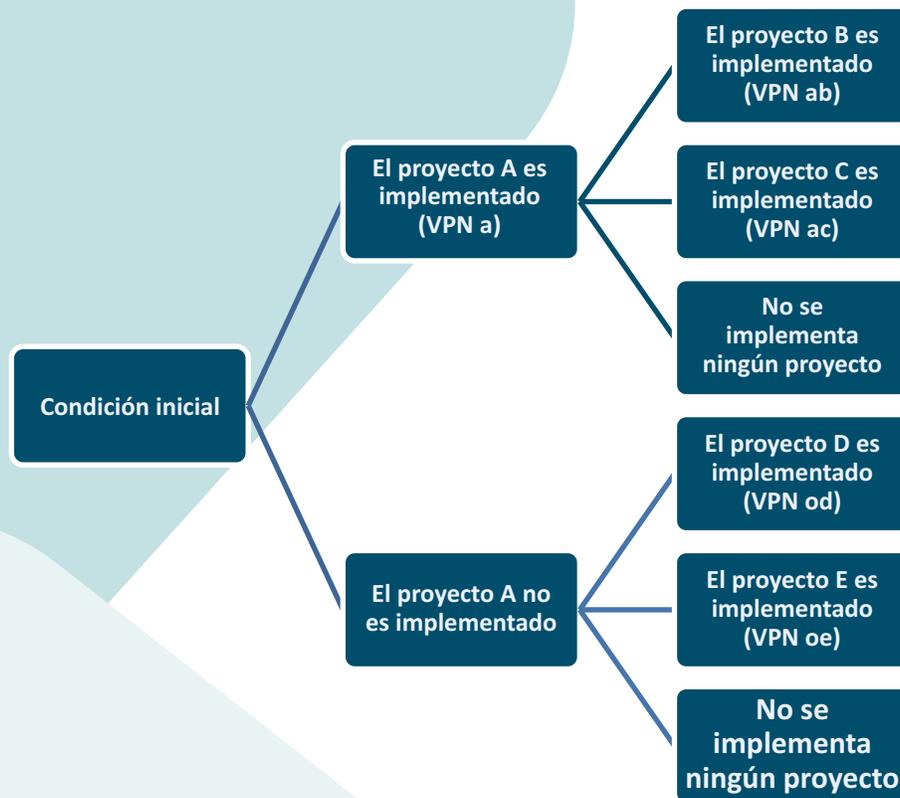


Figura 16. Árbol de decisiones en la metodología de opciones reales.

- Asumiendo que $VPN_{ab} > VPN_{ac} > 0$, se interpreta como que la implementación del proyecto A desencadenará en la implementación del proyecto B.
- Asumiendo que $VPN_{oe} > VPN_{od} > 0$, se interpreta que la no implementación del proyecto A conlleva a la ejecución del proyecto E.

La diferencia $(VPN_{ab} - VPN_{oe})$ es el valor real de la opción creado por el proyecto A en el primer período: la implementación del proyecto A permite la implementación del proyecto B y sus beneficios. El valor total del proyecto A es así:

$$VPN' = VPN_{a} + (VPN_{ab} - VPN_{oe})$$

Aplicabilidad

El enfoque de opciones reales se puede aplicar para mejorar la precisión de la evaluación económica y agregar una medida de solidez dentro de un marco de búsqueda de optimización en el que:

- La incertidumbre es más "dinámica" que "profunda": nuestro conocimiento mejora con el tiempo, es decir, los responsables de la toma de decisiones confían en que parte de la incertidumbre se resolverá con el paso del tiempo.
- El proyecto involucra inversiones irreversibles significativas o crea / destruye capacidades significativas que son importantes para la toma de decisiones en el futuro.

Beneficios

- Atractivo analíticamente porque puede incorporarse fácilmente a un marco social de costo-beneficio.
- Permite una valoración explícita de las oportunidades creadas y eliminadas (expresadas como opciones) en inversiones generales, a menudo no contabilizadas en el análisis costo beneficio estándar.

Desventajas

- Los beneficios del aumento de la información y una VPN' más alta después de la espera suponen que cierta incertidumbre se resolverá con el tiempo.
- La complejidad es mucho mayor, ya que es necesario incluir múltiples conjuntos de decisiones en el análisis, algunas veces dando lugar a problemas difíciles o imposibles de resolver.

● **Análisis de Decisión con Información Climática (CIDA)**

El Análisis de la Decisión con Información Climática (CIDA, por sus siglas en inglés), es un método para incorporar información sobre el cambio climático en un proceso de toma de decisiones, primero identificando qué escenarios de cambio climático afectarían el proyecto y luego determinando la probabilidad de ocurrencia de esos escenarios. Como tal, conecta el análisis de vulnerabilidad "ascendente" con la información del modelo climático "descendente" y conserva las fortalezas de ambos enfoques. Como proceso comprometido con la aceptación de profundas incertidumbres, CIDA no intenta reducir las incertidumbres ni hacer predicciones, sino determinar qué opciones de decisión son sólidas para una variedad de futuros admisibles.

La metodología se divide en tres fases principales:

1. Determinación de las inquietudes de los interesados, el mapeo de los indicadores observables, la asignación de la tolerancia a los grupos de indicadores.
2. Determinar la relación de los cambios climáticos con los indicadores, la sensibilidad climática cuantificada de cada plan. La sensibilidad al clima se determina evaluando cada plan con una amplia gama de posibles cambios climáticos. Se identifican las condiciones climáticas que son problemáticas para cada plan, así como las oportunidades asociadas con climas futuros. Se produce un mapa de decisiones (matriz de contingencia), que identifica el desempeño de cada decisión bajo diferentes posibilidades climáticas, así como la mejor decisión para un clima futuro dado. Puede ser construido un mapa de cuales opciones de decisión son óptimas bajo qué grupos de condiciones climáticas.
3. Usando modelos climáticos, como modelos de circulación general (GCM), modelado estocástico o juicio experto, o determinar la plausibilidad (probabilidad derivada subjetivamente) de los grupos relevantes de condiciones climáticas identificados en el punto 2. Las plausibilidades se consideran el mejor uso posible de las proyecciones inciertas del clima. La opción de decisión se basa entonces en la aplicación del

rendimiento de la decisión sobre el clima a las plausibilidades climáticas relativas.

Aplicabilidad

La aplicabilidad principal es para las decisiones sobre inversiones a largo plazo que pueden tener vulnerabilidades climáticas. Si bien el análisis de decisiones estándar requiere incertidumbres bien caracterizadas, CIDA se desarrolló para manejar incertidumbres del cambio climático mal caracterizadas y para aprovechar al máximo la información climática disponible. Se puede utilizar como marco para el análisis del riesgo climático de un proyecto planificado, o para ayudar a decidir entre múltiples opciones de proyectos.

Beneficios

- Determina la utilidad de reducir la escala de un Modelo de Circulación General (*GCM por sus siglas en inglés*) para la decisión en cuestión, lo que potencialmente evita una inversión innecesaria, y asegura que la información climática producida sea directamente relevante para el proceso de decisión.
- Identifica las vulnerabilidades climáticas de un proyecto determinado sin depender de proyecciones inciertas de GCM.
- El análisis de vulnerabilidad y las proyecciones climáticas distintivas permiten un análisis fácilmente actualizado cuando se dispone de proyecciones GCM nuevas (y presumiblemente mejores).
- Aplica la información de GCM tarde en el proceso, reduciendo los impactos de incertidumbres de GCM sobre la decisión.
- Permite incorporar en la decisión visiones alternativas del futuro.
- Produce un mapeo claro de las opciones de decisión al futuro del clima, facilitando un proceso de manejo adaptativo para reaccionar a los cambios observados en los indicadores climáticos.
- Aborda explícitamente los límites de nuestra capacidad para anticipar el futuro para cualquier proyecto.

Desventajas

- El poco conocimiento sobre la plausibilidad de diferentes escenarios climáticos obliga a CIDA a confiar en el juicio subjetivo para determinar qué escenarios tomar en serio.
- La calidad del proceso inicial de las partes interesadas determina la relevancia y la eficacia de todo el proceso de decisión.
- Requiere el modelado cuantitativo del proyecto de interés y su respuesta al cambio climático. Incrementa los costos y dificultad con respecto a otras metodologías.

● Toma de decisiones con enfoque robusto

La toma de decisiones con enfoque robusto (*RDM, por sus siglas en inglés*) proporciona un marco de decisión desarrollado específicamente para decisiones con consecuencias a largo plazo e incertidumbre profunda. Un análisis de RDM comienza con un plan de proyecto existente o propuesto y explora exhaustivamente sus vulnerabilidades y sensibilidades, a través de la participación de los interesados y los métodos analíticos. Luego usa esta información para identificar posibles modificaciones que reducen la vulnerabilidad al plan. Las modificaciones propuestas se presentan a los responsables de la toma de decisiones para la evaluación de la adopción.

Los pasos para la ejecución de la metodología se mencionan a continuación:

1. Proceso de participación de las partes interesadas para determinar a) Estrategia propuesta, o diferentes políticas disponibles, b) Indicadores de rendimiento utilizados para la evaluación y c) Rango de incertidumbres a tener en cuenta.
2. Configurar los modelos y crear una base de datos de simulaciones, examinando la estrategia propuesta sobre un amplio rango de escenarios.
3. Determinar algoritmos para los grupos de escenarios en los que la estrategia propuesta mostró vulnerabilidad.
4. Identificar las opciones para reducir las vulnerabilidades y las compensaciones asociadas.

La clave para el análisis RDM es el proceso iterativo: las lecciones que surgen del paso 4 y vuelven al paso 1 para otra ronda de análisis, hasta que las vulnerabilidades estén por debajo de los niveles aceptables.

Aplicabilidad

Este método es recomendado cuando:

1. Existen múltiples incertidumbres profundas que hacen difícil la aplicación de los métodos probabilísticos tradicionales.
2. Se presentan partes interesadas que poseen una variedad de puntos de vista mundiales, prioridades y definiciones de éxito.
3. Existe una amplia gama de opciones de decisión que permiten identificar planes de proyecto robustos en muchos futuros diferentes.
4. Se dan compromisos a largo plazo que dificultan revertir las elecciones a corto plazo.

Beneficios

- Análisis completo de la vulnerabilidad de los proyectos propuestos.
- El descubrimiento de escenarios transparente, reproducible y exhaustivo reduce el sesgo excesivo de confianza.
- El proceso de participación de las partes interesadas, para definir medidas de éxito y escenarios potenciales, genera consenso sobre la acción del proyecto, incluso bajo diversos supuestos y prioridades.

- El proceso de decisión adaptativa aborda explícitamente los límites de nuestra capacidad para anticipar el futuro de cualquier proyecto.
- Las alternativas y los planes del proyecto evolucionan a partir de las opciones de proyectos existentes.

Desventajas

- Inversión de tiempo y costo elevados.
- La calidad del proceso de participación de las partes interesadas influye en la relevancia y la eficacia del análisis, especialmente en relación con el rango de políticas disponibles, las incertidumbres consideradas y la elección del peor escenario.
- Requiere una extensa modelización cuantitativa del área del proyecto.

3.2 TASA DE ACTUALIZACIÓN BAJO INCERTIDUMBRE

Para la toma de decisiones mediante el cálculo del CAE, VAN y la TIR se requiere proponer una tasa de actualización. En las evaluaciones financieras está representada la tasa de mercado, es decir, la tasa mínima que prefiere el inversionista privado.

En las evaluaciones económicas, esta tasa se ha prefijado para los países en vías de desarrollo como los de ALC, entre 10-15% anual, usando comúnmente 12% anual.

Sin embargo, si las medidas de adaptación tienen una larga vida útil, los beneficios de los últimos años serán ínfimos o casi cero.

Se ha propuesto usar tasas menores a 12%, por ejemplo 4 a 5% anual para solventar en parte el problema anterior. Sin embargo, no existe consenso y se tendrá que discutir en un momento dado cual debe ser la tasa que utilizar.

3.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INVERSIONES EN MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El dimensionamiento de las inversiones significa estimar el valor preciso de las mismas para construir e implementar las medidas de adaptación y mitigación al CC.

Este dimensionamiento lo proveerán los distintos costos identificados, medidos y valorados para las medidas de adaptación y mitigación. Sin embargo, se debe recordar que las evaluaciones presentadas para las medidas de adaptación son desde el punto de vista económico. En tal sentido, se deben transformar todos esos costos económicos a costos financieros (lo cual incluiría impuestos, subsidios y pagos de intereses).

Realizado lo anterior, se podrá conocer el dimensionamiento de inversión de cada medida de adaptación.

3.4 CONTRIBUCIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO DE INVERSIONES EN LAS NDCs

Con la metodología propuesta en este producto, la cual conduce a un procedimiento que permita identificar, medir y valora los costos de las medidas de mitigación y adaptación, se podrá incluir las inversiones en las NDCs de los países de ALC.

Sin embargo, se tendrá que cumplir con la metodología propuesta con la finalidad de que tales inversiones estén lo más cerca de la realidad posible y no sean valores estimados muy gruesos.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta puede ser aplicada en cualquier país, pero preferentemente a los de ALC, específicamente en zonas urbanas, desde el punto de vista de evaluación económica, para medidas de adaptación, en los sectores de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, drenaje urbano, gestión de residuos sólidos, inundaciones y aludes torrenciales; y para medidas de mitigación en el sector GRS.

La presentación de tablas guías para los sectores enunciados arriba ayudará enormemente a quien esté aplicando la metodología propuesta, en lo que respecta a cómo realizar los análisis de adaptación al cambio climático de cada sector, determinar sus impactos sobre ellos, identificar las medidas de adaptación y mitigación, conocer los costos, beneficios y co-beneficios.

El uso del material anexo soportará la aplicación de la metodología propuesta. La metodología apoyará a las NDCs de los países al permitir dimensionar las inversiones, cuantificar metas de las medidas de mitigación y adaptación y poder hacer seguimiento a los compromisos de los países reflejados en estas.

La aplicación requiere de una experticia mínima en cambio climático, sostenibilidad y economía ambiental.

Queda a juicio de quien este aplicando la metodología, el uso del software ETGO para conocer cuales medidas de adaptación se pueden hacer y el ordenamiento de estas.

Para las medidas de adaptación los criterios de priorización serán de usar costos eficiencia si no se pueden valorar los beneficios de las medidas, beneficio-costos si se conocen los valores monetarios de los beneficios y costos, ó análisis multicriterio si se conocen los valores monetarios de algunos beneficios y costos y de otros no.

La metodología tiene los siguientes alcances:

- Se puede aplicar en cualquier país en zonas urbanas seleccionadas.
- Permite realizar el análisis de sostenibilidad de las medidas al evaluarlas desde los puntos de vista técnico, gobernanza, económico, social y ambiental.
- Ayuda a la toma de decisiones al priorizar las medidas desde el punto de vista de sostenibilidad.
- La aplicación de la metodología es amigable y factible al usar criterios de fácil acceso en los sectores de APS.
- Permite realizar el seguimiento y control de las medidas de adaptación y mitigación una vez implementadas.
- Orienta a las NDCs de los países al estimular la necesidad de colocar metas para medidas de adaptación y mitigación; así como, para el dimensionamiento de las inversiones, todas

a nivel local.

- Ayuda a cumplir con algunos de los requisitos de las fuentes climáticas de financiamiento internacional.

Las limitaciones de la metodología son:

- Tomando en cuenta que se deben estimar costos y beneficios económicos, se asume que los países no tienen dificultad para transformar precios de mercado a precios económicos.
- La aplicación de la metodología requiere cierta experticia en economía ambiental y conocimientos precisos de los diferentes actores en los sectores gestión de residuos sólidos, agua potable, drenaje urbano, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, inundaciones y aludes torrenciales.
- La metodología no considera las medidas de mitigación de los gases de efecto de invernadero generados por otros ámbitos distintos al de residuos sólidos.
- La metodología es aplicable solo a los sectores APS ya construidos y en funcionamiento.

RECOMENDACIONES

Para valorar monetariamente los beneficios de las medidas de adaptación se recomienda el método de valoración contingente.

Para las medidas de mitigación se recomienda para priorizar el uso del método de costo eficiencia, desde el punto de vista de evaluación económica.

Se recomienda realizar evaluación financiera de beneficios y costos para las medidas de mitigación que tengan co-beneficios valorables monetariamente.

La introducción de la incertidumbre originada por el cambio climático debido a la poca certeza del cambio de las variables climáticas permite recomendar por los momentos medidas de adaptación y mitigación “no regret” con vida útil no muy prolongada.

Con base a lo anterior, queda a juicio de quien esté realizando los análisis de priorización realizar análisis de riesgo, pues bajo incertidumbre no se conocen las probabilidades de ocurrencia de las variables climáticas.

El uso de otros métodos para la toma de decisiones bajo incertidumbre como Opciones Reales, Análisis de Decisión con Información Climática y Enfoque Robusto, queda a juicios de quienes estén aplicando la metodología propuesta .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adaptation Sub Committee. 2011. Adapting to climate change in the UK. Progress Report. UK.
- ADERASA. 2007. Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado sanitario. Benchmarking en ADERASA. Asociación de Entes Reguladores de Agua potable y Saneamiento de las Américas.
- ADB. 2015. Economic analysis of climate proofing investment projects. ADB, Philippines.
- Agence française de Développement, Partenariat Français pour l'Eau (PFE). 2016. ADAPTATION.
- Arreguin F. 2007. Uso eficiente del agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA. Ingeniería hidráulica en México, mayo-agosto de 1991.
- Au changement climatique dans le domaine de l'eau: Typologie & Recommandations pour l'action. www.afd.fr, www.partenariat-francais-eau.fr.
- Potable y Saneamiento. Biblioteca virtual en salud, Agua, Documento de posicionamiento: Meta 2.1 y 2.2. Marsella, Francia.
- Aldunce P. y C. Neri. 2008. Manual de uso índice de utilidad práctica de adaptación, IUPA. Editorial NUMA/UPFA. Brasil.
- Aldunce P. y C. Neri. 2012. Taller Índice de utilidad práctica de adaptación. Ministerio de Medio Ambiente. Chile.
- Asian Development Bank. 2002. Handbook for integrating risk analysis I the economic analysis of project. ADB. Philippines.
- Asian Development Bank. 2013a. Economics of Climate Proofing at the Project Level. Mandaluyong City, Philippines.
- Asian Development Bank. 2013b. Economics of Climate Proofing at the Project Level. Two Pacific Case Studies, Mandaluyong City, Philippines.
- BID. 2010. Agua Potable, Saneamiento y los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe. Iniciativa de Agua y Saneamiento.
- Burton, I and E. May. 2004. The adaptation deficit water resources management. USA.
- CAF. 2014. Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe. Banco de Desarrollo de América Latina. 212 p.
- CEPAL. (2011). La economía del cambio climático en Centroamérica, Reporte técnico 2011, Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL. 2014. Manual para la evaluación de desastres. Naciones Unidas. Chile.

Chisari, O., and S. Galiani (2010). *Climate Change: A Research Agenda for Latin America and the Caribbean*.

Climate Resilience Framework. 2012. Series 1,2 y 3. ISET International.

Climate Resilience Framework. 2012. Technical feasibility analysis. ISET International.

Corrales, M.E. (2004). *Gobernabilidad de los servicios de agua potable*.

Corrales, M.E. 2004 *Gobernabilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina*. CEPAL. Santiago, Chile, 12 p.

Corrales, M.E. 2008. *Infraestructura pública y servicios asociados*. Capítulo 6 del libro *Pobreza, Servicios Públicos y Políticas Sociales*. Equipo Acuerdo Social, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IIES), Universidad católica Andrés Bello (UCAB), Caracas, Venezuela, pp 229-262.

Dasgupta, S., Laplante, B., Meisner, C. M., Wheeler, D. y Yan, D.J. (2007). *The Impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis*. World Bank policy research working paper, 4136, Washington DC.

De Bremond y N. Engle. 2011. *MCA4Climate: a practical framework for planning pro development climate policies*. University of Maryland. USA.

FAO. 2010. *Gestión del riesgo de Sequía y otros elementos climáticos extremos en Chile*. Informe Región de O'Higgins. Estudio Piloto sobre la Vulnerabilidad y la Gestión Local del Riesgo.

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. 2017. *The vulnerability sourcebook: concept and guidelines for standardized vulnerability assessment*. GIZ-Adelphi-EURAC.

Ferro, G. (2017). *América Latina y el Caribe hacia los Objetivos de Desarrollo*.

