

INFRAESTRUCTURA

IDEAL 2014

INFRAESTRUCTURA EN EL
DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA

Infraestructura y cambio climático

IDEAL 2014

INFRAESTRUCTURA EN EL
DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA

Infraestructura y cambio climático

contenido

Índice de ilustraciones	5
Índice de mapas	6
Índice de cuadros	7
Índice de gráficos.....	8
Lista de siglas y acrónimos	9
Introducción	10
1. Antecedentes - cambio climático	11
2. Impactos del cambio climático en la infraestructura	13
2.1. Caso específico de la región de Latinoamérica y el Caribe	14
2.2 Costos asociados a los impactos del cambio climático	16
3. Medidas y Estrategias de Adaptación al cambio climático en la infraestructura	18
4. Medidas y estrategias de Mitigación del cambio climático en la infraestructura	24
4.1. Visión general en infraestructura	24
4.2. Enfoques sectoriales	25
Referencias bibliográficas	28

IDEAL 2015

índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ejemplos de los efectos del cambio climático en Colombia	14
Ilustración 2. Impactos del fenómenos de La Niña en el sector productivo	15
Ilustración 3. Impactos del huracán “Ingrid” y la tormenta “Manuel” en Acapulco, México	16
Ilustración 4. Tres enfoques fundamentales en adaptación	19
Ilustración 5. Energía eólica como alternativa a las fuentes convencionales	20
Ilustración 6. Ejemplo de implementación de buses eléctricos en Guatemala	25
Ilustración 7. Ejemplo de edificio verde con paneles solares para autogeneración en Panamá	26

IDEAL 2015

índice de mapas

Mapa 1. Cambios observados en la temperatura superficial entre 1901 y 2012	12
Mapa 2. Vulnerabilidad al cambio climático en Latinoamérica y el Caribe	13
Mapa 3. Capacidad de adaptación en Latinoamérica y el Caribe	18

IDEAL 2015

índice de cuadros

Cuadro 1. Pérdidas acumuladas por los efectos del cambio climático en Latinoamérica y el Caribe, 1970 - 2008	17
Cuadro 2. Impactos y medidas de adaptación en los diferentes sectores de la infraestructura	21
Cuadro 3. Medidas y Estrategias de Mitigación del Cambio Climático en Infraestructura	26

IDEAL 2015

índice de gráficos

Gráfico 1. Frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos en región Latinoamérica y el Caribe	15
---	----

IDEAL 2015

siglas y acrónimos

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CARICOM	Comunidad del Caribe
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CH4	Metano
CO₂	Dióxido de carbono
DNP	Departamento Nacional de Planeación - Colombia
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
Gt	Giga tonelada
HFCs	Hidrofluorocarbonos
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
KWh	Kilo watt
LAC	Latinoamérica y el Caribe
mm	Milímetros
m	Metros
N2O	Óxido nitroso
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PFCs	Perfluorocarbonos
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPB	Parte por billón (billón = 1000 millones)
PPM	Parte por millón
ProDUS - UCR:	Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
SF6	Hexafluoruro de azufre
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNISDR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
UNOPS	Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos

INTRODUCCIÓN

El presente anexo se desarrolló con el propósito de resaltar la necesidad de considerar los efectos del cambio climático en el diseño de la infraestructura en Latinoamérica y el Caribe. Para cumplir con este objetivo, se abordarán cuatro temas principalmente: cambio climático; impactos y costos asociados al cambio climático en la infraestructura; medidas y estrategias de adaptación al cambio climático en la infraestructura; y medidas y estrategias de mitigación al cambio climático en la infraestructura.

El documento comienza con una breve explicación del fenómeno del cambio climático, presentando sus antecedentes y contexto científico. Posteriormente se indican los principales efectos que ha ocasionado hasta el momento y los que se prevén en un futuro si no se aborda esta problemática.

La segunda sección corresponde a la descripción de los principales impactos, efectos y riesgos que implica el cambio climático sobre la infraestructura, incluyendo redes de alcantarillado y drenaje, puentes, carreteras, túneles, transporte masivo, sector productivo, puertos, presas hidroeléctricas, redes de almacenamiento y distribución de agua e instalaciones de energía eléctrica. Este análisis de impactos está acompañado de la presentación de algunos ejemplos en Latinoamérica y de los costos asociados al cambio climático, así como de los beneficios de incluir criterios de adaptación en el diseño de la infraestructura.

En la tercera sección se presentarán algunas medidas y estrategias de adaptación que permiten adecuar la infraestructura actual y la nueva para enfrentar los retos que implican el cambio climático y, las nuevas tendencias y prácticas en el diseño de nuevos proyectos. De igual manera, se presentan algunos casos exitosos en la región latinoamericana y del Caribe.

Por último, en la cuarta y última sección se abordaran las medidas y estrategias de mitigación del cambio climático en infraestructura, incluyendo ejemplos en sectores como transporte masivo urbano sostenible, energía renovable y eficiencia energética, así como se expondrán algunos cambios en infraestructura que reducen las emisiones de GEI.

1. ANTECEDENTES - CAMBIO CLIMÁTICO

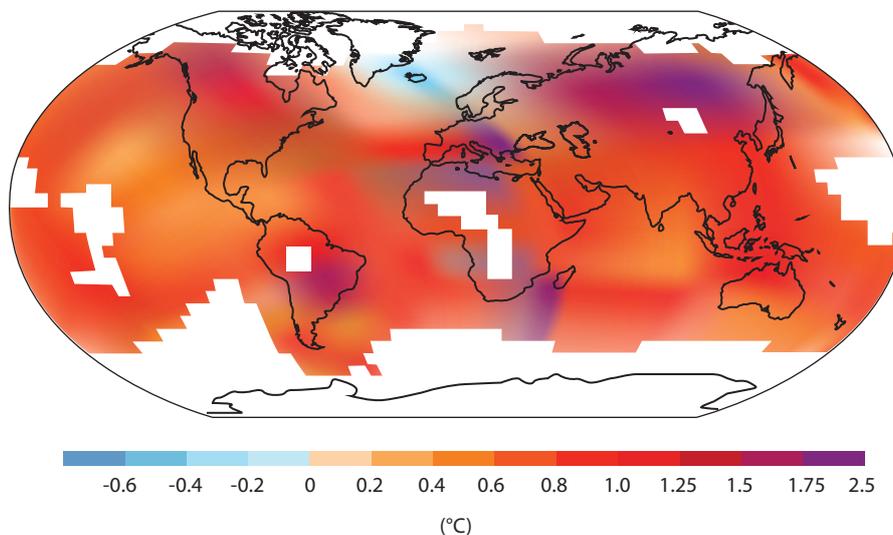
Siempre han existido variaciones climáticas a causa de fenómenos naturales como las erupciones volcánicas, cambios en las corrientes oceánicas y la radiación solar. Sin embargo, las anomalías que se han presentado en los patrones climatológicos de los últimos años no se pueden atribuir exclusivamente a causas naturales. En el último siglo, la temperatura media global aumentó aproximadamente 0,85°C (IPCC,

2013) y la temperatura media en el Ártico tuvo un incremento cercano a 1,4 °C (EPA, 2014). Existe consenso a nivel internacional que estos cambios tan drásticos, en períodos de tiempo tan cortos, se atribuyen a la influencia humana (influencia antropogénica). De hecho, en el quinto y último reporte especial del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, 2013 (IPCC por su acrónimo en inglés) se indica que la actividad humana es responsable de más del 50% del cambio climático actual y de los aumentos en la temperatura global de los últimos años. Adicionalmente, Rajendra K. Pachauri, presidente del IPCC, en la ceremonia de

apertura de UN Climate Summit (Septiembre 2014) resaltó: (i) es clara la influencia humana en el sistema climático y es claramente creciente; (ii) se requiere actuar con rapidez y decisión si se quiere evitar resultados cada vez más destructivos; y (iii) se tiene los medios para limitar el cambio climático y construir un mejor futuro.

