

Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia*

Climate Variability, Climate Change and Water Resources in Colombia

María Claudia García ^{(1)*}, Andrea Piñeros Botero ^{(2)*}, Fabio Andrés Bernal Quiroga ^{(3)*}, Estefanía Ardila Robles ^{(4)*}

⁽¹⁾ Subdirectora, mcgarcia@ideam.gov

⁽²⁾ Profesional especializado, apineros@ideam.gov.co

⁽³⁾ Profesional especializado, fbernal@ideam.gov.co

⁽⁴⁾ Contratista, eardila@ideam.gov.co

^(*) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Recibido 26 de septiembre de 2012, modificado 10 de octubre, aprobado 18 de octubre de 2012

Palabras Claves

Cambio climático, vulnerabilidad, recurso hídrico.

Key words

Climate change, vulnerability, water resources.

Resumen

Este documento presenta una síntesis de los principales avances que Colombia ha tenido respecto al estudio del cambio climático y su relación con el recurso hídrico. Rastrea los fenómenos de variabilidad climática en el país y reúne información sobre los impactos más importantes del cambio climático y de la variabilidad climática sobre los sistemas de agua dulce en Colombia. A su vez, el documento hace un recuento de algunos puntos claves respecto a la estimación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos frente a dichos impactos, describiendo modelos de análisis, resultados y pasos a seguir en la generación de conocimientos que permitan mejorar el manejo del recurso hídrico en Colombia.

Abstract

This document presents a synthesis of the main advances made in Colombia in terms of the study of climate change and its relationship with water resources. It traces the phenomena of climatic variability in the country and gathers information on the most important impacts of climate change and climatic variability on its freshwater systems. The document also pinpoints a number of key points with respect to the estimation of water resource vulnerability due to such impacts, describing analysis models, results and steps to follow in the generation of knowledge that allow us to improve the management of water resources in Colombia.

INTRODUCCIÓN

Uno de los pilares en el desarrollo de investigaciones sobre el cambio climático y su relación con los recursos hídricos en Colombia, está constituido, sin lugar a dudas, por las Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). En la Primera Comunicación Nacional del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) [1], publicada

hace más de una década, se presentó el primer análisis sobre la vulnerabilidad del recurso hídrico ante los diferentes escenarios de cambio climático. Este análisis abordó la vulnerabilidad desde dos perspectivas: desde la capacidad de los recursos hídricos para conservar y mantener su régimen hidrológico, ante posibles alteraciones climáticas, y desde la vulnerabilidad de los sectores usuarios del recurso ante cambios sustanciales en la oferta y disponibilidad de agua.

Cerca de nueve años después, la Segunda Comunicación Nacional ante CMNUCC [2] incorporó la vulnerabilidad del recurso hídrico dentro de los componentes de una metodología más amplia y compleja, diseñada para determinar la vulnerabilidad ambiental en el territorio nacional que se presentará más adelante con mayores detalles.

Al mismo tiempo, numerosos aportes al conocimiento del estado del recurso hídrico en Colombia han

* Éste artículo es la transcripción de la conferencia de María Claudia García, que se llevó a cabo en el foro "Hidrología de extremos y cambio climático", realizado en la Universidad de los Andes el día 28 de junio de 2012.

sido generados dentro del marco de los Estudios Nacionales del Agua, cuyo alcance y nivel de detalle han venido creciendo a la par con la disponibilidad de datos e información en el país. El Estudio Nacional del Agua [3] evaluó los índices de escasez, presión y vulnerabilidad por disponibilidad del recurso en el territorio nacional. Con la publicación del Estudio Nacional del Agua [4] se dio a conocer un balance hídrico nacional actualizado, cuya elaboración involucró la utilización de información de las series históricas de más de 400 estaciones hidrológicas y cerca de 2000 de precipitación pertenecientes a la red nacional de estaciones hidrometeorológicas del IDEAM.