Ferro, G. 2017. *América Latina y el Caribe hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Agua y Saneamiento, Reformas recientes de las Políticas Sectoriales*. Serie de Recursos Naturales e Infraestructura (Nº 180). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Cooperación Española. Santiago, Chile. 61 p.

FIRA. 2011. *Criterios técnicos en la evaluación de proyectos*. Boletín de educación financiera. México.

Grisham, A. y Flemming W. "Long Term Options for Municipal Water Conservation", *Journal of the American Water Works Association*, EUA, marzo de 1989.

Hallegatte, S. (2012). *Investment decision making under deep uncertainty*. (Washington, D.C.): World Bank, Sustainable Development Network, Office of the Chief Economist.

Hantke-Omas, M y A. Jouravlev. 2011. *Lineamientos de política pública para el sector de agua potable y saneamiento*. CEPAL y Ministerio de Asuntos Económicos de Francia. Santiago, Chile, 58 p.

IFAD. 2017. A guide for practitioners. Institutional arrangements for effective project management and implementation. IFAD, Bangladesh.

IPCC. 2008. El Cambio Climático y el Agua. Documento Técnico VI, del IPCC. Ginebra: Secretaria del IPCC. ISBN: 978-92-9269-323-8.

IPCC. 2014. Climate change 2014. Mitigation of climate change. Working group III contribution to the fifth assessment report to the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.

ISET. s/f. Análisis participativo costo beneficio. Guía para uso en campo. ISET-Cruz Roja-Zurich. México.

IADB (2015). Climate Change Sector Framework.

Jouravlev, A. 2017. Conferencia Virtual “Impacto de las políticas tarifarias en la reducción del consumo de agua potable”. CEPAL- CIGIR-CIDIAT, Santiago de Chile y Mérida, Venezuela. 18 de octubre de 2017.

Kalra, N. and others. Agreeing on robust decisions. New processes for decisions making under deep uncertainties. The World Bank. USA.

Liemberger, R, McKenzie R. 2005. Accuracy Limitations of the ILI - Is it an Appropriate Indicator for Developing Countries?

Mendieta, J. 2001. Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. Universidad de los Andes. Colombia.

Miranda, J. 2001. Gestión de proyectos. Identificación, formulación, evaluación financiera, económica, social y ambiental. MM Editores. Colombia.

Mora, L., Rodríguez, L. y Medina, M. (2006). Análisis de consumos promedio para los sistemas de abastecimiento de Mérida y El Vigía de Venezuela y el impacto de la micro-medición en su reducción. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guayana. Venezuela.

ONU. 2017. Análisis Costo-Beneficio de Medidas de Adaptación al cambio climático en áreas Urbanas de América Latina. Euroclima. Panamá 2017. José Alberto Lara Pulido.

OPS (s/f). Glosario Extendido (definiciones y conceptos básicos) sobre el sector Agua Potable y Saneamiento. Biblioteca virtual en salud, www.bvsde.org.ni/Web_textos/OPS/OPS0011/Anexos.pdf

Pere, R. 1994. Manual de valoración contingente. Ministerio de Economía y Hacienda. España.

Pérez, J. 2004. Valoración económica del agua. CIDIAT. Venezuela.

Pérez, J. 2017. Metodología para la selección de una técnica ambiental económica. Material de clase. Universidad del Centro Perú. Huancayo. Perú.

PNUD. 2010. Designing climate change adaptation initiatives. Bureau for development policy. USA.

pS Eau programme Solidarit -Eau. 2015. Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique.

Risk Management Task Group. 2012. Project risk management handbook: a scalable approach. Caltrans.

Rojas, F. 2014. Políticas e institucionalidad en materia de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe. Documento N° 166, Serie Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL, Santiago, Chile, 81 p.

Ryan, D., & Gorfinkiel, D. (2016). Toma de decisiones y cambio climático (1ª ed.). Montevideo: UNESCO.

Schweikert, A., Chinowsky, P., Espinet, X., y Tarbert M. (2014). Climate Change and Infrastructure Impacts: Comparing the Impact on Roads in Ten Countries through 2100. Procedia Engineering, 78, 306-

Solanes, M. 2015. Gobernanza y finanzas para la sostenibilidad del agua en América del Sur. VII Foro Mundial del Agua, Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). Corea del Sur, 34p.

Toba, Natsuko. (2009). Potential Economic Impacts of Climate Change in the Caribbean Community. The World Bank. 2010. Development and climate change. USA.

Assessing the Potential Consequences of Climate Destabilization in Latin America, ed. Walter Vergara. The World Bank, Washington, DC.

UNEP. 2011. A practical framework for planning pro development climate policies. UNEP-Gobierno de España.

USAID. 2013. Medidas para Abordar el Impacto del Cambio Climático en la Infraestructura, preparándose para el cambio.

USAID. 2014. Climate Resilient Development. A framework for understanding and addressing climate change. USA.

USAID. 2014. Climate resilient development. A framework for understanding and addressing climate change. USA.

Véliz Capuñay, C. (2011). Estadística para la administración y los negocios (ª ed.). México D.F.: Prentice Hall.

WBG. 2010. The Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates. The Global Report of the Economics of Adaptation to Climate Change Study.

WHO. 2008. Regional and Global Costs of Attaining the Water and Sanitation Target (Target 10) of the Millennium Development Goals. Public Health and the Environment Assessing & Managing Environmental Risks to Health.

WSDOT.2014. Project risk management guide. Engineering and Regional Operation, WSDOT. USA.

WWC. 2012. Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos. Proceso Regional de las Américas - VI Foro Mundial Agua, Documento de posicionamiento: Meta 2.1 y 2.2. Marsella, Francia.

Zorrilla, M y A. Kuhlmann. 2015. Metodología de priorización medidas de adaptación al cambio climático. Guía de uso y difusión. GIZ y Proyecto Alianza Mexicana Alemana de Cambio Climático. México



ANEXOS



**ANEXO 1:
METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE CIUDADES FRENTE A LOS
DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR RESIDUOS
SÓLIDOS**

LISTA DE ACRÓNIMOS

ALC:	América Latina y El Caribe
FAFCC-SRS:	Índice de Fragilidad Aparente Frente al Cambio Climático Sector Residuos Sólidos
CONIPAFCC:	Condición de Impacto País Frente al Cambio Climático
CONIPAFCC-RS:	Condición de Impacto País Frente al Cambio Climático Sector Residuo Sólidos
IEC-SRS:	Índice de Exposición Ciudad Sector Residuos Sólidos
ISC-SRS:	Índice de Sensibilidad Ciudad Sector Residuos Sólidos
ICC-SRS:	Índice Compromiso Ciudad para adaptación al Cambio Climático Sector Residuos Sólidos
DP:	Densidad de población de la ciudad
CPU:	Cantidad de población de la ciudad
PP:	Porcentaje de población de la ciudad respecto al total nacional
IDH:	Índice de Desarrollo Humano de la ciudad
IG:	Índice de Gini de la ciudad
PIB:	Producto Interior Bruto per cápita de la ciudad
TRS:	Tasa de generación per cápita de RSU
CRS:	Tasa de cobertura del servicio de recolección de RSU
DFRS:	Tasa de disposición final de RSU en rellenos sanitarios

1. GENERALIDADES

En la actualidad, el cambio climático representa una amenaza peligrosa e irreversible a escala global sobre los seres humanos y los diversos ecosistemas naturales. Los altos costos asociados con esta problemática amenazan la estabilidad económica, social, ambiental y política del planeta (CEPAL 2016).

Como ya es evidente, el cambio climático tiene severos impactos mundiales, tanto en zonas rurales como en centros urbanos. La variación de las diferentes variables climáticas tiene impactos inmediatos en distintos sectores de la economía, uno de ellos y no menos importante corresponde a los residuos sólidos urbanos (RSU).

La ocurrencia de otros impactos en las zonas rurales implica la alteración del equilibrio ecológico en los diversos hábitats, la degradación de la tierra y la biodiversidad, entre otros.

En contrates al ámbito rural, en el urbano, 54% de la población mundial vive en ciudades, proporción que probablemente llegará a 70% en 2050. América Latina es la segunda región más urbanizada después de Norteamérica, donde alrededor del 80 % de su población es urbana (Moser y Satterthwaite 2008).

La vulnerabilidad de las ciudades, especialmente en los países en desarrollo, ante el cambio climático se verá agravada por las malas condiciones socioeconómicas y el acceso limitado a la infraestructura y los servicios. Los barrios pobres que carecen de servicios básicos como el saneamiento, el agua potable o una red resistente de las carreteras son especialmente vulnerables a los impactos del clima (CEPAL, 2016).

“Además de los impactos físicos directos, otros efectos inducidos por el cambio climático serán reflejados debido a la actividad concentrada e integrada de las ciudades, los sistemas de infraestructura complejos y los servicios sociales, y la diversa gobernabilidad” (Rosensweig et al., 2010).

Evidentemente y frente a las distintas amenazas climáticas que puedan afectar una región determinada o una ciudad específica, será determinante la respuesta que su población de en relación a su grado de compromiso para adaptarse a dichos eventos extremos y corregir sus indicadores con acciones prioritarias que minimicen su exposición y sensibilidad a los impactos del clima.

De hecho, y al igual que a una la escala de país, las ciudades serán el reflejo de su modelo de gestión frente a la acción climática. Al respecto, la fragilidad aparente a los impactos del clima será determinante para establecer estrategias y prioridades de acción a una escala local, es decir, de ciudades. En este contexto, la adaptación al cambio climático cobra mayor sentido dado que su alcance es más localizado.

A continuación, se presenta un enfoque metodológico para identificar y/o seleccionar las ciudades que mayor prioridad de atención deben recibir frente a los desafíos del cambio

climático. Cabe destacar que dicho enfoque se puede aplicar en cualquier país de la Región de América Latina y el Caribe (ALC) que tenga la intención de hacer frente a los desafíos del cambio climático. No obstante, su aplicación tiene mayor relevancia en aquellos países que presentan un índice CONIPAFCC de relativa importancia: moderado, alto y muy alto, y/o una fragilidad aparente con los mismos niveles de intensidad.

Esta información será de gran utilidad para las autoridades nacionales, administraciones regionales y locales, organismos multilaterales, agencias de desarrollo, entre otros, a los fines de canalizar recursos económicos, tanto nacionales como internacionales, y asesoramiento técnico, en acciones prioritarias que permitan reducir la brecha entre los países con mayor nivel de Condición de Impacto País Frente al Cambio Climático (CONIPAFCC-RS) y los de menor nivel.

2. PROCEDIMIENTO

En esta sección se presenta el procedimiento metodológico para la estimación del Índice de Fragilidad Aparente Frente al Cambio Climático (IFAFCC) para el Sector Residuos Sólidos en la Región de ALC y un ejemplo de aplicación. Es importante destacar que en la cuantificación del índice se incorporaron los datos de algunos indicadores, los cuales fueron extraídos de las NDCs publicados por los países de ALC.

Para la selección de las ciudades se propone el IFAFCC, el cual es una función de agregación que incluye tres componentes claves asociados al cambio climático. Estos componentes se relacionan con la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación del emplazamiento (municipio o ciudad) donde se realiza el análisis.

Esta función de agregación se basa en un método multicriterio y multiexperto conocido como suma ponderada, el cual se construye mediante la sumatoria ponderada de tres índices: Exposición (IEC), Sensibilidad (ISC) y Compromiso Ciudad para adaptación al cambio climático (ICC), que sirve para estimar las condiciones de fragilidad aparente de la ciudad frente a los desafíos del cambio climático en el sector residuos sólidos. De esta manera, el IFAFCC-SRS puede ser considerado como una medida de aproximación de la fragilidad o debilidad del entorno a los posibles impactos del cambio climático a una escala de ciudad, y se define con base a la sumatoria de los elementos anteriormente mencionados, como se muestra en la ecuación 1.

$$\text{IFAFCC-SRS} = [(\text{IEC} * \text{Qi}) + (\text{ISC} * \text{Qj}) + ((1-\text{ICC}) * \text{Qk})] \quad (1)$$

Dónde:

IECP: Índice de Exposición Ciudad frente al cambio climático

ISP: Índice de Sensibilidad Ciudad frente al cambio climático

ICC: Índice de Compromiso Ciudad para la adaptación al cambio climático

Qi: Peso de ponderación de la Exposición Ciudad

Qj: Peso de ponderación de la Sensibilidad Ciudad

Qk: Peso de ponderación del Compromiso Ciudad frente al cambio climático

El IFAFCC-SRS propuesto es un reflejo ciudad en su intención de adaptación a los impactos del clima, su exposición y sensibilidad, con énfasis en el sector residuos sólidos, cuyo alcance puede servir de base para orientar la toma de decisiones a escala local.

3. ANÁLISIS ÍNDICE DE EXPOSICIÓN CIUDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS (IEC-SRS)

El índice de exposición ciudad a los desafíos del cambio climático mide la exposición del

emplazamiento en el sector RSU. Se estimó con base a los siguientes indicadores: cantidad de población de la ciudad, densidad poblacional y porcentaje de población de la ciudad respecto al total del país.

La escogencia de los indicadores fue una actividad consensuada entre el grupo de expertos participantes y las recomendaciones de la literatura especializada.

El Índice de Exposición Ciudad (IEC-SRS) frente al cambio climático se construyó mediante una ecuación que permite sumar ponderadamente cada uno de los valores de los indicadores (Ecuación 2). Los datos numéricos se deben normalizar en una escala de 0 y 1, teniendo en cuenta el valor máximo y mínimo respectivamente.

$$IEC = (DP * ri) + (CPU * rj) + (PP * rk) \quad (2)$$

Donde:

DP: Densidad de población de la ciudad

CPU: Cantidad de población de la ciudad

PP: Porcentaje de población de la ciudad respecto al total nacional

ri, rj, rk,: Peso de cada uno de los indicadores (valorado por los expertos)

Los pesos de los indicadores o criterios para la toma de decisiones se deben asignar mediante consulta de expertos.

Finalmente, el valor que se obtiene mediante la ecuación 2 determina la exposición de la ciudad frente al cambio climático. Un valor alto (valorado en una escala de 0-1) indica una exposición elevada de la ciudad, específicamente en el sector residuos sólidos, que lo hace frágil a las amenazas del cambio climático.

4. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SENSIBILIDAD CIUDAD FRENTE A LOS DESAFÍOS CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS

Este índice mide la sensibilidad o susceptibilidad de la ciudad en el sector residuos sólidos o con influencia en el mismo a los impactos del clima. Se construyó en base a los siguientes indicadores: Índice de desarrollo humano (IDH), índice de GINI y el PIB per cápita de la ciudad.

La escogencia de los indicadores fue una actividad consensuada entre el grupo de expertos participantes y las recomendaciones de la literatura especializada.

El Índice de Sensibilidad Ciudad (ISC-SRS) en el sector residuos sólidos se construyó mediante una ecuación que permite sumar ponderadamente cada uno de los valores de los indicadores (Ecuación 3). Los datos numéricos deben ser normalizados en una escala de 0 y 1, teniendo en cuenta el valor máximo y mínimo respectivamente.

$$ISC = ((1-IDH) * si) + (IG * sj) + ((1-PIB) * sk) \quad (3)$$

Dónde:

IDH: Índice de Desarrollo Humano de la ciudad

IG: Índice de Gini de la ciudad

PIB: Producto interior Bruto per cápita de la ciudad

si, sj, sk: Peso o ponderación de cada uno de los indicadores (valorado por los expertos)

Finalmente, el valor que se obtiene mediante la ecuación 3 determina la sensibilidad de la ciudad frente al cambio climático. Un valor alto (valorado en una escala de 0-1) indica una sensibilidad elevada del emplazamiento, específicamente del sector residuos sólidos, que lo hace frágil a las amenazas del cambio climático.

5. ANÁLISIS DEL COMPROMISO CIUDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS URBANO (RSU)

Para valorar el compromiso de adaptación de la ciudad a los desafíos del cambio climático se presenta el índice compromiso ciudad, el cual mide el compromiso de la localidad con base a tres (3) indicadores: tasa de RSU, cobertura del servicio de recolección de RSU y porcentaje de disposición final de RSU en sitios adecuados (rellenos sanitarios). La escogencia de los indicadores fue una actividad consensuada entre el grupo de expertos participantes.

El Índice de Compromiso Ciudad (ICC) para la adaptación al cambio climático en el sector residuos sólidos se construyó mediante una suma ponderada de los tres indicadores mencionados a nivel de ciudad. Los datos numéricos deben ser normalizados en una escala de 0 y 1, teniendo en cuenta el valor máximo y mínimo respectivamente.

Finalmente, el Índice de Compromiso Ciudad en el sector residuos sólidos se determina mediante la siguiente ecuación (4).

$$\text{ICC} = ((1-\text{TRS}) * \text{pi}) + (\text{CRS} * \text{pj}) + (\text{DFRS} * \text{pk}) \quad (4)$$

Donde:

ICC: Índice de Compromiso Ciudad

TRS: Tasa de generación per cápita de RSU (kg/persona.día)

CRS: Tasa de cobertura del servicio de recolección de RSU (%)

DFRS: Tasa de disposición final de RSU en rellenos sanitarios (%)

pi, pj, pk: Peso o ponderación de cada uno de los indicadores (valorado por los expertos).

Finalmente, el valor que se obtiene mediante la ecuación 4 determina la capacidad de adaptación al cambio climático o compromiso ciudad para hacer frente a los desafíos del cambio climático. Un valor alto (valorado en una escala de 0-1) indica una alta capacidad o compromiso de la ciudad para hacer frente al cambio climático en el sector de los RS.

En la Tabla 1 se presenta la ponderación de los criterios empleados para la estimación del IFAFCC. La ponderación de los criterios para la toma de decisiones: Exposición 40%; Sensibilidad 25 % y Capacidad de Adaptación 35%.

Tabla 1. Ponderación de los criterios empleados para la estimación del IFAFCC.

CRITERIOS	PONDERACIÓN	TOTAL
Exposición: Cantidad de Población	10,00%	100,00%
Exposición: Densidad de población	50,00%	
Exposición: Porcentaje de población (Respecto al total nacional del país)	40,00%	
Sensibilidad: IDH	40,00%	100,00%
Sensibilidad: Índice de Gini	30,00%	
Sensibilidad: PIB/persona	30,00%	
Compromiso País (CP): Tasa de generación de RSU	40,00%	100,00%
CP : Cobertura del servicio de recolección de RSU	30,00%	
CP : Disposición final de los RSU	30,00%	

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO EN TRES CIUDADES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE UBICADAS EN MÉXICO

A continuación, en las Tablas 2, 3 y 4 se muestra un ejemplo de aplicación del procedimiento metodológico propuesto para la estimación del Índice de Fragilidad Aparente Frente a los desafíos del Cambio Climático, con énfasis en el sector residuos sólidos, a nivel de ciudades de América Latina y el Caribe (IFAFCC-SRS).

En la Tabla 4 se observa que la ciudad de México es la que posee el IFAFCC-SRS más elevado de las tres ciudades analizadas. Esto indica que Ciudad de México presenta el mayor nivel de fragilidad aparente (potencial debilidad o susceptibilidad) a los posibles impactos del cambio climático, lo cual sugiere su elección, como la ciudad prioritaria en el contexto de la lucha frente a los desafíos del cambio climático. De modo tal que frente a recursos materiales, financieros y económicos escasos se identifica el ámbito geográfico que requiere mayor atención en este contexto, facilitando en todo caso el proceso de toma de decisiones por parte de las autoridades gubernamentales y de los entes multilaterales y nacionales de financiamiento al clima y/o el ambiente.

Una de las limitaciones de la Región ALC es la falta de información uniforme y actualizada (estadísticas) sobre las variables o indicadores que se proponen en la metodología sugerida. Por ello, se recomienda a las autoridades de los países y a los organismos internacionales de financiamiento y de planificación económica, social y ambiental de la región contribuir a

generar y publicar información sobre indicadores que son de interés en el estudio del cambio climático.

Tabla 2. Datos de México para la estimación del Índice de Fragilidad Aparente frente al cambio climático

Fuentes: ONU Habitat (2010); UN Habitat (2012); ONU HABITAT (2012); Demographia (2016); Universidad del Rosario (2011); World Bank (2012).