En el siguiente mapa se muestran los cambios y anomalías en la temperatura global en el último siglo.

Mapa 1. Cambios observados en la temperatura superficial entre 1901 y 2012



Fuente: (IPCC, 2013).

El incremento de la temperatura media global tiene muchas causas, siendo la más importante en nuestra época la influencia antropogénica. En una amplia variedad de actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles para calefacción y generación de energía eléctrica, tala de bosques, fertilización de cultivos, ganadería y producción de algunos productos industriales, se emiten gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y gases fluorados: hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF_6). La excesiva acumulación de estos gases en la atmósfera impide que los rayos infrarrojos que calientan el planeta escapen al espacio, re-emitiendo la energía a la superficie terrestre y provocando el aumento de la temperatura media global. A este efecto se le conoce como "Efecto Invernadero" y por consiguiente a estos seis gases se les conoce como Gases de Efecto Invernadero (GEI)¹. El Efecto Invernadero es la principal causa del calentamiento global.

Normalmente se hace referencia al término "calentamiento global" o "cambio climático" de manera indiferente y considerando que ambos términos son equivalentes. Sin embargo, existe una gran diferencia entre un término y otro. Es por ello que se debe considerar que el calentamiento global es la causa del cambio climático². Este último término es más amplio y se refiere a todas las anomalías que se han presentado sobre el clima por el aumento de la temperatura media mundial, incluyendo aumento en el nivel de precipitaciones, olas de calor más frecuentes e intensas, incremento en la frecuencia y severidad de desastres naturales, alteraciones del ciclo hidrológico, alteraciones de diferentes fenómenos hidrometeorológicos naturales como El Niño (ENOS), pérdidas en las capas de hielo de la Antártida y glaciares e incrementos en el nivel del mar, entre otros (IPCC, 2013).

De acuerdo con el reporte del IPCC (2013), se estima que el cambio en la temperatura media global para finales del siglo 21, respecto al periodo entre 1850 y 1900, será mayor a $1,5^\circ\text{C}$ y cercana a 2°C , lo cual implicará que las olas de calor serán cada vez más intensas, frecuentes y de mayor duración. En cuanto el nivel del mar, se prevé un incremento de hasta 0,82m. Finalmente, se estima que el volumen glaciar global, decrecerá entre un 15% y 55% en el escenario más optimista y entre un 35% y 85% en el peor de los escenarios.

Todos estos efectos han tenido y tendrán impactos directos e indirectos sobre la infraestructura. La severidad de los daños dependerá de la vulnerabilidad y resiliencia al cambio climático de cada región y país. Es por esto que en la infraestructura se deben priorizar cambios para aumentar su resiliencia, disminuir su vulnerabilidad y, al mismo tiempo, fomentar el desarrollo sostenible, incluyendo la componente de mitigación del cambio climático.

¹ Existen otros gases de efecto invernadero como el vapor de agua, sin embargo en el documento solo se hace referencia a los GEI emitidos por las actividades industriales humanas.

² El calentamiento global es la causa y el cambio climático el efecto.

2.1. Caso específico de la región de Latinoamérica y el Caribe

Son diversos los cambios que se esperan en la región latinoamericana y el Caribe (LAC) como consecuencia del cambio climático. Las variaciones no serán las mismas en toda la región y existirán diferencias dependiendo de la zona. En los estudios de (Samaniego, 2009); (Doornbos, 2011); (Magrin, 2007) se documentan los efectos esperados en la región LAC por el cambio climático. De manera general, en la región se espera un aumento significativo en la temperatura y en el nivel del mar, puntualmente en el Caribe la intensidad y frecuencia de los huracanes aumentará. Además, se estima una disminución de los glaciares en el extremo sur de la Patagonia y en la cordillera de los Andes (en especial glaciares en Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador).

Las proyecciones indican que en gran parte de la región LAC la intensidad y frecuencia de las precipitaciones aumentará, sobre todo en el sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, noreste de Argentina, nordeste de Perú, región Pacífica y Urabá de Colombia, y en Ecuador, situación que afectará principalmente la infraestructura en zonas urbanas debido a las inundaciones. Por el contrario, en regiones como el sureste de Argentina, el sur de Chile, el sur de Perú, en Costa Rica y gran parte de Colombia se prevé una disminución en el régimen de precipitaciones.

Teniendo en cuenta estas alteraciones, existe una gran posibilidad que las presas y embalses se afecten directamente a causa de las sequías, no solo por la falta de agua para suplir la demanda, sino también para satisfacer la demanda energética, considerando que algunos países de la región, por ejemplo Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela (entre otros), dependen en gran medida de la generación hidroeléctrica para satisfacer su demanda. Este impacto se tiene que considerar al momento de diseñar la infraestructura energética con el propósito de diversificar la matriz energética y disminuir los riesgos de insuficiencia energética (ProDUS - UCR, 2014).

Adicionalmente, de acuerdo con el último informe del IPCC (2013), existe la posibilidad que el nivel del mar se eleve hasta en 0,82m para finales del siglo XXI. Teniendo en cuenta que el 60% de la población en Latinoamérica y el Caribe habita a menos de 100 km de las costas e inclusive más cerca (PNUMA, 2003), leves aumentos del nivel del mar podrían inundar regiones de menor elevación, acelerando la erosión costera y causando la necesidad de re-ubicar comunidades, así como su infraestructura. Esta última podría verse afectada seriamente en la operatividad de los puertos y en el funcionamiento de los sistemas de drenaje y alcantarillado, incrementando el riesgo de inundaciones en zonas costeras (ProDUS - UCR, 2014).

A manera de ejemplo, en el caso de Colombia, si se considera un escenario en el cual se incrementará el nivel del mar un (1) metro, se estima que cerca de 4.900 km² de los Litorales Caribe y Pacífico quedarían inundados de forma permanente, afectando entre 1,4 y 1,7 millones de habitantes de la costa Caribe (CEPAL, 2013).

