

**IMPLEMENTACIÓN DEL MAPA DE RUTA PARA LA ADAPTACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO
AL CAMBIO CLIMÁTICO (INCLUYENDO EL USO DE LA HERRAMIENTA DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS) E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR
MINERO Y DE LÍNEAS GRUESAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**

Lecciones aprendidas



Elaborado para:



Elaborado por:




Bogotá, D.C.
Diciembre de 2015

**IMPLEMENTACIÓN DEL MAPA DE RUTA PARA LA ADAPTACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO
AL CAMBIO CLIMÁTICO (INCLUYENDO EL USO DE LA HERRAMIENTA DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS) E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR
MINERO Y DE LÍNEAS GRUESAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**

Lecciones aprendidas

Hoja de control

Ambiental Consultores & Cía. Ltda., ACON, miembro Grupo INERCO

Versión: 002	Elaboró:	Revisó:	Aprobó:	Fecha aprobación: Diciembre de 2015
	Ambiental Consultores & Cía. Ltda., ACON, miembro Grupo INERCO 	UPME	Rodrigo Jiliberto	
	Vo. Bo.:	Vo. Bo.:	Vo. Bo.:	

Este documento, denominado "lecciones aprendidas", ha sido preparado por Ambiental Consultores & Cía. Ltda., miembro Grupo INERCO, con un conocimiento razonable y con el cuidado y la diligencia establecidos en los términos del contrato con Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.

Ambiental Consultores & Cía. Ltda. niega alguna responsabilidad con Unidad de Planeación Minero Energética - UPME y con terceros al respecto de cualquier materia fuera del alcance anterior. Este informe es confidencial al cliente y Ambiental Consultores & Cía. Ltda. no acepta ninguna responsabilidad en absoluto, si otros tienen acceso a parte o la totalidad del informe.

Anotaciones:

Equipo Técnico:

Rodrigo Jiliberto – Economista, Msc. Desarrollo Económico- Director del Proyecto

Helga Lahmann – Economista Msc. Gestión Ambiental - Coordinadora del Proyecto

José Alejandro Bernal Mejía – Ingeniero Ambiental y Sanitario, Msc. Gerencia Ambiental –
Coordinación del Proyecto

Edgar Botero– Especialista en energía

Alfredo Trespalacios – Especialista en Energía

Gabriel Medina – Especialista Ambiental

Andrea Cantillo – Profesional de Apoyo

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. METODOLOGÍA.....	3
1.1 Definición de terminología.....	3
1.2 Revisión de estudios y experiencias previas	3
1.3 Respuestas del sector a las medidas de adaptación propuestas.....	3
1.4 Revisión de experiencias internacionales.....	3
1.5 Entrevistas con actores.....	4
2. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PROPUESTAS	5
3. MARCO DE ANÁLISIS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS	7
3.1 Revisión bibliográfica	7
3.2 Definiciones importantes.....	14
3.2.1 Brecha	14
3.2.2 Barrera	14
3.2.3 Límite.....	14
3.2.4 Resiliencia.....	15
3.3 Tipologías de barreras y límites a la adaptación.....	15
3.3.1 Naturales	15
3.3.2 Tecnológicas (incluyendo las de información).....	16
3.3.3 Políticas (incluyendo las institucionales y regulatorias)	16
3.3.4 Mercado	16
3.3.5 Económicas.....	16
3.3.6 Sociales	16
4. REVISIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN SECTOR INTERNACIONAL	17
4.1 Revisión del entorno internacional.....	17
4.2 Consenso sobre la afectación de los servicios energéticos por el cambio climático	17
4.3 Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Energético	23
4.3.1 Tipología de las medidas de adaptación.....	24
4.3.2 Construcción de capacidades de adaptación	25
4.3.3 Acciones de adaptación de la infraestructura energética	27
4.3.4 Diversificación del riesgo.....	28
4.3.5 Explotar las oportunidades	29
4.4 Revisión de experiencias internacionales.....	30
4.4.1 Desarrollo energía renovable en Pakistán.....	30
4.4.2 Adaptación sector eléctrico en California	32
4.4.3 Desarrollo de energías renovables en Queensland	33
4.4.4 Opciones para energía renovable en Emiratos Árabes	34

4.4.5	Incentivos a las energías renovables en Nicaragua	35
4.4.6	Incentivos a las energías renovables en Guatemala	36
4.4.7	Barreras a las energías renovables en Ecuador	37
4.4.8	Barreras a inversiones en energía limpia en Argentina.....	38
4.4.9	Barreras a las inversiones en infraestructura energética limpia	39
4.4.10	Consolidación y resumen de barreras internacionales	40
4.4.11	Estrategias para cierre de brechas en contexto internacional	42
5.	ENTREVISTAS CON ACTORES CLAVES	45
5.1	Conclusiones de las entrevistas con los actores	53
5.1.1	Falta de información e incertidumbre.....	53
5.1.2	Requerimientos de adaptación	53
5.1.3	Cambios regulatorios.....	54
5.1.4	Dificultad en la integración de los actores	54
5.1.5	Conflictos sociales por los beneficios de la generación	55
6.	BARRERAS IDENTIFICADAS PARA COLOMBIA	56
6.1	Medidas Ambientales	56
6.2	Medidas de generación y transmisión.....	63
6.3	Medidas de fuentes no convencionales.....	66
6.4	Medidas de la gestión de la demanda.....	67
6.5	Medidas institucionales.....	68
6.6	Conclusiones sobre el análisis de barreras en el caso colombiano	69
6.6.1	Barrera de información para el sector	69
6.6.2	Barrera social de información.....	69
6.6.3	Barreras políticas	70
6.6.4	Barreras tecnológicas.....	70
6.6.5	Barreras del mercado.....	70
6.6.6	Barreras económicas	71
6.6.7	Resumen de barreras	71
7.	Análisis de cierre de brechas	78
7.1	Recomendaciones para superar las barreras identificadas	80
7.1.1	Cierre de brechas por barreras ambientales	80
7.1.2	Cierre de brecha por barrera social de información.....	81
7.1.3	Cierre de brecha por barreras políticas	81
7.1.4	Cierre de brecha por barreras de mercado	82
7.1.5	Cierre de brecha por barreras tecnológicas.....	82
7.1.6	Cierre de brecha por barreras económicas.....	83
7.2	Acuerdo de principios para superar el límite especificado: falta de consenso para toma de decisiones	83
7.3	Sobre la planeación de la adaptación y mitigación	83
7.4	Acerca de la expansión del sistema en respuesta a las barreras	85
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86

Bibliografía 90

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1 Medidas propuestas por OPTIM para la hoja de ruta de adaptación del sector energético	5
Tabla 3-1 Resumen de referencias consultadas	8
Tabla 4-1 Resumen de impactos del cambio climático sobre el sector energético	20
Tabla 4-2 Categoría de las medidas de adaptación en el sector energético	25
Tabla 4-3 Desarrollo energía renovable no convencional en Pakistán.....	30
Tabla 4-4 Adaptación al cambio climático del sector eléctrico en California	32
Tabla 4-5 Desarrollo de energías renovables en Queensland.....	33
Tabla 4-6 Opciones para energías renovables en Emiratos Árabes.....	34
Tabla 4-7 Incentivos a las energías renovables en Nicaragua.....	35
Tabla 4-8 Incentivos a las energías renovables en Guatemala.....	36
Tabla 4-9 Barreras a las energías renovables en Ecuador	37
Tabla 4-10 Barreras a inversiones en energía limpia en Argentina	38
Tabla 4-11 Barreras a inversiones en energía limpia.....	39
Tabla 4-12 Listado de barreras a la adaptación y acciones para superarlas a partir de la revisión internacional.....	42
Tabla 5-1 Entrevista con Ministerio de Minas y Energía.....	45
Tabla 5-2 Entrevista con ACOGEN.....	45
Tabla 5-3 Entrevista con EPM.....	47
Tabla 5-4 Entrevista con ISAGEN	49
Tabla 5-5 Entrevista con CORNARE	50
Tabla 5-6 Entrevista con CORANTIOQUIA	51
Tabla 5-7 Entrevista con ÁREA METROPOLITANA	52
Tabla 6-1 Barreras identificadas para las medidas ambientales.....	58
Tabla 6-2 Barreras identificadas para las medidas en generación y transmisión	63
Tabla 6-3 Barreras identificadas para las medidas fuentes renovables no convencionales	66
Tabla 6-4 Barreras identificadas para las medidas de gestión de la demanda	67
Tabla 6-5 Barreras identificadas para las medidas institucionales	68
Tabla 6-6 Resumen de barreras y acciones en el contexto nacional	72

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 7-1 Toma de decisiones bajo incertidumbre para cambio climático.....	84

IMPLEMENTACIÓN DEL MAPA DE RUTA PARA LA ADAPTACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO AL CAMBIO CLIMÁTICO (INCLUYENDO EL USO DE LA HERRAMIENTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS) E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR MINERO Y DE LÍNEAS GRUESAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Lecciones aprendidas

INTRODUCCIÓN

Este documento constituye el Producto 1 “Análisis de las lecciones aprendidas tanto a nivel nacional como internacional en el que se hayan recopilado las barreras identificadas para implementar las medidas de adaptación” que se desarrolla en el marco del Contrato No. C-311484-003-2015 suscrito entre la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ambiental Consultores & Cía. Ltda. (ACON).

Este documento tiene como objetivo principal la identificación de las barreras de adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática para el sector energético en Colombia, así como las dificultades que enfrenta para incrementar su resiliencia ante estos dos fenómenos. Las propuestas previas de medidas de adaptación desarrolladas por Optim (2013 y 2014) para la UPME han sido parcialmente objetadas por parte de actores del sector. Si bien esto puede considerarse un impedimento para la ejecución de acciones a corto y largo plazo para que uno de los sectores más importantes del país reduzca su vulnerabilidad frente al cambio climático, no es la primera vez que esta divergencia se presenta a nivel mundial y requiere ser analizada en un contexto más amplio.

Para la elaboración de este informe, se consultaron experiencias previas del orden nacional e internacional sobre implementación de medidas de adaptación al cambio climático y barreras encontradas en el sector energético. En todas ellas se encuentra, cómo los agentes exponen, argumentos para la no ejecución de acciones, entre los que se establecen algunos del orden social, natural, económico, político, entre otras, y que fueron definidos como barreras que limitan la capacidad de cumplimiento de los actores.

Así, en una primera parte se expone la metodología utilizada para la elaboración de la investigación consolidada en este documento. Luego se presentan las medidas de adaptación propuestas en la consultoría anterior (Optim 2013 y 2014). Se prosigue estableciendo el marco de análisis para la identificación de barreras, teniendo en cuenta qué se entiende por barrera y qué tipos de barreras pueden existir.

En la cuarta parte se presentan las lecciones aprendidas de estudios de caso a nivel internacional, para luego seguir con las lecciones aprendidas a nivel nacional (entrevistas). En la sexta parte se presentan las barreras identificadas para las medidas propuestas para el

sector.

Finalmente se realiza un análisis sobre el cierre de brechas y cómo superar las barreras identificadas, para luego presentar conclusiones y recomendaciones.

El desarrollo de esta consultoría se da en medio de una coyuntura energética en el país debido al efecto del fenómeno del Niño que ha generado una crisis en el sector eléctrico y que amenaza con un racionamiento, lo que ha obligado al Gobierno a tomar acciones como modificaciones en la regulación e incrementar las tarifas de energía de los usuarios regulados. Esta situación ha puesto en debate el nivel de adaptación que tiene el sistema energético nacional a fenómenos climáticos extremos, que están cambiando los patrones de lluvia en todo el país y generan escasez del gas natural necesario para operar las plantas térmicas de una manera competitiva. Sin duda, los elementos que se analizan en este documento tienen más importancia que hace unos meses cuando no se preveía esta situación.

1. METODOLOGÍA

Para el análisis de barreras de adaptación al cambio climático en el sector energético se estableció la siguiente metodología.

1.1 Definición de terminología

Dadas las diferentes interpretaciones de lo que se considera una barrera y un límite a las medidas de adaptación al cambio climático en el sector energético, se consideró necesario hacer una revisión bibliográfica a nivel internacional que permitiera definir los términos dando coherencia al análisis y a las conclusiones del mismo.

1.2 Revisión de estudios y experiencias previas

Se adelantó una revisión de las consultorías previas realizadas para establecer la hoja de ruta de adaptación del sector minero energético al cambio climático según las recomendaciones que fueron presentadas a la UPME. Esta información sirvió para entender los aspectos relevantes y aquellos que fueron considerados por algunos actores del sector como equivocados con lo cual resultaban imposibles de implementar.

No se estableció una limitante a partir de dichos estudios previos, es decir, aunque se revisaron y se consideraron en el análisis de los actores, el trabajo realizado tiene un mayor alcance y buscar establecer barreras que pudieron no haber sido identificadas por dichos estudios. Así mismo, busca identificar acciones de adaptación exitosas a nivel internacional que sirvan para alimentar el proceso de definición de la hoja de ruta para la adaptación del sector.

1.3 Respuestas del sector a las medidas de adaptación propuestas

Se realizaron reuniones con entidades del sector para entender la posición frente a las medidas de adaptación propuestas y las objeciones expresadas en diferentes comunicaciones a la UPME sobre los supuestos usados y la imposibilidad de implementar las propuestas ya sea por barreras tecnológicas, regulatorias, del mercado o sociales, como la falta de información relevante y confiable para la toma de decisiones.

1.4 Revisión de experiencias internacionales

Se hizo una revisión de experiencias internacionales para entender cuáles han sido las medidas de adaptación propuestas para el sector energético y entender las diferentes barreras que se han encontrado. Para ello, se recurrió a estudios de entidades multilaterales como el Banco Mundial y sectoriales como la Agencia Internacional de Energía. Este estudio se completó con el análisis de experiencia específicas de países y regiones que han empezado a implementar las

medidas de adaptación de sus sectores energéticos estableciendo las barreras que han encontrado y las acciones que han emprendido para superarlas.

1.5 Entrevistas con actores

Se realizaron entrevistas con diferentes actores del sector como empresas generadoras de energía, comercializadores de energía eléctrica, gremios, corporaciones autónomas regionales y ministerios. Igualmente, se participó en los talleres de socialización llevados a cabo en Bogotá, Medellín y Cali, en los que se reconoció la posición de entidades oficiales como el DNP y actores del mercado como empresas desarrolladoras de proyectos de generación de energía.

2. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PROPUESTAS

En esta sección se presentan las medidas de adaptación para el sector energético propuestas por Optim (2013 y 2014). Para cada una de ellas se identifican las barreras y límites en su implementación, así como las recomendaciones para lograr cerrar las brechas correspondientes. Estas medidas fueron enmarcadas en cinco grupos a saber: ambiental, optimización en la generación y la transmisión, fuentes no convencionales de energía, gestión de la demanda y medidas institucionales que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2-1 Medidas propuestas por OPTIM para la hoja de ruta de adaptación del sector energético

Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la cobertura vegetal (activa). • Aumento en la cobertura vegetal (pasiva). • Conservación de Ecosistemas Naturales. • Control de la erosión en zonas agrícolas y mineras. • Uso eficiente del agua en usos no hidroeléctricos¹.
Optimización de la generación y transmisión
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la eficiencia de la generación con fuentes convencionales, con sus costos asociados. • Optimización de la operación de los embalses. • Expansión de la capacidad instalada con fuentes convencionales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Expansión plantas térmicas a carbón ○ Expansión plantas térmicas a gas ○ Expansión plantas hidroeléctricas • Promoción de la generación distribuida. • Aumento de la eficiencia en la transmisión.
Fuentes no convencionales de energía
<ul style="list-style-type: none"> • Generación con energía solar. • Generación con energía eólica. • Generación con energía geotérmica. • Generación con biomasa.
Gestión de la demanda
<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de eficiencia energética residencial. • Medidas de eficiencia energética industrial. • Medidas de eficiencia energética sector terciario.

¹ También se incluyen los usos hidroeléctricos de acuerdo a la resolución 052 de 2012 “Por la cual se define la metodología para la evaluación de los proyectos de generación de energía eléctrica que les aplica el Decreto 2820 de 2010”

Medidas institucionales
<ul style="list-style-type: none">• Fortalecimiento de la gestión de información para la toma de decisiones de adaptación.• Fortalecimiento de la capacidad de observación y reacción ante eventos climáticos extremos.• Inclusión de posibles efectos del Cambio Climático en la planeación del sector eléctrico.• Impulso de conexiones internacionales.

Fuente: Optim 2014.

Para el estudio de las barreras y el cierre de brechas se tuvo en cuenta el análisis de las experiencias internacionales de adaptación en el sector energético, los comentarios recibidos por la UPME por algunos de los actores del sector sobre esta propuesta de elementos de la hoja de ruta, las entrevistas con las diferentes entidades del sector y relacionadas sobre sus acciones de adaptación y el nivel de desarrollo de las mismas y los insumos recogidos en los eventos de socialización realizados en tres ciudades.

3. MARCO DE ANÁLISIS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS

En este capítulo se hace una revisión de los términos relacionados con los procesos de adaptación al cambio climático por los sistemas energéticos, pues es fundamental entenderlos para que sirvan como base cuando se clasifican las acciones, las barreras y las estrategias que se han definido nacional e internacionalmente.

3.1 Revisión bibliográfica

Se efectuó una revisión de la literatura internacional que permitió identificar las lecciones aprendidas y definir el marco del análisis de las barreras y límites a las medidas de adaptación al cambio climático en el sector energético. En la Tabla 3-1 se resumen las referencias consultadas para esta parte del trabajo.

Tabla 3-1 Resumen de referencias consultadas

Artículo	Autores	Año	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Institutionalizing the urban governance of climate change adaptation: Results of an international survey	Alexander Aylett	2015	Analizar la institucionalidad gubernamental en los gobiernos locales sobre la adaptación al cambio climático luego de los resultados del Urban Climate Change Governance Survey (UCCGS) llevado a cabo por el MIT en el que participaron 350 municipalidades de los cinco continentes.	Los resultados muestran una integración del planeamiento de mitigación y adaptación. 73 % de los participantes aseguró que sus gobiernos locales están involucrados con la adaptación y la mitigación. 75 % está integrando planes de adaptación en sus objetivos sectoriales.	Se enfatiza en la necesidad de teorías de gobierno que sean capaces de llevar registro de las dinámicas internas con las agencias gubernamentales.
Residents' understanding of the role of green infrastructure for climate change adaptation in Hangzhou, China	Jason A. Byrne, Alex y. Lo, Yang Jianjunc	2015	Reportar los resultados de una encuesta realizada a usuarios de espacios verdes a través del plantado de árboles espacios comunales como respuesta de adaptación.	Los encuestados suelen favorecer la estrategia de plantación de árboles en la medida que son mayores. Creen que las acciones individuales pueden reducir los impactos del cambio climático.	Los planeadores de terrenos en China podrían hacer intervenciones verdes sobre los espacios más antiguos y los residentes.
Strengthening the role of universities in addressing sustainability challenges: the Mitchell Center for Sustainability Solutions as an institutional experiment	David Hart, et al.	2015	Desarrollar un marco conceptual integrado para fortalecer las capacidades de la universidades de tal manera que ayuden a la sociedad a comprender y responder ante una gama de retos de sostenibilidad.	Surgieron tres patrones que están asociados a la implementación de estrategias efectivas: 1. Aprender haciendo: hacer énfasis en lo local e investigar en dinámicas a corto plazo de sistemas socioecológicos. 2. Tener grupos de interés iterativo y formas inclusivas de conocimiento. Estas pueden generar beneficios substanciales en temas de	Las universidades son clave para ayudar a acelerar la transición a la sostenibilidad. Estas pueden ayudar a alcanzar dos grandes desafíos organizacionales: 1. Superar la fragmentación disciplinaria que algunas veces impide el entendimiento de una manera integral del problema de sostenibilidad. 2. Asegurar que la investigación no solo aumenta la comprensión, sino que fortalece la capacidad

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Artículo	Autores	Año	Objetivo	Resultados	Conclusiones
				inversión, aún más cuando hay un proceso compartido, entre los investigadores, de identificación de problemas. 3. Hacer uso de la experiencia multidisciplinaria haciendo énfasis en el respeto mutuo, adaptabilidad y soluciones.	colectiva de vincular el conocimiento a la acción.
Rethinking barriers to adaptation: Mechanism-based explanation of impasses in the governance of an innovative adaptation measure	G. Robbert Biesbroek, Catrien J.A.M. Termeer, Judith E.M. Klostermann, Pavel Kabat	2014	Proponer unas perspectivas diferentes, con diferentes supuestos epistemológicos acerca de la relación causa-efecto en barreras estudiadas para identificar los retos de la adaptación.	El estudio sugiere que cuando la adaptación es considerada como algo innovador, los mecanismos empleados ocurrirán más fácilmente.	Concluyen que el mecanismo encontrado por la investigación ofrece nuevas oportunidades y diferentes tipos de estrategias que estudios previos.
Multicultural approaches to disaster and cultural resilience. How to consider them to improve disaster management and prevention: the Italian case of two earthquakes	Barbara Lucini	2014	Desarrollar un marco conceptual sociológico para mejorar la capacidad operativa de los desastres y la resistencia cultural, durante los tiempos de desplazamiento, reubicación y prevención.	Se plantea una representación del enfoque multicultural de la catástrofe y la resistencia cultural a partir de dos casos de estudio: los dos últimos más grandes terremotos italianos.	Es posible comprender estas cuestiones a partir de un modelo analítico basado en un continuo sociológico.
Limits and barriers to adaptation to climate variability and change in Bangladeshi coastal fishing	Md. Monirul Islam, Susannah Sallu, Klaus Hubacek, Jouni Paavola	2013	Identificar y caracterizar los límites y barreras de adaptación de actividades de pesca debido a ciclones. Lo hacen para dos comunidades pesqueras en	Los límites incluyen características físicas del clima como mayor frecuencia de los ciclones. Las barreras incluyen botes con poca tecnología, pronósticos	Se requiere examinar a más profundidad los determinantes e implicaciones de dichos límites y barreras para lograr desarrollar medidas para superarlas.