Ciudad	Cantidad de Población en 2010 (Millones)	Densidad de población (Hab/km2)	Población (%)	IDH (2010-2011)	I. Gini (2010)	PIB/persona (\$ EUA 2008)	Tasa RSU (kg/persona.día)	Cobertura (%)	DFRSU (%)
Ciudad de México	19,460	9.800,00	13,6	0,818	0,488	10.038	1,38	100	92
Guadalajara	4,402	6.200,00	2,7	0,751	0,421	6.522	1,2	90	0
Puebla	2,460	4.800,00	1,3	0,717	0,407	4.819	1,38	95	93

Tabla 3. Datos normalizados de México para la estimación del Índice de Fragilidad Aparente frente al cambio climático.

Ciudad	Cantidad de Población	Densidad de población	Población	IDH	I. Gini	PIB/persona	Tasa RSU	Cobertura	DFRSU
Ciudad de México	1,00	0,53	1,00	0,80	0,46	0,18	0,58	1,00	0,92
Guadalajara	0,22	0,29	0,65	0,65	0,18	0,05	0,46	0,67	0,00
Puebla	0,12	0,20	0,48	0,58	0,12	0,00	0,58	0,83	0,93

Tabla 4. Resultados de los índices para la estimación de la Fragilidad Aparente frente a los desafíos del cambio climático de tres ciudades mexicanas.

País	Ciudad	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Fragilidad Aparente
		IEC	ISC	ICC	IFAFCC
México	Ciudad de México	0,7649	0,4634	0,7447	0,5112
	Guadalajara	0,4275	0,4776	0,4177	0,4942
	Puebla	0,3032	0,5060	0,6977	0,3536

REFERENCIAS

Demographia. 2016. World urban areas. 12 th annual edition: 2016:04. April, 2016.

Margulis, Sergio. 2016. Vulnerabilidad y adaptaciones de las ciudades de América Latina al cambio climático. CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile-Chile.

Moser, C. and Satterthwaite, D. 2008. Towards pro-poor adaptation to climate change in the urban centres of low and middle income countries. Human Settlements Discussion Paper Series, Climate Change and Cities 3, IIED/GURC Working Paper No 1, University of Manchester, Global Urban Research Centre.

ONU HABITAT. 2010. Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2010.

ONU HABITAT. 2012. Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe.

Rosenzweig, C., Solecki, W., Hammer S.A. and Mehrotra, S. 2010. Cities lead the way in climate-change action. Nature, Vol. 467, Comment.

UN HABITAT. 2012. State of the world´s cities 2012-2013.

Universidad del Rosario. 2011. Ranking de ciudades latinoamericanas para la atracción de inversiones. Abril de 2011.

World Bank. 2012. What a wastes. A global review of solid waste management, 2012.



**ANEXO 2:
INSTRUCTIVO PROGRAMA ETGO**



INTRODUCCIÓN

El software ETGO se diseñó para realizar la evaluación técnica y de gobernanza de las medidas de mitigación y adaptación al CC. El objetivo es priorizar desde los criterios técnicos y gobernanza las medidas antes enunciadas.

La priorización señala el orden de las medidas que se pueden hacer, no las que se deben hacer, para lo cual se requerirán evaluaciones económicas, ambientales y sociales.

El software está en fase experimental por lo cual todavía se le pueden hacer los ajustes necesarios. Sin embargo, la idea puede servir de base para el desarrollo de un programa más robusto en este contexto.

Los usuarios del programa van a ser los evaluadores o especialistas, quienes van a ponderar y pesar los criterios técnicos y de gobernanza para cada medida entregada y un administrador quien recibirá la información de los evaluadores para “correr” el programa y obtener los resultados sobre la prioridad de las medidas de mitigación y adaptación.

El uso del programa es recomendado primordialmente para medidas duras o estructurales de adaptación y mitigación; sin embargo, pudiera usarse si existe la necesidad de priorizar medidas blandas o no estructurales.

El programa se diseñó para evaluar la opinión de 5 grupos de especialistas:

- Grupo técnico conocido como ETGO 1
- Grupo de organizaciones públicas conocido como ETGO 1
- Grupo de organizaciones privadas y social conocido como ETGO 3
- Grupo político conocido como ETGO 4
- Grupo legal conocido como ETGO 5

Cada grupo emitirá su opinión en una planilla de evaluación, la enviará al administrador quien procesará las opiniones y dará el resultado de la priorización.

A continuación, se especifican las instrucciones para los especialistas y el administrador:

INSTRUCCIONES PARA LOS ESPECIALISTAS

Los especialistas van a recibir la siguiente información: Una planilla por cada medida a evaluar. La tabla 1 presenta una planilla tipo. Recibirá las tablas 2 y 3 a usar en la evaluación técnica y gobernanza.

Tabla 1. Planilla tipo de medida de adaptación y mitigación.

NOMBRE DE LA MEDIDA:		CÓDIGO: indicar, por ejemplo, como M1AP (Medida 1 de agua potable)		
TIPO DE MEDIDA (colocar una X)				
Privada:	Pública:	Reactiva:	Anticipada:	Mixta:
OBJETIVO, INDICADOR E IMPACTOS A LOS CUALES VA DIRIGIDA				
Objetivo: indicar el objetivo de la misma, por ejemplo, incremento de la cobertura del servicio	Indicador y unidad de medida: señalar el nombre del indicador y unidad de medida, por ejemplo, cobertura por población de área afectada	Impacto (s) al cual va dirigida: nombrar los impactos primarios al cual va dirigida la medida	Impactos asociados que pudiera controlar la medida: nombrar los impactos secundarios, terciarios, entre otros, que pudiera controlar la medida	
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA				
Insumos para la construcción (materias primas, materiales y equipos, mano de obra):	Proceso de funcionamiento de la medida (como va a operar y como se administrará):	Vida útil estimada (años):	Costo total estimado (US\$):	Normativa legal que aplica:
Insumos para el funcionamiento (materias primas, materiales y equipos, mano de obra):	Proceso de mantenimiento de la medida:	Tiempo estimado para alcanzar el objetivo de la medida: Corto plazo (menor de 5 años): Mediano plazo (menor de 20 años): Largo plazo (mayor de 20 años):	Tipo de control del impacto por la medida: Parcial: Total:	

Tabla 2. Criterio y puntajes para la evaluación técnica.

EVALUACIÓN TÉCNICA	PUNTAJE
Técnicas y tecnología	
Existencia de técnicas y tecnología de la medida	
Existencia de técnicas y de tecnología a nivel local o nacional	3
Existencia de técnicas y de tecnología a nivel de los países que atiende el BID	2
Existencia de técnicas y de tecnología a nivel de países distinto a los anteriores	1
Experiencia con el uso	
Las técnicas y tecnología de la medida de adaptación propuesta se han usado anteriormente con buenos resultados.	3
Se han usado pero no se han evaluado los resultados	2
No se han usado	1
Evidencias de los resultados obtenidos	
Existen evidencias de los buenos resultados obtenidos	3
La evidencia es parcial	2
La evidencia es marginal	1
Conocimiento de las técnicas y tecnología	
Existe conocimiento local sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación	3
Existe conocimiento en los países del BID sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación	2
Existe conocimiento fuera de los países del BID sobre las técnicas y tecnología de la medida de adaptación	1
Riesgos técnicos	
Disponibilidad de insumos	
Existen los insumos para la construcción de la medida a nivel local	3
Están disponibles nacionalmente	2
Los insumos son importados	1
Período de implementación de la medida	
Corto plazo (menor a 5 años)	3
Mediano plazo (entre 5 a 20 años)	2
Largo plazo (mayor de 20 años)	1

Tabla 3. Criterios y puntajes para la evaluación de gobernanza.

EVALUACIÓN GOBERNANZA		PUNTAJE
Organizacionales		
Experticia de las organizaciones públicas y/o privadas		
La organización (pública y/o privada) tiene la suficiente experticia a nivel local para diseñar e implementar la medida de adaptación		3
Existe esa experticia nacionalmente		2
Se debe recurrir a asistencia extranjera		1
Disponibilidad de recursos humanos y monetarios		
La organización tiene los recursos humanos y monetarios, a nivel local, suficientes para implementar la medida de adaptación		3
Se debe recurrir al presupuesto y recursos humanos nacionales		2
Se debe recurrir a recursos humanos y financiamiento internacionales		1
Grado en que la medida favorece la coordinación entre los entes públicos, privados y sociales		
Alto		3
Medio		2
Bajo		1
Legales		
Nivel de cumplimiento con la normativa legal actual del país de la medida propuesta		
Alto		3
Medio		2
Bajo		1
Políticos		
Comparecencia de la medida de adaptación en la NDC del país		
Explícitamente		3
Implícitamente		2
No aparece		1
Nivel de contribución de la medida de adaptación al desarrollo del país		
Alto		3
Medio		2
Bajo		1

Así mismo recibirá, según el grupo una hoja de evaluación de las medidas como la presentada en la Figura 1 y las siguientes instrucciones:

La Figura 1 muestra el contenido de la página de evaluación que recibirá cada grupo.

The screenshot shows a spreadsheet with columns for 'Medidas', 'Nombre de la Medida', 'Peso', 'Existencia de Identidad y priorización de la medida', 'Especialista', 'Evaluación', 'Puntaje', 'Período de implementación de medida', and 'Suma total de evaluación técnica'. The rows are numbered 1 to 10. Callouts indicate that cells in other colors are blocked for automatic calculations and that grey cells are editable by specialists. Below the spreadsheet are buttons for 'Regresar a la Página Principal' and 'Visualizar Resultados'. A text box contains instructions for the coordinator and specialists.

Las celdas en otros colores están bloqueadas por cálculos automáticos

Las celdas en gris son editables por los especialistas

- Los nombres de las medidas deben ser llenados por el coordinador de la actividad, de manera que el especialista o grupo de especialistas sólo se limiten a valorar las medidas, comenzando por el peso de la medida con respecto al resto de las medidas dentro de la tabla

Figura 1. Contenido de la página de evaluación.

La Figura 2 muestra lo que contienen las celdas de la hoja de evaluación y como comenzar a llenar la hoja.

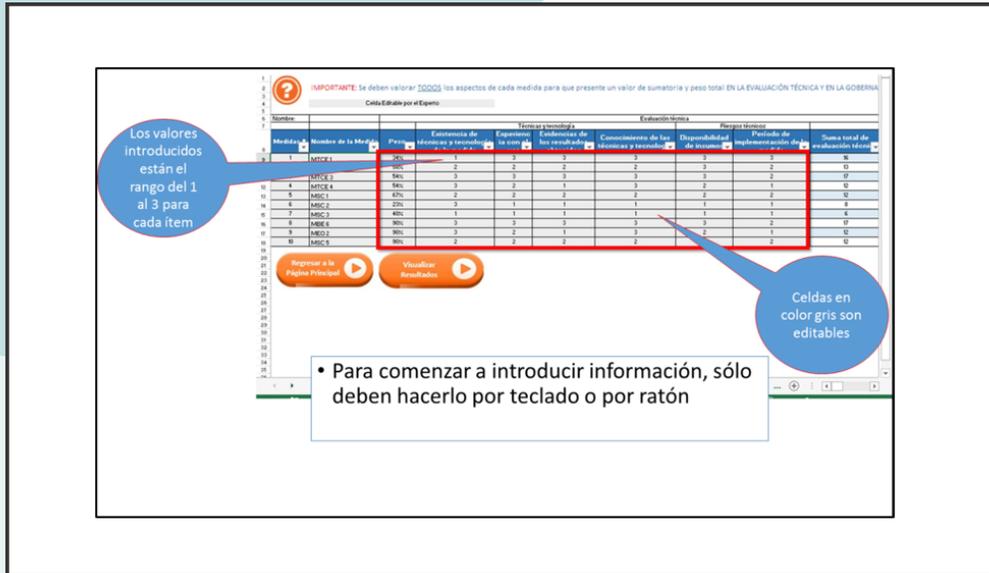


Figura 2. Contenido de las celdas de la hoja de evaluación y como comenzar a llenar la hoja.

La Figura 3 muestra las instrucciones para llenar la hoja de evaluación.

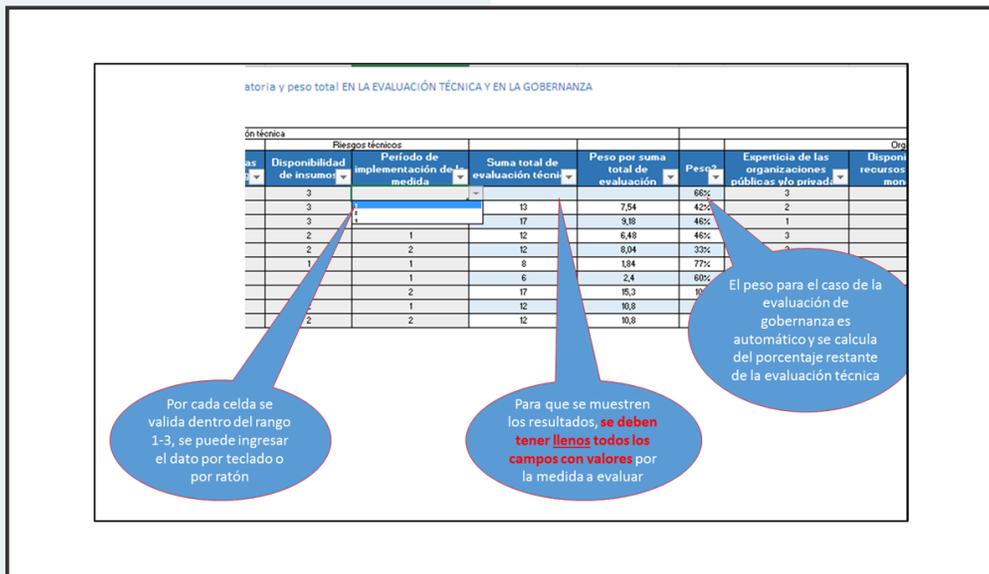


Figura 3. Instrucciones para llenar la hoja de evaluación.

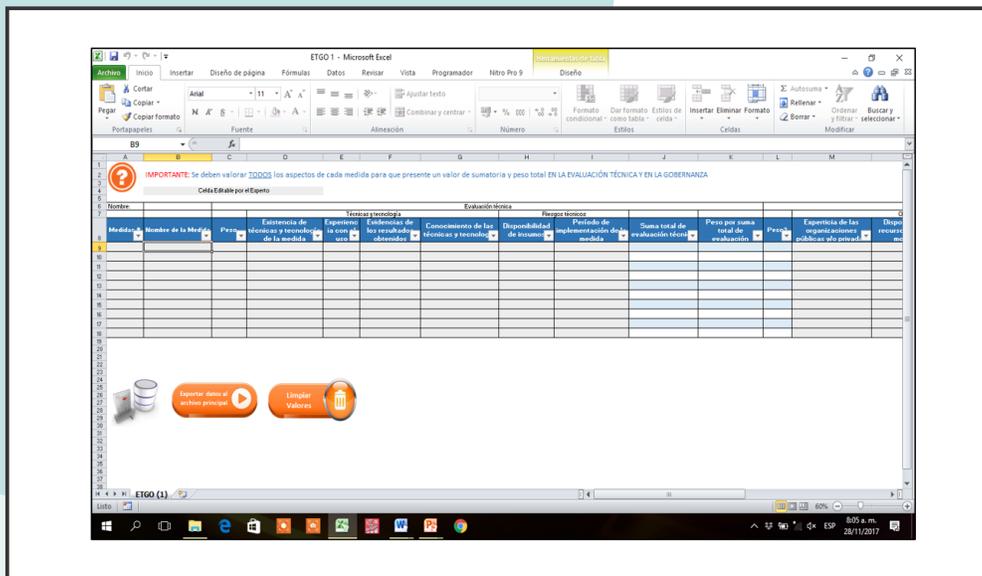


Figura 4. Hoja de evaluación de las medidas.

INSTRUCCIONES PARA EL ADMINISTRADOR Y RESULTADOS DE UNA APLICACIÓN

A continuación, se presenta instrucciones para el administrador y una salida de ejemplo. La Figura 5 indica lo que debe llenar el facilitador.

Visualizar datos introducidos hasta el momento

Celdas en otros colores están bloqueadas por cálculos automáticos

Las celdas en gris son editables por los especialistas

- Los nombres de las medidas deben ser llenados por el coordinador de la actividad, de manera que el especialista o grupo de especialistas sólo se limiten a valorar las medidas, comenzando por el peso de la medida con respecto al resto de las medidas dentro de la tabla

Figura 5. Campos a llenar por el facilitador.

La Figura 6 recuerda que se deben llenar todos los datos de la hoja de evaluación.

IMPORTANTE: Se deben valorar **TODOS** los aspectos de cada medida para que presente un valor de sumatoria y peso total EN LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y EN LA GOBERNANZA

Celda Editable por el Experto

Medidas	Nombre de la Medida	Peso	Evaluación técnica					Suma total de evaluación técnica	
			Existencia de técnicas y tecnologías de la medida	Experiencia de la consultoría	Evidencias de los resultados obtenidos	Conocimiento de las técnicas y tecnologías	Disponibilidad de insumos		Período de implementación de medida
1	MTCE 1	34%	1	3	3	3	3	3	16
2	MTCE 2	98%	2	2	2	2	3	2	19
3	MTCE 3	54%	3	3	3	3	3	2	17
4	MTCE 4	54%	3	2	1	3	2	1	12
5	MBC 1	87%	2	2	2	2	2	2	12
6	MBC 2	22%	3	1	1	1	1	1	8
7	MBC 3	49%	1	1	1	1	1	1	6
8	MBC 4	49%	3	3	3	3	3	2	17
9	MEO 2	49%	3	2	1	3	2	1	12
10			2	2	2	2	2	2	12

Por cada medida que los especialistas o grupo llenen, deben tener todos los datos completos de la fila para poder que se haga el cálculo automático

Figura 6. Recordatorio de llenado de todos los datos de la hoja de evaluación.

La Figura 7 muestra algunos datos resaltantes de la hoja de evaluación.

Sumatoria y peso total EN LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y EN LA GOBERNANZA

Disponibilidad de insumos	Período de implementación de medida	Suma total de evaluación técnica	Peso por suma total de evaluación	Peso	Experiencia de las organizaciones públicas y/o privadas	Disponibilidad de recursos
3		13	7,54	42%	3	
3		17	9,89	46%	1	
2	1	12	6,48	46%	3	
2	2	12	8,04	33%		
1	1	8	1,84	77%		
1	1	6	2,4	60%		
2	2	17	15,3	10%		
2	1	12	10,8			
2	2	12	10,8			

Por cada celda se valida dentro del rango 1-3, se puede ingresar el dato por teclado o por ratón

Para que se muestren los resultados, **se deben tener llenos todos los campos con valores** por la medida a evaluar

El peso para el caso de la evaluación de gobernanza es automático y se calcula del porcentaje restante de la evaluación técnica

Figura 7. Datos resaltantes de la hoja de evaluación.

Las Figuras: 8, 9, 10, 11 y 12 muestran los resultados del ETGO en una aplicación de 8 medidas y 5 grupos.

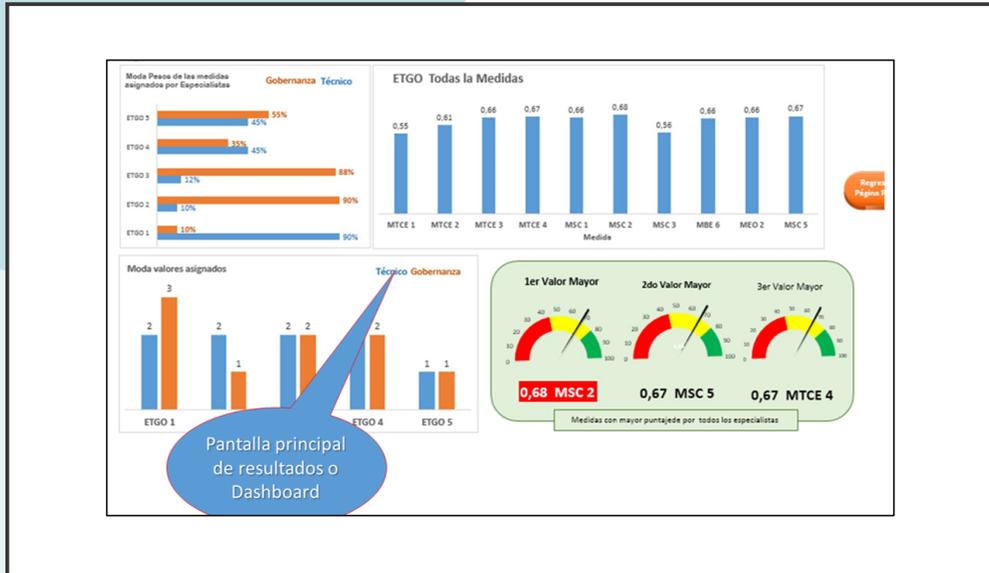


Figura 8. Hoja resumen de resultados.