Ilustración 1. Ejemplos de los efectos del cambio climático en Colombia

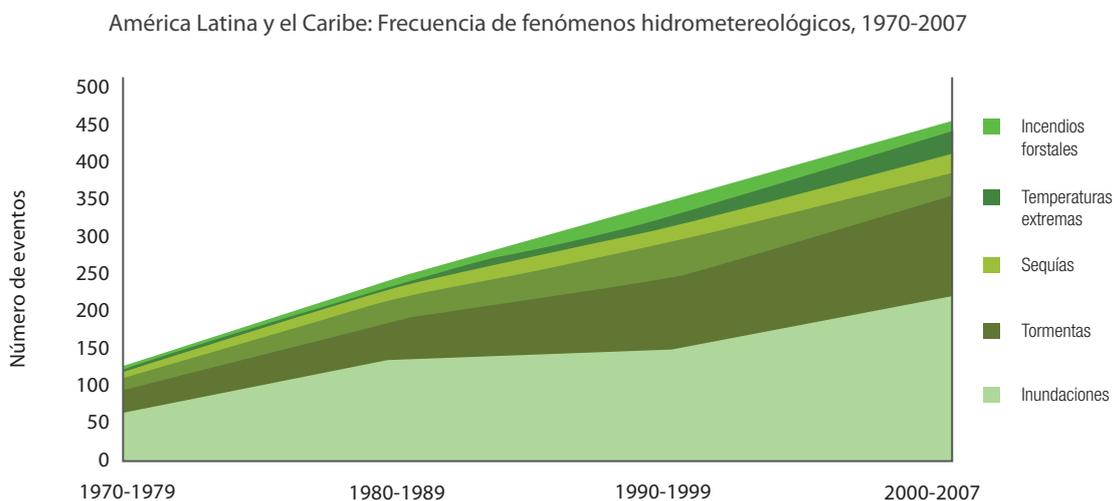


Fuente: Díaz - Granados, 2014.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por su acrónimo en inglés) indicó que, durante 2010, en Latinoamérica los desastres naturales climatológicos causaron más de 300.000 muertes y pérdidas por USD 49.400 millones, afectando en total a 13,8 millones de personas.

Como se puede apreciar en el Gráfico 1 que se presenta a continuación, en la región latinoamericana y del Caribe la frecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos ha aumentado consecutivamente en las últimas décadas.

Gráfico 1. Frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos en región Latinoamérica y el Caribe



Fuente: Samaniego, 2009.

Un ejemplo de los efectos en infraestructura debido al aumento en la intensidad de los eventos de precipitación extremos es el caso del fenómeno de la Niña de 2010 y 2011 en Colombia. En este evento, las precipitaciones afectaron gran parte del país generando pérdidas en productividad por 2,1 billones de pesos colombianos. Los daños alcanzaron los COP 11,2 billones de pesos colombianos, equivalentes a USD 6.500 millones³. Particularmente, en el sector de infraestructura de transporte, los daños fueron de 3.391.154 millones de pesos colombianos (aproximadamente USD 1.800 millones). En el sector de infraestructura energética, el costo de los daños sumó un valor de 876.648 millones de pesos colombianos (aproximadamente USD 470 millones) (BID; CEPAL, 2012).

Ilustración 2. Impactos del fenómeno de La Niña en el sector productivo



Fuente: Díaz - Granados, 2014.

³ Con un tipo de cambio de 1.856 pesos por dólar, tasa de cambio promedio entre octubre de 2010 y mayo de 2011.

Otro ejemplo de los impactos generados por los efectos del cambio climático en Latinoamérica es el caso de México en el año 2013, donde simultáneamente se presentaron el Huracán "Ingrid" y la Tormenta Tropical "Manuel", situación que afectó a más de 18 estados mexicanos, 521 municipios y causó 157 muertes. Entre los impactos causados por estos fenómenos en la infraestructura, se registró que 830.710 usuarios quedaron sin energía eléctrica, más de 3.000 kilómetros de carreteras y caminos se vieron afectados, se dañaron más de 120 puentes y más de 13.700 viviendas resultaron afectadas (CNN México, 2013).

Ilustración 3. Impactos del huracán 'Ingrid' y la tormenta 'Manuel' en Acapulco, México



Fuente: CNN México, 2013.

2.2. Costos asociados a los impactos del cambio climático

El cambio climático ha ocasionado y ocasionará impactos directos e indirectos sobre la infraestructura, como se indicó previamente, la severidad de estos daños dependerá de la vulnerabilidad y resiliencia al cambio climático de cada región y país. El Informe Stern de 2006 concluyó que las condiciones climáticas extremas podrían reducir el PIB mundial en un 1% de aquí al 2050 y los costos del cambio climático podrían ascender como mínimo al 5% del PIB cada año (UNESCO). Así mismo, se estima que el aumento de 2°C en la temperatura por encima de los niveles preindustriales podría costar USD 100 mil millones anualmente al año 2050 (BID, 2013). Así mismo, se estima que los impactos y costos por el incremento en el Nivel del Mar (ANM) al año 2080 podrían ascender entre USD 13,5 y USD 19,4 billones por año, equivalente al 2% del PIB para los miembros de la CARICOM. Para el año 2050 se cree que en Brasil, debido a los impactos económicos del cambio climático, el promedio anual de pérdida para cada ciudadano podría llegar a UDS 874.8 (CAF & Maplecroft, 2014).

De acuerdo con el estudio *"El desafío climático y de desarrollo en América Latina y el Caribe"*, elaborado por el BID, el daño económico anual asociado al cambio climático en la región latinoamericana será de USD 100.000 millones al año 2050 y se estima que los costos en materia de adaptación serán entre USD 20.000 y USD 300.000 millones anuales.

En el 2010, los impactos del cambio climático causaron la muerte de casi 400.000 personas y en la actualidad está costando al mundo más de USD 1,2 billones (DARA and the Climate Vulnerable Forum, 2012). En 2025, las pérdidas económicas causadas por el calentamiento global en los países que conforman la Comunidad Andina - Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia - podría alcanzar los USD 30 mil millones al año (Edwards, 2010). El IPCC concluyó también que, con una alta probabilidad, "los países en desarrollo serán más vulnerables al cambio climático que los países desarrollados". En el siguiente cuadro se presentan algunos de los costos acumulados debido a los efectos del cambio climático en Latinoamérica y el Caribe.

Aun cuando se requiere invertir un monto adicional para incluir la componente de adaptación en los proyectos de infraestructura, sus beneficios son mayores que sus costos, como se evidencia en varios estudios.

Cuadro 1. Pérdidas acumuladas por los efectos del cambio climático en Latinoamérica y el Caribe, 1970-2008

Tipo de fenómeno	Pérdidas (en millones de dólares)
Tormenta	42.374
Inundación	26.358
Sequía	8.698
Deslizamiento	2.006
Temperaturas extremas	1.179
Incendio Forestal	817
Total	81.435

Fuente: Samaniego, 2009.