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Artículo	Autores	Año	Objetivo	Resultados	Conclusiones
communities			Bangladesh mediante cuestionarios, entrevistas orales, matrices de vulnerabilidad y focus group.	inadecuados de clima, radios con poca señal, escaso acceso a créditos, bajos ingresos, rezago en educación.	
Unpacking multilevel adaptation to climate change in the Great Barrier Reef, Australia	Pedro I.J. Fidelman, Anne M. Leitch, Donald R. Nelson	2013	Examinar cómo la adaptación al cambio climático se presenta en un contexto complejo de gobierno multinivel. Como caso de estudio propone la región GBR de Australia.	Demuestra que el acercamiento multinivel es necesario pero no es condición suficiente en respuesta a un sistema con relaciones multiescala y multisector como es el caso de la adaptación al cambio climático.	Es importante reconocer que la adaptación puede involucrar diferentes aspectos relacionados con factibilidad, costos, justicia y legitimidad.
Exploring social barriers to adaptation: Insights from Western Nepal	Lindsey Jones, Emily Boyd	2011	Exponer y explorar algunos de los elementos que subyacen a las barreras sociales de adaptación. Se presentan dos casos de estudio en el oeste de Nepal.	Explora cómo los ambientes restrictivos socialmente limitan las acciones de adaptación y la capacidad a nivel local, particularmente para los marginados y excluidos socialmente.	Los acercamientos sugieren la necesidad de reconocer la diversidad y complejidad de las barreras sociales para llevar a cabo planes de adaptación en materia de cambio climático.
A framework to diagnose barriers to climate change adaptation	Susanne Moser and Julia Ekstrom	2010	Presentar un marco general para la identificación de barreras que impiden el proceso de adaptación al cambio climático.	Presentación de una metodología para la identificación y topología de barreras.	Es necesario considerar la participación de todos los agentes durante las fases de identificación del problema, el planteamiento de soluciones y ejecución de las mismas, clarificando los roles y alcances de cada actor.
Transforming barriers into enablers of action on climate change: Insights from three municipal case	Sarah Burch	2010	Explorar las barreras para identificar acciones sostenidas en el tiempo.	Se requiere de una directiva de alto nivel articulada, del liderazgo que estimule una cultura organizacional de la innovación y la colaboración, y de la	Los obstáculos no están relacionados con la falta de capacidad técnica, financiera o humana. Una solución es el establecimiento de un plan integrado de adaptación y

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Artículo	Autores	Año	Objetivo	Resultados	Conclusiones
studies in British Columbia, Canada				institucionalización de las medidas de respuesta al cambio climático dentro de los procedimientos operativos estándares.	mitigación del cambio climático que se ocupe de las emisiones corporativas y comunitarias que esté apoyado por procesos institucionalizados e interdepartamentales. Debe existir un liderazgo político con la participación ciudadana. Debe existir un plan de sostenibilidad a largo plazo en el que todos participen.
Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso	Jonas Østergaard Nielsen, Anette Reenberg	2010	Explorar estrategias de adaptación en una pequeña villa en Northern Burkina Faso.	La cultura de uno de los principales grupos étnicos de la región, representa la mayor barrera para la construcción de estrategias de convivencia.	La adaptación al cambio climático nunca será un proceso homogéneo aceptado por todas las partes sino que estará influenciado por factores como la clase, el género y la cultura, solo por mencionar algunos.
Technology Transfers and Climate Change: International Flows, Barriers, and Frameworks	Thomas L. Brewer & Muthukumara Mani	2009	Hacer énfasis en la importancia de transferencia de tecnología y la inversión directa a nivel internacional.	Reflejan la diversidad en la geografía de los flujos de tecnología, un enfoque sobre los tipos de flujos económicos internacionales para la transferencia de tecnología, un conjunto de barreras a los flujos internacionales de ésta y diferentes marcos de trabajo institucionales que pueden facilitar o impedir las corrientes de tecnología.	Sin dejar de considerar las políticas internacionales y la transferencia de tecnología entre los países, las políticas internas en cuanto al cambio climático son fundamentales, las cuales darán forma a la agenda del gobierno y de las empresas.
Adaptation to climate change:	Ian Burton	2006	Explorar el reto de adaptación a los impactos	Examina los problemas subyacentes y establece una	Un reto fundamental en la adaptación internacional es

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Artículo	Autores	Año	Objetivo	Resultados	Conclusiones
International policy options			del cambio climático que no pueden evitarse con el fin de minimizar el costo humano y ambiental	serie de posibilidades. Se destacan los puntos claves para el diseño de políticas de adaptación y resume los esfuerzos de adaptación internacionales hasta la fecha.	cerrar la brecha entre políticas y el contexto político. Los impactos climáticos traen problemas de equidad global. Las estrategias de adaptación más eficaces serán las que abordan los riesgos climáticos en general. Desde lo político, gran parte de las medidas se basan en los procedimientos. Debe existir un conjunto de compromisos internacionales que aborden las causas fundamentales del cambio climático que abarque tanto la adaptación como la mitigación.
Climate Change and the adaption deficit	Ian Burton	2004	Identificar dos tipos de adaptaciones y el papel de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Hacer una comparación entre la adaptación y la mitigación.	Se tienen dos tipos de adaptaciones: adaptación diaria al cambio climático y a los mandatos de las Naciones Unidas en cuanto al cambio climático. Existe una necesidad de llevar a cabo un único proceso continuo de adaptación al cambio. Se requiere el desarrollo de un régimen formal de adaptación bajo una Convención similar al régimen de mitigación de Kioto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hay un déficit inaceptable y creciente en la adaptación. 2. El déficit puede abordarse combinando el trabajo de la convención climática y el proceso de desarrollo y la integración de los riesgos climáticos. 3. Con una mejor integración de estos dos aspectos llevarán al éxito de disminuir la adaptación.
Adaptation of California's electricity sector to	Edward Vine	2012	Enfocar los retos de la adaptación al cambio climático desde la demanda,	Presenta los impactos sobre cada uno de los recursos de generación. Para el caso	Los gobiernos locales juegan un rol importante en la regulación de construcción y el

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Artículo	Autores	Año	Objetivo	Resultados	Conclusiones
climate change			tanto residencial como comercial, y desde la oferta en California.	hidráulico se podrían presentar inconvenientes por aumentos de los aportes, afectando las centrales y controles de flujo. Se espera una participación del 33 % de energías renovables no convencionales para 2029.	uso de más fuentes renovables. Los escenarios secos pueden llevar a una pérdida del 10 % de los aportes hidrológicos. Un aumento de la nubosidad podría reducir hasta en un 20 % la radiación solar.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

3.2 Definiciones importantes

A continuación se definen los principales términos relacionados con la adaptación al cambio climático en el sector energético.

3.2.1 Brecha

La literatura consultada no hace referencia específica a la definición de brecha en aspectos relacionados con el cambio climático. En el contexto de este trabajo, se definirá brecha como la diferencia que existe entre la condición actual y la condición necesaria para cumplir con cada propuesta de adaptación al cambio climático para el sector energético.

3.2.2 Barrera

Islam et. al. (2014) exponen que los límites y las barreras para la adaptación restringen la capacidad de las personas y las organizaciones para identificar, evaluar y gestionar los riesgos de una manera que logren maximizar su bienestar. Algunas de estas barreras pueden subyacer a la no identificación clara de los agentes de sus necesidades o de la sobrevaloración de las circunstancias por parte del líder de adaptación.

De la literatura referenciada se destacan dos definiciones de barreras:

- i. Condiciones o factores que hacen difícil la adaptación ante el cambio climático (Østergaard Nielsen & Reenberg, 2010)
- ii. Obstáculos que pueden superarse con un esfuerzo concertado, gestión creativa, cambio de pensamiento, estableciendo prioridades, cambios relacionados con recursos, cambios de suelo, entre otros (Moser & Ekstrom, 2010).

Para este trabajo se definirá una barrera como aquella condición o factor que hacen difícil o impiden la adaptación al cambio climático y que pueden superarse con un esfuerzo concertado. Será indispensable que los actores involucrados en dicha concertación manifiesten su interés en hacerlo, de otra manera deberá ser considerado como un límite.

3.2.3 Límite

Moser y Ekstrom (2010) se refieren a los límites como los obstáculos que tienden a ser absolutos en un sentido real; constituyen umbrales más allá de las actividades existentes de los usos del suelo, ecosistemas, especies y estados del sistema que no se pueden mantener. Los límites aparentes, especialmente los sociales, son de hecho barreras maleables, se pueden superar con suficiente voluntad política, apoyo social, recursos y esfuerzos.

Además, para Østergaard y Reenberg (2010) los límites son aquellos factores que son insuperables.

De la misma forma, Islam et. al. (2014) definen los límites como las condiciones o factores que hacen que la adaptación como respuesta al cambio climático sea ineficaz y son en gran medida insalvables. Esta definición no se refiere a la incapacidad de realizar la acción, sino que para evaluarla, sería necesario realizar un análisis causa-efecto y valoración de su impacto; para este trabajo esta definición se considera impráctica.

En específico, para el trabajo que este documento representa, se entenderán como límites aquellas barreras que no pueden ser superadas por ninguno de los elementos considerados. En el momento en que se encuentre una alternativa viable para superar un límite, este pasará a ser considerado una barrera.

3.2.4 Resiliencia

La resiliencia de los sistemas energéticos se refiere a su robustez y capacidad para recuperar las operaciones o para minimizar las interrupciones del servicio. También implica la capacidad para resistir eventos extraordinarios, la seguridad de las infraestructuras y las personas y asegurar la confiabilidad de los sistemas energéticos como un todo (Consejo Mundial de Energía, 2015).

3.3 Tipologías de barreras y límites a la adaptación

Islam et. al. (2014) describen que las tipologías de límites y de barreras pueden estar categorizadas según su naturaleza, pueden ser naturales, tecnológicas, económicas, sociales o institucionales. Si bien la mayoría de los documentos consultados hablan de actores claramente identificados, para el caso de la electricidad en Colombia, los agentes encargados de las soluciones no serán necesariamente únicos, en este sentido hay que definir un tipo de barreras que corresponderán al mercado y la acción individual de los agentes en respuesta a algunas señales. Para Fidelman et. al. (2013) las mayores barreras corresponden a la no congruencia de los grupos de interés, cuando sus objetivos particulares no pueden ser alineados para la ejecución de estrategias conjuntas.

Para efectos de este trabajo, se considerarán las siguientes tipologías para barreras:

3.3.1 Naturales

Van de los umbrales de los ecosistemas a las limitaciones geográficas y geológicas. Estas dependerán de la sensibilidad inherente de algunos ecosistemas, hábitats y especies. Pueden localizar la adaptación económica y social, en especial de comunidades que dependen de los

ecosistemas (como pesca y agricultura).

3.3.2 Tecnológicas (incluyendo las de información)

Incluyen la falta de estructuras de ingeniería dura o la falta de equipos, herramientas y/o técnicas. Algunas pueden incluso estar limitadas por barreras económicas o culturales. También pueden acarrear información inexacta debido a, por ejemplo, limitaciones de modelado climático, falta de pronósticos precisos o metodologías dependientes de información histórica (que a futuro debe ser modificada por el cambio climático).

3.3.3 Políticas (incluyendo las institucionales y regulatorias)

Las principales barreras para la integración de políticas se asocian con las diferentes percepciones y objetivos de los grupos de interés. Es necesario lograr aislar los problemas de agencia durante la identificación de actividades a realizar por los actores.

3.3.4 Mercado

Aquellas que involucran la respuesta de diferentes actores a condiciones dadas para el juego en el mercado energético y de licitaciones para la expansión de la red de transmisión. Así mismo, barreras que impiden el desarrollo de acciones de adaptación como diversificación de la matriz energética.

3.3.5 Económicas

Restringen la adaptación de los agentes que no tienen en sus proyecciones de gastos los rubros relacionados con la adaptación al cambio climático, en la medida que son de alto costo o sus beneficios no son suficientes para la generación de valor. Pueden estar apalancados por la falta de información o identificación concertada de la vulnerabilidad del sector.

3.3.6 Sociales

La ética (cómo y qué valoran las personas), el conocimiento (cómo y qué sabe la gente), el riesgo (lo que se percibe) y la cultura (vivencia de las personas) son los aspectos claves de las barreras sociales a la adaptación.

4. REVISIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN SECTOR INTERNACIONAL

En esta sección se presenta el resultado del trabajo de revisión de lecciones aprendidas para la adaptación al cambio climático, obtenido de fuentes secundarias de información y con carácter académico con revisión por pares. Los documentos son seleccionados de tal forma que la exposición de las barreras sea explícita y permita extrapolar los hallazgos al caso colombiano objetivo final que busca este componente de la consultoría.

4.1 Revisión del entorno internacional

Inicialmente se efectuó una revisión de las experiencias internacionales en el sector energético para la adaptación al cambio climático, destacando los potenciales impactos que han identificado las entidades internacionales como el Banco Mundial, la Agencia Internacional de Energía (EIA) y otras agencias nacionales o entidades de investigación relacionadas con el sector.

A partir de las experiencias internacionales se busca establecer patrones de acciones que puedan servir para el trabajo de definición de la hoja de ruta para la adaptación, resaltando las barreras que se han encontrado y acciones que se han emprendido para superarlas. Es importante tener en cuenta las consecuencias del cambio climático sobre el sector energético que se darán en periodos largos de tiempo entre 50 y 100 años y, por tanto, muchas de las acciones de adaptación obedecen a prevenir mayores afectaciones a las que ya se están presentando.

4.2 Consenso sobre la afectación de los servicios energéticos por el cambio climático

Existe un consenso sobre la afectación que tendrá el sector energético por el cambio climático, algunos impactos serán sistémicos como por ejemplo la afectación de los potenciales hidroeléctricos de regiones geográficas enteras, mientras que otros pueden ser localizados como por ejemplo eventos extremos de clima que afecten la infraestructura en zonas costeras bajas.

Dado el carácter intergeneracional de la planeación de los sistemas energéticos, el largo ciclo de vida de la infraestructura, 15 a 40 años para las plantas térmicas, y 40 a 75 años para las plantas hidroeléctricas – cuyas diferencias radican en los desgastes de equipos por periodos de arranques y parada, así como los cambios de temperaturas al que se ven expuestos los materiales que afectan principalmente a las plantas térmicas- y las líneas de transmisión, así como el incremento de la demanda de energía que se espera en las próximas décadas; es importante entender la vulnerabilidad potencial de los servicios de energía debido al cambio climático. El conocimiento al respecto es reciente, particularmente de los efectos indirectos del

clima sobre los activos energéticos, y la comunidad científica internacional inició recientemente a hacer investigaciones de largo alcance sobre los efectos que el cambio climático puede tener sobre los sistemas energéticos en general y sobre las energías renovables en particular.

No obstante la falta de conocimiento científico, se han podido establecer algunos aspectos que afectarán de manera significativa los sistemas energéticos a nivel mundial y que se resumen a continuación:

- Incrementos de temperatura que afectarán las demandas de energía tanto para enfriamiento (aire acondicionado, refrigeración) como para calentamiento pero con variaciones interanuales de la demanda que se mantendrán en las próximas décadas.
- Las inundaciones y las sequías se mantendrán. Se prevé que será necesario incluir mayores contingencias para la gestión de la mayor frecuencia de este riesgo. Deben considerarse los impactos de estos eventos sobre la infraestructura, la demanda, la producción de biocombustibles y la generación hidroeléctrica.
- Incremento del nivel del mar es inevitable, y puede ser acompañado por el riesgo de tormentas costeras que pueden afectar la infraestructura marina como plataformas marinas y generadores eléctricos basados en las mareas.
- Aumento en la intensidad de las tormentas y ciclones. Tanto en regiones tropicales como templadas se ha determinado un incremento de 66 % en la intensidad de estos eventos de acuerdo con el reporte IR4 del IPCC. Adicional a los efectos como inundaciones y sobre la infraestructura offshore, dichas tormentas incrementan la velocidad del viento varias veces y ponen a prueba la infraestructura existente para la generación de energía eólica.
- La infraestructura costera y offshore será impactada por eventos extremos como inundaciones, elevación del nivel del mar y tormentas que pueden afectar sus niveles de producción.
- El cambio climático puede afectar levemente la eficiencia de generación de las plantas térmicas y las demandas de agua necesarias para el enfriamiento tanto en sistemas que usan combustibles fósiles, como las plantas nucleares y las que usan combustible como biomasa para generación².
- Incrementos en la variabilidad y frecuencia climática con eventos extremos puede afectar las reservas de combustibles necesarias para cumplir con las capacidades de generación, incrementando los costos de operación y mantenimiento.
- El potencial de generación con renovables puede ser afectado, pero resulta imposible establecer la magnitud sin hacer estudios regionales específicos con mayor detalle.
 - La generación hidroeléctrica se puede afectar o beneficiar o ambas en diferentes tiempos por el cambio en los patrones de lluvias.

² La afección es leve debido a que un aumento en la temperatura exterior (de entre 2° a 4°) no se compara con las altísimas temperaturas a las que se trabaja en las plantas térmicas.

- La generación solar puede ser afectada en algunas regiones debido al cambio en las condiciones atmosféricas y el incremento de nubosidad.
- La generación eólica puede afectarse positiva y negativamente dependiendo de los cambios en los patrones de viento regionales.
- Los sistemas energéticos basados en biomasa pueden ser afectados por los cambios en el régimen de los cultivos.
- La generación mareomotriz puede beneficiarse por la intensificación de las tormentas mar adentro.
- Las infraestructuras para transporte de energía (electricidad, petróleo y gas) están más expuestas a los fenómenos climáticos como huracanes, tormentas, heladas y sus efectos como movimientos de tierra y erosiones, así como el nivel de agua en las cuencas y acuíferos.
- El cambio climático exigirá nuevas condiciones para el diseño, operación y mantenimiento de la nueva infraestructura y la existente.
- La disponibilidad de agua con cambios en la demanda en diferentes sectores puede generar conflictos por la asignación del recurso entre usos energéticos y usos agrícolas y humanos.

El Banco Mundial resume los parámetros y sus efectos en la Tabla 4-1 a continuación. Como se deduce de la tabla cada uno de los sectores de generación importantes se verán afectados por las variaciones climáticas, desde la generación hidroeléctrica hasta la generación térmica y renovable, en sus etapas de diseño y planeación y en sus etapas de operación y mantenimiento. Así mismo, se afectarán los patrones de consumo y las infraestructuras de transmisión y distribución de energía. En general, la afectación es sobre toda la cadena y es necesario entender que en cada uno de los eslabones las acciones de adaptación pueden tomar diferentes formas y mecanismos.

Tabla 4-1 Resumen de impactos del cambio climático sobre el sector energético

Sector	Impacto climático relevante			Impacto sobre el sector energético
	General	Específico	Adicional	
Impacto sobre la disponibilidad y calidad del recurso				
Hidroeléctrico	Caudales	Cantidad	Erosión	Reducción de la energía firme
		Variabilidad estacional	Sedimentación	Incremento de variabilidad
		Eventos Extremos		Incremento de incertidumbre
Energía Eólica	Cambio en las características del recurso	Cambios en la densidad y velocidad	Cambios en la vegetación que pueden cambiar la rugosidad de los terrenos y los patrones de viento	Incremento de incertidumbre
		Incremento de la variabilidad		
Biocombustibles	Respuesta de los cultivos al cambio climático	Productividad del cultivo	Enfermedades	Incremento de incertidumbre
		Cambios en zonas agroecológicas	Demanda de agua	Incremento frecuencia eventos extremos
			Sequías, heladas, incendios y tormentas	
Energía solar	Transferencia de calor atmosférica	Contenido de agua	Polución y humedad pueden absorber parte la radiación solar	Incremento de incertidumbre
		Nubosidad		
		Características de las nubes		
Energía mareomotriz	Clima oceánico	Cambio en los vientos	Extraordinaria relación no lineal entre la velocidad el viento y la potencia de disponible en las mareas	Incremento de incertidumbre
		No cambio de las mareas		Incremento frecuencia eventos extremos
Impacto sobre el suministro energético				
Hidroeléctrico	Estacionalidad y disponibilidad de agua	Variabilidad en el recurso	Impacto sobre la red	Incremento de incertidumbre
		Incremento de incertidumbre de la energía generada	Desperdicio de potencial de generación	Confiabilidad del sistema
			Eventos extremos	Revisión de la necesidades de transmisión
Energía eólica	Alteración de la frecuencia y distribución del viento	Incremento de incertidumbre de la energía generada	Reducción de la vida útil de la infraestructura	Incremento de incertidumbre
			Eventos extremos	

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Sector	Impacto climático relevante			Impacto sobre el sector energético
	General	Específico	Adicional	
Biocombustible	Reducción en la eficiencia de transformación	Alta temperatura reduce la eficiencia de generación térmica	Eventos extremos	Reducción de la energía generada
				Incremento de incertidumbre
Energía solar	Reducción de la eficiencia de las celdas solares	Reducción de la eficiencia de las celdas solares por altas temperaturas	Eventos extremos	Reducción de la energía generada
				Incremento de incertidumbre
Plantas térmicas	Eficiencia de generación	Reducción de eficiencia	Eventos extremos	Reducción de la energía generada
	Disponibilidad de agua para enfriamiento	Incrementos de las necesidades de agua para generación		Incremento de incertidumbre
Petróleo y gas	Vulnerabilidad a eventos extremos	Ciclones, inundaciones, erosión, sedimentos	Eventos extremos	Reducción de la energía generada
				Incremento de incertidumbre
Impactos sobre transmisión y distribución				
Transmisión y distribución	Incremento de eventos extremos	Viento y hielo	Erosión y sedimentos	Incremento de vulnerabilidad de los activos
	Incremento del nivel del mar	Deslizamiento e inundaciones	Condiciones del clima que impiden el transporte	
		Erosión costera e incremento del nivel del mar		
Impactos sobre los diseños y las operaciones				
Sitios para la infraestructura	Incremento del nivel del mar	Inundaciones por incremento del nivel del mar, erosión costera	Disponibilidad de agua	Incremento de vulnerabilidad de los activos
	Incremento de eventos extremos	Incremento de la frecuencia de eventos extremos	Derretimiento del permafrost	Incremento de demanda de sitios de instalación adecuados
Retrasos y cuellos de botella	Eventos climáticos extremos	Impactos sobre la infraestructura aislada	Sistemas energéticos no son completamente operativos cuando se requieren	Incremento de vulnerabilidad

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Sector	Impacto climático relevante			Impacto sobre el sector energético
	General	Específico	Adicional	
		Impactos sobre múltiples activos en los sistemas energéticos		Reducción de confiabilidad
				Incremento de presión social para un mejor desempeño
Comercialización de energía	Incremento de vulnerabilidad a eventos extremos	Oleadas de frío y calor	Incremento de presión sobre las infraestructura de transmisión y distribución	Incremento de incertidumbre
				Incremento de la demanda pico
Impacto sobre la demanda de energía				
Uso de energía	Incremento de la demanda para AA	Reducción del crecimiento de la demanda de calentamiento	Reducción de la eficiencia energética con el incremento de la temperatura	Incremento de la demanda promedio y la demanda pico y a los costos de transmisión y distribución
		Incremento de la demanda para AA		
Otros impactos				
Impactos sectoriales	Competencia por los recursos hídricos	Conflictos en la asignación del agua durante épocas de estrés hídrico	Potencial competencia entre cultivos energéticos y alimenticios por recursos de tierra y agua	Incremento de vulnerabilidad e incertidumbre
	Competencia por sitios adecuados para la instalación	Competencia por los mejores sitios para la instalación		Incremento de costos

Fuente: Banco Mundial, adaptado por ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

4.3 Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Energético

De acuerdo con el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el principal propósito de la adaptación es moderar el daño o explotar las oportunidades benéficas. En el caso de los sistemas energéticos, el objetivo principal de la adaptación es garantizar el suministro sostenible de energía, haciendo un balance entre la producción y el consumo a través del espacio y el tiempo.

En el contexto del cambio climático, la adaptación requiere de una combinación de elementos que incluye la disponibilidad de recursos naturales y económicos, acceso a la tecnología e información e infraestructura e instituciones adecuadas (Smit & Piilifosova, 2001).

De este modo, las medidas de adaptación se pueden interpretar como una respuesta al cambio climático únicamente, como parte de un grupo más amplio de iniciativas (Adger et. al., 2007) o como una inversión adicional que se hace con el propósito de incrementar la resiliencia de los sistemas para mantener el suministro de energía de manera confiable.

Dichos sistemas energéticos han tomado en cuenta el riesgo del cambio climático en su planeación y operación; así, las medidas de adaptación pueden reducir aún más su vulnerabilidad a un cambio ambiental mediante la construcción de capacidades, mejorando la disponibilidad y calidad de información para tomar decisiones e integrando en riesgo del cambio climático en sus decisiones de gestión y operación.

Muchas acciones de adaptación incrementan la resiliencia de los sistemas a las variaciones relacionadas con el cambio climático, y pueden ser implementadas con relativo bajo costo generando externalidades positivas. ECA (2009) encontró, basado en diferentes casos de estudio, que entre el 48 % y el 60 % de las pérdidas esperadas al 2030 en un escenario de cambio climático severo, pueden ser evitadas mediante acciones de adaptación cuyo beneficio económico es mayor que su costo. Un ejemplo de estas acciones incluye sistemas de alerta temprana, diversificación de la generación energética, transferencia tecnológica y eficiencia energética.

La adaptación al cambio climático debe ser entendida como un proceso en desarrollo, un paso crítico para asegurar la resiliencia del sistema es construir capacidades de adaptación, definida como la habilidad o el potencial de un sistema para responder exitosamente a la variabilidad y el cambio climático (Adger, 2007). Esto requiere de condiciones fundamentales como el acceso a información de alta calidad y el desarrollo institucional. Las medidas de adaptación en el sector energético dependen de manera crítica de información confiable y oportuna sobre el clima y observaciones meteorológicas combinado con modelos de pronóstico y herramientas específicas de análisis para el sector de energía (Troccoli, 2009).

Es, igualmente, importante ligar el conocimiento sobre el cambio climático con la acción y el convencimiento de las empresas, las comunidades e individuos para ajustar su comportamiento para reducir las emisiones y tomar acciones de adaptación. Esto requiere información relevante, técnicamente correcta y orientada al usuario. La adaptación exitosa involucra la colaboración entre partes interesadas y los tomadores de decisiones, los gobiernos internacionales, nacionales y locales, el sector privado, las ONG, las comunidades y todos aquellos que tengan un papel significativo que jugar. Por ejemplo, es crítico facilitar el diálogo entre los científicos del clima y los tomadores de decisiones para direccionar los aspectos transversales para la producción de energía, el acceso y la eficiencia.