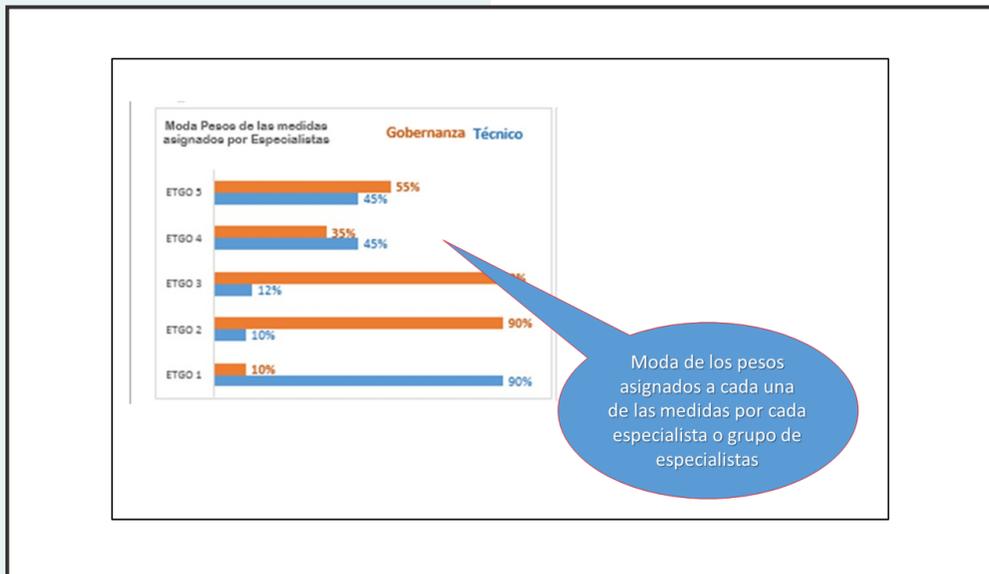


Figura 9. Moda de los pesos asignados por los especialistas.

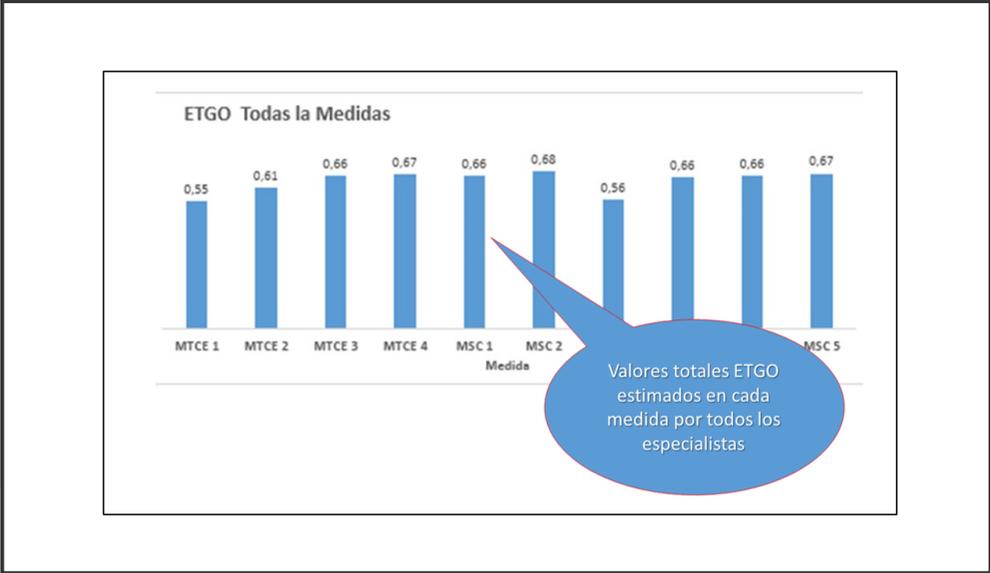


Figura 10. Resultados del ETGO de cada medida.

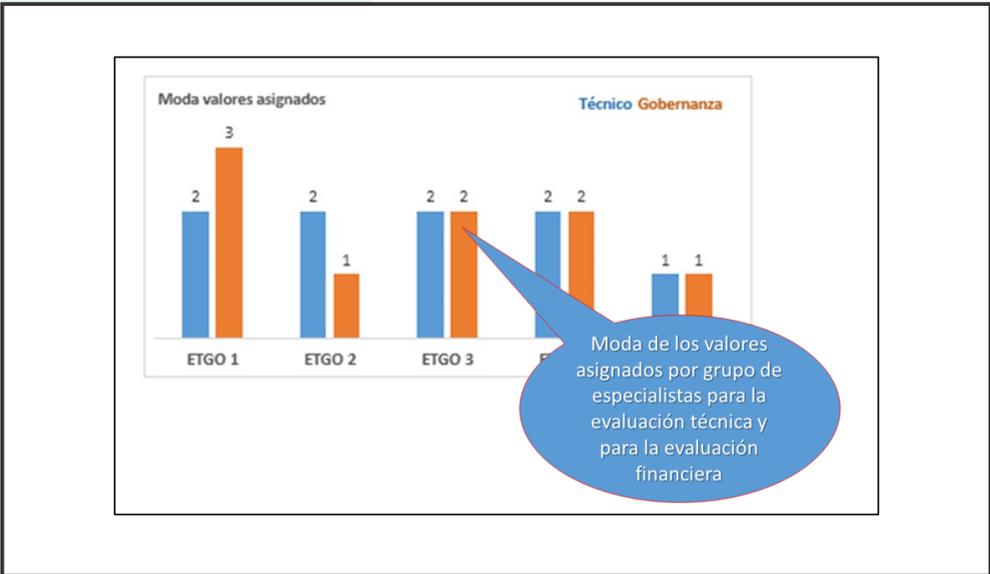


Figura 11. Moda de los valores asignados por los especialistas para las distintas medidas.

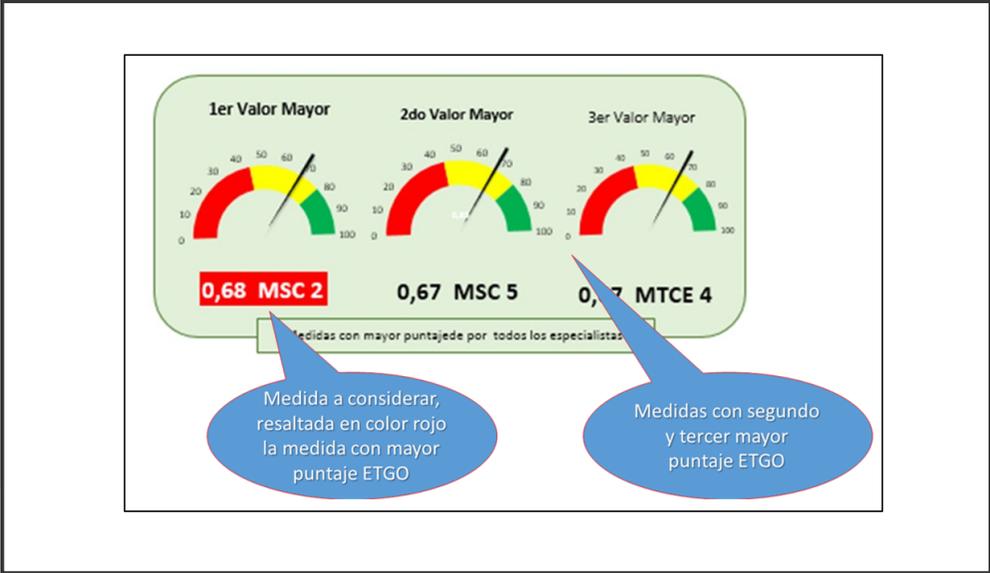


Figura 12. Priorización de la medida según criterios técnicos y gobernanza.



**ANEXO 3:
METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE
BENEFICIOS**

1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS

A continuación, se presenta un marco metodológico propuesto por la CEPAL (2014) para la Evaluación de Desastres, adoptada en este proyecto con el propósito de medir los beneficios (en términos de costos evitados) que pudieran derivarse de las medidas de adaptación al cambio climático en el ámbito agua y saneamiento implementadas sobre los sectores sociales, de infraestructura y económicos. De igual forma se toman en consideración los beneficios a obtener al evitar costos derivados de los efectos globales y transversales provocados por desastres y que en este caso corresponden a las afectaciones sobre el género y el ambiente, mismos que pueden ser considerados en todos los sectores antes mencionados.

Ante un evento o desastre desencadenado por la acción del cambio climático se pueden generar una serie de efectos e impactos demográficos, sociales, económicos y ambientales. Estos efectos están relacionados con la destrucción de acervos físicos (daños) y la alteración de los flujos económicos o de producción (pérdidas y costos adicionales).

Con referencia a lo anterior, para la valoración de los beneficios, entendiendo estos como los costos evitados dentro de cada sector considerado producto de la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, se toman en consideración dos aspectos importantes: i) los daños ocurridos sobre la infraestructura o bienes físicos; y ii) las pérdidas y costos adicionales producto de la alteración de los flujos económicos en dichos sectores.

Según la CEPAL (2014) el daño es definido como *“las afectaciones en términos monetarios que sufren los acervos durante el siniestro, estos ocurren durante el evento que causa el desastre”*. Los bienes o acervos según el sector considerado pueden ser activos físicos, instalaciones, casas, edificios, equipos maquinaria, medios para almacenamiento y transporte, vialidad, puertos, embalses, materias primas que se derivan de algunos sectores, entre otros.

Por otro lado, las pérdidas y gastos adicionales *“constituyen los flujos que se dejan de percibir como consecuencia del desastre”* entre esos flujos es importante diferenciar lo que se considera como pérdidas y lo que se considera como gastos adicionales. En la Tabla 1 muestra la principal distinción entre ambos conceptos.

Tabla 1. Diferencia entre pérdidas y gastos adicionales.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), Manual para la Evaluación de Desastres (LC/L3691), Santiago de Chile.

Pérdida	Gastos Adicionales
Bienes que se dejan de producir y servicios que se dejan de prestar durante un lapso comprendido desde el momento del evento hasta que se logre la recuperación o reconstrucción total.	Constituyen erogaciones extras demandadas para la producción de bienes y prestación de servicios como consecuencia del evento. Refleja una respuesta (tanto del sector público como del sector privado) que toma forma de un gasto adicional o de una recomposición del gasto.

Para poder cuantificar los daños en términos monetarios se necesita contar con la magnitud física de la afectación y su precio de reposición, mientras que las pérdidas pueden ser calculadas a partir de la diferencia entre una situación sin desastre (supuesta evolución que iban a tener los componentes de los sectores antes del evento) y una situación que no ha acontecido tampoco y que se refiere al comportamiento que se registra en esos sectores después del desastre (CEPAL, 2014).

Hechas las consideraciones anteriores, la valoración de los beneficios a través de costos evitados, medidos por el valor de las pérdidas y costos adicionales para cada uno de estos sectores se detalla a continuación.

1.1 METODOLOGÍA DE COSTOS EVITADOS

Como ya se señaló en párrafos anteriores, los costos evitados se determinarán a partir de la valoración de los daños, las pérdidas y los costos adicionales. La Figura 1 muestra los sectores a considerar en la metodología propuesta por la CEPAL (2014) para la evaluación de desastres.

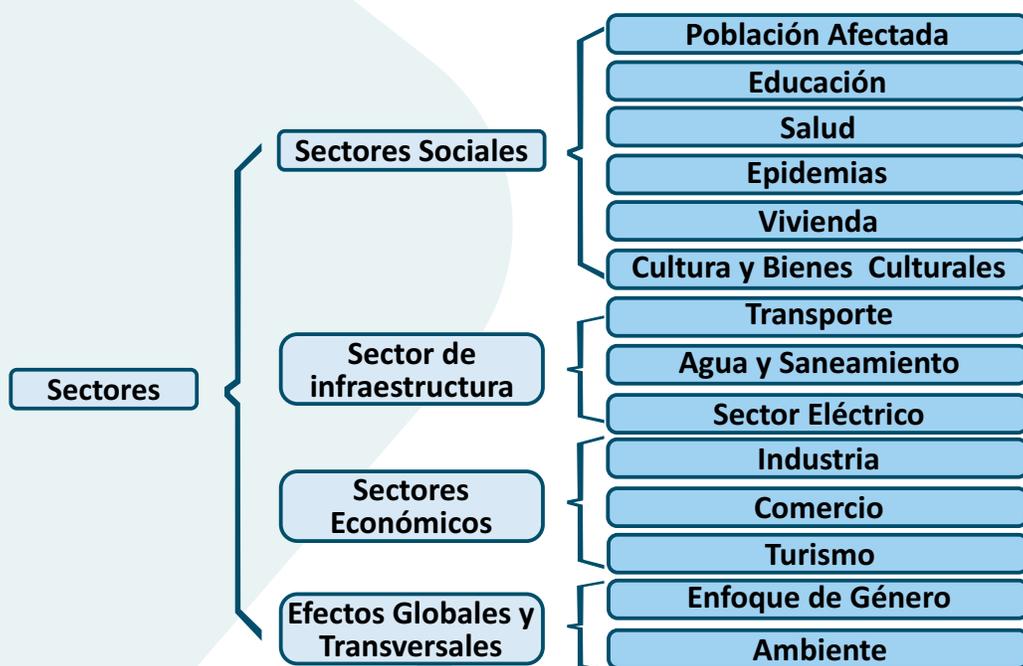


Figura 1. Sectores por considerar en la metodología de costos evitados.

1.1.1 Sectores sociales

La metodología de costos evitados para los diversos sectores sociales se presenta como sigue:

1.1.1.1 Estimación de los efectos directos e indirectos sobre la población

La valoración desde el punto de vista monetario de los daños y las pérdidas que se genera sobre la población a causa de los efectos de un evento o desastre generalmente se hace cuando se estiman los impactos en los demás sectores, por ejemplo; los daños sobre los acervos físicos de los hogares son valorados en el sector vivienda, mientras que los daños y pérdidas en la producción suele estimarse en los diferentes sectores productos, de igual forma sucede con las afectaciones en las condiciones de vida de las personas por alteraciones en el acceso a la educación la salud y la alimentación.

Por otro lado se puede estimar los efectos demográficos (directos o indirectos) sobre la población que se dan en los diferentes componentes del crecimiento como los son la fecundidad, la mortalidad y las migraciones. En este caso no se asigna un valor monetario al daño, y se pueden determinar de la siguiente forma:

- a) *Efectos sobre la fecundidad:* se estiman monitoreando el aumento o disminución de indicadores como la tasa global de fecundidad (TGF), la tasa bruta de reproducción (TBR) y la tasa neta de reproducción (TNR), estos efectos serán significativos si el tamaño de la población es grande. Los indicadores mencionados permiten medir si se produce o no una disminución en el número de nacimientos ocurridos en la población femenina en edad de procrear (15-49 años).
- b) *Efectos sobre la mortalidad:* se clasifican en directos e indirectos, los primeros están relacionados con la acción de la muerte sobre la población, los segundos hacen referencia a las defunciones que pueden ocurrir a corto o largo plazo por la aparición de enfermedades o epidemias debido a condiciones de insalubridad en la que se puede encontrar la población en los diferentes sitios de albergues. Para poder evaluar este impacto demográfico se debe construir una tabla de vida que refleje la mortalidad por edades y el promedio de vida de la población (antes del desastre) y, una tabla de vida que refleje la acción de la muerte por el desastre sobre dichos parámetros, la diferencia entre la condición anterior y posterior, en la estimación del efecto, que se traduce en el número de años perdidos por la ocurrencia del evento.
- c) *Efectos sobre las migraciones:* para estimar los efectos sobre las migraciones se deben observar y medir los flujos migratorios a través de las diferentes tasas de migración, estos movimientos migratorios son desencadenados por el evento o desastre, suelen ser los más evidentes y se producen por pérdida de las viviendas o disminución en la calidad y condiciones de vida de la población, por afectaciones en el empleo o educación que conllevan a la su movilización a otras zonas o áreas en busca de mejores posibilidades.

1.1.1.2 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector educativo

Para estimar los daños, las pérdidas y los costos adicionales es necesario recopilar la información previa al desastre con el propósito de determinar los acervos del sector y las diferentes características relacionadas con los flujos de producción del sector educativo en la zona afectada.

a) Estimación de los daños en el sector educativo.

Requiere determinar la cantidad de instalaciones educativas afectadas en sus distintas categorías tanto para el área urbana como para el área rural, especificando si es de propiedad pública o privada y el nivel educativo.

Para valorar el daño sobre las edificaciones debe estimarse el costo de reposición de la construcción, para ello se debe calcular la extensión de superficie destruida o dañada, los años de antigüedad que tiene la edificación y el costo promedio vigente del metro cuadrado de construcción. Es importante asegurarse que estos costos no provengan de un promedio nacional o un promedio histórico local porque estos varían entre áreas.

Se puede establecer una escala del 0 al 4 para representar el nivel de afectación de la edificación, el 0 indica una afectación nula y el 4 representa la máxima afectación, hecho esto se procede a multiplicar los costos promedio del metro cuadrado de la construcción correspondientes al área afectada por la superficie dañada de la edificación. Este procedimiento debe ser aplicado para los distintos tipos de construcción.

Para valorar el daño sobre el mobiliario, equipos y materiales se debe proceder de la misma manera, esto implica determinar los costos de reposición.

Valorar el daño resulta de sumar los costos de reposición de todos los bienes o acervos del sector educativo.

b) Estimación de pérdidas y costos adicionales en el sector educativo.

En el sector educativo las pérdidas son las alteraciones o disminuciones de la producción medidas en horas y días de clases impartidas; y los costos adicionales son erogaciones necesarias para restablecer el servicio.

Para estimar la disminución de la producción en el sector educativo hay que considerar directamente los indicadores de producción, dado que en la mayoría de los países latinoamericanos este indicador se mide solo a partir de los costos de los insumos. Se debe tomar en cuenta la disminución de las horas de clases impartidas que afectan de manera directa la cantidad de la enseñanza recibida por los estudiantes y la calidad de la misma. La medición de las alteraciones en los flujos de producción necesita recopilar información sobre:

- Reducción de horas lectivas.
- Reducción del año escolar.

- Población estudiantil que registró retraso en las clases (pérdida de horas).
- Transferencia de alumnos y profesores a otros establecimientos educativos.
- Número de escuelas o establecimientos de enseñanza provisionales.

Es recomendable para medir la calidad de la enseñanza en el sector educativo utilizar diferentes indicadores propuestos por la EUROSTAT (2001).

Con respecto a los costos adicionales en el sector educativo destacan los siguientes:

- Las erogaciones que se realizan para restablecer los servicios educativos en otros establecimientos de enseñanza provisionales durante el lapso de la reconstrucción, para ello hay que determinar la cantidad de establecimientos provisionales habilitados y arrendados, el monto del arriendo por establecimiento y el lapso de funcionamiento. Con esto se procede a multiplicar el costo del arriendo por el número de establecimientos provisionales y el lapso de funcionamiento; el resultado corresponde al costo de la erogación total.
- Erogaciones para reacondicionar los establecimientos educativos usados temporalmente para otros fines como albergues y que han sufrido una serie de daños por ser edificaciones no aptas para tales fines.

La suma de estos dos tipos de erogaciones constituirá el valor de los costos adicionales, los cuales deben ser calculados tanto para el sector público como para el privado. De igual manera pueden surgir otro tipo de erogaciones, de suceder esto, también deben ser considerados en la valoración.

1.1.1.3 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector salud

a) Estimación de los daños en el sector salud

Los daños en el sector de salud se refieren a la afectación de la infraestructura destinada a la atención de la salud y todo su mobiliario como: equipos médicos, camas, ambulancias, medicinas y demás insumos utilizados para el tratamiento y la salud de los pacientes.

Para valorar los daños es recomendable clasificar la infraestructura física del sector de la salud en: edificaciones totalmente destruidas, edificaciones con daños importantes y edificaciones con daños menores.

- *Edificaciones totalmente destruidas*: valorar el daño en edificaciones con este nivel de afectación amerita contar con la siguiente información:
 - Número de edificaciones destruidas totalmente que ameritan reconstrucción completa.
 - Registrar todas las edificaciones en esta condición, especificando el nombre de la

misma, su ubicación, área geográfica y metros cuadrados de área construida que tenía la edificación.