El Informe de los recursos - Estudio Nacional del Agua [5] se enfocó en el análisis de la utilización, el equilibrio –o desequilibrio– entre la demanda y la oferta de recursos hídricos. La construcción de este análisis involucró el diseño de dos índices principales: el índice de disponibilidad de recursos hídricos per cápita, y el índice de escasez. Finalmente, el análisis de las alteraciones del régimen hidrológico y de la oferta hídrica frente a la variabilidad y el cambio climático se presentó en el último Estudio Nacional del Agua (ENA) [6]. Dos categorías de indicadores fueron diseñadas para la realización de este estudio: la primera, permite caracterizar el régimen actual de los recursos hídricos en el país que, incluye un índice de retención y regulación hídrica, y un índice de aridez. La segunda categoría de indicadores permite identificar y medir los efectos de la intervención del hombre sobre el recurso hídrico, a través del índice de uso de agua, un índice de vulnerabilidad –por desabastecimiento hídrico–, un índice de calidad del agua y un índice de alteración potencial de la misma.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN COLOMBIA

Los fenómenos de variabilidad climática que, gobiernan el clima de Colombia, están controlados en gran medida

por la Zona de Confluencia Inter-tropical, por la dinámica de los océanos Pacífico y Atlántico y por la dinámica de las cuencas del Amazonas y el Orinoco. Lo anterior resulta en una compleja respuesta hidrológica que, entre otros aspectos, dificulta la construcción de escenarios de cambio climático –que apoyen la toma de decisiones para determinar el comportamiento de los recursos hídricos– ante presiones de cambio climático y variabilidad climática con bajos niveles de incertidumbre. Colombia tiene regímenes de precipitación y de variabilidad climática muy significativos a lo largo y ancho del país: en el sur de Colombia, la estacionalidad entre lluvia y menos lluvia está invertida con respecto a la del centro del país, mientras que, en la región Andina, los regímenes de precipitación tienen una tendencia bimodal y en la región Caribe la tendencia es unimodal. Con un régimen climático que varía significativamente entre regiones, los efectos de las alteraciones climáticas no se perciben de manera homogénea en el territorio nacional.

Durante los últimos años, múltiples estudios han reportado el incremento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos de variabilidad climática en el mundo. El Centro Internacional de Desastres indica que entre 1900 y 2005 la ocurrencia de desastres asociados con fenómenos hidrometeorológicos ha crecido de manera exponencial, tendencia que se ha exacerbado desde los años 70 y 80. Se podría argumentar que, a partir de estos desastres, el mundo empezó a enfrentar nuevos escenarios de riesgo y de clima, independientemente de la certeza científica con la que se pueda demostrar la relación existente entre el cambio climático y los fenómenos de variabilidad climática.

Colombia no ha sido ajena a los cambios dramáticos del clima global. En el año 2010, el país evidenció uno de los periodos más críticos en términos de anomalías en precipitación frente al promedio anual. El mes de julio de 2010 fue el más lluvioso de los últimos 30 años, debido a que persistieron las lluvias

por encima de lo normal en la región Caribe, Andina y Pacífica. Asimismo, en diciembre de 2010, se presentaron inundaciones severas por los efectos de la Niña. Este último fenómeno también tuvo una actividad significativa durante el año 2011 y se anuncia, con la probabilidad de 65%, el desencadenamiento del fenómeno del Niño para finales de este año y principios del 2013.

En aras de contribuir con la generación de conocimiento sobre los impactos de estas condiciones sobre los recursos hídricos del país, el IDEAM ha realizado múltiples análisis para determinar cuál es el efecto que genera las anomalías de precipitación y de temperatura asociados con la variabilidad climática, sobre los caudales de las corrientes principales.

Los efectos de los fenómenos El Niño y La Niña sobre los caudales de las corrientes de agua en el país no son despreciables. En términos porcentuales, las principales afectaciones frente al fenómeno del Niño se presentan en la cuenca del río Magdalena-Cauca, con una reducción promedio del 26% en los caudales; en la cuenca media del río Cauca con reducciones del 38%; en los ríos Sogamoso y Suárez con valores de hasta un 30%; en el Sumapaz las reducciones pueden llegar hasta un 40%; en el Urabá antioqueño con disminuciones de caudal de entre 30% y 40%; en el río Catatumbo y el río Pamplonito con reducciones de hasta el 30%. Ante el fenómeno de la Niña, el aumento de caudales se presenta principalmente en la zona Andina. Bajo estas condiciones, los caudales en la cuenca media del río Cauca llegan a superar el 60% de su nivel normal, en el río Chinchiná alcanzan el 70% y en el río Patía hasta el 60%.