4.3.1 Tipología de las medidas de adaptación

El proceso de adaptación es complejo y consiste de una multitud de ajustes estructurales, tecnológicos y de comportamiento. Se han propuesto diferentes tipologías de medidas de adaptación que hacen una distinción útil para soportar la discusión de la naturaleza del proceso de adaptación y sus formas.

- Basadas en el tiempo en que se toman las decisiones. Pueden ser proactivas o reactivas. Una aproximación proactiva permite a los sistemas energéticos reducir su exposición a los riesgos futuros. Una aproximación reactiva permite reducir los impactos sobre las tecnologías y los sistemas de suministro. El Consejo Mundial de la Energía sugiere que debe pasarse de un enfoque para mitigar el daño a un enfoque en el cual se haga prevención del daño.
- Basadas en el alcance temporal. Las acciones de adaptación pueden ser a corto y largo plazo. Esta distinción también puede ser referida como táctica versus estratégica, o instantánea versus acumulativa.
- Basadas en su habilidad para enfrentar las incertidumbres asociada al cambio climático o generar beneficios ambientales, sociales o económicos. Las medidas de adaptación pueden ejecutarse a cero costos, cuando los beneficios sociales y económicos superan ampliamente su costo; bajo costo, cuando el beneficio puede ser amplio a largo plazo; y medidas gana – gana, como medidas que reducen el riesgo pero además generan beneficios ambientales, sociales o económicos.
- Localizadas o sistémicas. Los impactos del cambio climático son frecuentemente locales, pero hay casos en que los impactos son sistémicos, como cuando se afectan la cantidad y calidad de los recursos disponibles para la operación de los sistemas energéticos.
- Basadas en la naturaleza de los agentes involucrados en la toma de decisiones pueden ser privadas o públicas. Esta distinción también puede ser referida a acciones autónomas o generadas por el mercado versus planeadas o generadas por las políticas.

Tabla 4-2 Categoría de las medidas de adaptación en el sector energético

Construcción de capacidades de adaptación
Mejorar el conocimiento del sistema
Medición, monitoreo, investigación y sensibilización
Marco que soporte la acción
Mejorar la capacidad de las instituciones locales, trabajo colaborativo y soporte gubernamental.
Acciones de adaptación
Prevenir los efectos o reducir los riesgos
Relocalizar actividades
Infraestructura con capacidad climática
Introducir múltiples estrategias de uso del suelo que tengan en cuenta el cambio climático. Dentro de las que se pueden ejemplificar la modificación de tipos de cultivos en algunas regiones en función de la variación de los periodos de lluvia y sequía, así como sus intensidades; además de la preparación del sector bovino para la adaptación de razas en función de disponibilidad de recursos hídricos y temperatura media de regiones y comunidades afectadas.
Implementar planes de emergencia, contingencia y desastres
Diversificar el riego y las pérdidas
Seguros climáticos
Diversificación de fuentes de energía
Aprovechar las oportunidades
Gestión de la demanda
Descentralizar la infraestructura energética
Planeación urbana

Fuente: UKCIP, 2007.

4.3.2 Construcción de capacidades de adaptación

A continuación se hace una ampliación del análisis las diferentes categorías de las medidas de adaptación.

4.3.2.1 Mejorar el conocimiento del sistema para la toma de decisiones

Generar datos y conocimiento es una condición necesaria para una acción efectiva. Desde el punto de vista de la investigación es necesario expandir el conocimiento de los impactos del cambio climático sobre la producción y el uso de energía. Ejemplos de esta necesidad son:

- Proveer modelos climáticos de alta resolución para evaluación de los impactos regionales donde operan los sistemas energéticos.
- Investigar sobre tecnologías y prácticas para ahorrar energías en procesos de enfriamiento y reducción de la demanda pico.
- Investigar sobre cómo cambiar los patrones regionales y su impacto sobre el consumo y el suministro, las instituciones y los consumidores.
- Mejor entendimiento de los efectos sobre el desarrollo de las energías fósiles y las energías renovables, la penetración del mercado y los impactos asociados a los balances

energéticos regionales.

Desde el punto de vista tecnológico se proponen las siguientes prioridades de investigación:

- Mejorar el entendimiento del potencial de eficiencia en sistemas de AA y de calefacción.
- Mejorar la información sobre la interacción entre demanda y uso de agua.
- Mejorar el entendimiento de los impactos del cambio climático sobre los potenciales de producción de energía eólica y energía solar.
- Desarrollar estrategias que mejoren el potencial de suministro de energía de los sistemas energéticos. Dentro de lo que se puede considerar la inclusión de sistemas de generación híbridos (sistema eléctrico nacional y auto o cogeneración); así como estrategias de ingeniería para la reducción de pérdidas.
- Entender el papel de las interconexiones regionales y de la generación distribuida para mejorar la resiliencia de los sistemas de suministro de electricidad.
- Entender el impacto de eventos climático severos y desarrollar estrategias para reducir dichos impactos.

4.3.2.2 Monitoreo y recolección de información

No es posible gestionar lo que no se conoce. Es necesario contar con información hidrometeorológica detallada para manejar el riesgo del cambio climático no solamente en tiempo real, sino también monitoreo y predicción apropiada. Los expertos también resaltan la importancia de asegurar la consistencia con los datos usados con los modelos de demanda y producción de energía; pequeños errores pueden ser amplificados por modelos imprecisos y generar acciones equivocadas con respecto a las medidas de adaptación.

4.3.2.3 Sensibilización

Los tomadores de decisiones deben ser plenamente conscientes de los riesgos de vulnerabilidad para incorporar la adaptación climática a sus planes de gestión de riesgos, sin embargo en muchas ocasiones esto no sucede por razones como la visión limitada y de corto plazo y la falta de conocimiento o de dimensiones de las consecuencias.

4.3.2.4 Marco de soporte para la acción.

- Gobiernos. Deben proveer un marco político claro para guiar de manera efectiva la adaptación al cambio climático a mediano y largo plazo. En particular, los gobiernos pueden proveer información climática de alta calidad, establecer planes de usos del suelo, estándares de eficiencia energética y definición de políticas climáticas a largo plazo para

bienes públicos como por ejemplo los ecosistemas estratégicos.

- Instituciones públicas locales (gobiernos locales y agencias). Dado que la adaptación es principalmente local, las instituciones públicas locales tienen un papel operacional significativo en la implementación de las políticas y proyectos de adaptación.
- Sector privado. El informe del Carbon Disclosure Project (Innovest Strategy Value Advisors, 2007) indica que cerca del 80 % de 500 corporaciones encuestadas considera que el cambio climático representa un riesgo comercial pero están más preocupados por los riesgos asociados con nuevas regulaciones e incremento en los precios de energía, que por los efectos físicos del cambio climático. Sin embargo, las compañías de energía con operaciones en áreas vulnerables a los fenómenos extremos realmente están inquietas por el riesgo climático.

4.3.3 Acciones de adaptación de la infraestructura energética

Adaptarse a las consecuencias del cambio climático o reducir los riesgos. La alta vulnerabilidad de la infraestructura energética a los cambios ambientales se debe fundamentalmente a su larga vida, especialmente cuando los impactos relacionados con el cambio climático no se consideraron en la etapa de diseño. Las respuestas a la adaptación pueden ser clasificadas como tecnológicas, de planeación y operación, o estructurales.

4.3.3.1 Acciones tecnológicas

Invertir en nuevas tecnologías y adaptar las tecnologías existentes para reducir la vulnerabilidad de los activos energéticos o para fortalecer su resiliencia a las consecuencias del cambio climático entre las que se encuentran:

- Protección física. Actualizar la infraestructura existente para incrementar su capacidad de respuesta a eventos climáticos extremos como por ejemplo fuertes vientos o inundaciones. La actualización puede aumentar la capacidad de los elementos más débiles de la infraestructura que tiene vida útil de varias décadas.
- Mejor diseño. La vulnerabilidad actual o futura puede reducirse a través de la adaptación de los diseños o fortalecer los estándares para incrementar la resiliencia de la nueva infraestructura. Un ejemplo de esto es la aplicación de nuevos factores de carga para torres de redes de transmisión de energía en áreas donde se prevé un incremento de las lluvias y de los vientos.
- Nuevas tecnologías. Una respuesta adecuada a la adaptación puede requerir el desarrollo de nuevas tecnologías. Un ejemplo de esto es la integración de redes inteligentes con fuentes renovables de energía con generación intermitente y distribuida en redes eléctricas existentes.

4.3.3.2 Planeación y operación

Una opción para adaptar la infraestructura energética al cambio climático es reconsiderar la localización de las inversiones. Algunos autores (Paskal, 2009) mencionan que las inversiones en nueva infraestructura tendrán lugar en las próximas décadas como resultado del programa de desmantelamiento de plantas, revisión de estándares ambientales, estímulos fiscales y tributarios y nuevos desarrollos. Las decisiones para nuevas inversiones deberán tomar en cuenta los impactos del cambio climático.

Serán necesarios también cambios en las condiciones de operación y mantenimiento de las infraestructuras existentes, como por ejemplo adaptar las plantas hidroeléctricas a los cambios en los patrones de flujo de los ríos o adaptar las plantas de generación eólica a vientos con rachas de velocidad más altas.

Estas medidas requieren que los riesgos del cambio climático sean incorporados en el proceso de toma de decisiones, incluyendo políticas de intervención, planeación y decisiones de gestión que consideren las proyecciones climáticas.

4.3.3.3 Acciones estructurales

Las acciones estructurales incluyen todas las actividades que requieren cambios sectoriales, incluidos los incentivos al sector. Un ejemplo es la adopción de políticas marco para facilitar la internalización de las preocupaciones de la adaptación en los sistemas energéticos, ya sea a través de mecanismos económicos o incentivos fiscales, incentivos a las inversiones en energías renovables y a la eficiencia energética.

4.3.4 Diversificación del riesgo

Prevenir las pérdidas y los riesgos no es la única vía de la adaptación; el sector energético puede diversificar los riesgos de las pérdidas mediante coberturas a eventos climáticos y variando el riesgo. El costo económico de los eventos climáticos extremos ha venido creciendo. En 2014, a nivel global las pérdidas económicas generadas por catástrofes naturales y que no estaban cubiertas por seguros fueron de USD\$35.000 millones aproximadamente y las pérdidas económicas relacionadas fueron de USD\$110.000 millones. Esto representa un incremento sustancial con respecto a los últimos 30 años, ocasionado por una mezcla de factores que incluyen desarrollo económico, el crecimiento de la población y la alta concentración de personas e infraestructuras en áreas de riesgo (Swiss Re, 2015).

Coberturas a eventos climáticos. Este tipo de coberturas permite gestionar los impactos del cambio climático a través de instrumentos de transferencia del riesgo basados en elementos climáticos como temperatura, lluvia, nieve, viento, etc., para limitar la exposición financiera por

este tipo de eventos.

Los resultados económicos y los beneficios del sector energético pueden ser afectados significativamente por el clima, pues los eventos extremos pueden generar pérdidas financieras representativas. El uso de instrumentos financieros como seguros o derivados del clima permite a las empresas energéticas protegerse contra las pérdidas económicas de fenómenos climáticos como huracanes o inundaciones.

Los fondos de cobertura son más predominantes en el mundo desarrollado. Así, menos del 2 % de los costos de las catástrofes en general son cubiertas por algún tipo de seguro en los países en desarrollo, comparado con el 50 % de los costos de las catástrofes que fueron cubiertos por seguros en Estados Unidos (IIASA, 2010).

Diversificación de los sistemas energéticos. El nivel de diversificación de los sistemas energéticos tiene una profunda influencia en la adaptación a los impactos climáticos. Contar con medios alternativos para la generación de energía reduce la vulnerabilidad del sector como un todo contra fenómenos como sequías. Un amplio rango de tipos de plantas de generación y combustibles en el parque de generación, centralizadas y descentralizadas, ayuda a incrementar la flexibilidad de los sistemas energéticos y a incrementar su resiliencia a mayores variabilidades climáticas.

4.3.5 Explotar las oportunidades

Algunas veces la adaptación puede resultar en una operación gana – gana que reduce el impacto climático y mejora algunas dimensiones del bienestar.

- Ahorro de energía y agua, y gestión de la demanda. Estas medidas pueden proveer una solución costo – efectiva para la mitigación y la adaptación, en un contexto de crecimiento de la demanda y restricciones de suministro reduciendo la presión sobre los sistemas energéticos.
De esta manera, reducir las necesidades de aire acondicionado para los edificios se puede lograr incrementando la eficiencia de estos sistemas, reduciendo la ganancia de calor externa mediante acciones de diseños arquitectónicos sostenibles o disminuyendo la ganancia de calor interna por uso de electrodomésticos de mayor eficiencia.
- Descentralización energética. La generación distribuida mejora la seguridad y la capacidad del sistema para mantener el suministro energético en condiciones de cambio climático. Así mismo, los sistemas distribuidos tienen mayor capacidad de responder a la demanda en condiciones poco predecibles generadas por los cambios ambientales.
- Nueva planeación y diseños urbanos. De acuerdo con las Naciones Unidas, la población que reside en áreas urbanas pasará de 3,49 a 6,29 miles de millones de personas; esto implicará un importante crecimiento en la demanda de energía en las ciudades. De esta

forma, la planeación urbana y del uso del suelo jugarán un papel importante para incrementar la resiliencia de los sistemas energéticos mediante una gestión adecuada de la nueva demanda.

4.4 Revisión de experiencias internacionales

A continuación se presenta la revisión de casos específicos internacionales de medidas de adaptación de sistemas energéticos, en los cuales se evidencian las medidas que han sido exitosas o no por diferentes barreras.

4.4.1 Desarrollo energía renovable en Pakistán

Tabla 4-3 Desarrollo energía renovable no convencional en Pakistán

Datos básicos de estudio	
Nombre: Identifying and addressing barriers to renewable energy development in Pakistan, 2007	Autores: Umar K. Mirza, Nasir Ahmad, Khanji Harijan, Tariq Majeed
	Lugar: Pakistán
Experiencia: Pakistán sigue siendo predominantemente dependiente de los combustibles fósiles como su fuente primaria de energía. Los esfuerzos para reducir esta dependencia mediante el aumento de la cuota de las energías renovables en los sistemas de suministro de energía han tenido poco éxito hasta el momento.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incentivos inadecuados para la expansión con tecnologías renovables en los acuerdos de contratos a largo plazo, PPA (Power Purchase Agreement). 2. Falta de políticas bien definidas para la participación de privados en proyectos de energía renovable.
Institucional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de coordinación y cooperación entre los ministerios. 2. No incorporación de temas de energía renovable en la política regulatoria y la falta de conciencia entre los reguladores.
Económica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las inversiones en tecnologías de energía renovable que no son atractivas y se prefiere el rendimiento financiero de otras tecnologías. 2. Las características intermitentes de generación de tecnologías de energía renovable y su naturaleza específica del sitio pueden colocar a los desarrolladores de energía renovable en una posición desfavorable con respecto a la estructuración de los contratos de transmisión de energía en comparación con los desarrolladores de energía no renovables.
Mercado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los subsidios a los recursos energéticos de combustibles fósiles convencionales les dan una ventaja injusta sobre los recursos energéticos renovables. 2. Los precios de mercado no reflejan los costos ambientales de la generación con combustibles fósiles. 3. Las reformas del mercado que conducen a la creación de un mercado de electricidad con la racionalización de tarifas competitivas y suministro fiable. 4. Para las tecnologías basadas en la biomasa, las barreras son la oferta insostenible y la no existencia de un mercado de combustibles, el suministro fiable y las fluctuaciones de precios frecuentes.
Tecnológica	<ol style="list-style-type: none"> 1. El costo actual de generación de energía a partir de fuentes renovables de energía es alto, debido al alto costo del capital y el factor de baja capacidad en

	<p>comparación con las opciones de producción de energía convencionales.</p> <p>2. Costos elevados de transacción, reducen los incentivos para instalación de energías renovables no convencionales.</p> <p>3. Faltan normas mínimas en términos de durabilidad, fiabilidad, rendimiento, etc. para productos de energía renovable, lo que afecta la comercialización de tecnologías de energía renovable.</p>
Social	<p>1. La falta de personal capacitado para la formación, la demostración, mantenimiento y operaciones, junto con programas de sensibilización e información inadecuada para la difusión de la tecnología impide la penetración de las energías renovables. Información con respecto a los proyectos de energía renovable no está fácilmente disponible, lo que disuade a nuevas inversiones en estas tecnologías.</p> <p>2. Es limitada la información general y la sensibilización del público en relación a las nuevas tecnologías y la comprensión de los problemas prácticos en la aplicación y el mantenimiento de proyectos de energía renovable.</p> <p>3. Desarrollo de los recursos energéticos renovables está a menudo sujetos a la disponibilidad de tierras. El acceso y el otro lado de las tierras tradicionales siempre ha planteado una restricción que invariablemente requiere resolución a través de extensas negociaciones y, a menudo, resulta en pagos de compensación significativos.</p> <p>4. Varios posibles interesados en el desarrollo de los recursos energéticos renovables en el país, entre ellos los responsables políticos, reguladores, empresas de servicios, desarrolladores de renovables y proveedores de la tecnología, se ven perjudicados por la falta de información sobre la demanda del sitio específico para la energía y el nivel de explotación de recursos, así como el costo, la disponibilidad potencial y el rendimiento de estos sistemas.</p>
Recomendaciones para superar las barreras	
<p>1. Los gobiernos, las empresas eléctricas y de gas, y los reguladores deben adoptar y aplicar adecuadamente la planificación de menor costo en la adquisición de recursos.</p> <p>2. Los detalles de cada proyecto difieren, pero las técnicas utilizadas para evaluarlos pueden ser definidas y codificadas a fondo. Es decir, los métodos estandarizados se pueden definir para el cálculo de la rentabilidad financiera que pone a disposición de todas las partes con la guía en la información requerida y cómo se va a utilizar. Se pueden crear métodos estandarizados para determinar la producción de energía que eliminarán la discusión de supuestos y métodos de cálculo.</p> <p>3. Se deben identificar los ahorros de costos de transmisión, distribución, fiabilidad y otros costos asociados a la generación de energía descentralizada a través de recursos renovables.</p> <p>4. Deben establecerse programas de financiamiento innovadores y sostenibles para las tecnologías de energías renovables. El gobierno debería considerar la creación de un fondo de desarrollo de estas, especialmente para los préstamos a los pequeños inversionistas en condiciones atractivas.</p> <p>5. Los beneficios ambientales de los recursos renovables deben ser considerados en los procesos de planificación y adquisición de recursos. Si se eliminan subsidios a los combustibles fósiles si los costos de los daños ambientales se internalizan, los recursos renovables pueden tener costos comparables o incluso más bajos que los combustibles fósiles.</p>	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Umar K.et al. (2007)

4.4.2 Adaptación sector eléctrico en California

Tabla 4-4 Adaptación al cambio climático del sector eléctrico en California

Datos básicos de estudio	
Nombre: Adaptation of California's electricity sector to climate change 2012	Autores: Edward Vine
	Lugar: California, USA
<p>Experiencia: el cambio climático plantea nuevos retos para el sector eléctrico de California. Este estudio se centra principalmente en los retos de adaptación de un componente importante del sector energético: la demanda de electricidad en los sectores residenciales y comerciales, así como el suministro de electricidad.</p> <p>El principal desafío para el sector eléctrico de California probablemente será el aumento de la demanda de aire acondicionado como consecuencia del aumento de las temperaturas. Además, las fuentes de energía renovables, que son una parte creciente del portafolio de la electricidad, y particularmente vulnerables al cambio climático. Muchos de los jugadores clave han estado considerando activamente las implicaciones del cambio climático. Debido a que la generación de electricidad es responsable por casi el 30 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, este sector ha sido un objetivo de los esfuerzos del estado para reducir las emisiones.</p>	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	1. La barrera más significativa a la creación de políticas y medidas para la adaptación al cambio climático es la dificultad de conseguir la atención de los políticos y los responsables políticos. Ellos se enfrentan a muchas otras cuestiones sociales (delincuencia, educación, salud, política exterior, otros temas ambientales, etc.) que requieren su atención y pueden tener mayor prioridad.
Institucional	1. La inversión en eficiencia energética y energía renovable es relativamente simple en el sector residencial: por lo general, sólo una o dos personas están involucradas en la decisión de adoptar estas medidas. En el sector no residencial (comercial e industrial), el proceso de toma de decisiones es más complejo debido a múltiples actores con diferentes perspectivas (por ejemplo, gerente de planta, director financiero, director general, etc.). Como resultado, una nueva central eléctrica, mejor adaptados o línea de transmisión y distribución, se tardará años en ser aprobada y construida. 2. Dado que las soluciones de adaptación al cambio climático requerirían la cooperación y la coordinación de los diferentes especialistas y agencias, podrían surgir problemas en la coordinación.
Económica	1. Uno de los mayores obstáculos para la adaptación es el costo. Muchas de las medidas de eficiencia energética son rentables, y muchas de estas medidas tienen repagos simples que van de 1 a 4 años. Por el contrario, los proyectos de energía eólica y solar requieren más capital y requerirán tiempos de repago más largos. 2. Para los gestores de recursos hídricos, las nuevas instalaciones de embalses son muy caras y muy probablemente requerirá un mecanismo de financiamiento con el apoyo de los contribuyentes. 3. El foco para muchos residentes estará en costos a corto plazo de la adaptación en lugar de sobre los costos de toda la vida que dan cuenta de los ahorros logrados a través de menores costos de operación y mantenimiento.
Social	1. Las incertidumbres científicas en torno a la oportunidad y alcance de los impactos del cambio climático parecen ser un factor importante que afecta a la voluntad de las personas para apoyar las políticas y programas que abordan el cambio climático.

	2. Mientras que los impactos globales están empezando a ser más claros, los impactos locales siguen siendo inciertos.
Recomendaciones para superar las barreras	
1. Los gobiernos locales pueden desempeñar un papel central en el fomento de la adopción de códigos de construcción más eficientes y el uso de fuentes más renovables, como la energía solar.	
2. Se requiere aumento en la investigación, desarrollo y demostración para mejorar la resiliencia del sistema así como nuevas herramientas de conservación de energía.	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Vine (2012)

4.4.3 Desarrollo de energías renovables en Queensland

Tabla 4-5 Desarrollo de energías renovables en Queensland

Datos básicos de estudio	
Nombre: Developing renewable energy supply in Queensland, Australia: A study of the barriers, targets, policies and actions, 2012.	Autores: Nigel J., Martin A, John L. Rice
	Lugar: Queensland, Australia
Experiencia: en 2009, el Gobierno de Australia fijó el ambicioso objetivo que al menos 20 % de las necesidades de electricidad del país se abastecerán por la Energía Renovable (RE) para 2020. Dada la escasa utilización de las fuentes de energía renovable para la generación de electricidad, este objetivo nacional de Energías Renovables (RET) ha estado en una posición política difícil. En este artículo se examina el estado australiano de Queensland, donde RE proporciona aproximadamente el 4 % de los suministros de electricidad de la región.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	1. Los impedimentos pueden basarse en una política, proceso administrativo o el diseño de los sistemas de regulación que impiden a los generadores acceder a oportunidades de negocio adecuadas.
Económica	1. Los incentivos a la inversión de fuentes renovables no convencionales no son adecuados.
Mercado	1. Malos diseños de mercado que no permiten la entrada de energías renovables no convencionales.
Tecnológica	1. Gran parte de las fuentes de energía renovable están situadas en sitios distantes y requieren mecanismos de almacenamiento y de reubicación para apoyar su operación y control de la intermitencia del suministro de energía a la red eléctrica.
Social	1. Falta de conocimiento o información para hacer juicios y decisiones dentro de las empresas. 2. Falta de servicios de información sobre fuentes de energía no convencionales y la educación dirigida, así como la falta de programas de sensibilización para las empresas y los consumidores.
Recomendaciones para superar las barreras	
1. Las políticas adecuadas pueden actuar como unión para compatibilizar los vínculos y las acciones positivas entre instituciones y actores en las comunidades.	
2. La exigencia de políticas eficaces que ofrecen paquetes gubernamentales de asistencia (cuando sea necesario), de inversión y de incentivos financieros.	
3. Acuerdos y políticas viables para RE.	
4. Sistemas de trabajo cooperativo para organizaciones públicas y privadas.	