- Costo promedio del metro cuadrado de una edificación con características iguales a la destruida. Este costo debe ser el vigente al momento de ocurrir el desastre.
- El daño se calcula multiplicando los metros cuadrados de la edificación destruida por su costo, cuyo resultado corresponde al precio de una nueva edificación.

La sumatoria de los daños por cada edificación destruida (clasificada de acuerdo con los diferentes proveedores de salud) corresponde a la valoración del daño total para viviendas completamente afectadas.

● **Edificaciones parcialmente afectadas:** incluye aquellas con daños importantes y con daños menores que requieren de reparaciones, la metodología para valorar el daño consiste en:

- Conocer el número de edificaciones que presentan daños importantes o daños menores.
- Registrar todas las edificaciones en esta condición, especificado el nombre de la misma, su ubicación, área geográfica y extensión de los elementos afectados medidos en metros cuadrados o por unidades.
- Costo unitario de reparación de los elementos afectados incluyendo el costo de los materiales, mano de obra y costos administrativos.
- El daño se calcula multiplicando la extensión de los elementos afectados por el costo unitario de los mismos. Si no se cuenta con esta información se puede recurrir a calcular el costo de reparación como el equivalente a un porcentaje del valor de reposición del activo afectado.

La sumatoria de los costos totales correspondientes a todas las reparaciones por cada edificación (clasificada de acuerdo con los diferentes proveedores de salud) corresponde a la valoración del daño total.

Esta metodología también debe incorporar el cálculo de los costos del mobiliario contenido dentro de las edificaciones como: equipos biomédicos, industriales, equipos de comunicación e informática, mobiliario para uso administrativo y asistencial, medicamentos y suministros médicos, vehículos para el transporte de pacientes, equipos para acciones de salud pública, etc. Para calcular el valor del daño de debe:

- Contar la cantidad de bienes dañados por cada edificación, tomando como base el inventario de los recursos existentes antes del desastre. Esto debe hacerse para edificaciones parcialmente o totalmente destruidas.
- Conocer los costos de reparación del bien afectado o el costo de reemplazo en el caso de que el mobiliario no pueda ser reparado.
- Multiplicar el número de bienes afectados por el costo de reemplazo o de reparación

en cada edificación afectada.

- Al final se suman los costos de remplazo con los costos de reparación; cuyo resultado representa el valor del daño del mobiliario. Esta información debe ser desagregada según los diferentes agentes de financiamiento.

b) Estimación de pérdidas y costos adicionales en el sector salud.

Las pérdidas y costos adicionales se manifiestan a través de las variaciones en los flujos económicos del sector salud. Estos se pueden valorar como sigue:

- **Cambios en la producción:** su estimación implica usar indicadores referentes al volumen del servicio prestado por el sector salud como número de consultas externas, internaciones hospitalarias (días por paciente), emergencias y urgencias. Este tipo de indicadores de volumen puede variar según el país.

Valorar cambios en la producción del sector salud puede ser un procedimiento complejo, ya que implica estimar la producción en función de la cantidad de cuidados de salud (indicadores de volumen) y la calidad del servicio que se entrega a los usuarios. Es preciso establecer la diferencia entre la situación esperada y la nueva situación, además es recomendable considerar las emergencias atendidas en instalaciones temporales, así como los costos de reparación y de reconstrucción.

En general estimar los cambios en la producción del sector salud, requiere:

- Conocer el número promedio de atenciones (no gratuitas) en los diferentes establecimientos de salud afectados, necesario para realizar comparaciones entre el número de atenciones programadas y el número de atenciones registradas en periodos anteriores.
- Conocer (siempre que la información esté disponible) el número de atenciones proyectada por los establecimientos de salud afectados.
- Número de atenciones que se prestaron en establecimientos de salud temporales, habilitados inmediatamente después del desastre, ajustando estos volúmenes de acuerdo a la calidad.
- Conocer el número, costo y financiamiento de las atenciones desviadas a otros centros de salud.
- Se suma el número de atenciones proyectadas antes del desastre con el número de atenciones prestadas en otros establecimientos de salud y el número de atenciones desviadas a otros establecimientos. El resultado puede indicar si hubo disminuciones de las atenciones con respecto a lo esperado.
- Finalmente se procede a multiplicar el volumen de las atenciones pagadas por el costo unitario del servicio.

Para valorar cambios en la producción en este sector, se puede cuantificar de manera

indirecta la diferencia entre el promedio de los ingresos obtenidos en años o periodos anteriores o los proyectados antes del desastre con los ingresos que se percibieron durante el lapso de recuperación y reconstrucción.

- **Costos Adicionales:** se refieren a gastos no previstos para atender las funciones de salud durante y después de la emergencia. Su estimación debe considerar la valoración de la atención de las víctimas del desastre y casos de distintas enfermedades que pudieran generarse tras el desastre. También se considera como gastos adicionales todos aquellos no provistos por pagos de horas extras de personal, contrataciones, gastos en equipos e insumos médicos; necesarios para poder atender la demanda adicional del servicio.

Seguidamente se presenta la metodología para estimar los costos adicionales de acuerdo con diferentes tipos de erogaciones:

Costos de atención ambulatoria: se requiere cumplir con los siguientes pasos:

- Conocer el número de víctimas directas o primarias atendidas durante la etapa de emergencia crítica o durante el evento. Deben considerarse los costos de traslado de las víctimas desde el lugar del evento hasta el establecimiento de salud.
- Calcular el costo de atención de acuerdo con las tarifas correspondientes al centro de salud donde la víctima fue atendida.
- Multiplicar los costos derivados de las atenciones de urgencias con el total de víctimas atendidas.
- Sumar el costo total de las personas atendidas haciendo una clasificación según el agente de financiamiento público o privado.

Costos por adopción de medidas para reducir el riesgo epidemiológico y daños psicológicos en situaciones de inundaciones y aludes torrenciales: se requiere considerar el incremento en el número de casos de enfermedades transmisibles y de salud mental asociadas al evento. Los pasos a cumplir para valorar estos costos son:

- Conocer el número de casos de enfermedades transmisibles o psicológicas durante el periodo de la evaluación.
- Determinar la diferencia entre el número de casos que se registraron en periodos anteriores con los casos que se presentan durante la etapa de emergencia. Si la diferencia apunta hacia un incremento en el número de casos atribuible al evento debe tomarse en consideración para la valoración.
- Multiplicar el número de casos atendidos por el costo unitario de la atención.
- Sumar los costos totales de atenciones de estas enfermedades, desagregadas según el agente de financiamiento.

Costos por ingresos o admisiones hospitalarias: se da cuando las víctimas ameritan ser internadas en un establecimiento de salud ya sea por hospitalización, por cuidados intensivos o por tratamientos médico quirúrgicos. Estimar estos costos amerita:

- Conocer el número de pacientes que fueron internados en algún establecimiento de salud.
- Determinar el costo de atención prestada a las víctimas de acuerdo con el número de días que permaneció en el centro de salud, el tipo de tratamiento recibido, los medicamentos que se requirieron y los demás cuidados.
- Sumar los costos totales de pacientes admitidos según el agente de financiamiento.

Costos de programas de respuesta y emergencia: corresponden a los costos del traslado de las víctimas del desastre desde el área de afectación hasta los distintos lugares donde serán recibidas. Los pasos a cumplir son:

- Conocer el precio unitario del traslado de pacientes de acuerdo a los diferentes medios de transporte.
- Averiguar el pago de horas extras que se hacen al personal que trabaja en los centros de operaciones de emergencia y compra de materiales e insumos.
- Establecer el costo de las estrategias aplicadas para incrementar de forma rápida la atención de víctimas, el cual debe incorporar los lugares o establecimientos provisionales para la prestación del servicio.

Costos de prevención de salud pública: se calculan a partir de las acciones implementadas durante el lapso de la emergencia para prevenir efectos sobre la salud de las personas que habitan en el área afectada. Esto implica valorar costos por conceptos de:

- Información, educación y consejería.
- Programas de inmunización, tomando en cuenta el precio unitario por persona, por tipo de vacuna y por dosis requerida.
- Programas de detección temprana de enfermedades, determinando costos unitarios de pruebas diagnóstico y exámenes médicos así como la cantidad de estos por persona, los cuales deberán ser multiplicados y sumados al resto de costos derivados del traslado de materiales y equipos para la detección temprana de las enfermedades.
- Programas de monitoreo sobre las condiciones de salud de la población afectada.
- Vigilancia epidemiológica y programas de prevención y control de riesgos de enfermedades transmisibles. Esta valoración incluye el costo de implementación de medidas tomadas antes del desastre con fines de vigilancia y los costos de exámenes diagnóstico y laboratorio de casos que puedan presentarse.

Costos de otros servicios: se incluyen servicios de rehabilitación debido a secuelas, lesiones o enfermedades presentes en la población afectada. En este caso se debe considerar:

- Costos unitarios de estos servicios.
- Número de pacientes que usan el servicio.

- Costos de las tenciones requeridas por los pacientes.

1.1.1.4 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales generados por epidemias

Los efectos del desastre sobre la aparición o incremento de epidemias no involucran daños en acervos físicos, por lo que en este apartado no se valorarán los daños. Por el contrario, sí se generan pérdidas y costos adicionales por cambios en la producción y los flujos económicos que se producen para atender la emergencia y realizar acciones para el control de epidemias.

a) Estimación de pérdidas y costos adicionales

Estimar las pérdidas y costos adicionales implica evaluar el impacto sectorial que incluye las etapas siguientes:

- Definición de la línea base preemergencia.
- Elaboración del escenario de la emergencia.
- Estimación de los costos adicionales.
- Resumen de los efectos totales en el sector de salud.

En este apartado nos centraremos a las estimaciones de los costos adicionales.

Los costos adicionales en este caso hacen referencia a los realizados en el sector de salud que se elevan al atender a la población afectada por una epidemia. En este caso se hace necesario conocer la disminución de ingresos que puede ocurrir como consecuencia de las atenciones que se dejaron de prestar o se retrasaron a causa de la emergencia. La valoración de los costos adicionales debe realizarse de manera separada para el sector público y privado, y los aspectos más importantes a considerar para estimar estos costos son:

- **Prestación de servicios personales de salud (por encima del presupuesto ordinario del sector:** en este caso se toma en consideración los recursos que se invierten para poder prestar una atención adecuada a la población enferma durante la emergencia y el número de casos que se estima pudieran presentarse en las semanas posteriores a la estimación de los efectos e impactos de la epidemia.

Los servicios personales pueden clasificarse en atención ambulatoria y hospitalaria. En el caso de la ambulatoria hay que considerar el valor de la consulta y el diagnóstico clínico. Los costos de atención en las salas de urgencias son mayores debido al acondicionamiento y equipo médico especializado, este generalmente se calcula para 24 horas. Estimar los costos de la atención ambulatoria debe tomar en cuenta el número de pacientes atendidos y el costo unitario de la consulta (costo fijo) incorporando a su vez los costos variables relacionados a estudios de diagnóstico y medicamentos para tratar la enfermedad.

Por otro lado valorar los costos de la atención hospitalaria, que amerita recluir al paciente ya sea en una unidad de cuidados intensivos o una cama de hospitalización, se estima

sobre el número de pacientes que ingresaron, los costos por día-cama (costo fijo) y los costos variables asociados a la atención intrahospitalaria.

En aquellos casos donde la demanda de los servicios hospitalarios supere la capacidad instalada de las unidades médicas, hay que considerar costos adicionales de acondicionar otros espacios, así como el uso de equipos e inmobiliario, vehículos y recursos humanos y físicos extras.

● **Intervenciones de salud pública:** incluye todas aquellas actividades dirigidas a la vigilancia epidemiológica y comportamiento de la enfermedad, contener su propagación, disminuir la morbilidad y controlar riesgos epidemiológicos y ambientales. En este caso los costos adicionales se estiman sobre la base de los siguientes tópicos:

- Vigilancia e identificación de casos que comprende todas las actividades de vigilancia de las enfermedades. En este caso hay que considerar los costos de las muestras tomadas a la población y los análisis de laboratorio. La estimación se hace sobre el valor unitario de los exámenes y el número de muestras analizadas.
- Vacunación, orientada a disminuir la propagación de la enfermedad, para mitigar los impactos de las epidemias. Estimar estos costos requiere conocer el número de personas que serán inmunizadas, el número de dosis por persona y el costo de la dosis. Es necesario igualmente considerar gastos por concepto de distribución, capacitación de personal y aplicación de las dosis.
- Quimioprofilaxis, que está orientada a mitigar los impactos de la epidemia, mantener el buen funcionamiento del servicio de salud y aminorar la propagación de los agentes infecciosos. Su estimación se hace en función del costo unitario, el número de dosis necesarias y el número de personas a proteger.
- Medidas no farmacológicas, sus costos se estiman a partir de las actividades orientadas al aislamiento de los pacientes, cuarentenas, recomendaciones sobre higiene, entre otros.
- Control de riesgos ambientales, que se valoriza de acuerdo a los costos del control vectorial, la vigilancia entomológica y la destrucción de nuevos focos de reproducción.
- Comunicación social, cuya estimación requiere conocer los gastos adicionales empleados en la comunicación a la población de consejos y recomendaciones sobre distintas medidas de salud para prevenir y reducir la propagación de la enfermedad.

● **Otros costos:** que están relacionados con acciones de gestión de suministros, transportes de insumos médicos, entre otros.

1.1.1.5 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector vivienda

a) Estimación de los daños en el sector vivienda.

Los daños en este sector comprenden la destrucción total o parcial que sufren las viviendas y su equipamiento; la destrucción parcial o total sufrida por edificios públicos; y la destrucción total o parcial de espacios públicos. Para cada uno de ellos se explica la metodología de estimación:

- **Daños en la vivienda:** los daños se pueden dar sobre dos tipos de acervos, los que ocurren directamente sobre la construcción habitacional y los que ocurren sobre el mobiliario y el equipamiento de las viviendas. Es importante conocer las dimensiones en la destrucción y su mobiliario, esto amerita que los daños sean analizados por separado de acuerdo a la calidad, los aspectos estructurales y el acceso a ciertos servicios. De esta manera se puede visualizar los hogares menos favorecidos por el desastre, donde el costo de reposición de una vivienda promedio dependerá del quintil del ingreso de sus habitantes, esto también incide en el mobiliario y el equipamiento de la vivienda.

Para facilitar la valoración de los daños las viviendas pueden ser clasificadas en tres categorías:

- Edificaciones totalmente destruidas y sin posibilidad de reparación.
- Edificaciones parcialmente destruidas con posibilidad de reparación.
- Edificaciones no afectadas o con daños menores.

La información también debe agruparse de acuerdo con las diferentes tipologías habitacionales y de acuerdo al quintil de ingresos de sus habitantes.

Valorar el costo de reposición de las viviendas requiere determinar la superficie destruida o dañada y el valor promedio actual del metro cuadrado de una vivienda con características similares. El costo de reposición se obtendrá al multiplicar el número de viviendas por un cociente de daño promedio que puede tomar valores de 0 a 1 y el costo por unidad habitacional.

Por otra parte, los costos del equipamiento del hogar difieren de acuerdo al estrato socioeconómico, por ello es recomendable conocer el conjunto de bienes con que cuenta cada estrato y el correspondiente valor monetario.

La estimación del costo de los daños sobre el mobiliario se hará sobre la base de los precios de mercado y según las diferentes categorías de vivienda establecidas.

- **Daños en las edificaciones de uso público:** se determina de la misma manera que en el caso de las viviendas tomando en cuenta los costos de reposición a partir de la superficie construida y el costo de reconstrucción por metro cuadrado.
- **Daños en los espacios públicos:** estos se refieren a afectaciones en áreas verdes, plazas, parques, etc. La estimación se debe hacer en función de la extensión del daño medida en metros cuadrados y el costo unitario de reparación o reposición para que estos espacios vuelvan al estado previo al desastre.

b) Estimación de pérdidas y costos adicionales en el sector vivienda.

Para el sector vivienda se pueden establecer dos grupos de costos adicionales:

● Los relacionados con viviendas afectadas:

- Parcialmente o sin daño estructural, cuyos costos se estiman a partir de las reparaciones menores y las labores de limpieza y remoción de lodo (sobre todo en caso de inundaciones).
- Totalmente o con daño estructural irreversible, cuyos costos se estiman en función de las labores de demolición y recogida de escombros.

- Los que están dirigidos al alojamiento temporal de personas: cuyas viviendas fueron destruidas, en este caso los costos se calculan en función de albergues, viviendas temporales y gastos por concepto de agua, electricidad, gas y comida. Es de suma importancia que estas estimaciones se hagan tomando en cuenta el número de familias en esta situación y el tiempo de permanencia en los sitios o viviendas temporales.

1.1.1.6 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector cultura y bienes culturales

Estimar los daños, pérdidas y costos adicionales implica aplicar la metodología en los diversos acervos del patrimonio cultural constituidos por los bienes culturales propiamente dichos, las instalaciones que sirven de sede a instituciones que prestan servicios culturales y el mobiliario y equipos necesarios para cumplir con las diversas funciones culturales.

Con respecto a los daños y pérdidas en los bienes culturales propiamente dichos:

a) Estimación de los daños de un bien cultural.

Para valorar los daños de un bien cultural deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Determinar las posibilidades de restauración de la parte o pieza dañada o el bien cultural completo.
- Determinar los montos requeridos para dicha restauración o reposición, esto deberá traducirse en el valor económico de los daños.

Debe aclararse que el valor de los bienes culturales no solo se refiere al valor económico, sino que también poseen un valor de no uso, que puede ser transable en el mercado y que forma parte del valor total del bien cultural. El método de valoración contingente para determinar el valor de no uso es ideal para valorar los bienes culturales afectados por un evento o desastre, incluye diseñar y aplicar encuestas para determinar la disposición de las personas a pagar por recibir los beneficios de un bien cultural en particular, o aceptar algún tipo de compensación por la pérdida de dichos beneficios, para ello se pueden aplicar los siguientes pasos:

- Determinar el bien que se pretende evaluar.
- Determinar el método a usar para realizar la encuesta.
- Diseñar el cuestionario.

- Aplicar la encuesta.
- Recolectar, procesar y analizar los datos.

b) Estimación de pérdidas de los bienes culturales.

Las pérdidas se estiman por medio del valor de uso, el cual a su vez se divide en uso directo e indirecto. El uso directo está asociado a los ingresos que genera el bien cultural; el uso indirecto está asociado a los servicios que este bien presta. Esto sucede mucho por ejemplo en sitios arqueológicos o culturales donde se cobran tarifas de entrada y disfrute, cuando sucede esto las pérdidas se determinan a partir del lucro cesante tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- La interrupción del acceso al bien debido a la ocurrencia del desastre.
- El lapso de tiempo que el acceso al bien estará cerrado, el cual puede durar desde la ocurrencia del desastre hasta la reparación o reconstrucción del bien.
- El valor de la entrada para su disfrute y la afluencia proyectada del público. Cuando no se dispone de esta información se pueden utilizar promedios históricos.
- Multiplicar el valor de las variables anteriores, cuyo producto constituirá el monto de las pérdidas ocasionadas por el evento.

Continuando ahora con los daños, pérdidas y costos adicionales de las entidades culturales, de esta forma se tiene:

c) Estimación de los daños en las entidades culturales.

Se refieren a la destrucción total o parcial de instalaciones como bibliotecas, auditorios, escenarios comunitarios, estadios, talleres, teatros, espacios para eventos deportivos, etc. Entre los daños deben valorarse los ocurridos en los equipos, mobiliario y materiales de producción terminadas correspondientes a actividades de talleres y empresas culturales. La estimación de los daños en las entidades culturales implica cálculos sobre la base del costo de reparación, reposición, restauración o reconstrucción de los acervos total o parcialmente dañados. En este caso se sugiere los siguientes pasos metodológicos:

– Para las edificaciones o instalaciones:

- Conocer los precios promedio del metro cuadrado de construcción para los diferentes tipos de instalaciones.
- Calcular el precio total de los metros cuadrados de construcción por cada instalación y edificación afectada, para ello puede utilizarse una escala de destrucción que puede ir del 1 al 4 estableciéndose porcentajes que varíen del 100% para el máximo valor de la escala seguido de porcentajes de 75%, 50% y 25% respectivamente.
- Multiplicar el precio promedio del metro cuadrado por la extensión que debe ser reconstruida. La suma de los valores de la reconstrucción representará una parte del total de los daños, ya que la otra parte corresponde al valor de reposición del mobiliario y equipos.