Estos efectos, por un lado, constituyen un claro indicador de la necesidad de definir políticas e instrumentos que faciliten reacción inmediata y efectiva de los sistemas sociales, económicos y ambientales que son altamente vulnerables a la variación de caudales con alteraciones climáticas. Por otro lado, deben servir como insumo para orien-

tar los patrones de ocupación y uso del territorio con una visión a largo plazo.

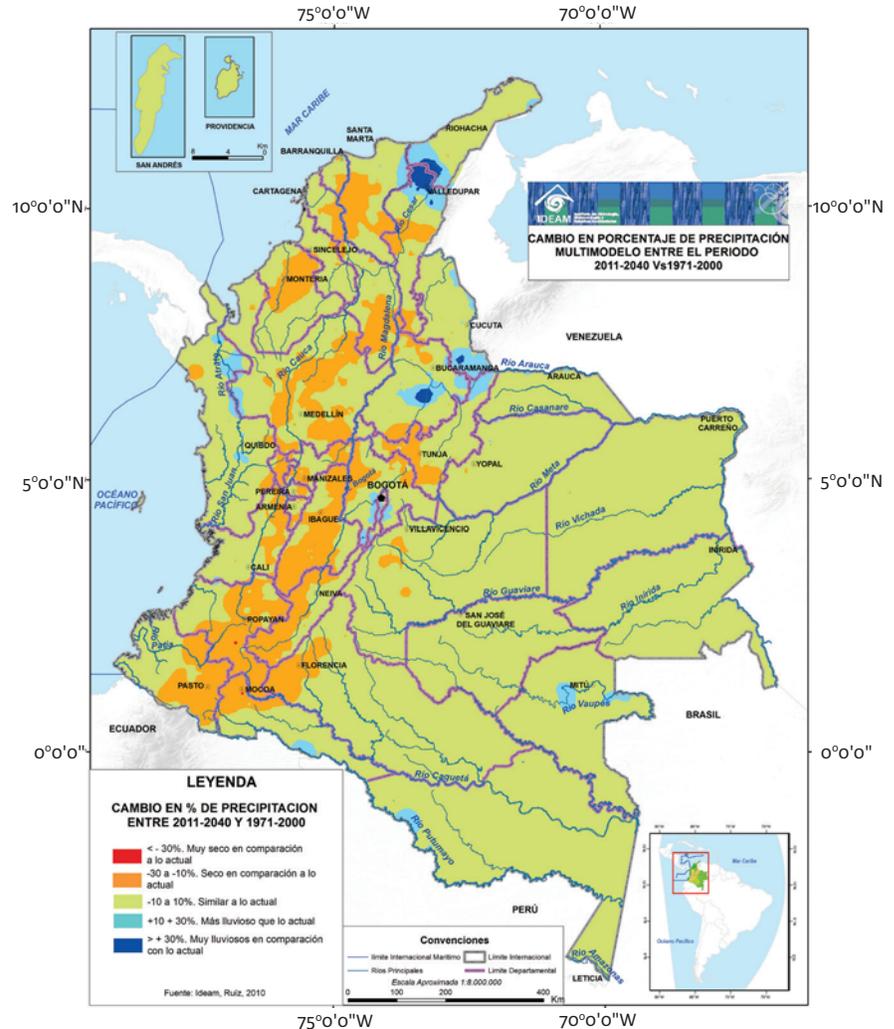
CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS HÍDRICOS

Los impactos del cambio climático sobre los sistemas de agua dulce se deben a los incrementos observados y proyectados en la temperatura, nivel del mar y variabilidad de precipitación. Según el Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC) [8] el cambio climático afecta la función y operación de la infraestructura hídrica existente, así como las prácticas de gestión integral de los recursos hídricos. De acuerdo con [9], la estacionalidad del flujo de aquellas cuencas influenciadas por la precipitación incrementará, es decir, los caudales máximos serán más pronunciados en épocas húmedas y los mínimos serán más bajos durante periodos secos. Por esto, y a su vez, por los impactos potenciales de esta condición sobre la economía, el medio ambiente y la sociedad, es fundamental contar con un modelo de gestión de recursos hídricos diseñado para enfrentar los extremos asociados con el cambio climático y la variabilidad que de él se derivan.

VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad no está definida únicamente en términos de amenazas o impactos, sino también por las vías de desarrollo de una sociedad, su grado de exposición física, la distribución de sus recursos, los desastres padecidos previamente y sus instituciones sociales y gubernamentales [8]. Al ser el recurso hídrico el eje articulador de todos estos componentes, la vulnerabilidad depende en gran medida de la forma en cómo éste se gestione.

El paradigma de La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) ha venido ganando aceptación en todo el mundo y, así, el agua como recurso y como ecosistema, ha pasado a ocupar una posición importante dentro de las prioridades en la toma de decisiones y la formulación de políticas. Colombia no se sustrae de esta tendencia, puesto



Fuente. Tomado de [2].

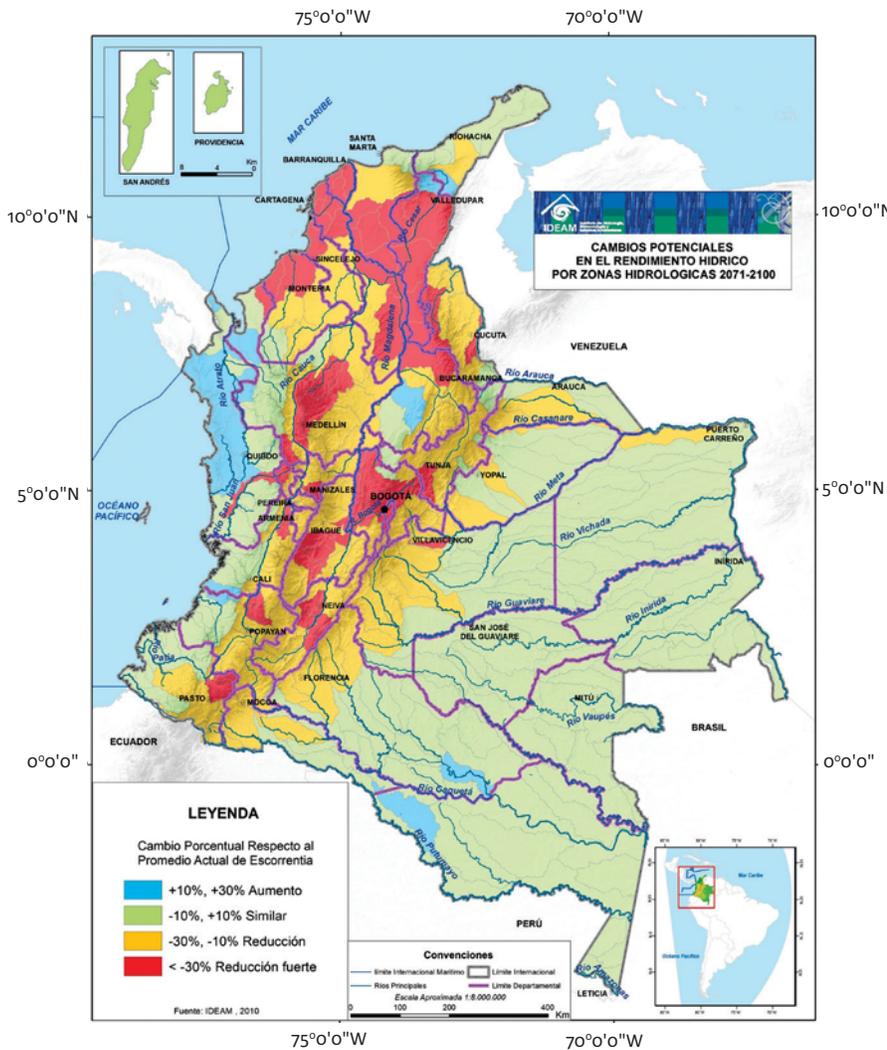
Figura 1. Cambio de porcentaje de precipitación multimodelo entre 2011-2040

que viene adelantando esfuerzos para adoptar la política de gestión integral del recurso hídrico a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y con el apoyo técnico del IDEAM. Es probable que dicho interés se materialice en la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de agua dulce al cambio climático.