5. Desarrollo de la industria y la asistencia fabricación de equipos que estimulen la innovación.
6. Como medida adicional, las empresas y organizaciones interesadas afirmaron que el gobierno del estado debe asumir un papel más activo en la facilitación de los PPA (contratos de suministro de energía a largo plazo) para desarrollos de energías renovables no convencionales.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Nigel J. et al. (2012)

4.4.4 Opciones para energía renovable en Emiratos Árabes

Tabla 4-6 Opciones para energías renovables en Emiratos Árabes

Datos básicos de estudio	
Nombre: Renewable energy policy options for Abu Dhabi: Drivers and barriers, 2011	Autores: Toufic Mezher n, Gihan Dawelbait, Zeina Abbas
	Lugar: Abu Dabhi, United Arab Emirates
Experiencia: el alto costo de las tecnologías de energía renovables no convencionales (RE) es el principal obstáculo frente a la difusión de la generación de energía RE. Dos factores destacan la necesidad de establecer un sector de RE: primero los Emiratos Árabes Unidos tiene una de las huellas de carbono más alto del mundo y el segundo, la tasa de agotamiento de su principal recurso de generación de energía (combustibles fósiles).	
Barreras	
Tipología	Descripción
Económica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto costo de las tecnologías de energía renovable es el principal obstáculo frente a la difusión de la generación de energía RE. 2. Exclusión de las externalidades ambientales en el costo.
Mercado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Habilidades comerciales y la información. 2. La dificultad de la evaluación de riesgos de combustible.
Social	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las habilidades técnicas y la información.
Recomendaciones para superar las barreras	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se deben generar intervenciones políticas. Estas intervenciones incluyen la legislación, incentivos a la inversión, los objetivos de generación de energía, directrices para la conservación de energía, las estrategias para estimular la industria de la energía y los impuestos. 2. Es evidente que hay una necesidad de reestructurar las tarifas eléctricas, a fin de poder llevar a cabo una combinación de estas políticas con el fin que se genere la penetración de las energías renovables. 3. Acuerdos y políticas viables para RE. 4. Las políticas deben tener en cuenta tanto la demanda como la oferta de energía eléctrica. 	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 Toufic Mezher et al. (2012)

4.4.5 Incentivos a las energías renovables en Nicaragua

Tabla 4-7 Incentivos a las energías renovables en Nicaragua

Datos básicos de estudio	
Nombre: Climascopio 2013	Autores: Fondo Multilateral De Inversiones
	Lugar: Nicaragua
Experiencia: Nicaragua obtuvo un buen resultado en los cuatro indicadores que evalúan la electricidad limpia, después de haber logrado el mayor crecimiento anual en lo relativo a su capacidad y generación de energía renovable con respecto a su matriz. El país mantiene un gran potencial adicional para generar energía limpia a escala industrial y a pequeña escala. Nicaragua tiene los precios al contado para el mercado mayorista y para la electricidad industrial más altos de América Central.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	1. Las políticas de energía limpia y la estructura del mercado, establecen objetivos demasiado altos, considerando los problemas económicos del país. Exclusión de las externalidades ambientales en el costo.
Institucional	1. Nicaragua todavía tiene pocas instituciones financieras que actúen en el ámbito de la energía limpia. Hasta la fecha, la mayor inversión en el sector de las renovables en el país proviene de organismos multilaterales.
Económica	1. Es el segundo país más pobre de la región, lo que limita su presupuesto a proyectos de importancia mayor como la educación, la salud, infraestructura, etc.
Mercado	1. Nicaragua tiene los precios al contado para el mercado mayorista y para la electricidad industrial más altos de América Central.
Tecnológica	1. Las energías renovables representaron el 36 % de la matriz de energía de 1GW de Nicaragua, con la presencia de pequeñas hidroeléctricas, eólicas, biomasa y centrales geotérmicas. Son pocas empresas que trabajan al tope para producir esta cantidad.
Social	No aplica.
Recomendaciones para superar las barreras	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nicaragua instituyó en 2010 el Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable (PNESER). Hasta ahora, la tasa de electrificación ha aumentado 5 puntos porcentuales desde 2010, y el programa ha financiado numerosos proyectos de energía renovable, incluyendo una planta solar de 1MW en el departamento de Carazo. 2. El microcrédito juega un papel fundamental en las pequeñas economías y Nicaragua no es una excepción. Los microcréditos tienen una tasa de penetración del 38 % en el país. De las 63 instituciones de microcréditos verdes presentes en América Latina y el Caribe, ocho (8) tienen su sede en Nicaragua. Estas organizaciones informaron del desembolso de \$1,2 millones de dólares para financiar soluciones de energía limpia. 3. El país cuenta con nueve (9) proyectos registrados bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la ONU, de los cuales siete (7) se centran en la generación de energía. 	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Fondo Multilateral De Inversiones (2013)

4.4.6 Incentivos a las energías renovables en Guatemala

Tabla 4-8 Incentivos a las energías renovables en Guatemala

Datos básicos de estudio	
Nombre: Climascopio 2013	Autores: Fondo Multilateral De Inversiones
	Lugar: Guatemala
Experiencia: Guatemala es uno de los países de la región con mayor proporción de energías renovables. En 2012 representó el 23 % de la capacidad total del país (3GW). Por otro lado, se presentan oportunidades para desplazar las fuentes de generación basadas en combustibles fósiles, que suministran más de la mitad de la electricidad del país.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	1. Posponen la toma de decisiones referente al cambio climático, quitándole prioridad a un problema actual.
Institucional	1. Las instituciones financieras que operan en el espacio de las energías limpias en Guatemala son sólo bancos comerciales como el banco G & T y banco Agromercantil que ofrecen financiamiento para proyectos verdes de gran escala en el país. 2. Hay una cifra limitada de proveedores de servicios de energía limpia, con empresas presentes en sólo dos ramas analizadas: consultoría técnica y servicios especializados.
Económica	1. La cantidad de inversores es muy limitada, dando microcréditos cuando los proyectos necesitan una financiación mucho mayor.
Mercado	1. Ninguna inversión renovable en Guatemala se dio a conocer en 2012, esto hizo más lento el proceso de adaptación, posponiendo las decisiones frente al cambio climático.
Tecnológica	1. Aunque las energías renovables representan un porcentaje considerable de la energía producida, las tecnologías como la biomasa, los residuos, la energía solar y la eólica son muy pocas, sabiendo que Guatemala tiene el potencial de generar muchas más.
Social	1. Con el 80 % de su población conectada a la red, Guatemala tiene la quinta tasa de electrificación más baja de la región.
Recomendaciones para superar las barreras	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Son muchas las oportunidades para llenar este vacío eléctrico utilizando fuentes de energía limpia y llevar así electricidad a unos tres millones de guatemaltecos. 2. La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) recibió 57 propuestas y contrató 40 por una capacidad de 623 MW. No menos de 37 de estos 40 proyectos estaban representados por fuentes renovables: biomasa, pequeñas centrales hidroeléctricas, energía solar y eólica. 3. En Guatemala, tres organizaciones ofrecen microcréditos para financiar proyectos de energía limpia: Asociación de Desarrollo Integral "Cuenca del Lago de Atitlán" (ADICLA), Fundación de Asistencia Para La Pequeña Empresa (FAPE) y la Fundación Génesis Empresarial. 4. Hay 17 proyectos de compensación de emisiones en Guatemala, de los cuales 15 están registrados bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio de la ONU. 	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Fondo Multilateral De Inversiones (2013)

4.4.7 Barreras a las energías renovables en Ecuador

Tabla 4-9 Barreras a las energías renovables en Ecuador

Datos básicos de estudio	
Nombre: Climascopio 2013	Autores: Fondo Multilateral De Inversiones
	Lugar: Ecuador
Experiencia: el país goza de precios minoristas de energía por debajo de la media regional, aunque estos precios son beneficiosos para el consumidor, representan un obstáculo para que las energías renovables puedan competir.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	1. La ausencia de objetivos de reducción de gases de efecto invernadero. 2. Las compañías no informan de forma voluntaria sobre sus emisiones de este tipo de gases. Son pocas o nulas las políticas que reglamentan estos informes o reportes por parte de las empresas o instituciones.
Institucional	1. Ecuador no dispone de instituciones financieras evaluadas. 2. La cifra de instituciones de microcréditos evaluadas que ofrecen productos verdes en Ecuador es poca, aunque ha venido aumentando.
Económica	3. Con una actividad limitada en financiación de activos y corporativa para proyectos de energía limpia, y sin una presencia notable de inversión procedente de capital riesgo o capital privado, Ecuador depende de los microcréditos para el despliegue de renovables a pequeña escala
Mercado	No aplica.
Tecnológica	4. Las tecnologías de biomasa, eólica, hidroeléctrica y fotovoltaicas se ven muy afectadas por la poca actividad financiera y escasez de objetivos a largo plazo.
Social	No aplica.
Recomendaciones para superar las barreras	
1. La inversión total en energía limpia del país aumentó un 42 % en comparación a 2011 y alcanzó los \$132 millones de dólares en 2012. 2. En 2012, prácticamente la totalidad de las inversiones verdes en Ecuador fueron asignadas a pequeñas centrales hidroeléctricas y se duplicaron los flujos de capital en comparación a los niveles de años anteriores, alcanzando los \$127 millones de dólares. 3. Ecuador se ha embarcado en la construcción de una serie de proyectos de grandes hidroeléctricas con el objetivo de terminar con su dependencia de los combustibles fósiles para generar energía. 4. Cuenta con 21 proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) para la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero, la gran mayoría centrados en la generación de energía y algunos de ellos relativos al manejo de metano, gestión de residuos y eficiencia energética.	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Fondo Multilateral De Inversiones (2013)

4.4.8 Barreras a inversiones en energía limpia en Argentina

Tabla 4-10 Barreras a inversiones en energía limpia en Argentina

Datos básicos de estudio	
Nombre: Climascopio 2013	Autores: Fondo Multilateral De Inversiones
	Lugar: Argentina
Experiencia: en 2012, el país experimentó un crecimiento en todas las tecnologías primarias de generación de renovables excepto para las pequeñas hidroeléctricas. El año pasado la generación solar se expandió hasta 1,6GWh en comparación con solo 0,09GWh en 2011. La generación de energía eólica subió un 7 % hasta 27GWh, la generación de biomasa se incrementó ligeramente, mientras que las pequeñas hidroeléctricas disminuyeron un 13 %. Con un incremento general de solo 2,8 %, es evidente que las energías eólica y solar están ganando terreno en el mercado argentino.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia de capital dirigido a proyectos de biocombustibles argentinos durante 2012, mientras que la inversión centrada en la cadena de producción de biodiesel de soja y de etanol de maíz constituyó una gran parte de todo el capital verde en cinco de los seis años de 2006 a 2011. 2. De cara al futuro, el aumento continuo de inversión en energía limpia en Argentina se ve amenazado por las preocupaciones de los inversores extranjeros en torno a las políticas del gobierno con respecto a la industria privada.
Institucional	<ol style="list-style-type: none"> 1. El país cuenta con tres tipos de instituciones financieras presentes a nivel local: bancos comerciales, fondos y firmas de capital de inversión privada. Las organizaciones argentinas han tenido que jugar un papel importante en la financiación de proyectos de energías renovables, debido a los riesgos percibidos por parte de los inversores extranjeros. 2. Argentina también tiene ocho segmentos presentes en el sector de servicios, dos más que los registrados en la última encuesta. El país cuenta con al menos una empresa activa que proporciona consultoría técnica, educación y servicios financieros y de asistencia legal.
Económica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los bajos precios de la energía en el mercado minorista suponen una importante barrera al crecimiento de la energía limpia. Incluso cuando se retiraron algunos subsidios, el año pasado las tasas de electricidad se mantuvieron más bajas que las de países vecinos. El precio de producir electricidad renovable sigue bajando, insinuando que la barrera del costo podría quedar superada pronto si Argentina mantiene los esfuerzos de liberalización del mercado de la energía. 2. Argentina aún no ha visto el tipo de incursiones comerciales en la generación de energía renovable distribuida que han tenido lugar en los países vecinos. Sin embargo, el volumen de microcréditos verdes aumentó en 2012, lo que sugiere que la energía distribuida entrará pronto en la cartera de inversiones del país.
Mercado	No aplica.
Tecnológica	No aplica.
Social	No aplica.
Recomendaciones para superar las barreras	
1. Se observaron 39 proyectos MDL en el país, con los principales segmentos ocupados por la generación de energía (11) y la gestión de residuos (11). Tiene al menos cinco proyectos de	

eficiencia energética y otros ocho abarcan los sectores del metano, forestal y otras industrias. Argentina se encuentra en el proceso de desarrollar un registro voluntario para emisiones de gases de efecto invernadero por parte de compañías, y debería seguir el modelo de los registros implementados en Brasil y México.

2. La inversión en energía solar mantuvo un crecimiento estable, y aumentó más del 39 % respecto a los \$39 millones de dólares de 2011. Con anterioridad a 2010 no se calculó la inversión en proyectos solares.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Fondo Multilateral De Inversiones (2013)

4.4.9 Barreras a las inversiones en infraestructura energética limpia

Tabla 4-11 Barreras a inversiones en energía limpia

Datos básicos de estudio	
Nombre: Perceived barriers and policy solutions in clean energy infrastructure investment, 2015	
Autores: Aled W. Jones	
Lugar: global	
Experiencia: las políticas nacionales e internacionales para la mitigación del cambio climático se centran cada vez más en la movilización y la escala de las inversiones en infraestructura de energía limpia. Este trabajo tiene como objetivo desarrollar la comprensión de cómo los inversionistas institucionales en el sector privado perciben barreras a la ampliación de la inversión en la infraestructura de energía limpia y qué soluciones a esas barreras defienden la política.	
Barreras	
Tipología	Descripción
Política	1. La falta de estabilidad regulatoria se destacó como la barrera más importante para la inversión.
Económica	1. Límites a la infraestructura general de negocios dentro de ciertos países, entre ellos la falta de estructuras bancarias nacionales o la viabilidad a largo plazo de los servicios públicos estatales es incierto. 2. La fortaleza económica de un país en particular será el motor principal de cualquier evaluación de riesgos.
Social	1. La falta de capital humano (personal cualificado, como ingenieros o desarrolladores de proyectos) para implementar tecnologías junto con las limitaciones en infraestructura de apoyo, tales como infraestructuras de transporte o de la red, puede limitar los rendimientos de la inversión o la velocidad de despliegue.
Recomendaciones para superar las barreras	
1. Mayor compromiso con la comunidad de inversores institucionales para garantizar un mayor esfuerzo en el desarrollo de políticas que sustenta las inversiones en energías limpias. 2. Debe realizarse un diálogo temprano y continuo con los inversores institucionales y el sector privado local e internacional. 3. Mantener un marco regulatorio claro y de largo plazo. 4. Las señales de precios de mercado deben favorecer el desarrollo de tecnologías alternativas de "low carbon". 5. Los gobiernos nacionales deben tener programas activos de finanzas públicas para apoyar, respaldar y desarrollar proyectos de grado de inversión que movilizan el capital privado.	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015 basado en Aled W. Jones (2015)

4.4.10 Consolidación y resumen de barreras internacionales

Como se observa en la revisión anterior, las barreras son similares en la mayoría de países; a continuación se hace una revisión general que sirven como conclusión de este componente de la consultoría. Los elementos expuestos son considerados para la identificación de barreras en cuanto al caso colombiano y en específico el mercado eléctrico, complementando la información obtenida de los talleres y consultas a agentes del sector eléctrico.

La consolidación y resumen de las barreras se presentan en esta sección separando las políticas institucionales, económicas, de mercado, tecnológicas y sociales.

4.4.10.1 Barreras políticas

El desarrollo de acciones de adaptación requiere un marco político claro en asuntos como energías renovables, eficiencia energética y biocombustibles. Los gobiernos juegan un papel fundamental en promover las inversiones que garanticen una diversificación de la matriz energética que reduzca la vulnerabilidad de los sistemas energéticos al cambio climático. Así mismo, se requiere que los marcos regulatorios sean estables y demuestren claras señales a los inversionistas privados, pues países en los que las tarifas a la energía renovable cambian repentinamente o no se sostienen en los contratos atemorizan a los inversionistas que buscan el retorno de sus inversiones a largo plazo.

4.4.10.2 Barreras institucionales

La adaptación al cambio climático requiere de instituciones públicas y privadas fuertes; la financiación privada es fundamental para complementar las políticas de adaptación y, del mismo modo, se requiere de empresas aseguradoras que permitan reducir el riesgo de pérdidas financieras por eventos climáticos extremos que afecten las infraestructuras y las inversiones.

Se resalta la importancia de la coordinación entre las instituciones; no es posible que se aprueben incentivos a la generación distribuida o eficiencia energética mediante reducción de impuestos, y que el trámite de estos incentivos resulte tan tortuoso que sea prácticamente imposible obtenerlos. De igual forma, se requiere que los incentivos vayan de la mano con los cambios regulatorios necesarios para que operen en la práctica.

4.4.10.3 Barreras económicas

Es claro que los retornos económicos en varias de las medidas de adaptación no son suficientemente atractivos con la información disponible actualmente (no se involucran los costos ambientales); por tanto, es necesario hacer ajustes de políticas y de mercados que permitan que las inversiones en adaptación se ejecuten. Las experiencias internacionales

muestran la necesidad de crear fondos específicos que permitan una financiación de las inversiones en condiciones más atractivas.

Es necesario considerar las externalidades en los análisis económicos de las medidas de adaptación, los costos ambientales y sociales de continuar con los sistemas energéticos basados en fuentes fósiles deben calcularse para establecer de manera clara la rentabilidad de las acciones en su conjunto para la sociedad.

4.4.10.4 Barreras de mercado

La madurez de mercado juega un papel fundamental en la adopción de acciones de adaptación del cambio climático, razón por la cual se hace necesario contar con proveedores de bienes y servicios que aceleren el proceso. Así como se puede observar en el desarrollo de proyectos de generación de energía con biogás, a partir de residuos de granjas de cerdos en República Dominicana, donde el fortalecimiento de empresas locales de ingeniería, diseño y construcción de biodigestores ha acelerado las decisiones de las empresas productoras de invertir en la construcción de proyectos de tratamiento de aguas residuales y generación de energía mediante biodigestores, aunque las condiciones de financiamiento no son las más atractivas en el mercado local. Es importante mencionar que uno de los motivadores fue las exigencias del Ministerio de Ambiente para mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales y la existencia de un gremio de productores que pudo promover el uso de la tecnología y llegar a acuerdos entre las partes interesadas para dar los plazos necesarios al cumplimiento de las obligaciones.

4.4.10.5 Barreras tecnológicas

Gran parte de las medidas de adaptación tienen relación con la disponibilidad y el entendimiento de tecnologías pues su fácil accesibilidad, hacia los diferentes actores, mejora la resiliencia de los sistemas energéticos. Es trascendental que los actores entiendan las limitaciones de operación, sus eficiencias, rentabilidad y beneficios; para ello, en la mayoría de los países promueven entidades no gubernamentales como centros de investigación, centros de producción más limpia, universidades y grupos de desarrollo científico y tecnológico y entidades del gobierno, para acelerar el desarrollo tecnológico local y la adopción de los desarrollos internacionales.

4.4.10.6 Barreras sociales

La barrera social más importante es la falta de información necesaria para la toma de decisiones sobre acciones de adaptación y de modelos que permitan establecer los costos de la inacción ante los eventuales cambios climáticos. En este punto, los gobiernos y las entidades ambientales juegan un papel fundamental para generar información climática confiable y

especializada; la desconfianza del sector privado en las estadísticas y proyecciones de las entidades del gobierno lleva, en la mayoría de los casos, a la inacción por temor a cometer errores que se traducen en enormes impactos económicos.

Así mismo, es necesario desarrollar acciones de divulgación de la información científica de tal forma que el público en general pueda entender las consecuencias del consumo de energía y los medios de transporte que escogen y su relación con los cambios climáticos. La concientización debe realizarse desde una postura de aprovechamiento de las oportunidades de mejoramiento de las condiciones generales de la sociedad en un balance con los riesgos de la inacción general.

4.4.11 Estrategias para cierre de brechas en contexto internacional

Así como se han consolidado las barreras en el contexto internacional con el ánimo de identificar cuáles de ellas pueden presentarse para el caso que cubre este documento, en esta sección del documento se recopilan las estrategias para la superación de brechas específicas de acuerdo con las experiencias en otros países. En la Tabla 4-12 se presenta la información recopilada al respecto³.

Tabla 4-12 Listado de barreras a la adaptación y acciones para superarlas a partir de la revisión internacional

Barrera	Acciones para superarla
1. Carencia de información confiable para toma de decisiones de adaptación.	Agencias gubernamentales del clima y ambientales deben hacer los arreglos para proveer la información climática necesaria para la toma de decisiones de adaptación de los diferentes actores del sector.
2. No se cuenta con modelos climáticos de alta resolución a escala regional	Instalar redes de monitoreo y registro de variables climáticas que permita hacer análisis con resoluciones más pequeñas a nivel regional.
3. No se tienen en cuenta los costos reales de la energía fósil	Diseñar mecanismos que permitan incorporar las externalidades ambientales de la energía fósil en sus costos como por ejemplo impuestos al carbono
4. Déficit de Investigación sobre gestión de la demanda y patrones de consumo	Gobierno, universidades y centros de investigación deben caracterizar los consumos y hacer investigaciones para establecer oportunidades de reducción de consumo a través de la cultura de los usuarios y nuevas tecnologías de alta eficiencia.
5. Falta de entendimiento acerca de la complementariedad entre las fuentes de energía fósil y renovables convencionales (hidrogeneración), con	Conocer las demandas regionales de energía que permitan un mejor entendimiento de la complementariedad entre los sistemas de generación fósil y las energías renovables así como con el potencial de

³ Se presentarán las barreras identificadas para Colombia más adelante en el documento (Ver capítulo 6).