– Para los equipos, mobiliario y materiales de producción terminada:

- Determinar el precio de reparación o reposición de cada equipo, mobiliario, instrumento o materiales de producción terminada.
- Multiplicar el precio obtenido por el total de unidades de cada tipo de bienes, dañados o destruidos.

d) Estimación de pérdidas de las entidades culturales.

- Pérdidas: para determinar las pérdidas tanto en las entidades públicas como privadas se debe calcular el lucro cesante aplicando los siguientes pasos metodológicos:
 - Calcular el lapso de tiempo en el que las entidades culturales dejarán de funcionar.
 - Conocer la tarifa promedio de entrada a los espectáculos y la afluencia de personas proyectadas.
 - Multiplicar el lapso de tiempo de no funcionamiento y la tarifa promedio de entrada a los espectáculos con el fin de calcular el lucro cesante.
- Costos adicionales: se refieren al aumento de los costos por el consumo intermedio de suministrar el servicio, algunos ejemplos que se pueden citar son:
 - Pago de arriendos a otros locales.
 - Pago de arriendo de equipos y mobiliario.
 - Pago de campañas de publicidad.

Los costos adicionales pueden calcularse mediante la suma de los lucros cesantes de las entidades tanto públicas como privadas y la interrupción de los ingresos por el cierre que ocasionan una disminución en la producción de los servicios culturales. Todo gasto adicional que se realice durante el lapso de cierre de la instalación incrementarán los costos causados por el desastre.

1.1.2 Sector de Infraestructura

Dentro de este sector se considerará la metodología para estimar daños, pérdidas y costos adicionales para el transporte, agua y saneamiento y sector eléctrico, los mismos se explican como sigue:

1.1.2.1 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector transporte

a) Estimación de los daños en el sector transporte.

Los desastres ocasionados por inundaciones pueden traer daños sobre el transporte y la vialidad terrestre, impactando negativamente en estos. Por ello hacer una valoración de daños implica determinar los costos de obras necesarias para reducir la vulnerabilidad de la infraestructura, dirigidas a rehabilitar y restituir el servicio, así como obras de reposición de

infraestructura a fin de que estas regresen al estado que tenían previo al evento, y obras de reconstrucción para mejorar o ampliar las vías afectadas.

La metodología a utilizar para estimar los daños involucra:

● **Levantamiento de la información previa al desastre:** constituye la recopilación de información tanto institucional como estadística que permita:

- Identificar los órganos competentes y responsables sobre la infraestructura afectada.
- Conocer el marco institucional del país, las características de las vías y su funcionamiento.
- Tener acceso a la cartografía correspondiente a la vialidad del área afectada.
- Conocer los flujos normales de transporte de carga y de personas por vías principales.

● **Levantamiento de la información de los daños a la vialidad:** debe conocerse información sobre las características, condiciones y magnitud de los impactos generados en las vías afectadas por el desastre. En este caso la estimación de los daños amerita recabar información confiable para evitar sesgos en los datos.

Se debe elaborar un inventario de los daños producidos (mediante un reconocimiento físico de la zona), así como el conocimiento de las afectaciones en la accesibilidad y el servicio. Este inventario debe contener al menos la información siguiente:

- Indicar si la carretera afectada se encuentra concesionada.
- Conocer la división político-administrativa donde se ubica el elemento vial afectado.
- Determinar los municipios con que colinda la infraestructura, siempre y cuando esta se encuentre ubicada en un límite municipal.
- Colocar el nombre de la vía afectada.
- Determinar la clasificación funcional de las distintas vías afectadas tanto primarias, secundarias y terciarias.

● **Información de puentes y viaductos:** se debe recabar la siguiente información:

- Nombre de los puentes y viaductos afectados.
- Abscisa en kilómetros donde se localiza la emergencia.
- Longitud del puente entre muros expresada en metros lineales.
- Tipo de puente (vehicular o peatonal).
- Tipo de estructura (concreto o metálico).
- Tipo de afectación, ya sea daños en los cimientos; daños en los muros o aletas; daños

en la infraestructura; daños en el terraplén de acceso y el colapso o pérdida total de infraestructura.

● **Información de los demás elementos de la vía:** implica determinar las características físicas de cada uno de los daños:

- Derrumbes, deslizamientos o flujos de lodos; ocasionados por la inestabilidad de las laderas, disminución de cohesión de los terrenos o desprendimientos de masas de las montañas.
- Hundimientos; ocasionados por las causas anteriormente mencionadas y por movimientos rotacionales de laderas.
- Afectación de obras de drenaje; debido a taponamientos por colmatación de cunetas o desprendimientos de taludes.
- Afectación de obras de contención o estabilización; generados por derrumbes y hundimientos.
- Daños de tipo estructural; producidos en túneles y sus pisos, paredes y techos, derrumbes, filtraciones y cierres totales o parciales.
- Daños en los equipos electromecánicos de los túneles como lo son incendios, cortes de energía, averías en centros de control, entre otros.

● **Consolidación de la información:** toda la información recabada, analizada y priorizada deberá fortalecerse en relación con las distintas instancias responsables de administrar la infraestructura vial tanto del sector público como privado. Esto constituye un proceso fundamental en las etapas de reposición y reconstrucción.

En la consolidación total de los daños deberá notificarse, de manera resumida y por departamento, el número de tramos, sitios críticos, longitud de las vías, número de puentes y viaductos afectados, así como sus valoraciones, esto puede hacerse a través de formularios de consolidación dispuestos por ejemplo en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.

b) Estimación de los daños en los acervos de las empresas del sector transporte.

Para efectos de la valoración de los daños en los diferentes acervos de las empresas correspondientes al sector transporte los activos destruidos o afectados deben agruparse en las siguientes categorías:

● **Edificios administrativos e instalaciones como depósitos:** los daños se estiman según el costo de reposición de edificaciones e instalaciones con características similares a las del diseño original. Es necesario conocer la superficie destruida o dañada, la antigüedad del inmueble y los metros cuadrados de las edificaciones (cuando sean de tipo industrial). La estimación de los daños puede hacer uso de una escala de afectación que vaya del 0 al 4, siendo 0 la afectación nula y 4 la máxima afectación. Estos niveles de afectación se aplican al valor actual promedio por metro cuadrado de construcción. El precio del metro

cuadrado de construcción que se utilice debe corresponder a la zona de ocurrencia del desastre.

- **Mobiliario y equipos:** éste se valora estableciendo la tipología y tamaño de la empresa y conociendo los valores actualizados de los bienes inmuebles en el mercado.
- **Flota vehicular:** requiere obtener información previa al desastre, es decir un inventario detallado de las empresas de transporte que trabajan en el área afectada, la composición de su flota de vehículos, y el año de fabricación de cada uno de ellos. Para estimar los daños se requiere en primer lugar determinar la cantidad de vehículos totalmente destruidos y los costos de reposición de los mismos; y en segundo lugar determinar el número de vehículos averiados y los costos de reparación. La suma total de los costos de reposición y reparación representa el monto total de los daños.

c) Estimación de las pérdidas y costos adicionales en del sector transporte.

Las pérdidas y costos adicionales en este sector se producen cuando i) aumentan los costos del transporte de carga debido a la utilización de vías alternas; ii) aumentan los costos de operación del transporte de carga y pasajeros por recorridos más largos y uso de vías alternas de menor calidad; iii) los ingresos por peaje que se dejan de percibir debido a cierres de vía; y iv) Disminución en la carga de transporte. La valoración de estos se presenta a continuación:

► **Costos de transporte de carga debido a la utilización de vías alternas:** se refieren a erogaciones adicionales que realiza el transporte de carga por utilizar vías alternas que pueden traducirse en recorridos y distancias más largas. Este análisis debe considerar los tipos de vehículos C2 (camión rígido de dos ejes), C3 (camión rígido de tres ejes) y CS (tracto-camión).

A partir del conocimiento de la vía afectada como de la ruta alterna utilizada, se determina el costo adicional del total de la carga que se transporta por la vía en condiciones normales. Estos costos adicionales se valoran tomando en cuenta los siguientes conceptos:

i) Diferencia en el costo por tonelada, según tipo de camión: se refiere a la diferencia entre el costo por tonelada que se cobra regularmente en la ruta afectada y el valor del transporte que se cobra por cada tonelada cuando se usa la carretera o vía alterna. Para cada tipo de vehículo se procede de la siguiente manera:

- Diferencia de costo por viaje C2 = costo por tonelada, vía alterna C2 – costo por tonelada, vía afectada C2.
- Diferencia de costo por viaje C3 = costo por tonelada, vía alterna C3 – costo por tonelada, vía afectada C3.
- Diferencia de costo por viaje CS = costo por tonelada, vía alterna CS – costo por tonelada, vía afectada CS.

ii) Cálculo del costo adicional por viaje: corresponde al producto calculado de la partida anterior con respecto a la capacidad de carga del vehículo:

- Costo adicional por viaje C2 = diferencia de costo por viaje C2 * capacidad C2 (9 t).
- Costo adicional por viaje C3 = diferencia de costo por viaje C3 * capacidad C3 (16 t).
- Costo adicional por viaje CS = diferencia de costo por viaje CS * capacidad CS (34 t).

iii) Cálculo del costo adicional por día: corresponde a la multiplicación de la partida anterior por el tráfico promedio diario de la vía o ruta afectada, respecto a los tipos de vehículos y de acuerdo con los volúmenes de tránsito por día (TPD):

- Total del costo adicional C2 por día = costo adicional por viaje C2 * TPD del último año.
- Total del costo adicional C3 por día = costo adicional por viaje C3 * TPD del último año.
- Total del costo adicional CS por día = costo adicional por viaje CS * TPD del último año.

iv) Cálculo del costo adicional por día: corresponde a la sumatoria de las tres partidas anteriores:

- Total del costo adicional por día = total del costo adicional C2 + total del costo adicional C3 + total del costo adicional CS.

v) Estimación del costo adicional de la carga movilizada: son los costos del transporte de carga por concepto de utilización de rutas alternas. Se calcula tomando como base el producto del costo adicional diario, multiplicado por el número total de días de cierre de la vía afectada:

- Costos adicionales de la carga movilizada = total del costo adicional por día * número de días de cierre.

► ***Costos mayores de operación del transporte de carga y pasajeros por recorridos más largos y por uso de vías de menor calidad:*** se refiere a un aumento en los costos de operación que realizan los vehículos de transporte de carga y pasajeros por el uso de vías alternas. Para este caso, los costos vendrán expresados en dólares por kilómetros de recorrido. Las estimaciones deben considerar los siguientes factores:

- La distancia adicional del recorrido, obtenida mediante la diferencia entre la longitud del recorrido por la ruta alterna y la longitud del recorrido por la ruta afectada. Deben hacerse especificaciones con respecto a la cantidad de kilómetros de terreno, plano, ondulado o montañoso.
- Los costos de operación vehicular, generados por concepto de consumo de llantas o ruedas, lubricantes, filtros, mantenimiento, lavado y engrase inesperados durante el recorrido de la ruta afectada.

Los costos adicionales totales se calculan multiplicando las distancias adicionales recorridas por los costos de operación de los vehículos que transitan por la vía afectada.

- ▶ **Valor de los costos de peaje que se dejan de cobrar por el cierre de la vía:** se calculan mediante el producto de tránsito medio diario correspondiente al año anterior respecto al tipo de vehículo que transita por la vía en condiciones normales, multiplicado por la tarifa del peaje y el número de días que dura el cierre de la vía.
- ▶ **Disminución de la carga transportada:** implica estimar la disminución del volumen de carga que se transporta, por lo que es necesario considerar la carga que salga asociada a la recuperación de actividades en la región afectada.
- ▶ **Total de alteración de flujos:** el aumento de los costos de transporte de carga por el uso de vías alternas de mayor longitud y el aumento de los costos de operación vehicular de carga y de pasajeros por recorridos más largos constituyen el incremento del consumo intermedio del sector transporte.

Por otro lado, los montos que se dejan de percibir en las casetas de peaje por cierre de vías representa el lucro cesante de la entidad que administra dicha vía.

1.1.2.2 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector agua y saneamiento

a) Estimación de los daños en los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, recolección y eliminación de residuos sólidos y obras de control y defensa de las inundaciones.

En este caso los daños están relacionados a la destrucción y averías en las infraestructuras y los equipos tanto de los sistemas urbanos como rurales, clasificados por sus componentes y la destrucción del inventario de reserva (productos químicos, agua almacenada, repuestos y otros activos).

- **Estimación de los daños:** implica trabajar por separado cada sistema en una lista donde se detallan los diferentes daños agrupados por componentes o subsistemas. Si se toma el ejemplo del agua potable se consideraría la infraestructura, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.

En pocas palabras para cada componente dañado se debe indicar el tipo de obra o material, el precio unitario de su reposición completa y nueva, y el costo unitario de reparación, expresado como porcentaje (R%) del precio unitario. Para valorar los daños se recomiendan los siguientes pasos:

- Estimar el porcentaje (R%) de los daños en obras, materiales o equipos, es necesario analizar si estos pueden ser reparados o reconstruidos parcialmente, o si por la gran magnitud del daño es indispensable su reconstrucción y reposición completa. Si los daños pueden repararse se estimará el costo como el porcentaje (R%) del costo total

de dicha obra, pero si por el contrario hay que reconstruirlo o reponerlo totalmente se considerará que $R = 100\%$.

- Debe tomarse en cuenta la demolición o el desarme, por lo que hay que evaluar (para cada componente) si la reparación o reconstrucción va a requerir de la realización previa de dichas acciones. De ser este el caso, hay que determinar las cantidades de obra o material a demoler o desarmar, sin embargo estos costos son gastos adicionales que se dan en el consumo intermedio del sector y por tanto no se cuantifican en los daños.
 - Si se ven afectados directamente las bodegas y otras instalaciones donde se almacenen repuestos, reactivos, químicos, agua y otros insumos, deberán evaluarse estas instalaciones. Esto se hace mediante la determinación de la cantidad y los precios unitarios de los materiales en cuestión.
- **Obras de defensa y control de inundaciones:** estas obras pueden ser destruidas parcial o totalmente durante las inundaciones, sobre todo los muros o diques marginales construidos por tramos a lo largo de los cauces de los ríos. Estimar este tipo de daños involucra cumplir con los siguientes pasos:
- Conseguir información sobre el costo medio unitario de restauración de este tipo de construcciones.
 - Obtener datos sobre el grado de afectación causado por efectos del desastre.
 - Multiplicar las estimaciones del costo unitario por el área total de construcción que fue dañada por el desastre.

b) Estimación de las pérdidas en el sistema de agua potable y saneamiento.

En este caso debe hacerse una recopilación de información que permitan determinar las alteraciones en los servicios que prestan estos sistemas (agua potable, alcantarillado y saneamiento, recolección y eliminación de residuos sólidos), para ello es necesario conocer la situación previa al desastre y después del desastre, la diferencia indicará el aumento del consumo intermedio.

- **Sistema de Agua Potable:** las pérdidas en el servicio de agua potable perduran durante el lapso de la reconstrucción, reparación y puesta en servicio normal de las obras. Esto se traduce en la disminución de los ingresos de las diferentes empresas de agua potable. Estos efectos se hacen evidentes en una menor facturación (por la disminución del servicio), debido a las pérdidas de agua por daños no reparados, y los costos adicionales por el abastecimiento provisional de agua potable. De igual forma estas pérdidas deben incluir los efectos sobre la salud de las personas que consumen el vital líquido.

La estimación de los flujos por efecto del desastre debe incluir los costos de las actividades realizadas para la rehabilitación de los servicios de agua potables que inician inmediatamente después o junto con la emergencia.

i) Posibles actividades de rehabilitación en el sistema de agua potable:

- Reparaciones de tuberías.
- Uso de reserva de equipos, materiales, productos químicos y reactivos.
- Aumento de concentraciones de cloro.
- Aprovechamiento temporal de otras captaciones de agua potable.
- Habilitación de depósitos ya existentes para almacenar agua potable.
- Uso de camiones cisternas, remolques, camiones con estanques, entre otros que sirvan para distribuir agua potable a la población.
- Actividades de racionamiento temporal del agua.
- Maniobras hidráulicas para aumentar la presión y evitar la contaminación del agua.
- Establecimiento y comunicación de medidas de previsión en el uso del agua por parte de la población.
- Establecer listas de precios dirigidos a la población para que estos puedan adquirir o comprar el agua.
- Uso intensivo de pozos.

ii) Costos por estimar en las operaciones de rehabilitación en el sistema de agua potable:

para estimar los costos de las actividades de rehabilitación, deben considerarse algunos elementos como:

- Estimar gastos extraordinarios realizados en sueldos y salarios, incluyendo todos los costos de personal profesional, técnico y administrativo. La cuantificación de estos costos amerita hacer una lista de las categorías de personal ocupado en labores de rehabilitación, indicando el costo unitario en cada categoría (hora, día o mes por persona, según sea el caso). Para cada categoría debe estimarse las unidades por persona requeridas en las labores de rehabilitación, finalmente se multiplican los valores y se suman los totales parciales con los valores y porcentajes proyectados.
- Estimar los costos de trabajo y materiales utilizados en obras de reparación.
- Estimar los costos por uso de captaciones que no pertenecen al servicio público de agua potable, esto implica gastos que deben afrontarse según los convenios de vigor.
- Uso de camiones cisternas en la distribución de agua en áreas que carezcan del servicio, estos costos se estiman mediante los diferentes camiones contratados para el reparto y distribución de agua, por cada uno se paga una tarifa por viaje de acuerdo a la capacidad de transporte, el cual se multiplica por el número de viajes realizados.

iii) Causas de la reducción de las ventas de agua: estas causas están relacionadas con un conjunto de factores por el lado de la oferta y por el lado de la demanda. Entre las causas generadas por factores en la oferta se tienen:

- Disminución en la producción de agua potable.
- Disminución de la capacidad de agua potable generadas por diversas causas como daños en la cañerías principales, daños en las cañerías secundarias, daños en conexiones domiciliarias o redes de interiores de edificio, y daños en plantas elevadoras necesarias para la conducción total o parcial del sistema.
- Disminución en la capacidad de regulación o almacenamiento de agua potable.

Con respecto a las causas por el lado de la demanda se tiene:

- Disminución del consumo de agua potable en las ciudades afectadas como consecuencia de los daños señalados anteriormente y a las poblaciones que se han desplazado a otros lugares. Esto se traduce en una menor facturación y reducción de ingresos por este servicio, pero también se puede registrar un aumento en los precios o tarifas por parte de las empresas que la suministran.

● **Sistema de Alcantarillado Sanitario:** la ausencia de alcantarillado reduce la calidad de vida y pone en riesgo la salud de la población por factores como:

- Imposibilidad de utilizar el alcantarillado sanitario en áreas sin servicio de agua potable por no existir agua que arrastre los excrementos y las aguas servidas.
- Roturas y atascamientos en la red de alcantarillado que hacen aflorar aguas servidas a la superficie aumentando el riesgo de enfermedades.
- Problemas en el tratamiento de las aguas servidas.
- Riesgos de inundaciones por lluvia cuando el drenaje pluvial está dañado.

Para determinar las pérdidas en el sector se recomienda definir los eventos siguientes:

- Actividades y maniobras requeridas para la rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario como reparación o colocación de tuberías provisionales y creación de zanjas para el desagüe. Estos costos se estiman de la misma forma que se ha indicado con respecto al servicio de agua potable.
- Menores ingresos por facturación de alcantarillado, la cual dependerá de la modalidad de facturación utilizada en el área afectada. Existen casos en los que el cobro del alcantarillado se hace sobre la base de un porcentaje de la facturación de agua potable, en otros casos puede ocurrir que no haya cobro en el servicio de alcantarillado, en este caso no puede producirse una disminución del ingreso por este concepto.

1.1.2.3 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector eléctrico

a) Estimación de los daños en el sector eléctrico.

Para estimar los daños en este sector hay que considerar cada uno de los componentes del sistema eléctrico (obras de generación, sistemas de transmisión y distribución, centros de despacho y otras obras), se cuantificarán los costos de reposición de los acervos averiados o destruidos totalmente, en función de las condiciones que tenían estos antes del desastre.

- **Obras de generación:** en este caso se hace necesario separar las obras civiles destinadas para la concentración de la energía hidráulica y geotérmica. La estimación del daño en la generación de energía eléctrica se expresa normalmente en millones de dólares. Si existe vialidad dentro de las obras hidroeléctricas de gran envergadura son consideradas en la estimación y no deben incorporarse en el daño cuantificado del sector transporte.