Minimizar los efectos del cambio climático sobre la infraestructura y la sociedad es posible y factible. Diferentes estudios estiman que el costo incremental para hacer inversiones en infraestructura resiliente al clima oscila entre el 5% y 20% de la inversión (Eichhorst, 2010). Por ejemplo, en los países de la OCDE, el costo adicional de la construcción de nuevos edificios e infraestructura resiliente al cambio climático podría ascender a USD 15.000-150.000 millones anuales (0,05% – 0,5% del PIB) (UNISRD).

Se debe considerar que aun cuando se requiere invertir un monto adicional para incluir la componente de adaptación en los proyectos de infraestructura, sus beneficios son mayores que sus costos, como se evidencia en varios estudios (Stern 2007; ADB, 2005). Esto se debe a que hay daños evitados, es decir, costos que habrían ocurrido en ausencia de cualquier medida de adaptación (Eichhorst, 2010). Por ejemplo, una reducción del 20% de la población en riesgo generaría una reducción del 4,5% en la tasa de muertos, heridos y afectados.

Por otra parte, en el estudio *“Costos y Beneficios de la Adaptación al Cambio Climático en América Latina, 2011”*, elaborado por la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), se presentan varios resultados de diferentes estudios y proyecciones que muestran los costos del cambio climático y los costos y beneficios de incluir medidas de adaptación. Entre los resultados, se destaca que para los países en vía de desarrollo el costo total de atender las medidas de adaptación más urgentes oscila entre USD 8 y 33 billones y los costos totales de adaptación podrían ser al menos de USD 50 billones anuales. No obstante, se estima que los beneficios netos⁴ de implementar medidas de adaptación al Cambio Climático entre 2010-2015 podrían alcanzar entre USD 1,61 y 2,63 billones.

⁴ El beneficio neto se refiere a los ahorros totales que se obtendrían por la medida de adaptación, considerando el costo de implementación.

3. MEDIDAS Y ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA⁵

Mapa 3. Capacidad de Adaptación en Latinoamérica y el Caribe



Fuente: (CAF & Maplecroft, 2014).

El Índice de Capacidad de Adaptación evalúa la capacidad de las instituciones, de la economía y de la sociedad de un país para adaptarse al cambio climático. Esta capacidad adaptativa es definida en cada país de acuerdo con los siguientes factores: capacidad financiera y económica, financiamiento externo para cambio climático, asuntos de gobernanza y capacidad técnica y seguridad energética y del agua. Los países de Latinoamérica y el Caribe presentan una división en el ranking, siendo los países más pequeños y de menores recursos aquellos que clasifican en las categorías de extremo y alto riesgo, por otro lado los países más grandes y desarrollados clasifican como de bajo y mediano riesgo (CAF & Maplecroft, 2014).

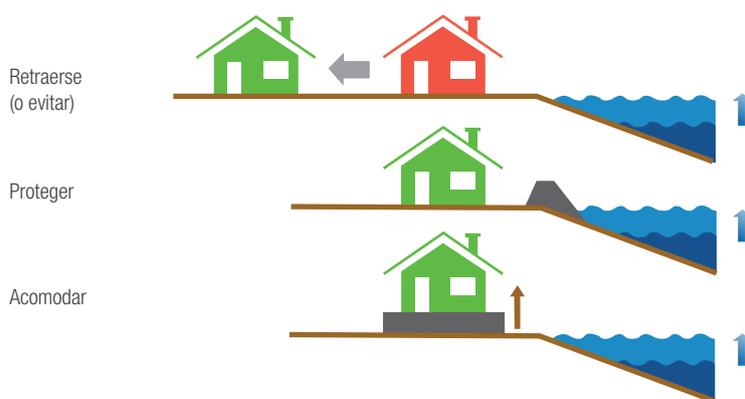
⁵ Las estrategias puntuales de adaptación en infraestructura se pueden consultar en el cuadro 2.

Cuando se habla de adaptación y vulnerabilidad, un concepto importante de definir es el de “resiliencia” al cambio climático. Este término se define como la capacidad de un sistema natural o humano para recuperarse ante una adversidad e incluso mejorar su estado después de haberse recuperado. Resiliencia ante el cambio climático en zonas urbanas, rurales y costeras implica lograr que los fenómenos asociados al cambio climático no afecten significativamente la calidad de vida y la capacidad de producir bienes y servicios en el mediano y largo plazo. Esto quiere decir que cuando se presente un desastre natural extremo, a pesar de los daños, estos eventos sirvan como una oportunidad para mejorar significativamente la infraestructura para que los impactos en eventos futuros sean menores. Las mejores prácticas indican que la resiliencia no solo se debe limitar a evitar un peligro en específico, la resiliencia se debe asegurar para prevenir la mayor cantidad de desastres potenciales e incluso abordar aquellos con menor probabilidad de ocurrencia (ProDUS - UCR, 2014).

De acuerdo con la UNOPS, los riesgos que implica el cambio climático no necesariamente tienen que causar desastres en las comunidades, los desastres ocurren cuando no se está preparado. Es por esto que la magnitud de un desastre depende de las características físicas, económicas y sociales de donde ocurre, en otras palabras, depende del nivel de resistencia de una comunidad para afrontar los eventos climáticos. Una comunidad capaz de resistir al clima es aquella que puede anticipar, responder eficazmente y recuperarse rápidamente frente a un evento climático. Aunque la severidad y frecuencia de los fenómenos naturales extremos haya aumentado, esto no necesariamente significa que los daños y afectaciones en las comunidades deban aumentar de la misma forma.

Adicionalmente, resulta importante señalar que un elemento de infraestructura no es funcional por sí solo, éste hace parte de un conjunto mucho más complejo. Esto implica que las vulnerabilidades de un componente pueden transmitirse a todo el sistema, sobre todo cuando este conjunto no tiene suficiente redundancia⁶. Por lo tanto, es necesario realizar esfuerzos para que cada componente sea más resistente a cualquier tipo de amenaza y que además se logre tener una redundancia física (ProDUS - UCR, 2014).

Ilustración 4. Tres enfoques fundamentales en adaptación



Fuente: (Eichhorst, 2010).

Las acciones en infraestructura no sólo deben ser estructurales, sino también se debe incluir el ámbito no estructural. Si el ordenamiento territorial es apropiado, éste puede ayudar a reducir las vulnerabilidades con un costo mucho más razonable que aquellas soluciones estructurales de intervención física, que en ocasiones no son las más adecuadas y solamente abordan el problema temporalmente. Las mejoras en infraestructura deben seguir el principio de planificación contingente, en el que cada afectación se convierte en una oportunidad de mejora y no debe bastar con recuperar la infraestructura destruida a como estaba antes de ser afectada, ya que se prevé que los eventos climáticos se intensificarán y serán más frecuentes. Cualquier construcción de soluciones como diques y demás estructuras de contención no solo debe estar fundamentada en la vulnerabilidad inminente de una población, estos sistemas deben concebirse pensando también en la vulnerabilidad a mediano y largo plazo (ProDUS - UCR, 2014).