Barrera	Acciones para superarla
las fuentes no convencionales (eólica, solar, biomasa)	autogeneración y cogeneración de los usuarios finales.
6. Necesidad de aumentar la eficiencia de los sistemas de uso final, especialmente de los sistemas de AA	Investigar y desarrollar tecnologías de alta eficiencia para optimizar el consumo de AA y refrigeración y mejoras en los diseños arquitectónicos para mejorar las condiciones bioclimáticas y reducir la demanda de energía de los edificios y las residencias.
7. Afectación del cambio climático a los recursos renovables, especialmente solares y eólicos	Monitorear y modelar para mejorar las proyecciones de producción de energía de los sistemas solares y eólicos teniendo en cuenta proyecciones de cambio de radiación solar y régimen de vientos por los eventos climáticos a largo plazo.
8. Debilidad para sostener el suministro de energía eléctrica	Mejorar las interconexiones regionales y promover la generación distribuida para contar con múltiples fuentes de suministro que reduzcan las restricciones del sistema.
9. Falta de conocimiento de los riesgos del cambio climático sobre los sistemas energéticos	Crear cultura y conocimiento entre los tomadores de decisiones para que el cambio climático sea incorporado en los análisis de riesgos y en la toma de decisiones.
10. Estándares de eficiencia energética bajos para equipos de uso final	Los gobiernos deben promover reglamentos técnicos para el etiquetado de equipos de uso final que permitan la toma de decisiones informadas de los consumidores con un mínimo de conocimiento.
11. Protección de la infraestructura actual	Hacer una revisión de los riesgos existentes de la infraestructura actual y tomar decisiones sobre inversiones de protección en aquellas instalaciones cuyos estándares de diseño no tuvieron en cuenta eventos climáticos extremos.
12. Diseño de las nuevas infraestructuras	Establecer criterios de diseño mínimos específicos que se apliquen a las nuevas infraestructuras para protegerlas de eventos climáticos extremos.
13. Adopción de nuevas tecnologías energéticas	Actualizar las reglas del mercado que permitan el uso de redes inteligentes y la generación distribuida.
14. Planeación y operación de los nuevos sistemas energéticos	Seleccionar los sitios para la instalación de la nueva infraestructura teniendo en cuenta la exposición a eventos climáticos y el crecimiento de la demanda de energía.
15. Cambios en la generación de energía en plantas existentes	Adaptar las plantas de generación a cambios en la calidad y cantidad de los recursos disponibles.
16. Generación con fuentes renovables	Modificar el marco regulatorio que incentiva las inversiones en energía renovable con mecanismos como estímulos fiscales y tributarios, subastas de energía limpia, bonos o certificados de energía limpia, medición neta, entre otras.
17. Pérdidas económicas por eventos climáticos	Desarrollo de coberturas y derivados de seguros climáticos para la infraestructura energética y los eventos que impiden la generación por razones climáticas
18. Implementación de medidas de ahorro de energía y agua	Desarrollar códigos y estándares de diseño que permitan incorporar la eficiencia en el uso de los recursos naturales en los nuevos proyectos. Mejorar el conocimiento de los usuarios finales sobre el impacto que tiene sobre los sistemas energéticos el uso de

Barrera	Acciones para superarla
	equipos finales de baja eficiencia.
19. Planeación y diseños urbanos	Integrar estándares de diseño urbano, ordenamiento territorial, distribución de actividades en el territorio, redes de vigilancia ambiental que tengan en cuenta los efectos de eventos climáticos extremos que puedan afectar la población y la infraestructura urbana.
20. Falta de conocimiento de nuevas tecnologías	Desarrollar programas técnicos y profesionales locales que permitan el desarrollo de proyectos con tecnologías renovables.
21. Falta de conocimiento de costos operación de la cadena	Integrar el costo de operación y mantenimiento y de las infraestructuras centralizadas en comparación con la generación distribuida y el uso de fuentes renovables.
22. Baja financiación de nuevas tecnologías	Estructurar fondos de desarrollo con condiciones preferenciales que permitan el acceso de la tecnología a la mayor cantidad de personas y empresas.
23. Subsidios a la generación de energía fósil	Reformar los reglamentos fiscales para que eliminen los subsidios a la generación fósil e incorporando los costos reales que hacen competitiva la generación con fuentes renovables.
24. Capacidad para el desarrollo de proyectos de adaptación	Crear paquetes gubernamentales de asistencia técnica para reducir los riesgos de estructuración de proyectos.
25. Suministro de energía limpia a usuarios finales	Facilitar la estructuración y desarrollo de contratos PPA entre productores de energía limpia y empresas y usuarios que están sensibilizados sobre los riesgos del cambio climático.
26. Tarifas de energía eléctrica no permiten el ingreso de nuevas tecnologías	Reestructurar las tarifas de energía eléctrica para facilitar la penetración de nuevas fuentes de generación de energía.
27. Acceso a financiación usuario final	Diseñar sistemas de microcrédito que permitan el acceso al usuario final a soluciones de eficiencia energética y energías renovables a pequeña escala.
28. Falta de financiación adicional de proyectos de adaptación	Registrar los proyectos de adaptación en estándares de carbono o facilidades de financiamiento climáticas que mejoren la rentabilidad de los proyectos. Generar bonos de energía limpia mediante mecanismos de cuotas de mercado que incentiven la generación y comercialización. Generar un mercado voluntario de reducción de emisiones con base en mecanismos de cupos de emisiones transables. Desarrollar mecanismos de compensación por el desarrollo de proyectos de adaptación voluntarios.
29. Bajo acceso a energía a usuarios no conectados	Suministrar energía limpia a usuarios que aún no cuentan con el servicio de energía limpia utilizando tecnologías renovables en lugar de sistemas de generación fósil.
30. Precios de remuneración de la generación renovable	Realizar subastas para la compra de energía renovable.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

5. ENTREVISTAS CON ACTORES CLAVES

En esta sección se presentan los resultados de las entrevistas que se sostuvieron con los diferentes actores claves involucrados en el análisis y ejecución de las alternativas para la adaptación al cambio climático en el sector energético. En las tablas se muestran los elementos principales de las reuniones que permiten la construcción de identificación de barreras y alternativas para el cierre de brechas.

Tabla 5-1 Entrevista con Ministerio de Minas y Energía

Descripción del agente	
Nombre: Ministerio de Minas y Energía	Tipo de agente: entidad Oficial – Planificador.
Asistentes: Eduardo Sánchez, Asesor en cambio climático de la Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales del MME, Silvia Fera consultora ACON.	
Reconocimiento del cambio climático: los aspectos relacionados con adaptación se manejan desde la UPME, que es la entidad del MME, que tiene la misión de establecer la hoja de ruta para el sector minero energético.	
Actividades	
Realizadas	Por realizar
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones. 2. Desarrollar un sistema que permita contar con la información relativa a los proyectos de reducción de emisiones que se desarrollan en el sector. 3. Desarrollar capacidades al interior del MME para promover el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer la hoja de ruta para la adaptación. 2. El MME no cuenta con estudios técnicos sobre los potenciales impactos del CC sobre la generación hidroeléctrica, el precio de los energéticos y demás. Se plantea que todos estos análisis se están haciendo en la UPME.
Barreras identificadas:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de información. 2. Falta de coordinación entre los actores gubernamentales. 3. Distribución de responsabilidades. 	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

Tabla 5-2 Entrevista con ACOLGEN

Descripción del agente	
Nombre: ACOLGEN	Tipo de agente: gremio de los generadores eléctricos.
Asistentes: Diego Grajales - Dirección de Asuntos Ambientales Sectoriales. ACOLGEN Edgar Botero. Consultor ACON	
Reconocimiento del cambio climático: en general, consideran que el sector está completamente adaptado al cambio climático y muestra de ello es que los precios de energía se han mantenido estables a pesar de los años de baja hidrología que ha tenido el país. Siguen a la espera que la UPME les presente una propuesta del mapa de ruta de adaptación que recoja los cometarios que enviaron	

en varias comunicaciones después de la presentación de los resultados del estudio de OPTIM.	
Actividades	
<p>Realizadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sector de generadores de energía no está de acuerdo con las conclusiones del estudio de consultoría realizado por la firma Optim y en el que plantean 5 medidas de adaptación para el sector. Se considera que el estudio tiene errores técnicos y conceptuales que no hacen pertinentes algunas de las recomendaciones entregadas a la UPME. 2. Con respecto a las medidas ambientales, consideran que el sector ya está haciendo suficiente trabajo en la protección de cuencas y transfiere recursos a las CAR para que desarrollen las actividades necesarias para el ordenamiento del recurso hídrico. 3. No están de acuerdo en los planteamientos relacionados con la optimización de los embalses, indican que por cuestiones regulatorias y de mercado los planteamientos del estudio son equivocados e imposibles de llevar a la práctica. 4. Están de acuerdo con la promoción de las energías renovables pero en un escenario de competencia de tarifas, todas las renovables que entren al sistema deben hacerlo en abierta competencia sin requerimientos de incentivos adicionales como subsidios o precios especiales de energía. 5. No tienen objeción con respecto a la gestión de la demanda, están de acuerdo con los programas de ahorro y uso eficiente de la energía y algunos de sus agremiados ya desarrollan este tipo de programas con sus clientes. 6. Sobre las medidas institucionales, precisan que el sector tiene regulaciones adecuadas y el marco institucional y legal, y da las señales suficientes para que se pueda actuar sobre los fenómenos asociados al cambio climático. 	<p>Por realizar Ninguna</p>
<p>Barreras identificadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ninguna de acuerdo con el funcionario entrevistado. 	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

Es importante anotar que esta entrevista se llevó a cabo antes de los anuncios del Ministerio de Minas de incrementar las tarifas de energía debido a que el cargo por confiabilidad no fue suficiente para cubrir los costos de operación de las centrales térmicas que deben operar con combustibles líquidos. Esta situación está poniendo de relieve la falta de adaptación del sistema de generación de energía a condiciones climáticas extremas generadas por el fenómeno del Niño y el suministro restringido de gas natural. Sobre este punto, el equipo de consultores no ha identificado una comunicación por parte de ACOLGEN acerca de este asunto, no obstante la Asociación Nacional de Empresas Generadoras ANDEG; ha indicado en un comunicado del 19 de noviembre de 2015 que está de acuerdo con las medidas establecidas por el Gobierno para enfrentar la situación ocasionada por el fenómeno del Niño; aclara aspectos relacionados con el cargo por confiabilidad y el precio de escasez.

Tabla 5-3 Entrevista con EPM

Descripción del agente	
Nombre: EPM	Tipo de agente: empresa multiservicios: gas, agua, distribución de energía, generación de energía, transmisión de energía, residuos.
Asistentes: El equipo de la Gerencia Desarrollo Sostenible, liderado por su Gerente Margarita María Salazar Henao. Alfredo Trespalcacios – Consultor ACON.	
Reconocimiento del cambio climático: el equipo de la Gerencia Desarrollo Sostenible considera que sí es necesaria la definición de planes para la identificación, adaptación y mitigación. El cambio climático es una fuente de riesgo que requiere su atención no sólo por la posible afectación a su operación como empresa sino al requerimiento que en este aspecto hacen los grupos de interés del grupo empresarial.	
Actividades	
Realizadas 1. Realizar declaratoria de cambio climático que ya está a nivel de matriz y se pretende extender a nivel grupo empresarial. 2. Elaborar un estudio de análisis de impacto con la Universidad Nacional de Colombia (en ejecución). 3. Estudiar las herramientas que permitan la cuantificación de los niveles de afectación y probabilidades respectivas (en ejecución). 4. Realizar análisis de tendencias en compañía de MGM que permitirá definir planes en términos de reforestación, áreas protegidas, entre otros (en ejecución). 5. Atender los requerimientos de la banca en cuestiones a los temas relacionados.	Por realizar 1. Elaborar los planes de adaptación, a la espera de resultados de los estudios. 2. Construir la matriz de riesgos con valoración de impacto y probabilidades 3. Elaborar el mapa de ruta con actividades para cumplir a nivel de grupo empresarial. 4. Dar respuesta a preguntas de la verdadera necesidad de diversificación de canasta energética. 5. Elaborar la estrategia para proyectos de MDL.
Barreras identificadas: 1. Es difícil encontrar estudios con la credibilidad suficiente para la toma de decisiones millonarias. 2. Existen muchas áreas de protección que limitan la posibilidad de crear infraestructura, incluyendo para Emvarias.	

3. La Ley 1715 no cuenta aún con reglamentación.
4. Zonas de embalses restringidas.
5. La energía solar distribuida compite con la actividad de distribución del país.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

Tabla 5-4 Entrevista con ISAGEN

Descripción del agente	
Nombre: ISAGEN	Tipo de agente: Generador y comercializador de energía.
Asistentes: Johana Jiménez – Andrés Hurtado. Área de Planeación ISAGEN. Alfredo Trespalacios - Edgar Botero. Consultores ACON.	
Reconocimiento del cambio climático: entienden el cambio climático como un riesgo para el negocio de generación y están tomando acciones de mitigación y adaptación; no obstante, requieren de mayor información histórica para tomar decisiones con una menor incertidumbre. Indican que la información oficial, especialmente del IDEAM, no es confiable para tomar decisiones de fondo sobre inversiones y decisiones de operación de sus centrales de generación.	
Actividades	
<p>Realizadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar inversión en protección de cuencas con control de procesos de erosión, compra de predios y participación en modelos de compensación como BanCO₂. 2. Indicar interés en participar en la formulación de los POMCAS de las cuencas donde tienen centrales de generación. 3. No encuentran riesgos en su infraestructura actual, sus factores de diseño han sido muy altos y consideran los peores escenarios posibles. 4. Evaluar nuevas fuentes de generación de energía como la eólica y la geotérmica pero mantienen la prioridad de las fuentes hidro. 5. Medir su huella de carbono, tienen una meta de reducción de emisiones, han registrado proyectos en el MDL. 	<p>Por realizar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar modelaciones climáticas detalladas a menor escala. 2. Establecer el riesgo sobre la disponibilidad del recurso para generación eléctrica. 3. Requieren actualizar los sistemas de alertas de seguridad en las presas. 4. Revisar el nuevo impacto que tendrían las predicciones del IDEAM en su tercera comunicación sobre sus condiciones de operación y generación. 5. Involucrarse en los planes de ordenamiento de cuencas
<p>Barreras identificadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incertidumbre en la información disponible para la toma de decisiones. 2. Cambios regulatorios que ponen en riesgo los proyectos de generación renovable especialmente los proyectos de PCHs. Resolución CREG 138 de 2015. 3. Dificultades en el licenciamiento ambiental, orden público e incremento de áreas protegidas en parques nacionales que afectan la generación renovable. 4. Poca capacidad de gestión de las CAR donde se encuentran los proyectos de generación. 5. Mayores costos de los proyectos por incremento de los factores de seguridad. 	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

Tabla 5-5 Entrevista con CORNARE

Descripción del agente	
Nombre: CORNARE	Tipo de agente: Corporación Autónoma Regional, Planeación y Control Ambiental.
Asistentes: Javier Parra – Subdirector de Planeación CORNARE. Edgar Botero – Consultor ACON.	
Reconocimiento del cambio climático: la Corporación ya involucra en su planeación los cambios climáticos; por ello, está formulando un nuevo Modelo de Desarrollo Sostenible bajo limitaciones climáticas que servirá como marco de actualización a los procesos de planeación. Adicionalmente, cuenta con un Plan de Gestión Ambiental Regional a 2033 que se desarrolla en articulación con los municipios y tiene consideraciones económicas, sociales y de servicios ambientales.	
Actividades	
<p>Realizadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar avances importantes en los POMCAS con planes de ordenamiento de microcuencas que abastecen centros urbanos. Inversión de más \$10.000 millones de pesos en la actualización de 8 POMCAS que cubren el 90 % del área de la Corporación. 2. Implementar las iniciativas de Cuenca Verde y Mi Río Verde que involucran al sector público y privado. 3. Crear la iniciativa de pago por servicios ambientales BanCO₂ que se ha convertido en un referente en el país y en la que se han integrado 23 empresas privadas entre las que se encuentran las empresas de generación como compensación adicional a lo establecido por la ley en los procesos de licenciamiento ambiental. 4. Articular los POMCAS con los planes de desarrollo municipal de los nuevos alcaldes y con los POT. 5. Desarrollar proyectos de compensación mediante MDL que no funcionaron bien por la burocracia climática. 6. Ejecutar los pagos de compensaciones ambientales a campesinos con metodologías sencillas y que tiene verificación que genera confianza. 7. Actualizar los cálculos de caudal ecológico en las principales cuencas abastecedoras de los sistemas de generación de energía 8. Solicitar la medición de caudales en tiempo real tanto de la captación como del caudal ecológico 	<p>Por realizar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelar a microescala para conocer mejor los efectos del cambio climático sobre las cuencas de la Corporación. 2. Gestionar los recursos internacionales de cambio climático para el apoyo de las iniciativas de la Corporación. 3. Finalizar la actualización de los POMCAS de las principales cuencas de la Corporación. 4. Concientizar a las empresas y personas naturales sobre el pago por servicios ambientales como una estrategia de desarrollo social y ambiental y que evita conflictos por el uso de los recursos naturales. 5. Optimizar la operación de los pagos por servicios ambientales en las actividades específicas de protección de bosques nativos.
<p>Barreras identificadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ley de incentivos forestales funciona bien para la reforestación pero no funciona bien para la protección de los bosques naturales. 	

2. Modelación a macroescala que no permite la toma de decisiones oportunas y precisas.
3. Conciencia sobre la necesidad de compensación a comunidades campesinas que requieren mejorar sus condiciones de vida protegiendo sistemas ambientales estratégicos.
4. Competencia por los recursos hídricos para diferentes usos.
5. Insatisfacción social por los beneficios que están generando los proyectos de generación y las obligaciones mínimas que por ley deben cumplir los generadores en los procesos de licenciamiento.
6. Cambios en la regulación para los procesos de generación de energía.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

Tabla 5-6 Entrevista con CORANTIOQUIA

Descripción del agente	
Nombre: CORANTIOQUIA	Tipo de agente: Corporación Autónoma Regional. Planeación y control.
Asistentes: Luz Adriana Molina López. Subdirectora de Ecosistemas Juan Camilo de los Ríos. Subdirección de ecosistemas. Edgar Botero. Consultor ACON.	
Reconocimiento del cambio climático: Recientemente la Corporación ha involucrado las variables climáticas en sus procesos de planeación y de gestión del riesgo. Ha establecido dentro de sus planes el programa 8 de Gestión del Riesgo y Adaptación. Actualmente, se está construyendo una línea base para la adaptación, para ello se contrató una consultoría externa en una escala de 1:100.000 para toda la jurisdicción.	
Actividades	
<p>Realizadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar la infraestructura para el monitoreo de variables ambientales relevantes y que permitan conocer el impacto del cambio climático. Solo lleva 1,5 años en operación. 2. Formar líderes en toda la jurisdicción sobre los riesgos ambientales de incendios e inundaciones. 3. Actualizar los POMCAS en las cuencas que fueron priorizadas con aportes del Fondo Nacional de Adaptación. 4. Elaborar el Plan de ordenamiento de 11 cuencas y conformación de los consejos de cuencas con participación del sector productivo. 5. Adquirir predios en ecosistemas estratégicos como páramos y bosque seco tropical. 6. Actualizar los planes de gestión ambiental regionales con modelo de escenarios que permitan tomar decisiones de ordenamiento incluyendo la adaptación al cambio climático. 7. Elaborar e implementar proyectos de conservación de humedales y de las comunidades que viven cerca de estos ecosistemas. 	<p>Por realizar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar procesos de monitoreo y recolección ambiental suficientes para la toma de decisiones. 2. Implementar la figura por pago de servicios ambientales. 3. Sensibilizar sobre la necesidad de legalizar el uso del agua e incrementar la cultura de la legalidad. 4. Resolver los conflictos por uso del agua especialmente en los procesos de minería ilegal.

<p>Barreras identificadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de información para los procesos de planeación. 2. Actualización de los planes de gestión ambiental en un escenario de cambio climático. 3. Modelación a microescala para la toma de decisiones de gestión ambiental. 4. No hay una metodología para implementar el pago por servicios ambientales.
--

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

Tabla 5-7 Entrevista con ÁREA METROPOLITANA

Descripción del agente	
Nombre: Área Metropolitana del Valle de Aburra	Tipo de agente: Corporación Autónoma Regional - Planeación y control ambiental.
Asistentes: Gustavo Londoño – Julieta Gómez. Subdirección de Planeación. Alfredo Trespalcios – Edgar Botero. Consultores ACON.	
Reconocimiento del cambio climático: El AMVA ha trabajado en aspectos relacionados con la adaptación al cambio climático como eficiencia energética, protección de cuencas, sistemas de transporte alternativo y eficiente, pero aún no ha incorporado en sus planes de gestión los aspectos de cambio climático. Hasta el momento la gestión se ha concentrado mayormente en la gestión del riesgo con las comunidades que se asientan en las zonas de riesgo del Valle de Aburrá.	
Actividades	
<p>Realizadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el SIATA - Sistema de alerta temprana del Valle de Aburrá que monitorea variables ambientales y tiene un modelo de pronóstico que es público. 2. Crear redes de monitoreo de calidad del aire, calidad de las aguas y caudales en tiempo real. 3. Conformar los consejos municipales de gestión del riesgo con foco en la prevención de los impactos climáticos. 4. Implementar los POMCAS en procesos de actualización como en las otras corporaciones ambientales. 5. Comprar terrenos para protección de ecosistemas, especialmente en los cerros tutelares de la ciudad. 6. Desarrollar programas de producción más limpia y consumo sostenible. 7. Programar el pico y placa ambiental para procesos industriales, incorporando mecanismos de comercio de emisiones de material particulado. 8. Programa de movilidad sostenible con énfasis en transporte público y eléctrico. Incluye un programa de 1.500 bicicletas públicas. 9. Programar la reforestación en corregimiento y laderas y reforestación en terrenos privados. 	<p>Por realizar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formular el Plan Metropolitano de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. 2. Integrar la variable climática en las acciones y trascender el concepto de riesgo. 3. Realizar los estudios de pago por servicios ambientales como modelo de compensación. 4. Integrar los POMCAS con los POT de los municipios que conforman el Área Metropolitana: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar modelos ambientales a microescala para toma de decisiones.
Barreras identificadas:	

1. No hay integración del cambio climático en la planeación ambiental.
2. Falta de información ambiental a microescala para la toma de decisiones.
3. Gestión focalizada en la prevención de riesgo y en la mitigación con pocas acciones de adaptación.
4. Falta de conciencia de los actores para asegurar su participación en los programas.
5. No hay integración de los municipios y sus alcaldes en los planes metropolitanos.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

5.1 Conclusiones de las entrevistas con los actores

Las siguientes son las principales conclusiones que se pueden obtener de las entrevistas con los diferentes actores.

5.1.1 Falta de información e incertidumbre

La mayoría de actores coincide en que falta información científica para la toma de decisiones de planeación y operación de las infraestructuras energéticas, en términos de probabilidad e impacto. La tercera comunicación del IDEAM ha generado mayor incertidumbre sobre la información que debe servir como base para el sector, dado que hace un giro con respecto a los escenarios de comportamiento del clima en el mediano y largo plazo en la zona andina. En este sentido los agentes prefieren trabajar con información propia para tomar decisiones que impliquen inversiones de capital.

Las CAR insisten en la falta de información para planear a microescala y tomar decisiones sobre medidas de adaptación, debido a que las redes de monitoreo y medición son recientes y los datos estadísticos no son suficientes para presentar conclusiones razonables de los escenarios de cambio climático.

Esta situación, puede considerarse más un límite que una barrera social para la consolidación de los trabajos que ha venido desarrollando la UPME, desde la elaboración del informe de Optim. Cualquier grupo de actividades que se puedan desplegar a partir de este estudio, al parecer no tendrá acogida total por los agentes, menos aún luego de los cambios que ha hecho el IDEAM en sus comunicaciones⁴.

5.1.2 Requerimientos de adaptación

Para la mayoría de los actores es claro que se requieren medidas de adaptación, excepto para el gremio de los generadores, que oficialmente considera que el sector está plenamente

⁴ Esto no quiere decir que las empresas no estén teniendo iniciativas propias para adaptarse al cambio climático, ejemplo de ello son empresas como EPM e Isagen.

adaptado al cambio climático⁵, aunque de acuerdo con la información reportada en las reuniones con las empresas aún existen brechas que cerrar. Sin embargo, no es claro el alcance de las medidas de adaptación y si serán suficientes o exageradas, dependiendo de la evolución del fenómeno en el tiempo.

En cuanto a la infraestructura energética, como resultado de las entrevistas realizadas con las empresas generadoras no se detectan mayores riesgos dado que los diseños han considerado las peores condiciones climáticas y pueden soportar las crecientes de los ríos. No obstante, se trabaja en la protección de cuencas y se diseñan programas de compensación ambiental que permiten la protección de ecosistemas y la adaptación.

5.1.3 Cambios regulatorios

Los recientes cambios regulatorios dan señales equivocadas al sector; por una parte se aprueba la Ley 1715 de promoción y apoyo a la eficiencia energética y las fuentes no convencionales de energía que tiene un importante retraso en su reglamentación, y por otra la CREG, emite el Decreto 138 de 2015 en el cual establece que las plantas menores deben ofertar energía firme, lo cual limita el desarrollo de pequeños proyectos hidroeléctricos.

Para algunos actores del sector no es claro cómo se establecen los compromisos ambientales nacionales, como por ejemplo el compromiso adoptado por el país en reducir sus emisiones de GEI en un 20 % en 2030 y si estos compromisos se trasladarán a los actores del sector y en cuál proporción.

5.1.4 Dificultad en la integración de los actores

Aunque se trabaja ampliamente en los POMCAS y en la actualización de los mismos con una mayor resolución existen dificultades en la puesta en operación debido a conflictos con los planes de gobierno de los municipios y los POT. Aunque los POMCAS son un plan superior, las CAR no han logrado armonizarlos con el ordenamiento municipal.

En la actualidad, se están renovando los procesos de cálculo de los caudales ecológicos en diferentes cuencas y se están instalando redes de monitoreo de variables ambientales más amplias y completas. Esta información permitiría resolver competencias por el uso del recurso entre diferentes actividades como minería, energía y uso doméstico.

⁵ Esta posición de Acolgen se presentó a los consultores antes de que el Gobierno reconociera la vulnerabilidad del sistema de generación de energía por el intenso fenómeno del Niño que se está presentando desde el último trimestre de 2015.

Las CAR recalcan que es necesario mayor conocimiento para realizar una mejor ordenación del recurso y hacer esfuerzos adicionales a los que obliga la ley para proteger los ecosistemas estratégicos, como los páramos, que son grandes generadores de agua. No obstante, la protección de ciertas áreas compite con algunos proyectos de generación de energía que se encuentran ubicados en dichas áreas y cuyos procesos de licenciamiento ambiental se pueden ver afectados.