Los costos de rehabilitación o reconstrucción van a depender del grado de afectación de la infraestructura y de la accesibilidad a los materiales de reconstrucción. Para estimar este tipo de daños se requiere:

- i) Estimar la cantidad de materias primas requeridas en dicha obra detallando los metros cúbicos de movimientos de tierra, el tipo de material, las cantidades de hormigón, la longitud y demás características relacionadas con las obras de conducción, así como el listado de los componentes mecánicos que conforman las instalaciones especializadas. Luego de esto se realiza una estimación de los costos en función de los valores unitarios vigentes para este tipo de obras.
- ii) Estimación del tiempo de uso de los equipos de construcción y sus respectivos costos unitarios.
- iii) Tomar en cuenta la accesibilidad de los recursos naturales básicos (tierra, arena y grava), y la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada, pues esto puede incidir en la estimación de los costos.

Pasando ahora a la generación geotérmica, el grupo de especialistas del sector deberá intentar hacer estimaciones basados en los costos medios (actualizados al momento de ocurrencia del desastre) de la infraestructura de pozos en el área considerada o en otras zonas con características naturales similares. Para el resto de las instalaciones se aplican los mismos pasos explicados con anterioridad para las obras hidroeléctricas.

La estimación de los costos de reemplazo se debe hacer considerando las inversiones que se hicieron para la adquisición de la obra original, actualizados de acuerdo a la inflación internacional. Otra manera de calcular estos costos es a través de catálogos elaborados por los fabricantes de los equipos o mediante estadísticas de costos de este tipo de equipamientos.

Cuando los daños son parciales y solo requieren de reparaciones o rehabilitación, los costos se estiman después de hacerse una evaluación técnica de la magnitud de los daños

y las reales posibilidades de reparación. Obtener estimaciones más precisas requiere análisis de laboratorio de los equipos afectados, sin embargo estos no pueden realizarse en un periodo corto, por lo que muy probablemente los expertos no puedan contar con esta información para llevar a cabo las estimaciones.

- **Sistemas de transmisión y distribución:** en estos sistemas se encuentran incluidas las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, así como las subestaciones relacionadas directamente con el transporte de la energía eléctrica desde los centros de generación hasta los consumidores finales.

En primer lugar, se debe considerar las líneas de alto voltaje comprendidas por torres grandes y costosas. En este caso se procederá a contabilizar la cantidad de torres averiadas, especificados por tipo para luego determinar el kilometraje de metros de cables afectados. Por otra parte, para las líneas que se apoyan en postes distribuidos uniformemente sólo se necesitará disponer de los kilómetros de líneas afectadas, indicando si los daños solo se encuentran en los soportes o si también se encuentran daños importantes en los tramos de cable. De igual forma deben cuantificarse todos los equipos y transformadores que fueron afectados a lo largo de las líneas de distribución.

Es necesario también realizar un inventario de las subestaciones averiadas, así como de los equipos que hayan sufrido daños incluyendo las instalaciones a la intemperie y los equipos que se encuentran bajo techo pero que forman parte de las subestaciones principales. Luego de la revisión se estiman los costos correspondientes a estos daños.

- **Centros de despacho y otras obras:** se refiere a los centros de medición y despacho de la electricidad, así como todas las edificaciones destinadas a oficinas administrativas. En estos centros se encuentran un conjunto de equipos dedicados al control y monitoreo de los flujos de energía eléctrica. Cuando estas instalaciones requieren una reconstrucción total, la estimación de los daños amerita utilizar los costos globales aplicables según el tipo de centro de despacho. En el caso de estructuras y equipos parcialmente dañados, se requerirá elaborar un inventario de los mismos y calcular la extensión de los daños; que solo puede realizarse por expertos en la materia.

Los daños en edificaciones administrativas que resulten afectadas por un desastre se estiman de acuerdo al costo de reposición al momento de la ocurrencia del desastre de otra instalación con características similares a las del diseño original. Esto requiere información de la superficie destruida o dañada y el valor del metro cuadrado de las edificaciones de este tipo. En este caso se puede considerar una escala del 0 al 1 que vaya de la mínima a la máxima destrucción; los niveles que van a comprender dicha escala se multiplican por el valor medio del metro cuadrado de construcción.

La estimación de los daños en la red de transmisión y distribución, así como los centros de distribución y conexiones domiciliarias se expresan en millones de dólares.

b) Estimación de las pérdidas y costos adicionales en el sector eléctrico.

- **Ingresos Brutos no Percibidos:** se producen por una disminución en la oferta producto de los

daños sufridos en los acervos de las diferentes empresas eléctricas y por una disminución de la demanda debido a destrucción de viviendas e instalaciones de los sectores productivos. A continuación, se presenta los pasos para determinar los ingresos brutos no percibidos:

- Determinar los ingresos que se habrían recabado en la situación normal.
 - Estimar la disminución de la demanda, para ello hay que tomar en consideración la incidencia y los efectos del desastre en los principales sectores consumidores del servicio eléctrico ya sea residencial o no residencial.
 - Determinar la relación de los ingresos que habrían de recaudar las empresas del servicio eléctrico en una situación normal y la disminución de la demanda de dicho servicio.
- Costos adicionales asociados al suministro provisional de electricidad: en esta caso de deberá tomar en cuenta:
- La demanda efectiva de la energía eléctrica resultante de calcular los ingresos brutos, la cual en teoría debe ser menor a la que existía antes de ocurrir el desastre.
 - El lapso de tiempo que dure la rehabilitación y la recuperación de las condiciones normales de funcionamiento de la infraestructura del sector.

1.1.3 Sectores Económicos

La metodología para estimar los daños, las pérdidas y los costos adicionales se harán en función de sectores de la economía referentes a la industria, el comercio y turismo.

1.1.3.1. Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector industrial

a) Estimación de los daños en el sector industrial

Se requiere cuantificar los daños por tipo de activo, para cada activo debe considerarse el grado de destrucción y los precios de reposición. En este sentido a continuación se presentan los principales grupos de acervos destruidos o afectados por un evento o desastre:

- Edificios e instalaciones: requiere estimar los costos de reposición de edificios o instalaciones con características similares a las del diseño original, se necesita la información de la superficie dañada o destruida junto con el valor del metro cuadrado de construcciones de tipo industrial. Para la superficie destruida o dañada se puede establecer una escala del 0 al 4 que varía desde la destrucción nula a la máxima afectación respectivamente. Los niveles de dicha escala se aplican al valor actual medio por metro cuadrado de construcción. El valor del metro cuadrado no debe provenir de un promedio nacional.
- Maquinaria y equipo: incluye toda la flota vehicular que posee una empresa, en este caso también se requiere información sobre los precios de reposición de los bienes para la evaluación de los daños.

Para estimar los daños en estos rubros se recomienda obtener los valores actualizados en el mercado de esos bienes muebles, además de esto es necesario considerar las ramas específicas al que pertenece cada uno de ellos.

- **Mobiliario:** la estimación del daño implica conocer el tamaño de la empresa, los valores actualizados de los bienes muebles en el mercado y las ramas específicas a las que estos pertenecen.
- **Existencias:** este rubro incluye productos terminados, productos en proceso, materias primas y bienes como repuestos y otros que no están directamente relacionados con la producción. Este tipo de rubros suelen ser los más perjudicados con la ocurrencia de los desastres dado que suelen estar menos protegidos en comparación con los equipos y maquinarias.

Una parte de las existencias pueden ser de origen importado por lo que la estimación del daño puede obtenerse de registros propios y fuentes oficiales. En el caso de empresas industriales pequeñas o medianas deben basarse en la aplicación de la relación de proporcionalidad de los rubros con los activos fijos totales.

Al hacer la sumatoria de estos cuatro rubros (edificios e instalaciones, maquinaria y equipos, mobiliario, existencia) se obtienen los daños totales. Es importante conocer la cantidad de empresas que se encuentran aseguradas, de esta forma se puede diferenciar la magnitud del daño total y la magnitud del daño del acervo no asegurado.

Estimar el componente importado de los bienes dañados es igualmente importante porque permite calcular las divisas requeridas para reponer este tipo de activos.

b) Estimación de las pérdidas y los costos adicionales en el sector industrial

Al igual que es los sectores anteriores, los daños en los establecimientos industriales pueden generar efectos negativos en los flujos de producción expresados en dos factores, en primer lugar pueden darse cambios en el valor bruto producido debido a la interrupción de la producción, esto se traduce en una disminución de los ingresos brutos percibidos por los establecimientos industriales. En segundo lugar se puede generar un incremento en los costos adicionales por actividades dirigidas a restablecer la producción. A continuación se presenta la metodología para estimar las pérdidas y costos adicionales en ambos sectores:

- **Interrupción o postergación de la producción:** esto puede suceder debido a la destrucción de los acervos o de la infraestructura vial, así como la interrupción del suministro de electricidad, agua, gas y otros servicios. En el primer caso es necesario cuantificar el lucro cesante debido a la destrucción de los acervos. Por otro lado los bienes ya producidos pero que no pudieron salir al mercado debido a la ocurrencia del desastre forman parte de las existencias de la empresa que deben ser cuantificados cuando se hace la valoración de los daños.

Un dato importante por considerar es el tiempo en el que la producción de los establecimientos industriales afectados estará suspendida, el cual será más largo según

sea la magnitud de los daños en el sector manufacturero. Las pérdidas no deben medirse en función de la capacidad máxima de producción de la fábrica, pero sí con respecto a la producción esperada.

En definitiva, las pérdidas o el valor bruto de lo que deja de producirse en el establecimiento industrial se calcula de la siguiente manera:

- Estimar el tiempo (número de meses) en que la producción no se va a realizar.
 - Calcular el flujo que se dejará de producir mensualmente. En este caso dos datos son fundamentales, el primero son las estimaciones existentes antes del desastre y el segundo es la identificación de la posible estacionalidad de la producción en este sector.
 - Finalmente el valor bruto se obtiene al multiplicar el número de meses en que la producción estará parada por el valor bruto que se dejó de producir mensualmente.
- **Costos adicionales:** se producen por ejemplo cuando la destrucción o daños de las vías de comunicación acarrearán mayores costos de transporte dada la necesidad de utilizar vías alternas más largas y de menor calidad. En este caso el incremento de los costos en el sector manufacturero puede aumentar el valor bruto producido por otros sectores.

Todos los costos adicionales incurridos por las empresas de distintas ramas de actividad económica, así como aquellos costos adicionales realizados por el sector público tras el impacto sobre la industria manufacturera deben en la medida de lo posible ser considerados y cuantificados.

1.1.3.2 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector comercio

a) Estimación de los daños en el sector comercio

Estimar los daños en el sector del comercio implica considerar el costo de reposición o reconstrucción del acervo destruido total o parcialmente, suponiendo que este podrá ser remplazado con la misma calidad y capacidad que tenía antes de la ocurrencia del desastre. En este caso se procede igual que el sector industrial y se consideran para la valoración de los daños los siguientes rubros del acervo: i) edificios e instalaciones; ii) maquinaria y equipos; iii) Mobiliario y iv) existencias de bienes.

Los datos necesarios para realizar las estimaciones de los daños son el grado de destrucción de cada uno de los tipos de activos y los precios de reposición de los mismos. Esto debe hacerse para cada uno de los grupos de activos en lo que se divide el acervo del sector comercio. Para estimar los daños se debe aplicar el siguiente procedimiento:

- **Edificios e instalaciones:** los daños en este tipo de acervo se valoran según sus costos de reposición siendo fundamental conocer la superficie destruida o dañada, los años de construcción del inmueble y el valor del metro cuadrado de edificaciones en construcciones de tipo comercial.

- **Maquinaria y equipo (incluidos equipos de transporte y equipos de refrigeración utilizados tanto para la exhibición como para el almacenamiento):** se necesitan los precios de reposición de cada uno de los bienes para valorar los daños parciales o totales por la maquinaria y equipos. En este rubro debe incluirse toda la flota vehicular que pertenezca a la empresa.
- **Mobiliario:** este puede estar compuesto por estanterías de exhibición y almacenamiento, su valoración depende de la importancia de los daños, se recomienda conocer los valores de mercado actualizados de esos bienes muebles, así como la proporción que representan con respecto al valor de los inmuebles y las instalaciones.
- **Existencias a vender:** representa la mercancía destinada para la venta pero que aún permanece almacenada en bodegas o galpones, su valoración implica obtener valores de mercado de estos productos almacenados.

La suma de las cuatro categorías de los acervos corresponderá al daño total ocasionado como consecuencia del desastre.

b) Estimación de las pérdidas y costos adicionales en el sector comercio

- **Pérdidas:** para estimar las pérdidas se debe recopilar información referente a las ventas brutas mensuales de cada uno de los establecimientos comerciales afectados, de igual forma es importante conocer el lapso de tiempo que durará el restablecimiento de la actividad ya que el lucro cesante (ingresos que se dejan de percibir) ocurren durante la etapa de rehabilitación y reconstrucción. En este sector las pérdidas están asociadas a:
 - Daños de los activos del sector.
 - Falta de servicios básicos o de comunicaciones.
 - Escasez temporal de mano de obra.
 - Cambios en la demanda (aumento o disminución) de los bienes.

Con los datos de las ventas mensuales que se habrían realizado de no haber ocurrido el evento o desastre y el número de meses de interrupción del servicio se puede obtener para cada empresa comercial las pérdidas por las ventas que no se produjeron o se retrasaron.

- **Costos adicionales:** están relacionados con aumentos en el consumo intermedio del sector debido a:
 - Alquileres de locales alternativos.
 - Adquisición temporal de electricidad, agua y fuentes alternativas.
 - Adquisición temporal de bienes para vender a partir de fuentes alternativas más costosas.

Debe aclararse que el pago de horas extraordinarias a los trabajadores o el aumento de los salarios no deben incorporarse en el incremento del consumo intermedio, sino como un impacto positivo sobre el valor agregado del sector comercio.

1.1.3.3 Estimación del daño, pérdidas y costos adicionales en el sector turismo

a) Estimación de los daños en el sector turismo

Estimar los daños en este sector amerita determinar la afectación del acervo agrupado en los siguientes rubros: i) instalaciones; ii) mobiliario; y iii) equipos. Los datos imprescindibles para la valoración de los daños son el grado de destrucción total o parcial de cada uno de los rubros y los precios de reposición de los mismos. Esto debe de tenerse para cada uno de los grupos de activos en que se divide el acervo del sector turístico.

- **Instalaciones turísticas:** valorar los daños en función de los costos de reposición se necesita conocer la superficie destruida o dañada, los años de construcción del inmueble y el valor que tiene el metro cuadrado de las edificaciones en construcciones de tipo turístico. El precio del metro cuadrado de construcción no debe provenir de un promedio nacional, este tiene que ser el costo promedio existente en la zona del desastre.
- **Mobiliario:** en este caso el número de bienes mobiliarios es directamente proporcional al tamaño de las empresas turísticas. Para valorar este tipo de daños se deberá conocer los valores actualizados de dichos bienes muebles en el mercado.
- **Equipos:** dentro de este rubro se encuentran la flota vehicular y naviera que una empresa posee. En este caso también es necesario contar con información de los precios de reposición de cada uno de estos bienes que permitirán evaluar los daños totales o parciales de los equipos. Si es el caso, hay que tomar en cuenta los equipos de limpieza y mantenimiento, el mobiliario de las habitaciones las cocinas y áreas comunes.

b) Estimación de las pérdidas y costos adicionales en el sector turismo

- **Pérdidas:** los cambios en el valor bruto de producción dentro del sector turístico están asociados a la interrupción en la prestación de los servicios o la postergación de algunas actividades operativas. Dicha interrupción en la producción estará asociado directamente a la magnitud de los daños.

El lucro cesante (ingresos que se dejan de percibir) está asociado a:

- El daño a las instalaciones hoteleras.
- El daño sobre los activos de los operadores hoteleros
- La falta de servicios básicos o de comunicaciones.

Para estimar el lucro cesante se requiere de dos datos importantes: i) la estimación del lapso de tiempo que tardará la empresa turística en recuperar el nivel normal de prestación de servicios que tenía previo al evento; ii) el valor mensual del flujo de servicios que se dejan de prestar, la cual debe hacerse para los distintos rubros de alojamiento. Con esta información se puede estimar el valor bruto de las pérdidas, que se obtiene mediante la multiplicación de los dos datos ya mencionados.

● **Costos adicionales:** en este sector los costos adicionales pueden estar asociados a:

- Campañas para promocionar y atraer nuevamente a los turistas.
- El aumento de las primas de empresas aseguradoras por la posible ocurrencia de nuevos desastres.
- Entre otras razones.
- Estos costos adicionales disminuyen el valor agregado en el sector, ya que algunos suponen un incremento del consumo intermedio.

1.1.4 Efectos globales y transversales

Los efectos globales y transversales que se generan por la ocurrencia de un desastre son aquellos que se manifiestan en todos y cada uno de los sectores antes desarrollados; estos se refieren a los efectos sobre el género y sobre el ambiente. Para cada uno de ellos también se producen daños y pérdidas que pueden ser valorados, los mismos se explican brevemente a continuación:

1.1.4.1 El enfoque de género

Este enfoque se aplica con el propósito de analizar y valorar los impactos que los desastres tienen sobre los hombres y las mujeres, los cuales difieren según el género, siendo el caso de las mujeres las más desfavorecidas dadas a las situaciones de vulnerabilidad e inequidad a las que se encuentran sometidas dentro de la sociedad. Al aplicar el enfoque de género para estimar económicamente los impactos debe tenerse en cuenta el carácter transversal al emprenderse los análisis de los sectores sociales, productivos, los sectores de infraestructura y el sector ambiental, es por ello que se recomienda que para cada uno de estos sectores la información a recabar debe estar desagregada por sexo a fin de identificar los efectos y las necesidades de hombres y mujeres.

Para valorar los impactos se consideran dos tipos efectos: los socioeconómicos y los socio antropológicos.

Dentro de los efectos socioeconómicos de los desastres se pueden estimar los daños y las pérdidas en los distintos sectores económicos, a saber:

- Sector de la vivienda
- Sector de la salud
- Sector de la educación
- Ambiente

Para cada uno de estos sectores se debe analizar los daños y las pérdidas relacionadas con la población masculina y la población femenina, dado que los impactos de los desastres son diferentes entre hombres y mujeres, por ello es importante aplicar el enfoque de género en

estas estimaciones.

Por otra parte se debe evaluar el impacto de los desastres en el medio de sustento de las mujeres y los hombres como daños y pérdidas en las actividades no agrícolas, daños y pérdidas en la elaboración de artesanías y daños y pérdidas en actividades agrícolas realizadas por las mujeres.

Otro aspecto que considerar son los efectos socio antropológicos del desastre sobre los damnificados evaluando los impactos en la etapa de emergencia y los albergues.

1.1.4.2 Ambiente

La ocurrencia de un desastre también puede generar un conjunto de impactos en los recursos naturales que conforman los ecosistemas, y por tanto también experimentan daños y pérdidas. En términos generales el primer paso para llegar a determinar una valoración consiste en determinar los principales ecosistemas afectados que pueden dividirse en: i) ecosistemas forestales y biomas naturales, ii) ecosistemas costeros; para posteriormente identificar cuáles son los bienes y servicios ambientales de los mismos.

Hecho esto se pueden valorar los efectos e impactos de los desastres sobre el ambiente, para esto se necesita identificar la información necesaria que se debe recabar y establecer la línea base (situación del ambiente antes del desastre) que permitirá finalmente valorar los daños en el medio ambiente físico.



**ANEXO 4:
EJEMPLO CÁLCULO COSTO-EFICIENCIA Y COSTO-BENEFICIO**



1. PLANTEAMIENTO

Suponga que se va a decidir entre dos medidas de adaptación para controlar la contaminación del drenaje urbano el cual va a incrementar ante el CC.

La primera medida es construir una laguna de oxidación, la cual reducirá la contaminación en 100 unidades de contaminación. La tasa de descuento a utilizar es 12% anual.

La segunda es construir un tratamiento con lodos activados, la cual reducirá la contaminación en 500 unidades de contaminación. La tasa de descuento a utilizar es 12% anual.

Decida cuál de las dos alternativas es más costo eficiente.

La Tabla 1 muestra los costos de la laguna de oxidación y la tabla 2 los costos del tratamiento de lodos activados.

Tabla 1. Alternativa laguna de oxidación.