⁶ La redundancia de un conjunto implica que el sistema pueda seguir funcionando aun cuando un elemento no opere adecuadamente.

Dentro de las prioridades se encuentra mejorar las redes de estaciones meteorológicas y sistemas de monitoreo para identificar los lugares más críticos y sensibles a los eventos climáticos extremos. Con esta identificación se pueden elaborar mapas de vulnerabilidad que permitan identificar los sectores de la infraestructura que requieran de una intervención más urgente y así poder preparar un esquema de priorización de esfuerzos.

En el sector de transporte es de vital importancia promover la redundancia del sistema, esto se puede lograr por medio de la construcción de nuevas vías y modos complementarios que permitan darle robustez al sistema y minimizar los efectos sobre la operación y productividad. De tal manera que si algún elemento en la infraestructura de transporte se ve afectado (p. ej. deslizamientos en carreteras o bloqueo de túneles y puentes) el sistema tenga varias alternativas para continuar prestando el servicio y poder minimizar las pérdidas en productividad.

Una de las medidas de adaptación que también es válida, como estrategia de mitigación, es la inversión en fuentes no convencionales de energía como centrales de energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, etc. El uso de estas fuentes tiene un componente de mitigación del cambio climático, ya que reduce las emisiones de GEI al evitar la quema de combustibles fósiles en la generación eléctrica. Igualmente, esta medida busca abordar la problemática asociada con las centrales hidroeléctricas que pueden no ser útiles en escenarios en los que se prevé un aumento en la duración y frecuencia de las sequías y olas de calor. Por esta misma razón, es importante realizar cambios en la operación de este tipo de infraestructuras, los sistemas de generación hidroeléctricos deben operarse bajo escenarios de cambio climático. Así mismo, es necesario mejorar y actualizar la infraestructura de distribución de recursos energéticos (líneas de transmisión), para minimizar su vulnerabilidad y garantizar el suministro de electricidad.

Ilustración 5. Energía eólica como alternativa a las fuentes convencionales



Fuente: Tomada de <http://erenovable.com/importancia-de-energia-eolica/>

Existen algunos riesgos frente a estas alternativas energéticas, por ejemplo la energía eólica es de carácter intermitente y actualmente no se cuenta con la capacidad para acumular su producción. Sin embargo, se deben considerar medidas complementarias para satisfacer la demanda energética en el corto plazo cuando las energías no convencionales sean insuficientes. Entonces, una matriz energética ideal sería aquella que no dependiera de solamente una fuente de generación, sino que complementara varias alternativas como la generación hidroeléctrica, geotérmica, eólica y solar y en menor medida termoeléctricas. Evidentemente cada país es un caso en particular y el uso de estas alternativas dependerá si se cuenta con los recursos, con la capacidad técnica, capacidad financiera, con el espacio necesario y demás condiciones que brinden una oportunidad apropiada para el desarrollo de estas tecnologías.

Un ejemplo de implementación de estrategias de adaptación exitosas es el caso de la Depresión Momposina en Colombia. Con el fin de reducir la vulnerabilidad de las comunidades debido a los riesgos de inundaciones asociados al cambio climático se implementaron las siguientes medidas: (i) unidades educativas construidas sobre pilotes; (ii) aislamiento térmico en unidades habitacionales y; (iii) huertos construidos sobre pilotes (López Rello).

Otro caso que vale la pena mencionar es el de Cuba. En el año 2000, Cuba comenzó un programa de electrificación de escuelas rurales mediante sistemas solares, este proyecto fue financiado directamente por el gobierno cubano y en menos de un año se instalaron paneles fotovoltaicos en 1.994 escuelas en zonas rurales, beneficiando así a 34.000 niños (CEPAL; GTZ, 2004). Lo interesante de este ejemplo, es que evidencia las sinergias entre mitigación y adaptación que se pueden presentar al implementar una medida. Esta inversión en energías no convencionales tiene un impacto directo en la reducción de emisiones de GEI y además es útil como medida de adaptación para diversificar la matriz energética, sobre todo en áreas rurales. De igual manera, son evidentes los co-beneficios sociales de esta medida.

En el siguiente cuadro se presentan algunos de los impactos más frecuentes del cambio climático sobre la infraestructura, acompañados de algunas medidas y/o estrategias de adaptación frente a estos posibles impactos⁷.

Cuadro 2. Impactos y medidas de adaptación en los diferentes sectores de la infraestructura

Sector afectado	Principales impactos en el sector	Estrategias / medidas de adaptación
Infraestructura urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Debido al aumento en las precipitaciones (y aumento del nivel del mar en zonas costeras), las redes de alcantarillado y desagüe pueden colapsar, generando inundaciones con caudales que pueden transportar rocas, troncos y demás materiales que afectan directamente la infraestructura urbana de carácter social, residencial, comercial y del sector productivo. • Riesgo de socavamiento y deslizamiento de estructuras y edificaciones que se encuentren en laderas y zonas de riesgo. • El aumento en la intensidad y duración de las olas de calor incrementará el riesgo de sufrir incendios en zonas rurales y urbanas que pueden afectar directamente las instalaciones del sector productivo y las edificaciones comerciales y residenciales. • Afectación en la operatividad adecuada de los puertos debido al aumento en el nivel del mar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar y/o adecuar los sistemas de alcantarillado y drenaje para aumentar su capacidad. • Realizar inversiones en infraestructura verde⁸ y planificación de ecosistemas para mejorar el drenaje natural (por ejemplo humedales). • Implementar programas de construcción de viviendas con normas de reducción de riesgo. • Construir tanques de almacenamiento temporal de aguas lluvias. • Planificación y ordenamiento territorial que permitan minimizar los daños. • Reubicación de estructuras en zonas de alto riesgo. • Construir medidas estructurales como muros de contención, taludes, rompeolas, falsos túneles, diques, espolones y otras infraestructuras que permitan aumentar la resiliencia frente a las amenazas causadas por los caudales altos

⁷ A manera de ejemplo se presentan algunos de los impactos más comunes. Esta lista no debe considerarse como una lista limitativa de todos y cada uno de los potenciales impactos en la infraestructura.

⁸ La infraestructura verde abarca varios enfoques de desarrollo sostenible. A medida que busca conservar la biodiversidad, integra paralelamente un componente de adaptación al cambio climático que permite reducir la vulnerabilidad y a su vez es útil para mitigar el cambio climático.