5.1.5 Conflictos sociales por los beneficios de la generación

Se presentan conflictos locales por los beneficios privados generados a partir de un recurso público como es el agua; si bien se establecen transferencias obligatorias, éstas no son suficientes para mejorar las condiciones de vida de las comunidades ubicadas en las áreas de influencia de los proyectos, tanto de los que se encuentran operando, como los que se encuentran en procesos de licenciamiento ambiental. Las comunidades piden que las empresas tomen mayores compromisos en asuntos como educación, vivienda, carreteras y otras infraestructuras; las empresas, en la mayoría de las ocasiones, se ajustan a lo que les exige la ley.

Se vienen desarrollando procesos de compensación ambiental, específicamente el programa BanCO₂, el cual es una evolución de los programas de protección de bosques implementados a través del MDL; dichos planes no funcionaron debido a que los recursos no llegaron a los campesinos. El nuevo programa busca mejores y más simples instrumentos de participación de las empresas privadas en la incorporación de mecanismos de auditoría que garanticen el manejo de los recursos.

Por otro lado, algunas de las experiencias internacionales han propuesto como brecha la falta de conocimiento de los actores. Para el sector energético colombiano, el grupo de consultores no evidenció falta de conocimiento del tema. Sin embargo, se demostró que cada uno de los actores se encuentra implementando actividades, que aunque pueden no liderar o estar vinculadas a sus procesos, giran en torno a este objetivo.

6. BARRERAS IDENTIFICADAS PARA COLOMBIA

Con base en la información revisada a nivel internacional y las experiencias exitosas así como las barreras identificadas, las entrevistas con los diferentes actores y el análisis de los documentos de consultorías previas, se hace un análisis de las barreras para las medidas propuestas para la hoja de ruta.

6.1 Medidas Ambientales

Si bien la normativa colombiana tiene estructurada la planificación, ordenación y manejo de cuencas, en la que las Corporaciones Autónomas Regionales tienen el rol de construir los POMCAS, los esfuerzos en este sentido son insuficientes toda vez que la administración de los municipios no cumple con los planes de manejo de ordenamiento de cuencas al diseñar los Planes de Ordenamiento Territorial. Por otra parte, existe una baja efectividad en los instrumentos para la protección de las cuencas.

Por otra parte, hace falta información para la toma de decisiones a escalas adecuadas para la asignación del recurso entre las diferentes actividades productivas, incluida la generación eléctrica. Las CAR´s están trabajando en tener una mejor resolución para sus planes de ordenamiento, pero este proceso tomará un tiempo adicional considerable.

Los programas de compensación voluntaria tienen muy poco tiempo en el país, y la experiencia de BANCO₂ relizada por Cornare, que muestra resultados exitosos, comienza a ser un referente para otras CARS que consideran necesario ampliar los beneficios de los proyectos energéticos para los habitantes de las regiones, más allá de lo establecido en la licencia ambiental y en las transferencias del sector energético determinadas por ley.

El establecimiento de reservas naturales y parques nacionales por parte del Estado, a través de las CAR, requiere una articulación entre las diferentes entidades del gobierno para garantizar la protección de los ecosistemas sin afectar el desarrollo económico de las regiones. Por otra parte, las áreas en las cuales se aumentará la cobertura vegetal pasiva deberían elevarse a figuras de conservación, para facilitar su gestión.

Los aumentos de cobertura vegetal, tanto de manera activa como pasiva, encuentra barreras importantes de financiación dado que la reforestación pasiva en terrenos privados resulta bastante difícil de financiar y apoyar por el estado. En este sentido, se presenta una importante barrera de mercado para acceder a la tierra.

Sin embargo, existen algunas experiencias por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, que apoya procesos de reforestación pasiva y activa en su jurisdicción en acuerdos realizados con empresas privadas.

De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encontraron competencias por el recurso hídrico por el uso para la generación de energía eléctrica, para minería y los usos agrícolas. De acuerdo con las CAR, es necesario contar con información a una escala más detallada que permita un mejor ordenamiento de las cuencas; así mismo, es necesario que el ordenamiento de cuencas se haga de manera integrada.

Una barrera importante en materia económica consiste en la dificultad para la aplicación de un modelo que garantice una óptima gestión administrativa y financiera de las áreas protegidas. En este sentido, el Estado debería estudiar y aplicar instrumentos que permitan financiar y gestionar la conservación de estas áreas, con base en experiencias exitosas, como las aplicadas para las concesiones viales de cuarta generación, que se explicarán con mayor detalle en el capítulo 7.

Las medidas para mejorar el manejo del suelo y asegurar el desarrollo rural, deberían estar integradas en todas las actuaciones del estado en el área rural; sin embargo, se percibe una débil gestión por parte del estado para gestionar la puesta en práctica, la financiación y el seguimiento de estas medidas.

Tabla 6-1 Barreras identificadas para las medidas ambientales

Barreras para medidas ambientales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / institucionales	Mercado	Económicas	Sociales
Aumento en la cobertura vegetal (Activa).	CAR	Dificultad para garantizar las condiciones apropiadas para la recuperación de la cobertura vegetal del ecosistema inicial.	No se tienen soluciones tecnológicas integrales (paquetes tecnológicos) probados	<p>Es difícil determinar los recursos que han gastado las CAR en medidas de adaptación al cambio climático</p> <p>La gestión de la tierra a largo plazo es difícil de asegurar.</p> <p>Barrera de conocimiento: no existen normas y guías estandarizadas con respecto a las actividades que se deben realizar para recuperar la cobertura vegetal</p> <p>Limitadas capacidades de gestión y administración de las áreas a proteger.</p> <p>Baja efectividad de instrumentos para la ordenación de cuencas y territorio.</p> <p>Ausencia de instrumentos económicos efectivos para incentivar a los</p>	<p>Acceso a la tierra (se requiere compra de la tierra).</p> <p>De acuerdo a los POMCA, se deberían definir cuales terrenos son aptos para la revegetalización, sin embargo, los propietarios de las tierras exigirían retornos a cambio.</p>	<p>Las CAR que reciben una menor cantidad de transferencias no dispondrían de recursos suficientes para restaurar activamente las cuencas.</p> <p>No hay instrumentos creativos o suficientes para que la gestión de áreas para el aumento de cobertura vegetal sea atractiva para los campesinos.</p>	<p>No hay preocupación por mejorar el nivel de conocimiento.</p> <p>Falta de cultura de conservación en el medio rural.</p> <p>Futura escasez de población rural joven.</p>

Barreras para medidas ambientales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / institucionales	Mercado	Económicas	Sociales
				propietarios de tierra para aumentar la cobertura vegetal Zonas con problemas de seguridad.			
Aumento en la cobertura Vegetal (Pasiva).	CAR		No se encontraron barreras.	La ley forestal no es eficiente para recuperación de bosques naturales. Dificultad para materializar jurídicamente las áreas de protección para gestionar el aumento de la cobertura vegetal.	No se encontraron barreras.		
Conservación de ecosistemas naturales ⁶ .	CAR Municipios Dirección de Parques Nacionales	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	El Gobierno incrementa las áreas protegidas sin tener en cuenta la afectación de los proyectos de generación. Los instrumentos de ordenamiento territorial no tienen incluidos los planes de conservación recomendados por la CAR.	Financiación para la gestión de las áreas protegidas.	No se han estudiado instrumentos que permitan financiar y gestionar la conservación de las áreas protegidas. Dificultad para la aplicación de un modelo de gestión administrativa y	Falta de coordinación entre los actores. Los pagos por servicios ambientales solo están estructurados en pocas regiones. Las zonas con problemas de seguridad

⁶ En áreas declaradas

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Barreras para medidas ambientales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / institucionales	Mercado	Económicas	Sociales
				Falta de un desarrollo agropecuario que permite un uso apropiado de territorio. Deficiente delimitación y puesta en práctica de las áreas de amortiguación. Incapacidad institucional para materializar el estatus jurídico de protección.		financiera de las áreas protegidas.	desincentivan que la sociedad en conjunto se apropie de las áreas protegidas.
Control de la erosión en zonas agrícolas ⁷ y mineras.	CAR MME MADR Gremios de agricultores y ganaderos	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	No se cuenta con una política de ordenamiento y uso apropiado del territorio, de acuerdo a la vocación del suelo. Débil capacidad de gestión del estado para poner en práctica medidas para el desarrollo rural y para mejorar el manejo del suelo. Dificultad política para lograr una coherencia entre las vocaciones del suelo y su uso.		Dificultades para la financiación y seguimiento las medidas para el control de la erosión.	No se encontraron barreras.

⁷ Agrícolas, pecuarias y mineras

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Barreras para medidas ambientales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / institucionales	Mercado	Económicas	Sociales
				<p>Gran diversidad de actores y situaciones que supone la implementación de la medida, que requiere una gestión de complejización exponencial.</p> <p>Falta de control y seguimiento en la aplicación de la ley.</p> <p>Falta de determinación del estado para definir los planes de cierre minero, específicamente en lo referente a la tecnología, control y seguimiento, financiación.</p>			
Uso eficiente del agua en usos no hidroeléctricos.	CAR	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	<p>No hay un criterio conjunto para la asignación del uso del agua para cumplir este objetivo.</p> <p>Poco control y seguimiento de las autoridades a las captaciones de agua y distritos de riego.</p> <p>Hace falta una autoridad de agua</p>	El valor del agua no está reglamentado. Debería tener en cuenta el costo de la huella hídrica y los costos de conservación de las cuencas.	Hace falta financiación para construir o mejorar una infraestructura de captación, conducción y distribución más eficiente.	<p>No ha habido suficiente extensión rural para que los agricultores y ganaderos tengan estándares para el uso eficiente del agua.</p> <p>Poca capacidad de</p>

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Barreras para medidas ambientales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / institucionales	Mercado	Económicas	Sociales
				encargada de realizar políticas, administrar y gestionar, e introducir mecanismos y guías para el uso eficiente del agua en el país.			asociación entre usuarios del agua para seguir estándares de uso eficiente.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

6.2 Medidas de generación y transmisión

Tabla 6-2 Barreras identificadas para las medidas en generación y transmisión

Barreras para medidas Generación y Transmisión							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / regulatorias	Mercado	Económicas	Sociales
Aumento de la eficiencia de generación con fuentes convencionales.	Generadores.	Escasez de gas natural.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	Escasez de gas natural. Precios del mercado no reflejan los costos ambientales.		No se encontraron barreras.
Optimización de la operación de embalses.	Generadores.	No se encontraron barreras.	La infraestructura actual no se ha diseñado con criterios de optimización del recurso. Ejemplo: el diseño de embalses multipropósito para enfrentar fenómenos climáticos extremos como el Niño y la Niña.	Barreras regulatorias: determinación del caudal ambiental. Dificultades en el proceso de licenciamiento ambiental, por posibles demoras en la aprobación de proyectos hidroeléctricos por parte de la ANLA.	La operación de los embalses busca maximizar ingresos de los agentes. Precios de mercado no reflejan los costos ambientales.		No se encontraron barreras.
Expansión de la capacidad con fuentes convencionales - Expansión con plantas térmicas a carbón.	MME	Es una tecnología que presenta mayor impacto ambiental, si no se utilizan las mejores tecnologías de control o no se compensa la huella de carbono de la generación	Se requiere de inversión en tecnologías de alta eficiencia para reducir el impacto ambiental de estas plantas.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	Oposición de las comunidades del área de influencia de los proyectos de generación con carbón por impactos ambientales, sociales y en la economía de la

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Barreras para medidas Generación y Transmisión							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / regulatorias	Mercado	Económicas	Sociales
		carboeléctrica					región. Posible generación de conflictos socio ambientales ⁸ con las empresas dueñas de los proyectos.
Expansión de la capacidad con fuentes convencionales - Expansión con plantas térmicas a gas ⁹ .	MME	Escasez de gas natural.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	Escasez de gas natural.		Competencia por el recurso gas natural en transporte y uso residencial.
Expansión de la capacidad con fuentes convencionales - Expansión con plantas hidroeléctricas.	MME	Se podrían generar emisiones de metano por la descomposición de la materia orgánica en los embalses	No se encontraron barreras.	Cambios en la regulación que afectan el desarrollo de proyectos de PCH a pequeña escala.	Precios del mercado no reflejan los costos ambientales.		Oposición de las comunidades a proyectos hidráulicos de gran tamaño por impactos ambientales, sociales y en la economía de la región (modificación de fuentes de subsistencia).

⁸ “Los conflictos socio-ambientales son situaciones en las cuales existe un choque de intereses entre personas o grupos que usan un bien o un servicio ambiental, o ente quienes causan un problema ambiental y quienes sufren sus consecuencias. Los conflictos socio-ambientales pueden también ser ocasionados por diferencias en la distribución de bienes y/o servicios ambientales”. Castillo (2008)

⁹ Es gas natural se considera como fuente convencional. Se continuó con la misma estructura realizada por la consultoría anterior.

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Barreras para medidas Generación y Transmisión							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas / regulatorias	Mercado	Económicas	Sociales
							Posible generación de conflictos socio ambientales con las empresas dueñas de los proyectos.
Promoción de generación distribuida.	MME	No se encontraron barreras.	La tecnología solar está limitada por almacenamiento y transmisión.	Demoras en la reglamentación de la Ley 1715. Estabilidad regulatoria.	Precios del mercado sólo hacen viables algunas tecnologías.	Compite contra activos instalados para distribución de energía.	No se encontraron barreras.
Aumento de eficiencia en transmisión.	MME	No se encontraron barreras.	La eficiencia de transmisión es alta, por lo que el costo de incrementarla es elevado, comparado con los beneficios económicos	No se encontraron barreras.	Ubicar plantas de generación en puntos específicos distorsiona el esquema actual de mercado.	No se encontraron barreras.	Oposición de las comunidades al tendido de líneas de alta tensión impidiendo la optimización del sistema. Posible generación de conflictos socio ambientales con las empresas dueñas de los proyectos.
Impulso a conexiones internacionales.	MME	Podría forzar la generación de tecnologías menos limpias.	No se encontraron barreras.	La voluntad existe pero las actividades no son ejecutadas.	No hay consenso sobre el esquema.	No está claro el beneficio económico.	La interconexión con Panamá afectaría un ecosistema estratégico si se hace una línea terrestre.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

6.3 Medidas de fuentes no convencionales

Tabla 6-3 Barreras identificadas para las medidas fuentes renovables no convencionales

Barreras en medidas para fuentes renovables no convencionales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas	Mercado	Económicas	Sociales
Generación con solar.	Generadores	Bajos niveles de radiación en algunas zonas del país	Limitación de almacenamiento.	Reglamentación de la ley 1715 de 2014. Cambios en la regulación que afectan los proyectos de ER.	No garantiza energía en periodos de alta demanda. Condiciones del mercado no adecuadas para energías intermitentes.	Remuneración de mercado de contratos y ENFICC no suficiente para cierres financieros.	No se encontraron barreras.
Generación con eólica.	Generadores	Bajo potencial eólico en la mayoría del territorio	No hay metodología para estimación de su energía firme.		Por parte de los agentes, no hay una percepción clara sobre su complementariedad con otras fuentes. Condiciones de mercado no adecuadas para energías intermitentes.	No se encontraron barreras.	Falta de información sobre los recursos disponibles y la calidad de los mismos para la generación rentable.
Generación con geotérmica.	Generadores	Los recursos pueden hallarse en áreas protegidas o en ecosistemas sensibles como páramos	No se encontraron barreras.		Altos costos de prospección y no existen mecanismos de mercado para cubrirlos.	Exploración riesgosa y costosa.	Falta de información sobre los recursos disponibles y la calidad de los mismos para la generación rentable.
Generación con biomasa.	Generadores	Se requiere un suministro continuo de biomasa para el desarrollo de proyectos.	No se encontraron barreras.		En el caso de cultivos energéticos, disponibilidad de tierras para su desarrollo.	Remuneración del mercado de contratos y ENFICC no suficiente para cierres financieros.	La generación con biomasa basada en cultivos como caña y palma puede ser vista como competencia con la seguridad alimentaria.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

6.4 Medidas de la gestión de la demanda

Tabla 6-4 Barreras identificadas para las medidas de gestión de la demanda

Barreras para las medidas de gestión de la demanda							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas	Mercado	Económicas	Sociales
Eficiencia energética residencial.	Hogares.	No se encontraron barreras.	No todas las tecnologías están disponibles para los hogares.	Demoras en la reglamentación de la Ley 1715. Cambios regulatorios que afectan los procesos de autogeneración y cogeneración.	Los incentivos de mercado no son claros para la decisión por la eficiencia energética.	Tarifa no refleja los costos ambientales. Subsidios al consumo en los estratos bajos que dificultan la adopción de medidas	Oposición a aumento de costos de dispositivos eléctricos. Falta de conciencia acerca de la importancia del ahorro y uso eficiente de la energía.
Eficiencia energética industrial.	Industria.	No se encontraron barreras.	Se requiere un mecanismo que cubra los riesgos de estructuración técnica de los proyectos.		No se encontraron barreras.	Inversiones elevadas con largo periodo de recuperación. Precios del mercado no reflejan los costos ambientales. Los mecanismos de financiación no se ajustan a las condiciones de los proyectos de eficiencia.	No se encontraron barreras.
Eficiencia energética sector terciario.	Sector terciario	No se encontraron barreras.	No todas las tecnologías están disponibles para los pequeños usuarios comerciales.		No se encontraron barreras.	Tarifa no refleja los costos ambientales.	No existe conocimiento sobre las oportunidades de eficiencia energética y el potencial de reducción de costos de operación.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

6.5 Medidas institucionales

Tabla 6-5 Barreras identificadas para las medidas institucionales

Barreras para las medidas institucionales							
Medida	Agente responsable	Naturales	Tecnológicas	Políticas	Mercado	Económicas	Sociales
Fortalecimiento de la gestión de información para toma de decisiones de adaptación.	MME	No se encontraron barreras.	Falta de una mejor infraestructura de medición de variables ambientales para el sector	Debilidad de entidades del estado (específicamente UPME e IDEAM) en infraestructura para captura, procesamiento, análisis e interpretación de la información, y en el monitoreo del potencial de recursos energéticos.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	Falta de conocimiento y técnicas para la estimación de probabilidades e impacto de eventos climáticos extremos.
Fortalecimiento de la capacidad de observación y reacción ante eventos climáticos extremos.	MME	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	No se encontraron barreras.	
Inclusión de posibles efectos del Cambio Climático en la planeación del sector eléctrico.	MME	No se encontraron barreras.	Se requiere mayor información para la planeación	Los agentes no permitirán una imposición de condiciones no objetivamente justificadas (a su criterio). Falta de coordinación entre las entidades involucradas.	Costos adicionales serán trasladados a los usuarios.	Encarecimiento de la inversión y operación de proyectos de generación.	

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

6.6 Conclusiones sobre el análisis de barreras en el caso colombiano

A continuación se hace un resumen de las principales conclusiones del análisis de barreras a las propuestas iniciales efectuadas como hoja de ruta para la adaptación del sector energético. Cada uno de los puntos que acá se presentan son tratados en la sección “Análisis de cierres de brechas”, donde se plantean recomendaciones para su adopción.

6.6.1 Barrera de información para el sector

No existe consenso para la toma de decisiones. La información suministrada por el Estado con respecto al cambio climático y los potenciales impactos sobre la infraestructura energética y la generación de energía no es suficiente ni tiene la confiabilidad necesaria, para que los actores tomen decisiones de adaptación a los cambios climáticos; esta situación puede corresponder más con la configuración de un límite para llevar a cabo las recomendaciones de Optim, más que una barrera para la que haya una brecha por cerrar.

Los actores del sector consideran que las cifras entregadas por el IDEAM no son confiables, y dicha percepción se con los Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011 - 2100. Por lo anterior, consideran que deben tomar decisiones basadas en información propia, incluso si tardan largos periodos de tiempo obteniendo las estadísticas que consideren suficientes.

Algunos de los actores más importantes del sector energético no tienen claras las consecuencias y los costos de la inacción ante los efectos del cambio climático, y como resultado, generan conclusiones fundamentadas en el comportamiento del sector en la últimas tres décadas y no hacen proyecciones de la vulnerabilidad en plazos suficientes (50 a 100 años) que sean relativos con la infraestructura energética.

6.6.2 Barrera social de información

Información insuficiente para el análisis. Las CAR no cuentan con información para construir series de tiempo y lograr hacer proyecciones a menor escala para llevar a la práctica las medidas. En algunos casos, apenas, se ha iniciado la instalación de las redes de monitoreo.

Así mismo, la información sobre la disponibilidad de recursos naturales para el avance de proyectos de energía renovable no es suficiente para tomar decisiones de inversión; las empresas energéticas deben invertir en mediciones adicionales por largos periodos de tiempo, hecho que retrasa las decisiones para el desarrollo de nueva infraestructura.

La visión de las CAR sobre la adaptación al cambio climático, con frecuencia está enfocada en la gestión del riesgo de las comunidades a eventos climáticos extremos y la generación de

sistemas de alerta temprana que eviten tragedias como las que ha vivido recientemente el país. Sin embargo, aún no involucran la adaptación al cambio climático de las infraestructuras físicas y energéticas en sus planes de gestión ambiental. Esta situación evidencia la necesidad de articular los planes territoriales de adaptación al cambio climático con los planes de adaptación.

6.6.3 Barreras políticas

El estado colombiano da señales contradictorias sobre los incentivos a las acciones de adaptación. Por un lado, se aprueba una ley de incentivos a la eficiencia energética y las energías renovables (Ley 1715), y su reglamentación sigue aún pendiente luego de más de un año y medio de aprobada y, por otra parte, el ente regulador (CREG) emite una resolución para pedir oferta de energía firme a las pequeñas centrales hidroeléctricas que no tienen posibilidad de controlar los caudales de los ríos en los que operan. Este tipo de decisiones del Estado genera incertidumbre entre los actores que están invirtiendo recursos importantes en acciones de adaptación, como la generación distribuida renovable a pequeña escala.

La coordinación entre las entidades del Estado es limitada; las CAR siguen trabajando en sus planes de manejo y ordenamiento de cuencas POMCAS, utilizando recursos de Fondo de Adaptación, pero no en todos los casos logran armonizar estos planes con los planes de desarrollo de los municipios (que cambian cada 4 años con el cambio de las administraciones locales), y los planes de ordenamiento territorial POT.

6.6.4 Barreras tecnológicas

Se aprecia cómo las empresas colombianas aún no han realizado una apropiación tecnológica lo suficientemente robusta como para garantizar la instalación, operación y mantenimiento de fuentes no convencionales de energía a gran escala como la eólica y la solar fotovoltaica. Los riesgos en los estudios para la evaluación del potencial geotérmico del país constituyen una barrera para lograr la penetración de esta tecnología en la canasta energética.

Con respecto a la eficiencia energética, no existe suficiente conocimiento técnico entre los tomadores de decisiones para avanzar en el desarrollo de este tipo de proyectos; adicionalmente éstos requieren de recursos para la estructuración técnica y financiera que en la mayoría de los casos son difíciles de obtener.

6.6.5 Barreras del mercado

Los precios del mercado mayorista y los mecanismos actuales para su negociación no son adecuados y suficientes para desarrollar proyectos de generación renovable de manera rentable y competitiva, si bien los incentivos tributarios pueden mejorar la rentabilidad, aún

sigue siendo una barrera importante para el desarrollo de este tipo de proyectos. Los agentes del mercado indican que es adecuada la estructura actual en la cual las tarifas y el cargo por confiabilidad definen el desarrollo de las opciones de generación sin tener en cuenta condiciones a largo plazo en las cuales la generación con múltiples fuentes mejora la resiliencia del sistema como se recomienda a nivel mundial. No se han establecido como objetivo las licitaciones para proyectos de energía renovable y estas tecnologías deben competir en iguales condiciones con las tecnologías tradicionales, en un mercado diseñado para la operación de las segundas.

Igual situación se presenta para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, el sector industrial cuenta con tarifas de energía eléctrica y gas natural que son competitivas y las decisiones de los últimos años por parte del Estado (eliminación de la contribución del 20 % para la energía eléctrica y 8 % para el gas natural), hacen que los retornos financieros de los proyectos de EE se alarguen y dejen de ser una opción viable para invertir recursos.