Costo (US\$)/Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	100.000					
Operación, mantenimiento y administración	1.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Costo total	101.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

Tabla 2. Alternativa lodos activados.

Costo (US\$)/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	150.000								
Operación, mantenimiento y administración	1.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
Costo total	151.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500

2. CÁLCULO VPC, CAE Y COSTO EFICIENCIA USANDO EXCEL

Pase los datos a una hoja de Excel, seleccione la celda VPC año 1 y luego señale fórmulas. Alternativa laguna de oxidación

Libro1 - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

B6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Tabla 4. Costos de inversión, operación, mantenimiento y administración de la alternativa lagunas de oxidación.											
2	Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5					
3	Inversión	100000										
4	Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000					
5	Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000					
6	VPC año 1											
7	VPC											
8	CAE											
9	Eficacia CAE/Eficacia											

En fórmula busque las financieras

Libro1 - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

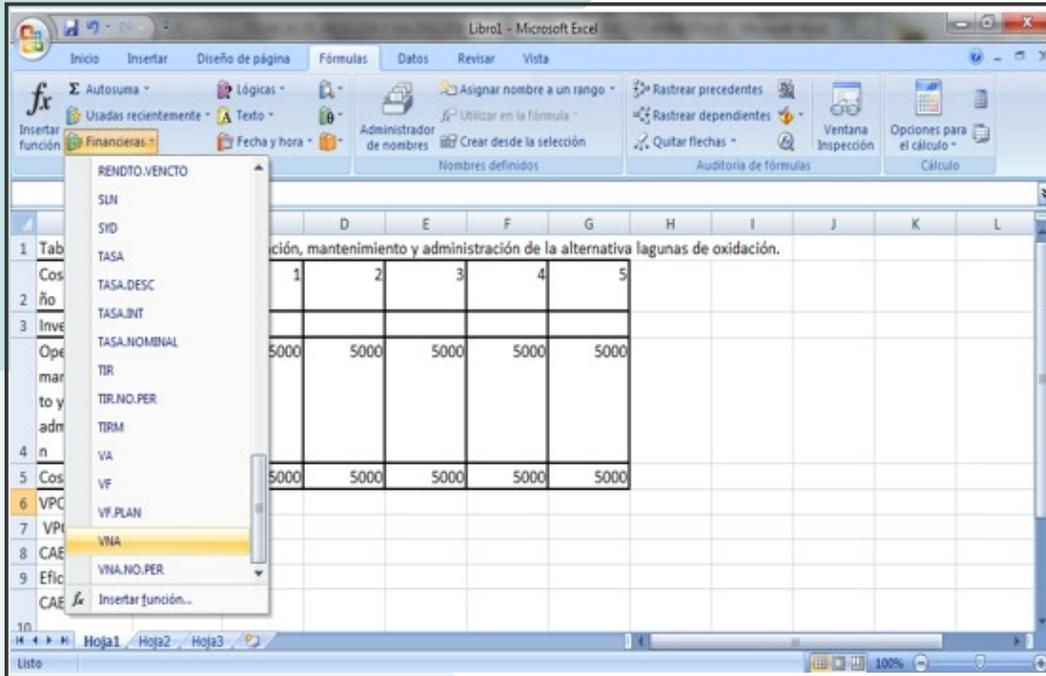
Financieras

Examina y selecciona de una lista de funciones financieras.

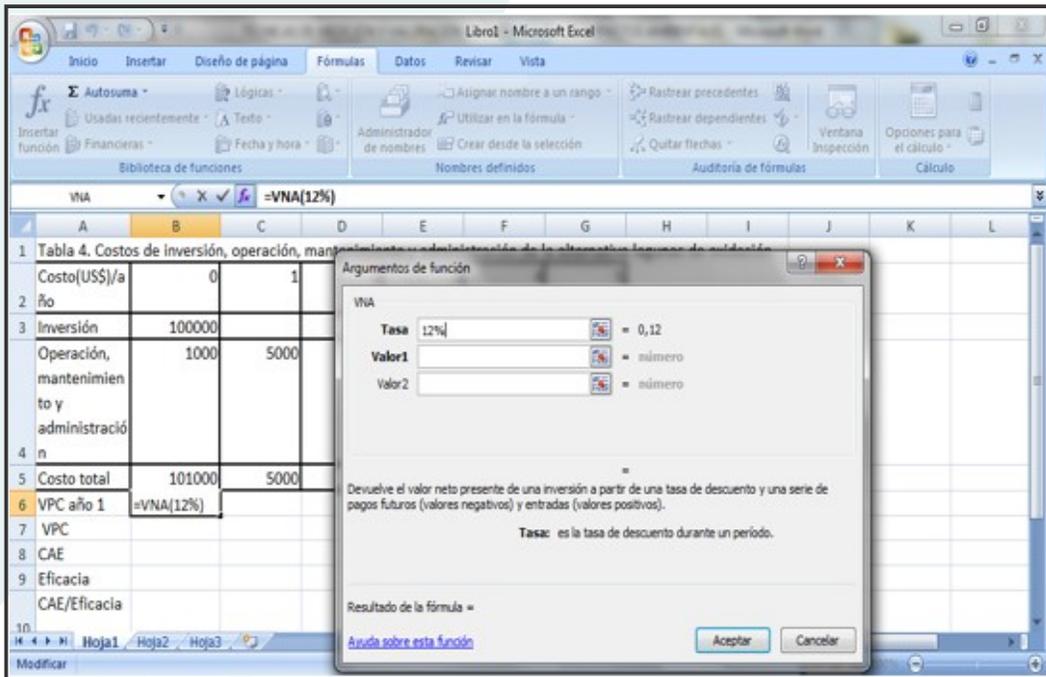
Presione F1 para obtener ayuda.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Tabla 4. Costos de inversión, operación, mantenimiento y administración de la alternativa lagunas de oxidación.											
2	Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5					
3	Inversión	100000										
4	Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000					
5	Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000					
6	VPC año 1											
7	VPC											
8	CAE											
9	Eficacia CAE/Eficacia											

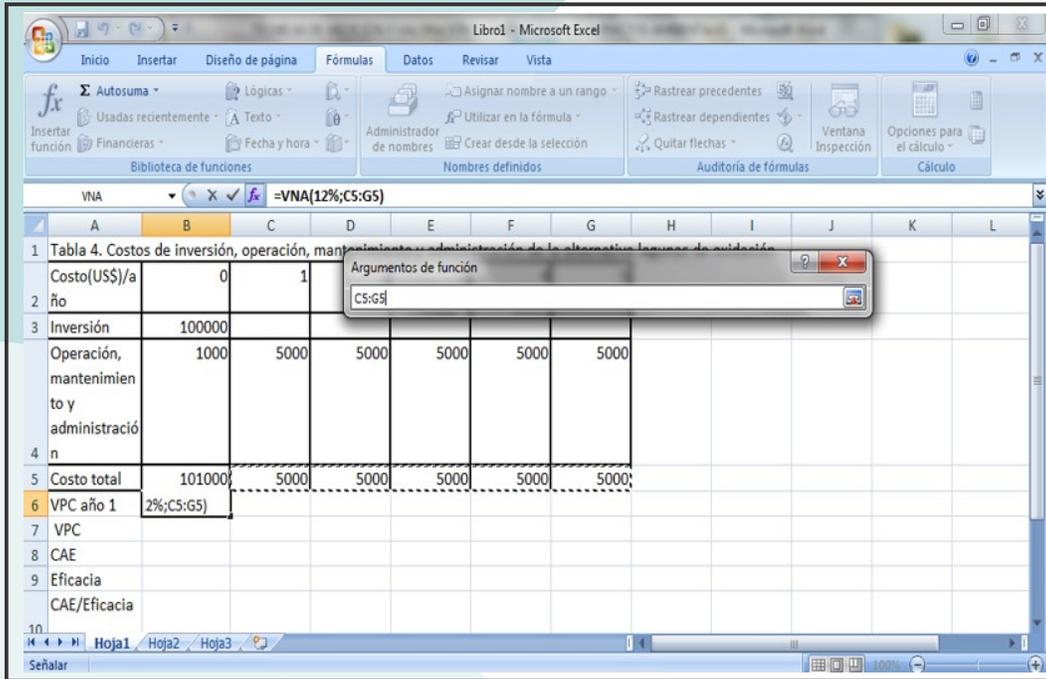
En las financieras busque la función VNA



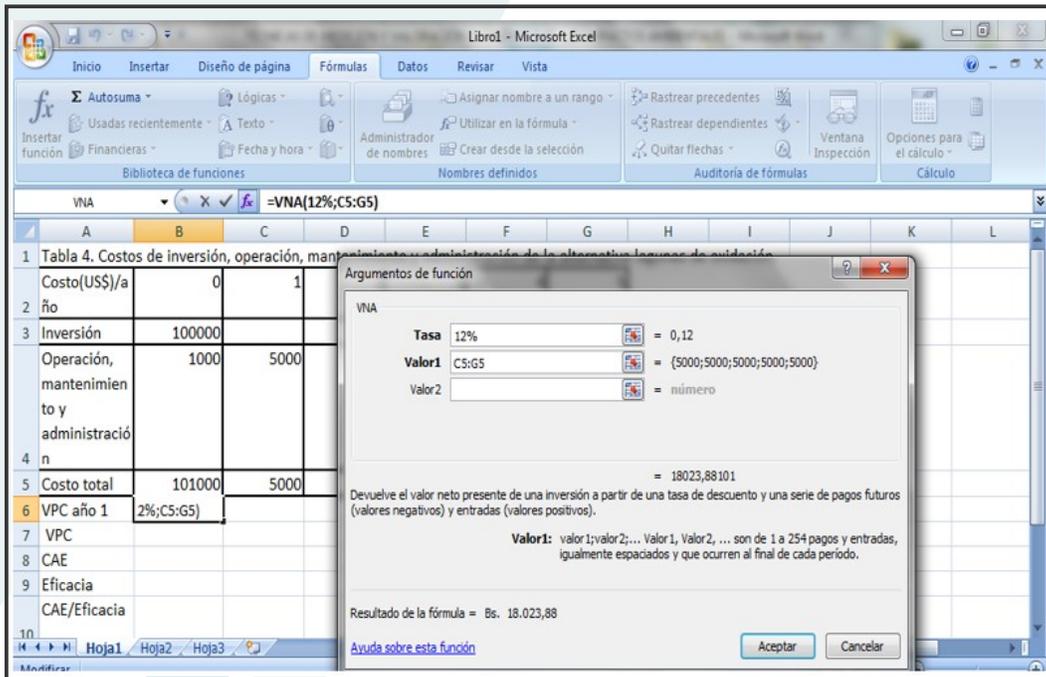
Le aparecerá un cuadro de dialogo, coloque la tasa de descuento 12% anual.



Puntee el hipervínculo de valor 1 y seleccione costo total del año 1 al 5



A continuación, pulse aceptar



Tendrá el resultado del Valor Presente de los Costos o Valor Actual de los Costos al año 1.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Tabla 4. Costos de inversión, operación, mantenimiento y administración de la alternativa lagunas de oxidación.											
2	Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5					
3	Inversión	100000										
4	Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000					
5	Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000					
6	VPC año	=VNA(12%;C5:G5)										
7	VPC	Bs. 18.023,88										
8	CAE											
9	Eficacia CAE/Eficacia											

Sume al resultado el costo total del año 0

The screenshot shows the same Excel spreadsheet with an additional row:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Tabla 4. Costos de inversión, operación, mantenimiento y administración de la alternativa lagunas de oxidación.											
2	Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5					
3	Inversión	100000										
4	Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000					
5	Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000					
6	VPC año 1	=VNA(12%;C5:G5)										
7	VPC	=B6+B5										
8	CAE											
9	Eficacia CAE/Eficacia											

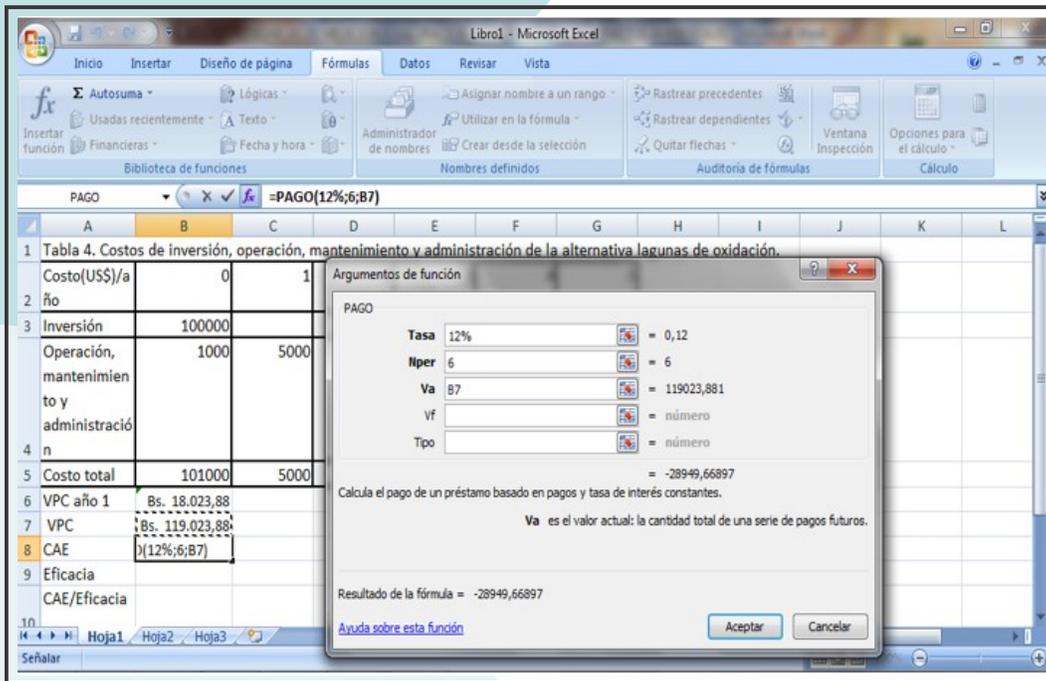
Obtendrá el VPC, ahora seleccione la celda para calcular el CAE

	0	1	2	3	4	5
Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5
Inversión	100000					
Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000
Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000
VPC año 1	Bs. 18.023,88					
VPC	Bs. 119.023,88					
CAE						
Eficacia						
CAE/Eficacia						

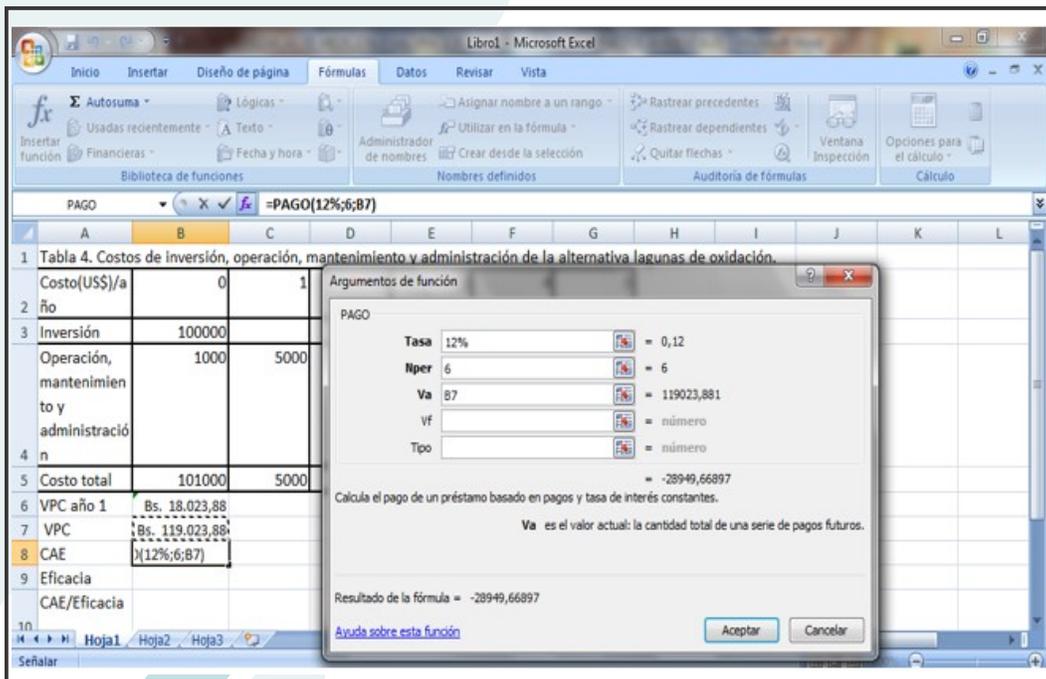
Vuelva a fórmulas, financieras y seleccione la función pago

	1	2	3	4	5
Operación, mantenimiento y administración	5000	5000	5000	5000	5000
Costo total	5000	5000	5000	5000	5000

Introduzca la tasa de descuento, asuma que el número de períodos son 6 años y pulse el hipervínculo de VA



Pulse aceptar



Obtiene el CAE. Nótese que el Excel lo coloca como un valor negativo (color rojo) pues como es un pago, es una salida de dinero.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5
Inversión	100000					
Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000
Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000
VPC año 1	Bs. 18.023,88					
VPC	Bs. 119.023,88					
CAE	Bs. -28.949,67					
Eficacia						
CAE/Eficacia						

The formula bar shows the formula for cell B8: $=\text{PAGO}(12\%;6;B7)$.

Coloque el valor de la eficacia (eficiencia) de la laguna de oxidación: 100 unidades de contaminación y divida el valor del CAE entre la eficiencia

The screenshot shows the same Excel spreadsheet as above, but with the following updates:

Costo(US\$)/año	0	1	2	3	4	5
Inversión	100000					
Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000
Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000
VPC año 1	Bs. 18.023,88					
VPC	Bs. 119.023,88					
CAE	Bs. -28.949,67					
Eficacia	100					
CAE/Eficacia	$=B8/B9$					

The formula bar shows the formula for cell B10: $=B8/B9$.

Se obtiene el costo eficiencia

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3	Inversión	100000										
	Operación, mantenimiento y administración	1000	5000	5000	5000	5000	5000					
5	Costo total	101000	5000	5000	5000	5000	5000					
6	VPC año 1	Bs. 18.023,88										
7	VPC	Bs. 119.023,88										
8	CAE	Bs. -28.949,67										
9	Eficacia	100										
	CAE/Eficacia											
10		Bs. -289,50										
11												

El costo eficacia para la alternativa de lagunas indica que se gastará US\$289,50 por cada unidad de contaminante a disminuir, es decir la eficiencia de la medida.

Para la segunda alternativa se sigue el mismo procedimiento, la pantalla final de Excel será lo que presenta la figura, la cual recoge la eficiencia de la segunda medida.

ALTERNATIVA LODOS ACTIVADOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3	Inversión	150000										
	Operación, mantenimiento y administración	1500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500		
5	Costo total	151500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500		
6	VPC año1	Bs. 37.257,30										
7	VPC	Bs. 188.757,30										
8	CAE	Bs. -35.425,76										
9	Eficacia	500										
	CAE/eficacia											
10	a	Bs. -70,85										
11												

De acuerdo con lo anterior, para la segunda alternativa se gastará US\$ 70,85 por cada unidad de contaminación a rebajar. Se selecciona por supuesto la más baja que será más eficiente, en este caso, lodos activados.

3. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

3.1 DETERMINACIÓN DE BENEFICIO

Suponga que se aplicó el método de valoración contingente, en el cual la pregunta fue:

Tomando en cuenta que el CC va a incrementar la contaminación del agua que arrastra el drenaje urbano, ¿Estaría usted dispuesto a contribuir anualmente, en el recibo de agua, para que se construya un sistema de tratamiento (decir cuál) que reduzca la contaminación en (decir cuántas unidades de contaminación), con (Ofrecer el monto)? Si..... No.....

Asuma que el valor total para la población objetivo resultó en US\$ 50.000/año para laguna de oxidación y US\$ 65.000/año para lodos activados.

3.2 CÁLCULO DE COSTO-BENEFICIO PARA LAGUNA DE OXIDACIÓN

$$\frac{B}{C} = \frac{50000}{28949,67} = 1,73$$

3.3 CÁLCULO DE COSTO-BENEFICIO LODOS ACTIVADOS

$$\frac{B}{C} = \frac{65000}{35425,76} = 1,83$$

3.4 SELECCIÓN

Con base a los resultados, aunque ambas son rentables, se seleccionará la alternativa de lodos activados por tener mayor relación beneficio costo.