<p>Infraestructura de servicios públicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de socavamiento y deslizamiento en rellenos sanitarios. • Operación inadecuada de sistemas de tratamiento de aguas residuales debido al aumento de caudales y transporte de sedimentos. • Impactos sobre las estructuras, la operación y el acceso a diferentes servicios como centros educativos, centros de salud, redes de comunicación, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar las bases y cimientos de las celdas de residuos en los rellenos sanitarios; planificar estrategias de contención de desastres. • Construir tanques de almacenamiento para amortiguar los efectos del incremento en las precipitaciones. • Incorporar medidas de adaptación en los códigos de construcción; reforzar las infraestructuras ya existentes.
---	---	--

<p>Infraestructura energética</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto directo sobre la oferta de energía eléctrica debido a las sequías en países dependientes de generación hidroeléctrica. • Diferentes eventos climatológicos extremos pueden afectar tanto las instalaciones de generación de energía eléctrica como las líneas de transmisión. • Cambios en el agua subterránea pueden causar la degradación de los cimientos de las plantas de generación eléctrica y de procesamiento de petróleo (refinerías), así como afectar las líneas de transmisión, los gasoductos y oleoductos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo a través de la implementación de medidas de eficiencia y efectividad energética. • Incorporar medidas de adaptación en los diseños; reforzar las infraestructuras ya existentes; e invertir en fuentes no convencionales de energía, como centrales de energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, etc. (diversificación de la matriz energética). • Cableado de las líneas de transmisión bajo tierra para reducir su exposición. • Incentivar la autoproducción, ya sea para abastecer la demanda energética de una casa o al menos para calentar el agua necesaria para el consumo. • Incorporar estándares más estrictos en los códigos de construcción; construir pozos de captación y almacenamiento de las aguas en exceso.
--	--	---

<p>Infraestructura de transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos directos sobre la infraestructura del transporte como daños en puentes, carreteras, túneles, señalización, entre otros. • Posibles deslizamientos que afecten la infraestructura vial. • Descarrilamientos o colisiones debido al aumento en la intensidad de las precipitaciones. • Aumento en los tiempos de viaje. • Se pueden presentar: deformación de carreteras por una mayor fusión y <i>ahuellamiento</i> del asfalto, expansión térmica de articulaciones en puentes y superficies pavimentadas, deformación de los carriles debido a la expansión y el aumento de movimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir y mejorar barreras de protección de las vías, como muros de contenciones, taludes, falsos túneles, diques, espolones y otras estructuras que permitan prevenir la socavación en pilares de puentes y carreteras en áreas propensas a deslizamientos. • Incluir escenarios y proyecciones de cambio climático en la planeación del desarrollo vial. • En zonas rurales es necesario construir y realizar mantenimiento de carreteras, puentes y demás infraestructura que permitan realizar evacuaciones rápidas en caso de emergencias causadas por condiciones climáticas extremas. • Implementar nuevos estándares de diseño para que los rieles soporten temperaturas más altas (esta medida debe llevarse a cabo a nivel nacional).
---	---	--

Infraestructura de zonas rurales

- Debido a diferentes fenómenos hidroclimatológicos (principalmente sequías) las redes de almacenamiento y distribución de agua se verían afectadas, teniendo un impacto directo sobre la producción agrícola.
- Desarrollar infraestructura de almacenamiento y riego a varias escalas; Implementar sistemas artificiales o naturales para proteger de la erosión.
- Ajuste en las fechas de cultivo y variación en los tipos de cultivo; reubicación de cultivos.

Fuente: elaboración propia con información de (IPCC, 2007); (GTZ, 2009); (Alencastro, 2013); (BID; CEPAL; DNP, 2014).

4. MEDIDAS Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN INFRAESTRUCTURA

4.1. Visión general en infraestructura

La creciente urbanización está asociada al incremento en los ingresos y, el aumento en los ingresos, a consumos más altos de energía y mayores emisiones de GEI. Para el año 2011, más del 52% de la población mundial habitaba en áreas urbanas, fracción que se espera que continúe creciendo en los próximos años. Estas áreas son las que más consumen energía eléctrica y representan la mayor fracción de emisiones de CO₂ relacionadas con el uso de energía. El último reporte del IPCC (2013) señala que las ciudades de países que no pertenecen al Anexo I (grupo al que pertenece la región Latinoamericana y el Caribe) generalmente tienen mayores niveles de uso de energía per cápita que su respectivo promedio nacional. Es por esta razón, que la infraestructura urbana y la planeación espacial juegan un rol vital en la mitigación del cambio climático.

A pesar de que en cientos de ciudades se están llevando a cabo planes de acción frente al cambio climático, su impacto agregado en las emisiones urbanas es incierto. El problema radica en que ha habido valoraciones mínimas en cuanto a su implementación, en cuanto a las reducciones de emisiones alcanzadas y en cuanto al cumplimiento de las metas y compromisos propuestos. La mayor parte de los actuales planes de acción climáticos se enfocan en la eficiencia energética, y muy pocos consideran estrategias de ordenamiento territorial y medidas multisectoriales (IPCC, 2013).

De manera general, es importante lograr acentuar el desacople del crecimiento económico con el aumento en el consumo de electricidad e incremento de emisiones de GEI. Igualmente, es prioritario integrar políticas de cambio climático en las políticas de desarrollo de cada país, incluyendo componentes de cambio climático en las regulaciones, estándares, impuestos y cargos, incentivos financieros, acuerdos voluntarios, sistemas de información, y en investigación, desarrollo y demostración (RD&D por sus siglas en inglés). Las acciones a implementar se deben realizar con varios enfoques, ya sean locales, nacionales, sub-nacionales o regionales. Vale la pena resaltar que es primordial aumentar los instrumentos de financiación (IPCC, 2007).

En este orden de ideas, las estrategias eficaces de mitigación tienen que involucrar varias políticas que se refuercen mutuamente. Las medidas que se implementen en un sector no deben ser independientes de los otros sectores. En la mayor parte de los casos varios sectores se ven beneficiados con las mismas políticas. Un ejemplo de esto es

la localización de zonas de alta densidad de empleo cerca a zonas residenciales, esta es una medida de planificación territorial que tiene influencia sobre el sector de transporte, ya que reduciría los tiempos de viaje y permitiría el uso de vehículos no motorizados como la bicicleta.

Adicionalmente, existe un amplio consenso y evidencia en que las acciones de mitigación pueden resultar en co-beneficios en el corto plazo (p. ej. mejoras en salud debido a la reducción de la contaminación atmosférica, reducciones en ozono troposférico, reducciones en precursores de aerosoles) que pueden compensar una fracción significativa de los costos de mitigación (IPCC, 2007). Por último, es pertinente señalar que es de vital importancia promover cambios en el estilo de vida, cambios en los comportamientos y prácticas de gestión de infraestructura.

4.2. Enfoques sectoriales

En las siguientes dos décadas se espera que la inversión anual en suministro de energía proveniente de fuentes convencionales de combustibles fósiles disminuya en un 20% con respecto al año 2010. Mientras que la inversión en suministro de electricidad con fuentes bajas en carbono aumentará en más de 100% con respecto al 2010. Adicionalmente, se espera que globalmente las inversiones anuales en eficiencia energética en transporte, edificios e industria aumenten en USD 336 mil millones (IPCC, 2013).