6.6.6 Barreras económicas

La financiación a las medidas de adaptación, especialmente en la gestión de la demanda, no tiene las condiciones necesarias para el desarrollo de los proyectos, especialmente en usuarios industriales y comerciales pequeños. Se requiere que el FENOGE (Fondo creado con la Ley 1715) sea reglamentado para que puede dar financiación para la estructuración de los proyectos (ingeniería básica y de detalle), plazos de financiación superiores a los existentes actualmente en el mercado financiero y periodos de gracia durante la etapa de construcción, pues no hay en el mercado una estructura de financiación de proyectos que permita que los flujos de dinero de ahorro sean la fuente de pago para las inversiones.

6.6.7 Resumen de barreras

En la siguiente tabla se hace un resumen de las diferentes barreras identificadas para cada uno de las componentes, y se clasifican como una barrea o un límite a las medidas de adaptación. Para las barreras, se proponen acciones para superarlas, y para los límites se proponen acciones para el cierre de brechas.

Tabla 6-6 Resumen de barreras y acciones en el contexto nacional

Grupo de Medidas	Barrera identificada	Barrera	Limite	Acción recomendada para superarla
Ambientales	1. Dificultad para garantizar las condiciones apropiadas para la recuperación de la cobertura vegetal del ecosistema inicial.	SI	NO	Asegurar en los planes de Acción trienales de las Corporaciones Autónomas Regionales, la adquisición o arrendamiento de predios destinados a la recuperación de la cobertura digital, para garantizar una gestión de la tierra a largo plazo.
	2. No es posible invertir recursos del Estado en reforestación en terrenos privados.	SI	NO	Revisar la ley forestal para incluir incentivos en reforestación con fines no industriales.
	3. La ley forestal no funciona bien para recuperación de bosques naturales.	SI	NO	Extender los incentivos de la ley forestal a los procesos de reforestación natural para la protección de ecosistemas estratégicos.
	4. No existen normas y guías estandarizadas con respecto a las actividades que se deben realizar para recuperar la cobertura vegetal	SI	NO	Coordinar a las entidades del estado, en cabeza del MADS, para establecer la normativa necesaria que garantice un modelo de financiación y gestión de la tierra para recuperar la cobertura vegetal de forma activa.
	5. Las empresas ya realizan pagos por este concepto (transferencias e iniciativa propia) y no aceptan justificaciones para incrementarlo. Es probable que no sean suficientes los recursos para restaurar activamente las cuencas en las CAR que tienen menor cantidad de proyectos de generación eléctrica.	SI	NO	Establecer acuerdos de pagos por servicios ambientales más allá de los pagos establecidos por ley en los procesos de licenciamiento ambiental o por acciones de protección de las cuencas implementadas con recursos de las transferencias del sector
	6. El Gobierno incrementa las áreas protegidas sin tener en cuenta la afectación de los proyectos de generación.	SI	NO	Coordinar la acción entre las entidades del Estado para establecer las áreas de protección teniendo en cuenta los potenciales energéticos, mineros y el beneficio de las comunidades que ya habitan en dichas áreas.
	7. Los POT no tienen incluidos los planes de conservación recomendados por CAR.	SI	NO	Activar el funcionamiento de los consejos de cuenca y mejorar la resolución de los estudios para mejorar la planeación.
	8. Falta de coordinación entre los actores.	SI	NO	Mejorar los procesos de planeación y licenciamiento ambiental entre los actores de los sectores energético y ambiental.

Grupo de Medidas	Barrera identificada	Barrera	Límite	Acción recomendada para superarla
	9. Los pagos por servicios ambientales solo están estructurados en pocas regiones.	SI	NO	Replicar las experiencias exitosas de CORNARE en su programa BanCO ₂₂ a regiones donde se requiere involucrar comunidades en la protección ambiental.
	10. Hay competencia por el recurso entre los sectores.	SI	NO	Mejorar el conocimiento de las CAR para asignar el recurso a las actividades teniendo en cuenta aspectos sociales, ambientales y energéticos.
	11. No hay un criterio unificado para la asignación del uso del agua.	SI	NO	Establecer criterios y prioridades entre las actividades productivas que generan mayor valor económico y social. Se recomienda revisar los decretos reglamentarios para la asignación del recurso.
	12. Ausencia de instrumentos económicos efectivos para incentivar a los propietarios de tierra para aumentar la cobertura vegetal.	SI	NO	Desarrollar, con la ayuda de expertos de un sistema de gestión que garantice su gestión, mantenimiento y financiación, que se podría realizar mediante asociaciones público – privadas. ¹⁰
	13. Deficiente delimitación y puesta en práctica de las áreas de amortiguación	SI	NO	Creación de una política definida por el Estado, en cabeza del MADS, para realizar desarrollo económico en esas zonas, sin presionar las áreas protegidas.
	14. Falta de determinación del estado para definir los planes de cierre minero, específicamente en lo referente a la tecnología, control y seguimiento, financiación.	SI	NO	El MADS debe definir, en conjunto con el Ministerio de Minas, una política nacional de pasvos ambientales, en la que se proporcionan directrices claras a las empresas del sector extractivo con respecto a la financiación y al seguimiento de los planes de cierre minero
Generación y Transmisión	15. Escasez de gas natural (GN).	SI	SI	Desarrollar políticas, estrategias y acciones a largo plazo que aseguren el suministro de GN a precios competitivos para la generación eléctrica.
	16. Precios del mercado no reflejan los costos ambientales.	SI	SI	Realizar análisis para establecer el costo de las externalidades de la generación con fuentes fósiles e incorporar estos costos en el mercado.

¹⁰ El Artículo 1 de la Ley 1508 de 2012 define las Asociaciones Público – privadas como “un instrumento de vinculación de Capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio”.

Grupo de Medidas	Barrera identificada	Barrera	Límite	Acción recomendada para superarla
	17. La infraestructura actual no se ha diseñado con criterios de optimización del recurso, por ejemplo el diseño de embalses multipropósito para enfrentar fenómenos climáticos extremos como el Niño y la Niña	SI	NO	Incluir mecanismos adicionales a los actuales que aseguren que se está usando el recurso de la manera más óptima, incluyendo el análisis de embalses multipropósito que permitan otros usos del agua de acuerdo con su disponibilidad.
	18. La operación de los embalses busca maximizar ingresos de los agentes.	SI	SI	Hacer cambios regulatorios que impliquen una planeación adecuada del uso de los recursos en el sistema.
	19. Limitaciones ambientales a las tecnologías de carbón.	SI	NO	Establecer regulaciones más estrictas de emisiones y eficiencia a los sistemas de generación basados en carbón, así como instrumentos económicos para fomentar la eficiencia y reducir emisiones.
	20. Oposición de las comunidades aledañas a los proyectos de generación con carbón por impactos ambientales	SI	NO	Identificar medidas de compensación adicionales que permitan que las comunidades accedan a beneficios sociales por la operación de las plantas más allá de los establecidos por ley.
	21. Se requiere de inversión en tecnologías de alta eficiencia para reducir el impacto ambiental.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715 en lo relacionado con incentivos ambientales y tributarios.
	22. Cambios en la regulación que afectan el desarrollo de proyectos de PCH.	SI	NO	Mantener las condiciones de operación de las plantas que no tienen posibilidades de regulación de caudal para la oferta de energía firme.
	23. La tecnología solar está limitada por temas de almacenamiento.	SI	NO	Permitir el acceso de plantas solares conectadas a la red teniendo en cuenta sus particularidades de operación.
	24. Demoras en la reglamentación de la Ley 1715.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715.
	25. Inestabilidad regulatoria.	SI	SI	Revisar los impactos que tienen sobre los planes de inversión los cambios regulatorios que no incentivan la diversificación de fuentes.
	21. Precios del mercado sólo hacen viables algunas tecnologías.	SI	NO	Establecer mecanismos de mercado que reconozcan el beneficio de las fuentes renovables no convencionales.
	26. Ubicación de las plantas de generación en puntos específicos distorsiona el esquema actual de mercado.	SI	NO	Revisar los procesos de planeación integrados con el crecimiento de la demanda y los potenciales de generación distribuida.

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Grupo de Medidas	Barrera identificada	Barrera	Límite	Acción recomendada para superarla
	27. Oposición de las comunidades al tendido de líneas de alta tensión impidiendo la optimización del sistema.	SI	NO	Identificar medidas de compensación adicionales que permitan que las comunidades accedan a beneficios sociales por la operación de las plantas más allá de los establecidos por ley
	28. Falta de interconexiones internacionales.	SI	SI	Integrarse con los mercados energéticos regionales para desarrollar el potencial de generación.
Fuentes No Convencionales de Energía	29. Limitación de almacenamiento.	SI	NO	Permitir la interconexión de la plantas al sistema para evitar altas inversiones en sistemas de almacenamiento dado el alto costo que aún presenta esta tecnología.
	30. Ley 1715 aún sin reglamentación.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715.
	31. Cambios en la regulación que afectan los proyectos de ER.	SI	NO	Coordinar acciones de regulación teniendo en cuenta los posibles efectos sobre la generación con fuentes de energía renovable.
	32. No garantiza energía en momentos de alta demanda.	SI	NO	Analizar la complementariedad de las fuentes y establecer las condiciones adecuadas para el aprovechamiento de este recurso.
	33. Condiciones de mercado no adecuadas para energías intermitentes.	SI	NO	Ajustar las reglas del mercado para hacer que los proyectos de ER intermitentes puedan aportar energía de manera competitiva.
	34. Remuneración del mercado de contratos y ENFICC no suficiente para cierres financieros.	SI	NO	Revisar el cargo por confiabilidad en plantas de ER.
	35. No hay metodología para estimación de su energía firme.	SI	NO	Desarrollar y aprobar metodologías para calcular la energía firme de este tipo de plantas.
	36. Los recursos pueden encontrarse en PNN o en ecosistemas sensibles como páramos	SI	NO	Establecer guías para la exploración y explotación de recursos energéticos en PNN y en zonas de alta sensibilidad ambiental.
	37. No es clara su complementariedad con otras fuentes.	SI	NO	Realizar estudios de producción de energía que permitan modelar la participación de las ER en la generación diaria.
	38. Falta de información sobre los recursos disponibles y la calidad de los mismos para la generación rentable.	SI	NO	Mejorar la información sobre los mapas de recursos disponibles incrementando los periodos y los puntos de medición.
39. Altos costos de prospección y no existen mecanismos de mercado para cubrirlos.	SI	NO	Crear una facilidad financiera que cubra parcialmente los riesgos de prospección en caso de que la exploración no	

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Grupo de Medidas	Barrera identificada	Barrera	Límite	Acción recomendada para superarla
				genere resultados positivos.
	40. Exploración riesgosa y costosa.	SI	NO	Crear una facilidad financiera que cubra parcialmente los riesgos de prospección en caso que la exploración no genere resultados positivos.
	41. Disponibilidad de tierras para el desarrollo de cultivos energéticos.	SI	NO	Establecer mecanismos para generar valor entre las comunidades que puedan participar en los modelos de producción de materias primas para los biocombustibles.
	42. Cultivos intensivos (caña y palma) que pueden ser vistos como competencia con la seguridad alimentaria.	SI	NO	Establecer mecanismos para generar valor entre las comunidades que puedan participar en los modelos de producción de materias primas para los biocombustibles.
Gestión de la demanda	43. No todas las tecnologías están disponibles para el consumidor final.	SI	SI	Hacer una revisión de la asignación de los subsidios al consumo de energía y redirigirlos a subsidiar la eficiencia.
	44. Demoras en la reglamentación de la Ley 1715.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715
	45. Los incentivos de mercado no son claros para la decisión por la eficiencia energética.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715 y del fondo FENOGE para la financiación de proyectos de EE.
	46. Cambios regulatorios que afectan los procesos de autogeneración y cogeneración.	SI	NO	Revisar las decisiones del regulador en el contexto de la promoción de las inversiones en EE y ER.
	47. Tarifa no refleja los costos ambientales.	SI	NO	Realizar análisis que permitan incluir las externalidades en los costos de generación de energía con fuentes no renovables.
	48. Inversiones elevadas con largo periodo de recuperación.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación del FENOGE para el financiamiento de EE en condiciones preferenciales.
	49. Oposición a aumento de costos de dispositivos eléctricos.	SI	NO	Hacer una revisión de la asignación de los subsidios al consumo de energía y redirigirlos a subsidiar la eficiencia.
	50. Se requiere un mecanismo que cubra los riesgos de estructuración técnica de los proyectos.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715 y del fondo FENOGE para la financiación de proyectos de EE, incluyendo mecanismos financieros que permitan cubrir el riesgo de estructuración de los proyectos.
	51. Los mecanismos de financiación no se ajustan a las condiciones de los proyectos de eficiencia.	SI	NO	Acelerar el proceso de reglamentación de la Ley 1715 y del fondo FENOGE para la financiación de proyectos de EE incluyendo mecanismos financieros que permitan cubrir

Implementación del Mapa de Ruta para la Adaptación del Sector Energético al Cambio Climático (incluyendo el uso de la Herramienta de Servicios Ecosistémicos) e Identificación de Factores de Vulnerabilidad del Sector Minero y de Líneas Gruesas de Medidas de Adaptación

Grupo de Medidas	Barrera identificada	Barrera	Límite	Acción recomendada para superarla
				el riesgo de estructuración de los proyectos.
	52. No existe conocimiento sobre las oportunidades de eficiencia energética y el potencial de reducción de costos de operación.	SI	NO	Acelerar la certificación de productos bajo el estándar colombiano de eficiencia energética de tal forma que el consumidor pueda tomar decisiones de compra inteligentes con un mínimo de información.
Institucionales	53. Los agentes no permitirán una imposición de condiciones no objetivamente justificadas (a su criterio).	SI	NO	Convocar a los actores a una discusión sobre cada una de las medidas de adaptación para llegar a consensos que permitan avanzar.
	54. Falta de una mejor infraestructura de medición de variables ambientales para el sector	SI	NO	Establecer un plan desde las entidades responsables (IDEAM, UPME, MADS) para fortalecer las redes de monitoreo ambiental existentes en el país.
	55. Costos adicionales serán trasladados a los usuarios.	SI	NO	Incentivar la creación de mecanismos de coberturas de riesgos en el sector energético por eventos climáticos extremos.
	56. Encarecimiento de la inversión y operación de proyectos de generación.	SI	NO	Revisar el marco legal que permita remunerar adecuadamente las acciones de adaptación.
	57. Falta de conocimiento y técnicas para la estimación de probabilidades e impacto de eventos climáticos extremos.	SI	SI	Mejorar los modelos de pronósticos climáticos a mediano y largo plazo para generar confianza entre los actores y puedan tomar decisiones sobre acciones de adaptación.

Fuente: ACON, miembro Grupo INERCO, 2015.

7. ANÁLISIS DE CIERRE DE BRECHAS

El cierre de brechas para la adaptación y la adopción de medidas para mitigar los efectos del cambio climático del sector eléctrico colombiano, debe partir de dos principios claves: el primero corresponde a la necesidad de garantizar el abastecimiento energético del país para cualquier periodo de tiempo en el futuro; y el segundo corresponde a la continuidad en la autonomía del sector, con el fin de permitir la participación de agentes privados y eliminar el papel del Estado como único inversionista. Estos dos principios generan un reto importante para las autoridades responsables de la planeación energética en Colombia, pero deben ser acogidos con el ánimo de que el país siga siendo reconocido por la robustez de su sistema y atrayendo el capital privado (nacional e internacional) para inversión en infraestructura energética.

Es claro que el planeta enfrenta una condición de cambio en cuanto al clima se refiere. No obstante, no se ha determinado el nivel de impacto específico que se producirá para cada una de las regiones y cuencas, de las cuales el sector eléctrico colombiano es dependiente. Llama la atención, sin embargo, que las asociaciones que agremian los generadores del país (Acolgen y Andeg), expresen que se han realizado todas las acciones necesarias de adaptación y que el esquema actual del mercado eléctrico (que se diseñó antes de que el país pensara en adaptación al cambio climático) responde de forma adecuada a los retos ambientales que deparan las nuevas condiciones. Además, a este punto se le podría asociar un problema de agencia en torno a cómo oficialmente el sector responde a las propuestas de la UPME o consultores asociados. En las reuniones sostenidas con cada generador, no se precisa que la adaptación ya esté efectuada sino que los niveles de incertidumbre sobre los efectos de cambio climático generan más dudas que respuestas acerca de la viabilidad de realizar ciertas inversiones, dado que se no se ha cuantificado la magnitud del potencial daño.

En tiempos recientes, aparecen dos condiciones que han revelado la incapacidad de respuesta de la componente de generación eléctrica en Colombia, identificadas y aparentemente corregidas por el MME y la CREG: de un lado, el Ministerio de Minas y Energía redactó comunicaciones en las que obligará a los usuarios a que paguen en la cuenta de servicios una especie de rescate financiero para las plantas térmicas del país debido a la sequía que se está viviendo en 2015; y por otro lado, la Comisión de Regulación de Energía y Gas ha redactado, al parecer rápidamente, resoluciones que claramente intervienen en la formación de precios del mercado de electricidad. Estas situaciones generan, mayor incertidumbre sobre el nivel de adaptación al cambio climático que debe tener el sector eléctrico.

En cuanto a las motivaciones para la adaptación, el grupo de consultores identifica que los actores están en tiempos diferentes. Uno, el Estado desea trazar desde ya acciones para promover la adaptación del sector eléctrico; el otro, los agentes aún no tienen la certeza de que se deba planear y/o ejecutar desde ya este conjunto de acciones. El Estado desea desde ya

entrar a analizar cinco ejes de propuestas que los agentes no tienen seguridad que deban adelantarse. Posiblemente esta diferencia de momentos obedece a que quienes deben realizar finalmente las inversiones sienten mayor aversión al riesgo de pérdida monetaria y quienes deben garantizar el abastecimiento de energía del país sienten mayor aversión al desabastecimiento energético. Estas diferentes motivaciones, deben ser un punto a discutir antes de imponer o rechazar cualquiera de las actividades necesarias.

Bajo el esquema actual de mercado existen incentivos para que los agentes generadores realicen todos los procesos de adaptación necesarios. La dependencia que naturalmente tiene el sector energético colombiano del agua conlleva a que los grandes generadores del país, así como quienes poseen centrales pequeñas busquen la forma de preservar su fuente primaria de energía; ya que independientemente del precio, ellos sólo tendrán beneficio económico en la medida en que cuenten con materia prima suficiente. Debería, tal vez, considerarse realizar un análisis acerca de si las señales de mercado llevarán naturalmente a la adaptación para no terminar forzando la realización de cuantiosas inversiones que aumentan el precio de la energía en Colombia a largo plazo, con sus subsecuentes efectos sobre la competitividad del país.

Como último punto, cabe resaltar que la adaptación al cambio climático obedece a condiciones que aún no se han presentado en el sistema. Continuar con el uso de modelos que únicamente contemplan la historia para planear la capacidad de brindar energía de una planta no parece adecuado bajo este marco de análisis; posiblemente deban realizarse ingentes esfuerzos para modelar el sistema en prospectiva, infiriendo los niveles máximos que una central hidroeléctrica podrá generar en época de escasez, bajo escenarios de cambio en el régimen hidrológico, según escenarios posibles a futuro.

Siguiendo esta línea de pensamiento y de acuerdo con los niveles de incertidumbre que existen sobre los impactos a pequeña escala que el cambio climático representará para Colombia, no debe pretenderse que un único estudio sea acogido por todos los actores. Es más, se recomienda que se busquen mecanismos que permitan poner en común todos los estudios realizados en temas de probabilidad y efecto del cambio climático en Colombia, incluyendo sus metodologías y resultados. Así mismo, los actores deben buscar la consolidación de formas en las que se deben modelar los recursos energéticos del país bajo los escenarios de cambio climático.

Ahora bien, existirán acciones que finalmente no se adelantarán, bien sea porque no se consideraron al principio de los análisis, o porque no se generaron los incentivos suficientes para su ejecución o simplemente porque algunos actores decidan no hacerlo. Para estos casos, el país debe valorar los perjuicios que se generen y transferir el costo a quienes sean responsables.

7.1 Recomendaciones para superar las barreras identificadas

7.1.1 Cierre de brechas por barreras ambientales

Es necesario establecer coordinación entre los diferentes agentes del Estado para ejecutar las acciones que implican la adaptación al cambio climático, de tal forma que se asegure el suministro de energía en concordancia con la protección ambiental y de ecosistemas estratégicos. Asimismo, es necesaria la armonización de los POMCAS con los Planes de Desarrollo de los municipios en las áreas de influencia de los proyectos de generación hidroeléctrica.

De igual forma, es fundamental impulsar programas de compensación similares a BanCO₂, en los que las empresas generadoras puedan hacer compensaciones voluntarias a las comunidades en las zonas de influencia de los proyectos mejorando la aceptación por parte de estas y reduciendo la presión por los recursos.

La competencia por el recurso hídrico debe resolverse mediante una articulación de las CAR, y la generación y difusión de mejor información sobre las cuencas que permita optimizar el ordenamiento y asignación adecuada de los recursos entre los usos energéticos, mineros y agrícolas.

Colombia no cuenta con una política de ordenamiento y uso apropiado del territorio, lo que impide el control de la erosión en zonas agrícolas y mineras. En este sentido, un modelo a tener en cuenta para determinar la vocación de suelo para ordenar las zonas agrícolas es la Ley 223 de 2015 por la cual se crean y desarrollan las Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social - ZIDRES. De acuerdo a esta ley, las empresas que decidan adelantar proyectos productivos las ZIDRES (definidas como zonas aisladas de centros urbanos significativos, que tienen características específicas que elevan los costos de adaptación productiva); pueden solicitar la entrega en concesión o arrendamiento de terrenos baldíos ubicados en las ZIDRES, para desarrollar proyectos productivos bajo un marco regulatorio que exige la armonización de estos proyectos con las herramientas de ordenamiento del territorio, así como garantizar su viabilidad financiera, administrativa, ambiental y jurídica.

De esta forma, las empresas podrían adelantar proyectos para la conservación de ecosistemas naturales y el aumento de la cobertura vegetal pasiva y activa en terrenos concesionados por el estado, aportando financiamiento, transfiriendo capacidades técnicas a los habitantes de la región y gestionando los proyectos a largo plazo

Por otro lado, para la conservación y protección de las áreas protegidas y los proyectos de revegetalización activa y pasiva, se considera que podría este sector haría bien en aplicar un modelo similar al de las concesiones de cuarta generación del sector de infraestructura. Este sector ha tenido una evolución constante en los contratos de concesión para la construcción de

vías, en el que se destaca que en la primera generación, el estado era responsable de garantizar todas las garantías al contratante, mientras que en las concesiones de infraestructura de cuarta generación aplicadas en la actualidad, la empresa contratante debe correr con todos los gastos de su construcción (incluyendo los riesgos comerciales, financieros, de construcción y operación), con una garantía mínima por parte del estado para garantizar su construcción.

El sector ambiental de Colombia ha realizado un primer intento de inclusión del sector privado para dar aporte a la conservación de áreas protegidas, en el cual una empresa privada ayudaba a mantener y gestionar algunos parques cobrando un cargo a los visitantes. Este modelo debería actualizarse, y en este sentido se requiere un esfuerzo institucional para crear un modelo que tema las lecciones aprendidas de los diferentes modelos de concesiones para desarrollar un sistema de gestión que garantice la gestión y financiación de los proyectos de conservación.

7.1.2 Cierre de brecha por barrera social de información

La falta de consenso para la toma de decisiones, se considera un límite más que una barrera. La falta de confianza de cada uno de los actores sobre los resultados entregados por agencias del Estado acerca de los niveles de impacto sobre el sector energético debido a las condiciones de cambio climático, es considerada por el equipo de consultores como un límite; para superar esta situación, se recomiendan acciones que permitan la construcción de una planeación consensuada.

Se debe hacer un levantamiento de la información disponible por todos los agentes del sector y construir un repositorio de información al que todos los interesados puedan acceder para permitir la creación de un análisis conjunto, tanto por agentes del mercado, entes del Estado, universidades y posibles inversionistas. Asimismo, se deben mejorar los sistemas de monitoreo de las CAR para alimentar el repositorio mencionado con información necesaria y suficiente para el análisis de impacto del cambio climático en escalas de mayor resolución a los disponibles hoy.

El Estado debe fortalecer las entidades responsables de suministrar información para la planeación del sector como son el IDEAM y la UPME, tanto en infraestructura para captura y procesamiento de información climática como capacidades en recursos tecnológicos y humanos especializados en el análisis e interpretación de la información a través de la elaboración de modelos de alta complejidad, así como en el conocimiento de gestión y monitoreo del potencial de las fuentes de energía no convencionales y en el monitoreo del cambio climático, entre otros aspectos.