Para la Primera Comunicación Nacional ante la CMNUCC [1], el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico se basó en escenarios globales de cambio climático. A partir de ese momento, el IDEAM empezó a adelantar esfuerzos para desarrollar escenarios a una menor escala, utilizando modelos de circulación regional. De las 21 regiones

climáticas que tiene Colombia, aproximadamente el 40%, cuenta hoy con un *dowscaling* dinámico y estadístico para posibilitar la generación de escenarios más detallados de los cambios esperados en la temperatura y la precipitación.

Teniendo en cuenta los nuevos elementos normativos en materia de gestión del riesgo y en gestión integral del recurso hídrico que, se han empezado o se planea adoptar en el país, el reto del IDEAM consiste en conocer los posibles efectos futuros del cambio climático a la escala de las cuencas a través de modelos hidrológicos. Actualmente, el IDEAM se encuentra en el proceso de calibración, y validación de modelos de diversa complejidad, con diferentes requerimientos de información y costos.



Fuente. Tomado de [2]

Figura 2. Cambio de porcentaje de precipitación multimodelo entre 2011-2040

La vulnerabilidad a los impactos de cambio climático identificados dentro del marco de la Segunda Comunicación Nacional fue analizada mediante la construcción de dos índices: el índice relativo de afectación, generado a partir del criterio de expertos, para determinar cuáles ecosistemas y tipos de suelos se verán más afectados por los efectos del cambio climático; y el índice de sensibilidad ambiental, que busca recoger todas las características biofísicas del territorio para estimar su capacidad de adaptación. A nivel esquemático, la superposición de los escenarios futuros de temperatura y precipitación, del índice relativo de

afectación y del índice de sensibilidad ambiental, da como resultado una capa con los impactos potenciales del cambio climático para Colombia.

Del mismo modo, la capacidad de adaptación del territorio se construyó como un mapa que sirve como indicativo nacional de la vulnerabilidad de Colombia ante los efectos del cambio climático. Una de las principales conclusiones derivadas de este estudio es que ninguna parte del país tiene una vulnerabilidad baja, muy baja frente a dichos efectos. Los detalles de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad ambiental en Colombia se encuentran consignados en el documento

de la Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC [2].

Los escenarios de cambio climático para Colombia muestran que del 2011 al 2040 se presentaría un aumento de la temperatura media superior al 2% de manera homogénea en casi todo el país. El escenario de precipitación, por su parte, muestra que los comportamientos que varían de acuerdo con las áreas geográficas. Las áreas naranjas en la gráfica siguiente reflejan una reducción esperada de la precipitación entre el 10% y el 30% respecto a lo normal. Las zonas azules representan un aumento esperado en la precipitación de más del 30%, mientras el azul más claro está asociado con incrementos de entre el 10% y el 30%. Este escenario muestra cómo los efectos del cambio climático no se presentarán de forma homogénea en todo país.

Por otro lado, los resultados del *downscaling* y *dynamic CRMI* que se desarrollaron para el nivel regional, destacan los choques de cambio en precipitación y temperatura para 2011-2040, 2040-2070 y 2070-2100. Estas dos herramientas posibilitan la estimación de los cambios en la escorrentía media anual para los diferentes escenarios y lapsos de predicción. En la medida en que se mejora la capacidad de modelación hidrológica, disminuye el nivel de incertidumbre con la que se estiman estos impactos.

AFECCIÓN RENDIMIENTO HÍDRICO: ESCENARIO 2071 A 2100

El siguiente mapa (figura 2) muestra los impactos que ocurrirán, con disminuciones de más del 30% de rendimiento hídrico; en los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Huila, Tolima, Cundinamarca, Caldas, Antioquia, Bolívar, Magdalena, Cesar, Córdoba, Sucre y Atlántico. En estos departamentos está concentrado, básicamente, el 80% del PIB de Colombia y el 86- 87% de la población nacional. El escenario más drástico corresponde al periodo 2070-2100.