En el 2010, el sector transporte consumió el 27% del uso final de energía y tuvo emisiones, directas e indirectas, de 6,7 Gt CO₂. Si no se implementan medidas ni estrategias de mitigación, para el año 2050 se estima que las emisiones de CO₂ serán el doble con respecto al año 2010. Si se implementan todas las medidas adecuadas (cambios en combustibles, eficiencia energética, desarrollo de infraestructura, planeación urbana integrada, y cambios en los comportamientos) se pueden esperar reducciones entre 15% y 40% con respecto a la línea base del 2010 (IPCC, 2013).

En el 2010, el sector edificaciones consumió el 32% del uso final de energía, con emisiones de 8,8 Gt CO₂, incluyendo emisiones directas e indirectas. Con respecto a la línea base de 2010, en el caso que no se implementen acciones, se espera que para el año 2050 la demanda de energía se duplique y las emisiones incrementen entre un 50% y 150%. La mayoría de las acciones de mitigación en las edificaciones tienen varios co-beneficios considerables, además del ahorro en los gastos de energía. Entre estos co-beneficios se encuentran: mejoras en la seguridad energética, mejoras en salud (gracias a los cambios en cocinas), mejoras en la productividad laboral y ganancias en el empleo neto. Incluso, los estudios que han monetizado estos beneficios colaterales a menudo encuentran que éstos superan el ahorro en costos de energía. Los códigos de construcción y estándares para aparatos eléctricos han significado los instrumentos más costo-efectivos para disminuir las emisiones. En países en desarrollo, estos instrumentos han contribuido a la estabilización y, en algunos casos, a la reducción de la demanda total de energía en los edificios. Para alcanzar metas ambiciosas en cambio climático, es primordial fortalecer códigos de construcción e introducirlos en la jurisdicción, además de extender su alcance a más edificaciones y tipos de electrodomésticos (IPCC, 2013).

Ilustración 6. Ejemplo de implementación de buses eléctricos en Guatemala



Fuente: Tomada de: <http://www.s21.com.gt/nacionales/2014/08/13/comuna-prueba-buses-electricos>.

De acuerdo con el último reporte del IPCC (2013), en el 2010, el sector industrial consumió el 28% del uso final de energía y tuvo emisiones, directas e indirectas, de 13 Gt CO₂. Si no se actúa, para el año 2050 se estima que las emisiones de CO₂ incrementen entre 50% y 150%, con respecto al año 2010. La intensidad energética en el sector industrial puede ser reducida en un 25% comparada con el nivel actual, a través de la modernización a gran escala, la sustitución y la implementación de las mejores tecnologías disponibles. Además, de las emisiones de CO₂, las emisiones de otros GEI como metano, óxido nitroso y gases fluorados representaron emisiones de 0,9 Gt CO₂ eq en el año 2010. Por lo tanto, la reducción en la emisión de estos gases también representa oportunidades valiosas en mitigación en este sector.

Los residuos sólidos y las aguas residuales representaron 1,5 Gt CO₂ eq en el 2010. Este sector es significativo en la mitigación del cambio climático a través de políticas que promuevan la reducción en los residuos, seguidas de políticas de re-utilización, reciclaje y recuperación de energía.

Otras medidas puntuales de mitigación en los diferentes sectores de la infraestructura se encuentran en el cuadro 3 que a continuación se presenta.

Ilustración 7. Ejemplo de edificio verde con paneles solares para autogeneración en Panamá



Fuente: Panasonic Latin America, 2014.

Cuadro 3. Medidas y estrategias de mitigación del cambio climático en infraestructura

Sector de Infraestructura	Medida / estrategia de mitigación
<p>Transporte</p>	<p>Las siguientes medidas deberían implementarse en su mayoría en todos los modos de transporte, incluyendo el transporte carretero, aéreo, portuario y férreo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el rendimiento (eficiencia) de los vehículos. • Promover el uso de combustibles que tengan menor impacto en el ambiente como biocombustibles o gas natural. • Promover el uso de vehículos eléctricos o híbridos. • Adecuar la infraestructura para que sea apta para el uso de alternativas sostenibles (p. ej. estaciones de recarga de vehículos eléctricos). • Priorizar esfuerzos que permitan abordar las principales limitaciones y barreras de estas alternativas (p. ej. autonomía y baterías de los vehículos eléctricos). • Garantizar un servicio de transporte público adecuado para que las personas se movilicen en este tipo de sistemas de transporte masivo. • Promover el uso de modos no motorizados como las bicicletas o incluso caminar. • Impuestos para la compra y uso de vehículos. <p>Algunos Indicadores de sostenibilidad en este sector son: tiempo promedio de viaje, cantidad de pasajeros transportados por kilómetro recorrido, número de kilómetros recorridos por unidad de combustible usado, toneladas de carga transportadas, cantidad de pasajeros por vehículo, emisiones de GEI por vehículo, etc.</p>
<p>Sector energético</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la eficiencia en el suministro y distribución de energía. • Reconversión tecnológica de carbón a gas natural por ejemplo. • Uso de energías renovables (solar, eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz). • Captura y almacenamiento de CO₂. • Mejoras tecnológicas para el almacenamiento de energía solar y eólica. • Impuestos sobre los combustibles fósiles. • Subsidios e incentivos para energías renovables. • Reducción de los subsidios de combustibles fósiles.

	<p>Algunos Indicadores de sostenibilidad en este sector son: uso de energía por unidad de PIB, eficiencia de la conversión y distribución de energía, participación de energías renovables en la oferta energética, emisiones de GEI por producción y uso de energía.</p>
--	---

Edificios e industria

- Uso más eficiente de la electricidad, por ejemplo aprovechar más la luz del día.
- Mejorar la eficiencia de sistemas de calefacción y enfriamiento.
- Autogeneración por ejemplo con energía solar, ya sea para abastecer la demanda energética o al menos para calentar el agua necesaria para el consumo.
- Implementar “techos verdes” que permitan la recolección y aprovechamiento del agua de lluvia.
- Realizar las modificaciones pertinentes para la re-utilización de aguas grises.
- Implementación de programas de aprovechamiento de residuos sólidos.
- Recuperación o reciclaje de gases fluorados.
- Incentivos para compañías de servicios energético (ESCOs).
- Control, captura y almacenamiento de emisiones.
- Recuperación de calor y energía.

Algunos Indicadores de sostenibilidad en este sector son: eficiencia en la ocupación del suelo, producción de desechos, consumo de energía y agua, valor económico del edificio, rentas o ingresos generados por el edificio y sus servicios, reutilización de aguas grises, recolección de aguas de lluvia.