7.1.3 Cierre de brecha por barreras políticas

El gobierno nacional debe aclarar su posición sobre los incentivos que entregará a las acciones

de adaptación y mitigación al cambio climático. Para esto hay dos puntos esenciales: la reglamentación de la Ley 1715 de 2014 y la recuperación de los ingresos de las pequeñas centrales hidroeléctricas que se perdieron por la modificación de las condiciones del cargo por confiabilidad para este tipo de tecnologías.

De otra parte, se deben buscar mecanismos para que las administraciones municipales de las diferentes zonas del país incluyan en los POT las definiciones redactadas en los POMCAS por las CAR. Es necesario que los consejos de cuencas sean realmente operativos y que las administraciones municipales acepten los POMCAS como un plan de ordenamiento superior.

7.1.4 Cierre de brecha por barreras de mercado

El mercado de electricidad está claramente definido para la operación de las fuentes de energía primaria convencionales. Los niveles permitidos de desviación, la metodología para la estimación de energía firme, el diseño de contratos a largo plazo ante un eventual MOR (Mercado Organizado Regulado –pendiente por reglamentar-) aún no permiten su uso por parte de fuentes no convencionales de energía. Se requiere que se generen los mecanismos de mercado en Spot, Cargo por Confiabilidad y Contratos que se adapten a cualquier tipo de fuente primaria.

Por otro lado, con el ánimo de generar los incentivos económicos necesarios, se recomienda la creación de un cargo por emisiones que no pueda ser trasladado a la tarifa de los usuarios del sector energético. Es importante revisar la experiencia de países en los cuales se han establecido créditos de energía limpia y cuotas de mercado que permiten una integración entre los desarrolladores y promotores de proyectos y los grandes consumidores de energía.

7.1.5 Cierre de brecha por barreras tecnológicas

Se recomienda estimular el desarrollo de programas técnicos y profesionales locales que permitan impulsar proyectos con tecnologías renovables. Así mismo, generar fondos de becas con destino específico al estudio de fuentes de energía amigables con el ambiente y fortalecer los fondos de investigación y desarrollo para empresas que le apuesten a nuevas tecnologías.

El FENOGÉ permitiría superar una barrera actual referida a la disponibilidad de recursos económicos para la estructuración de proyectos de eficiencia energética y energías renovables. Se ha logrado un avance con los recursos destinados por CCEP (Colombia Clean Energy Program) y UPME en la facilidad PPF pero se requiere una apuesta a largo plazo.

Para las tecnologías convencionales de generación basadas en carbón y gas natural, es necesario que se establezcan los criterios mínimos de eficiencia y sistemas de control ambiental (más allá de los límites de emisiones establecidos en la regulación ambiental) que permitan que

estas plantas puedan operar en el sistema sin incrementar el impacto ambiental en periodos de baja hidrología.

7.1.6 Cierre de brecha por barreras económicas

Si bien hay un relativo consenso en que el mercado eléctrico no se debe privilegiar una tecnología sobre otra en la definición de los criterios para la expansión, sí es claro que algunos segmentos de mercado (industriales con pensamiento verde nacionales e internacionales o el mismo Estado colombiano por ejemplo) que tienen intereses en la penetración de tecnologías limpias, se recomienda la creación de fondos de inversión con destino a la construcción de fuentes renovables no convencionales, con tasas de financiación más favorables (que ponderen el beneficio por reducción de emisiones de los inversionistas del fondo). FENOGÉ debería permitir superar esta barrera siempre y cuando su reglamentación sea efectiva y se logre a muy corto plazo.

En el marco de la gestión de la demanda se deben apoyar aquellas iniciativas que diferentes ciudadanos deseen implementar y que vayan en el sentido de la adaptación y mitigación. Para lograr este objetivo, y siguiendo el ejemplo de experiencias internacionales, se recomienda diseñar sistemas de microcrédito que permitan el acceso del usuario final a soluciones de eficiencia energética y energías renovables a pequeña escala.

7.2 Acuerdo de principios para superar el límite especificado: falta de consenso para toma de decisiones

Antes de que se realicen propuestas específicas sobre la adaptación al cambio climático, los agentes involucrados en la planeación, construcción y operación del sistema eléctrico nacional deben realizar un acuerdo sobre los principios para la adaptación, este acuerdo servirá como marco de actuación de los planeadores. Para su construcción debe invitarse a tomadores de decisiones de los diferentes agentes en cuestión.

Estos principios deben ser redactados de forma general y que permitan la definición de trabajos futuros. En la actualidad, el equipo de consultores identifica que incluso al interior de las organizaciones no están claramente definidos los equipos que trabajan en temas de adaptación ni cuál es su rol en la planeación de las empresas.

7.3 Sobre la planeación de la adaptación y mitigación

Para el cierre de brechas, el sector eléctrico debe realizar una planeación que sea coherente con los ritmos y necesidades de los agentes involucrados quienes deberán realizar inversiones para luego rentabilizarlas. Si bien el Estado debe garantizar el abastecimiento energético, independientemente del modelo seleccionado, serán los usuarios quienes vía tarifas, impuestos

o racionamientos, terminarán pagando por las decisiones de la planeación energética, de esta forma no se incentivaría la penetración de tecnologías con una menor huella de carbono. En este punto, la consultoría recomienda que la planeación en temas de adaptación al cambio climático se realice de forma participativa, generando acuerdos en cada una de las fases necesarias.

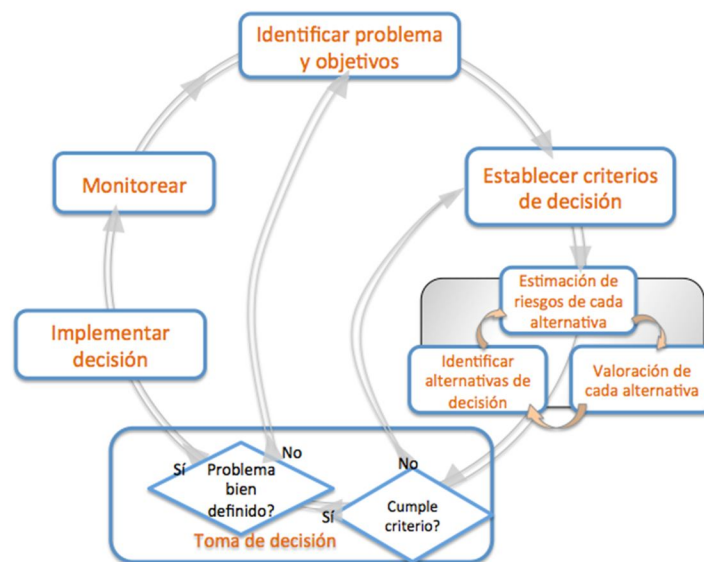
Las tareas que se adelanten en función de la adaptación en el sector energético al cambio climático deben tender a garantizar que el balance de oferta y demanda se mantenga durante todo el tiempo; esto es, evitando desabastecimientos de energía eléctrica a corto y largo plazo.

Las actividades propuestas y mapas de rutas deben ser diseñados con la participación de todos los actores del sector y no impuestos por una única entidad.

Las propuestas que involucren la actuación de varios agentes del país y/o de costosa implementación, deberían ser muy bien evaluadas por los actores involucrados, sin generar dudas, para llegar, incluso, al consenso sobre métodos utilizados para la medición de probabilidad e impacto.

Para llevar a cabo cada una de las acciones propuestas, se recomienda involucrar a todos los agentes en cuestión y seguir el diagrama de flujo propuesto por Ebinger y Vergara (2011) y que se muestra en la siguiente figura, sin seguir de un paso al otro hasta que todos los agentes estén de acuerdo.

Figura 7-1 Toma de decisiones bajo incertidumbre para cambio climático



Fuente: Ebinger y Vergara (2011)

7.4 Acerca de la expansión del sistema en respuesta a las barreras

A continuación se presentan algunos elementos que se deben considerar para la expansión del sistema eléctrico:

- Respetar el principio de neutralidad tecnológica en la realización de subastas del cargo por confiabilidad con miras a la expansión en generación. Se deben diseñar además las metodologías que permitan homogenizar los productos del mercado (como la energía firme), para lo cual es necesario diseñar una metodología para cada una de las tecnologías en función del respaldo energético en época de escasez que puede brindar al sistema eléctrico.
- Reglamentar el FENOGÉ para la inversión en tecnologías renovables no convencionales con bajas tasas de interés (reflejando los beneficios para la Nación) para agentes que decidan realizar proyectos de ERNC.
- Adaptar condiciones de mercado a la entrada de tecnologías con propiedades de suministro diferente a las tradicionales como ofertas con curvas horarias en mercados de contratos fortaleciendo la generación distribuida y mejorando la confiabilidad del sistema. Este aspecto generaría nuevos esquemas de contratación en el mercado que deben ser articulados con la dinámica de la bolsa de energía y el cargo por confiabilidad.
- Brindar herramientas suficientes para la instalación de energía distribuida de agentes a redes de distribución, respetando el principio de libertad de conexión y que limiten el poder de mercado de distribuidores y que deseen generar barreras de entradas a estos nuevos recursos que pueden llegar a ser considerados como competencia, según el contexto.
- Proporcionar herramientas a los gobiernos locales para la generación de incentivos y la formulación de regulación acerca del uso de suelos y normas de construcción. Los gobiernos locales pueden desempeñar un papel central en el fomento de la adopción de códigos de construcción más eficientes y el uso de fuentes más renovables, como la energía solar.
- Preparar los sistemas hacia el futuro, calcular la energía firme de las plantas con modelos de cambio climático que consideren los cambios futuros de regímenes hidrológicos, de vientos y radiación solar. No debe continuarse con una metodología que considere afluencias de fuentes primarias de energía con metodologías que parten de información histórica, ya que la información histórica no contiene eventos relacionados con el cambio esperado en periodos futuros con objeto al cambio climático.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el caso del sector energético en Colombia, el equipo de consultores encuentra que los diferentes actores identificaron que el cambio climático es una realidad y que sus efectos podrían evidenciarse en el presente y que con seguridad aparecerán en el futuro, aunque en sus comunicaciones oficiales no constatan la situación. Sin embargo, no hay consenso acerca de la probabilidad y magnitud de sus efectos; en tal caso, los costos asociados con las acciones a realizar no han sido comparados contra los eventuales costos futuros de la no acción, conllevando a que la toma de decisiones de inversión no esté justificada para agentes con racionalidad económica. La consultoría realizada por Optim (2014) estableció los costos de inversión y los beneficios, tanto para el sector eléctrico como para la sociedad en general, sobre un periodo de 26 años (hasta el 2040) para cada uno de los ejes propuestos para la adaptación del sector, no obstante, dichos cálculos no son claros para los actores, por lo que no han sido tenidos en cuenta.

Los gremios que agrupan a las entidades generadoras (Acolgen y Andeg) consideran que el sector está completamente adaptado al cambio climático, sin embargo la situación que se presenta con el fenómeno del Niño, la reducción de aportes hídricos a los embalses, el uso del cargo por confiabilidad, la disponibilidad y los precios del gas natural, están demostrando que se requieren acciones en todos los grupos de medidas establecidas como necesarias por los estudios previos. Es necesario entonces que el UPME lidere el trabajo con el sector energético para adelantarlas.

El desarrollo de acciones de mitigación requiere un marco político claro en asuntos como energías renovables, eficiencia energética y biocombustibles. Los gobiernos juegan un papel fundamental en promover las inversiones que garanticen una diversificación de la matriz energética que reduzca la vulnerabilidad de los sistemas energéticos al cambio climático. Así mismo, se requiere que los marcos regulatorios sean estables dando señales correctas a los inversionistas privados, pues los países en los que las tarifas a la energía renovable cambian repentinamente o no dan continuidad a los contratos, espantan a los inversionistas que buscan el retorno de sus inversiones a largo plazo. Se requieren instituciones públicas y privadas fuertes.

Adicionalmente, la financiación privada puede jugar un rol clave para complementar las políticas de adaptación. Las empresas aseguradoras pueden permitir reducir el riesgo de pérdidas financieras por eventos climáticos extremos que afecten las infraestructuras y las inversiones.

Es claro que los retornos económicos en varias de las medidas de adaptación no son suficientemente atractivos con la información disponible actualmente (no se involucran los costos ambientales); por tanto, es necesario hacer ajustes de políticas y de mercados que

permitan que las inversiones en adaptación de realicen. Las experiencias internacionales muestran la necesidad de crear fondos específicos que permitan la financiación de las inversiones en condiciones más atractivas.

La madurez de mercado juega un papel fundamental en la adopción de acciones de adaptación del cambio climático; es necesario contar con proveedores de bienes y servicios que aceleren el proceso.

Gran parte de las medidas de adaptación están relacionadas con la disponibilidad y el entendimiento de tecnologías que mejoren la resiliencia de los sistemas energéticos, y que éstas sean accesibles para los diferentes actores. Es importante que los actores entiendan las limitaciones de operación, sus eficiencias, rentabilidad y beneficios; para ello, en la mayoría de los casos los países promueven entidades no gubernamentales como centros de investigación, centros de producción más limpia, universidades y grupos de desarrollo científico y tecnológico y entidades del gobierno, para acelerar el desarrollo tecnológico local y la adopción de los desarrollos internacionales.

La barrera social más importante es la falta de información necesaria para la toma de decisiones sobre acciones de adaptación y de modelos que permitan establecer los costos de la inacción ante los eventuales cambios climáticos. En este punto, los gobiernos y las entidades ambientales juegan un papel fundamental para generar información climática confiable y especializada; la desconfianza del sector privado en las estadísticas y proyecciones de las entidades el gobierno lleva en la mayoría de los casos a la inacción por temor a cometer errores que significan enormes impactos económicos.

La mayoría de actores coinciden en que falta información científica y acertada para la toma de decisiones de planeación y operación de las infraestructuras energéticas, en términos de probabilidad e impacto. La tercera comunicación del IDEAM ha generado mayor incertidumbre sobre si el sector debe basarse en este tipo de información dado que hace un giro con respecto a la segunda comunicación en lo relacionado con las condiciones de precipitación y temperatura en la zona andina.

Es claro para los actores que se requieren medidas de adaptación, excepto para el gremio de los generadores que oficialmente considera que el sector está plenamente adaptado al cambio climático. Esta situación expresada por el gremio de generadores parece contradictoria a las entrevistas individuales con los funcionarios de las empresas quienes identifican que sí existen acciones por implementar y barreras que superar. Lo que no está claro para ninguno de los agentes entrevistados es cuál debe ser el alcance de las medidas de adaptación y si éstas serán suficientes o pueden llegar a ser exageradas, dependiendo de la evolución del cambio climático en el tiempo.

En cuanto a la infraestructura energética, no se detectan mayores riesgos dado que los diseños han considerado las peores condiciones climáticas y pueden soportar las crecientes de los ríos donde se encuentran ubicadas. Sin embargo, de acuerdo al estudio de valoración de mvaloración de daños y pérdidas por la Ola invernal en Colombia 2010 – 2011, el sector eléctrico tuvo pérdidas asociadas a la disminución de los ingresos normalmente esperados, debido a dos factores: “(a) la disminución de la demanda en vista de las viviendas destruidas o temporalmente inhabilitadas, y (b) la generación eléctrica de las empresas cuyos costos no van a ser recuperados” (CEPPAL, 2012).

Por otra parte, las empresas del sector eléctrico trabajan en la protección de cuencas y se diseñan programas de compensación ambiental que permiten la protección de ecosistemas y la adaptación.

Aunque se trabaja ampliamente en los POMCAS y en su actualización con una mayor resolución, existen dificultades en la puesta en operación de los mismos por conflictos con los planes de gobierno de los municipios y los POT. Aunque los POMCAS son un determinante de superior jerarquía para los POT, las CAR no han logrado armonizarlos con el ordenamiento municipal.

Las CAR recalcan que es necesario mayor conocimiento para realizar una mejor ordenación del recurso y hacen esfuerzos adicionales a los que les obliga la ley para la protección de ecosistemas estratégicos como páramos (grandes generadores de agua). No obstante, la protección de ciertas áreas compite con algunos proyectos de generación que se encuentran ubicados en dichas áreas y cuyos procesos de licenciamiento ambiental se pueden ver afectados.

Se presentan conflictos locales por los beneficios privados a partir de un recurso público como es el agua; si bien se establecen una transferencias obligatorias, estas no pueden ser destinadas para mejorar las condiciones de vida de las comunidades ubicadas en las áreas de influencia de los proyectos, tanto de los que se encuentran operando como los que se encuentran en procesos de licenciamiento ambiental.

Los actores del sector están en tiempos diferentes. De un lado, el Estado busca trazar acciones con el ánimo de promover acciones de adaptación del sector eléctrico y los agentes aún no tienen la certeza de que se deba planear e implementar con prioridad este conjunto de acciones, adicionalmente, los agentes no tienen seguridad de adelantar las propuestas realizadas por el estado. Posiblemente esta diferencia de momentos obedece a que quienes deben realizar las inversiones en nueva capacidad de generación sienten mayor aversión al riesgo de pérdida monetaria y quienes deben garantizar el abastecimiento energético del país sienten mayor aversión al desabastecimiento energético.

Se requiere la búsqueda de mecanismos que permitan poner en común todos los estudios

realizados en temas de probabilidad y efecto del cambio climático en Colombia, incluyendo sus metodologías y resultados. Así mismo, los actores deben buscar la consolidación de formas en las que se deben modelar los recursos energéticos del país bajo los escenarios de cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Adger, W. N. (2007). *Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change.* (P. M. L., C. O. F., P. J. P., V. P. J., & H. C. E., Edits.) United Kindom: Cambridge University Press.
- Aylett, A. (Diciembre de 2015). Institutionalizing the urban governance of climate change adaptation: Results of an international survey. *Urban Climate*, 14(1), 4-16. doi:10.1016/j.uclim.2015.06.005
- Biesbroek G.R., T. C. (Mayo de 2014). Rethinking barriers to adaptation: Mechanism-based explanation of impasses in the governance of an innovative adaptation measure. *Global Environmental Change*, 26(1), 108–118. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.04.004
- Brewer, T. (2008-2009). Technology Transfers and Climate Change: International Flows, Barriers, and Frameworks. *Brookings Trade Forum*, 93-119.
- Burch, S. (2010). Transforming Barriers into Enablers of Action on Climate Change: Insights from Three Municipal Case Studies in British Columbia, Canada. *Global Environmental Change*, 20(2), 287-297. doi:10.1016/j.gloenvcha.2009.11.009
- Burton, I. (2012). Climate Change and the adaption deficit. *Climate change. Building the adaptive capacity*, 25-33. Obtenido de http://projects.upei.ca/climate/files/2012/10/Book-5_Paper-3.pdf
- Burton, I., Diringer, E., & Smith, J. (2006). *Adaptation to climate change: International policy options.* Arlington: Pew Center on Global Climate Change.
- Byrnea, J., Lo, A., & Jianjun, Y. (Junio de 2015). Residents' understanding of the role of green infrastructure for climate change adaptation in Hangzhou, China. *Landscape and Urban Planning*, 138, 132–143. doi:10.1016/j.landurbplan.2015.02.013
- De Castro, P., Salinett, S., & GLISC, G. L. (s.f.). *Guidelines for the production of scientific and technical reports: how to write and distribute grey literature.* (Version 1.0. ed.). Grey Literature Internat.
- Dow, K., & Berkhout, F. (13 de Marzo de 2014). *Climate Change, Limits to Adaptation and the 'Loss and Damage' Debate.* Obtenido de E-International Relations: <http://www.e-ir.info/2014/03/13/climate-change-limits-to-adaptation-and-the-loss-and-damage-debate/>
- Ebinger, J., & Vergara, W. (2011). *Climate Impacts on Energy Systems. Key issues for Energy Sector Adapation.* Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. doi:10.1596/978-0-8213-8697-2
- ECA, E. o. (2009). *Shaping climate-resilient development. A framework for decision-making.* ClimateWorks Foundation, Global Environment Facility, European Commission, McKinsey & Company, The Rockefeller Foundation, Standard Chartered Bank and Swiss Re. Obtenido de <https://mckinseysociety.com/downloads/reports/Economic->

Development/ECA_Shaping_Climate%20Resilient_Development.pdf

- Fidelman, P., Leitch, A., & Nel, D. (2013). Unpacking multilevel adaptation to climate change in the Great Barrier Reef, Australia. *Global Environmental Change*, 23(4), 800-812. doi:10.1016/j.gloenvcha.2013.02.016
- Fujimori S., K. M. (Diciembre de 2014). The effectiveness of energy service demand reduction: A scenario analysis of global climate change mitigation. (Elsevier, Ed.) *Energy Policy*, 17, 379–391. doi:10.1016/j.enpol.2014.09.015
- Hart, D., Bell, K., Lind, L., Jain, S., Johnson, T., & Ranco, D. (2015). Strengthening the role of universities in addressing sustainability challenges: the Mitchell Center for Sustainability Solutions as an institutional experiment. *Ecology and Society*, 20(2). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07283-200204>
- Innovest Strategy Value Advisors. (2007). *Carbon Disclosure Project Report 2007. Global FT500*. CDP. Obtenido de https://www.cdp.net/CDPResults/CDP5_FT500_Report.pdf
- Islam, M., Sallua, S., Hubacek, K., & Paavola, J. (Enero de 2014). . Limits and barriers to adaptation to climate variability and change in Bangladeshi coastal fishing communities. *Marine Policy*, 43, 208–216. doi:10.1016/j.marpol.2013.06.007
- Jones, A. (Octubre de 2015). Perceived barriers and policy solutions in clean energy infrastructure investment. *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2015.05.072
- Jones, L., & Boyd, E. (2011). Exploring social barriers to adaptation: Insights from Western Nepal. *Global Environmental Change*, 21, 1262–1274.
- Lucini, B. (2014). Multicultural approaches to disaster and cultural resilience. How to consider them to improve disaster management and prevention: the Italian case of two earthquakes. *Procedia Economics and Finance*, 18, 151–156. doi:10.1016/S2212-5671(14)00925-3
- Martin, N., & Rice, J. (Agosto de 2012). Developing renewable energy supply in Queensland, Australia: A study of the barriers, targets, policies and actions. *Renewable Energy*, 44, 119–127. doi:10.1016/j.renene.2012.01.006
- MAVDT, CEDE. (2010). *Manual Técnico para la Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos sujetos a Licenciamiento Ambiental*. Bogotá.
- MAVDT-CEDE. (s.f.). *Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental: Manal Técnico*. Bogotá.
- Mezher, T., Dawelbait, G., & Abbas, Z. (Diciembre de 2011). Renewable energy policy options for Abu Dhabi: Drivers and Barriers. *Energy Policy*, 42, 315-328. doi:10.1016/j.enpol.2011.11.089
- Mirzaa, U., Ahmada, N., & Harijanb,, K. (Mayo de 2009). Identifying and addressing barriers to renewable energy development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(7), 927–931. doi:10.1016/j.rser.2007.11.006
- Moser, S., & Ekstrom, J. (Diciembre de 2010). A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. (R. Kasperson, Ed.) *PNAS*, 107(51). doi:10.1073/pnas.1007887107

- Optim. (2013). *Estudio para Determinar la Vulnerabilidad y las Opciones de Adaptación del Sector Energético Colombiano frente al Cambio Climático*. Bogotá.
- Østergaard Nielsen, J., & Reenberg, A. (Mayo de 2010). Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 20, 142–152. doi:10.1016/j.gloenvcha.2009.10.002
- Paskal, C. (2009). *The Vulnerability of Energy Infrastructure to Environmental Change*. Londres: Chatham House and Global EASE. Obtenido de <https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/public/Research/Energy%2C%20Environment%20and%20Development/bp0409energy.pdf>
- Smit, B., & Piilifosova, O. (2001). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. In *Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability*. (A. Patwardhan, & J. Soussana, Edits.) IPCC.
- Troccoli, A. (Enero de 2009). Climate and the development community. *Weather*, 64(1), 2526. doi:10.1002/wea.350
- UKCIP. (2007). *Identifying adaptation options*. United Kingdom: UK Climate Impact Programme. Obtenido de http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wp-content/PDFs/ID_Adapt_options.pdf
- Vine, E. (Marzo de 2012). Adaptation of California's Electricity Sector to Climate Change. *Climate change*(111), 75–99. doi:10.1007/s10584-011-0242-2