Los últimos estudios realizados por el IDEAM muestran que si se construye

un escenario de afectación utilizando series anuales de información meteorológica, los niveles de vulnerabilidad obtenidos son menos significativos. Sin embargo, si se utilizan series mensuales, la vulnerabilidad a los impactos de los cambios en la precipitación y la temperatura se incrementa de manera considerable. Esto evidencia cómo se comportarán los recursos hídricos del país frente al cambio climático y, así, poder tomar decisiones al respecto. Por esto, es indispensable realizar esfuerzos para poder desarrollar modelaciones de resolución mensual, como mínimo.

La cuenca hidrográfica es una unidad espacial esencial para la gestión y planificación del territorio, por lo tanto, los escenarios de este análisis soportan la toma de decisiones en relación a la localización, priorización de medidas de adaptación y de elementos estructurales vulnerables y focalización de recursos a escala local. Actualmente el IDEAM adelanta un estudio piloto en la cuenca del río Ubaté- Suárez junto con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), cuyo objetivo principal es verificar si la metodología para el análisis de vulnerabilidad nacional es aplicable a la escala de cuencas. Para tal efecto el mapa de vulnerabilidad nacional se adaptó a la escala regional y, posteriormente, a la departamental, utilizando el mismo esquema metodológico empleado en la construcción del análisis de [2].

CONCLUSIONES

Colombia ha generado múltiples estudios que le han permitido profundizar en el conocimiento de sus recursos hídricos y los impactos que sobre ellos podría ejercer el cambio climático. A medida que ha venido creciendo la oferta de información hidrometeorológica y ambiental en el país, dichos estudios han mejorado progresivamente en lo que respecta a su alcance y nivel de detalle. De la misma manera, la necesidad de producir información más regionalizada se ha hecho más evidente a lo largo de los últimos años.

Los fenómenos de variabilidad climática cada vez tienen mayor intensidad sobre los recursos hídricos en el territorio nacional. En esa medida, la variabilidad climática se ha vuelto un tema fundamental para encaminar los recursos hacia las demandas de esta problemática. Las relaciones entre estos factores y las condiciones locales y regionales, los estudios de impacto sobre la respuesta hidrológica en el contexto de la variabilidad y cambio climático adquieren alta complejidad y por lo tanto están sujetos a altos niveles de incertidumbre.

No obstante, pese a la incertidumbre, la información actualmente disponible apunta hacia la necesidad de generar políticas que permitan dar respuestas inmediatas a las afectaciones del recurso hídrico asociadas con el cambio climático y la variabilidad climática, además de orientar la planificación del uso del agua y de la ocupación del territorio con una visión a largo plazo. Adaptarse a la variabilidad climática es parte de los retos que genera el cambio climático.

REFERENCIAS

- [1] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (IDEAM) Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Bogotá, D. C.: IDEAM, 2001
- [2] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Bogotá D.C.: IDEAM, 2010
- [3] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). *Estudio Nacional del Agua: balance hídrico y relaciones oferta y demanda en indicadores de sostenibilidad proyectadas al año 2016*. Bogotá D.C.: IDEAM, 1998
- [4] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *Estudio Nacional del Agua*, Bogotá D.C.: IDEAM, 2001
- [5] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *Informe de los recursos – Estudio Nacional del Agua*, Bogotá D.C., IDEAM, 2008
- [6] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia: Estudio Nacional del Agua – Relaciones de demanda de Agua y Oferta Hídrica*, Bogotá D.C.: IDEAM, 2008
- [7] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Cuarto Estudio Nacional del Agua. Presentado en: Los Estudios Nacionales de agua, 2011
- [8] Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC). “Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” Suiza: IPCC, 2007, pp. 25-46.
- [9] P. Burlado, F. Pellicciotti, et al. “Modelling Mountainous Water Systems Between Learning and Speculating Looking for Challenges” *Nordic Hydrology*, Vol., 33 No.1, April, 2002 pp. 47–74