<p>Infraestructura de gestión de residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Captura y aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios para generación de energía eléctrica o biocombustibles (biogás). • Incineración de residuos para generación eléctrica. • Reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos. • Compostaje de residuos orgánicos. • Tratamiento controlado de aguas residuales. • Optimizar la oxidación de metano. <p>Algunos indicadores de sostenibilidad en este sector son: cantidad de residuos dispuestos, cantidad de residuos re-utilizados, reciclados y aprovechados, reducción en emisiones de GEI.</p>
--	--

Infraestructura agrícola

- Eficiencia energética y uso racionado del agua; implementar tecnologías e infraestructura de riego que permitan minimizar el uso del agua y aprovecharla mejor.
- Mejora en la gestión de los cultivos para aumentar el almacenamiento de carbono en el suelo.

Referencias bibliográficas

Alencastro, L. A. (Marzo de 2013). *COSTOS ECONÓMICOS DE LOS PROCESOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO REFLEJADOS EN EL PRESUPUESTO PÚBLICO: CASO COLOMBIA, ECUADOR, NICARAGUA Y URUGUAY*. Recuperado el 30 de 09 de 2014, de CEPAL: http://www.cepal.org/ccas/noticias/paginas/6/49316/Alencastro-_Costos_de_Adaptaci%C3%B3n.pdf

BID. (05 de 06 de 2012). Recuperado el 06 de 10 de 2014, de América Latina y el Caribe enfrentan daños cuantiosos por calentamiento global, advierte informe: <http://www.iadb.org/es/noticias/articulos/2012-06-05/calentamiento-global-en-america-latina-y-el-caribe,10011.html>

BID; CEPAL. (2012). CEPAL. Obtenido de Valoración de daños y pérdidas: Ola invernal en Colombia 2010-2011: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/47330/olainvernalcolombia2010-2011.pdf>

BID; CEPAL; DNP. (2014). Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia - Síntesis -.

CAF, & Maplecroft. (2014). *Vulnerability and adaptation to climate change in the Latin American and Caribbean Region*.

CEPAL. (03 de 2013). Medio ambiente y desarrollo. Panorama del cambio climático en Colombia(146). Santiago, Chile: Naciones Unidas.

CEPAL; GTZ. (18 de 05 de 2004). *Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe: Situación y Propuestas de Políticas*. Recuperado el 12 de 10 de 2014, de http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/14982/lcl2132e_s.pdf

CNN México. (14 de 11 de 2013). *CNN México*. Recuperado el 06 de 10 de 2014, de Guerrero, el único estado con recursos especiales tras 'Ingrid' y 'Manuel': <http://mexico.cnn.com/nacional/2013/11/14/diputados-aprueban-la-creacion-del-fondo-guerrero-para-su-reconstruccion>

DARA and the Climate Vulnerable Forum. (2012). *Climate Vulnerability Monitor 2nd Edition: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet*. Madrid: Fundación DARA Internacional 2012.

Díaz - Granados, M. (2014). Universidad de los Andes. *Hidrología [diapositivas de PowerPoint]*. Bogotá, Colombia.

Doornbos, B. (10 de 2011). Experiencias en adaptación al "Cambio Climático" en Latinoamérica.: *Avances en políticas públicas nacionales, el accionar local de proyectos y una reflexión sobre su articulación*. Quito, Ecuador: ASOCAM; COSUDE.

Edwards, G. (11 de 2010). *SCOPING STUDY OF CLIMATE CHANGE ACTIVITIES ACROSS LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN TO INFORM THE CDKN REGIONAL STRATEGY: WHO IS DOING WHAT ON CLIMATE CHANGE IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN?* Recuperado el 10 de 10 de 2014, de http://intercambioclimatico.com/wp-content/uploads/CDKN_LAC_MAPPING_STUDY_FINAL_1.pdf

Eichhorst, U. (Mayo de 2010). Adaptación del Transporte Urbano al Cambio Climático. *Transporte Sostenible: Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo*. (GTZ, Ed., & A. Hurtado-Tarazona, Trad.) Eschborn, Alemania: Daniel Bongardt.

EPA. (14 de 03 de 2014). *Environmental Protection Agency*. Recuperado el 23 de 09 de 2014, de <http://www.epa.gov/espanol/cambioclimatico/ciencia/visiongeneral.html>

GLZ. (Julio de 2011). *Riesgo y Cambio Climático*. Recuperado el 09 de 10 de 2014, de Costos y Beneficios de la Adaptación al Cambio Climático en América Latina : <http://www.riesgoycambioclimatico.org/CostosBeneficiosACC/documentos/peru/EstudioCostoBeneficiodeACCenAmericaLatina.pdf>

GTZ. (2009). *Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing cities*.

IPCC. (17 de 11 de 2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. IPCC. Recuperado el 23 de 09 de 2014, de http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

IPCC. (2013). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Recuperado el 23 de 09 de 2014, de http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf

López Rello , R. (s.f.). *UNDP*. Recuperado el 23 de 09 de 2014, de http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/cat_santiago12_1_pnud_lopez_rello.pdf

Magrin, G. (15 de 10 de 2007). *Comunidadandina*. Recuperado el 09 de 10 de 2014, de Los Efectos del Cambio Climático en las areas costeras de América Latina: http://www.comunidadandina.org/desarrollo/cl_magrin.pdf2

Pachauri, R. K. (23 de 09 de 2014). *IPCC*. Recuperado el 09 de 10 de 2014, de Statement by Rajendra K. Pachauri, Chairman of the IPCC, to the Opening Ceremony of the UN Climate Summit: http://www.ipcc.ch/pdf/press/140923_RP_statement_NY.pdf

Panasonic Latin America. (27 de 01 de 2014). *J. CAIN & CO. PRESENTA NUEVO EDIFICIO VERDE EN PANAMÁ, EQUIPADO CON PANELES SOLARES PANASONIC*. Recuperado el 10 de 10 de 2014, de <http://www.panasonic.com/do/corporate/news/articles/201401-j--cain---co---presenta-nuevo-edificio-verde-en-panama--equipado.html#.VDhiav150So>

PNUMA. (2003). *GEO América Latina y el Caribe: Perspectivas del Medio Ambiente*. México D.F., México.

ProDUS - UCR. (11 de Junio de 2014). Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación de infraestructura ante el cambio climático. Costa Rica.

Samaniego, J. (2009). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Recuperado el 09 de 10 de 2014, de Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña: http://www.cepal.org/publicaciones/xml/5/35435/28-w-232-cambio_climatico-web.pdf

UNEP. (03 de 12 de 2010). *UNEP*. Recuperado el 06 de 10 de 2014, de http://www.unep.org/PDF/PressReleases/OceanacificationfinalDec2010_spanish.pdf

UNESCO. (s.f.). *WWAP, UNESCO*. Recuperado el 23 de 09 de 2014, de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-11-the-cost-of-climate-change/>

UNISRD. (s.f.). *Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción el Riesgo de Desastres*. Recuperado el 23 de 09 de 2014, de http://www.eird.org/wikiesp/images/Stern_longsummary_spanish.pdf

UNOPS. (s.f.). Fomento del desarrollo sostenible adaptando las comunidades y la infraestructura al cambio climático. *Cambio climático – Infraestructura – Comunidades*.