



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

**RESTRICCIONES DEL ORDENAMIENTO AMBIENTAL POR ALTAS
INCERTIDUMBRES EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA CUENCA
DEL RÍO FONCE**

AUTOR: LAURA CAMILA GUEVARA GUERRERO

TUTOR: FERNANDO ORTIZ

**PLANEACION AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE INGENIERIA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
2016**

RESTRICCIONES DEL ORDENAMIENTO AMBIENTAL POR ALTAS INCERTIDUMBRES EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA CUENCA DEL RÍO FONCE

RESTRICTIONS ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT BY HIGH UNCERTAINTIES IN THE SCENARIOS OF CLIMATE CHANGES FOR THE RIO FONCE

Laura Camila, Guevara Guerrero

Ingeniera Civil, Ingeniera Residente, Arindec SAS, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, u2700701@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Se buscaron evidencias de los impactos del fenómeno de cambio climático en los procesos de precipitación anual, temperatura media anual y caudales medios en el río Fonce, San Gil (Santander) por medio de la recopilación y análisis de información brindada por el IDEAM (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales) de las estaciones ubicadas en este río para determinar los posibles cambios climáticos a los que será sometida esta región en los próximos años. La metodología se basó en la compilación, procesamiento de datos hidrológicos y modelación de impactos del cambio climático; se graficaron los datos y se plantearon diferentes análisis presentados dentro del documento.

Posteriormente se introdujeron los datos al software para obtener los índices que se reflejan en una tabla que para cada estación indica la tendencia de crecimiento con el signo (+) o una tendencia a la disminución con el signo (-); para el departamento de Santander y basado en la información anteriormente mencionada se plantean posibles escenarios de cambio climático y análisis de variación climática para la ciudad de San Gil.

Se evidencia en los resultados que habrá aumentos en los valores de temperatura, caudales medios y precipitación anual durante los siguientes años en esta región y además cabe anotar que la variación de estos factores puede ocasionar incrementos en el nivel del agua del río Fonce y así mismo generar afectaciones a las viviendas cercanas al mismo como al turismo que se realiza en la región.

Palabras clave: Ordenamiento Ambiental, Cambio Climático, Planeación Ambiental, Impacto Ambiental, Incertidumbre.

ABSTRACT

Was searched some evidence of the impacts of the phenomenon of climate change in the processes of annual rainfall, average annual temperature and flow media in the Rio Fonce, San Gil (Santander) through the collection and analysis of information provided by the IDEAM (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales) from the stations located in this river to determine possible climate changes that this region will be submitted in the next few years.

The methodology was based on the compilation, hydrologic data processing and modeling of impacts of climate change; they are graphed data and raised various analyses presented within the document

Then we entered the data software for indices that are reflected in a table indicating for each station the tendency of growth with the sign (+) or a tendency to decrease with the (-) sign for the Department of Santander and based on the information previously mentioned is pose possible scenarios of change climate and analysis of variation climate for the city of San Gil,

It is evident in the results that there will be increases in the values of temperature, flow media and annual precipitation during the next few years in this region, and in addition it should be noted that the variation in these factors can result in increases in the level of the water of the rio Fonce and likewise generate damages to dwellings near the same as tourism which takes place in the region.

Keywords: Environmental Management, Climate Change, Environmental Planning, Environmental Impact, Uncertainty.

INTRODUCCIÓN

El reto como seres humanos es poder enfrentar las consecuencias de los escenarios de cambio climático que traen consigo impactos negativos tanto al ambiente como a la sociedad y la economía, por esta razón es necesario conocer detalladamente el comportamiento de las variables que generan alteraciones en la tendencia de variabilidad climática y así proceder a la generación de medidas preventivas

Por medio de esta investigación se realiza un análisis del comportamiento de la cuenca del Rio Fonce con los futuros escenarios de cambio climático, y así implementar las mejoras en las decisiones de planeación contempladas en el POMCA; se proyecta identificar y comprender los factores que modifican el clima y de esta forma acordar acciones que permitan abordar las causas y consecuencias.

Un escenario es una herramienta de investigación prospectiva que permite prever las consecuencias o acciones que ocurrirán al momento de presentarse algún evento modelado. El objetivo de analizar los escenarios de cambio climático no es solo predecir lo que ocurrirá sino evaluar el posible comportamiento del clima en el futuro, entendiendo las incertidumbres asociadas y logrando decisiones que permitan anticiparse a posibles hechos introduciendo aspectos sociales, económicos políticos y ambientales necesarios para no llegar a la situación proyectada desfavorable.

Es necesario crear estrategias de mitigación y prevención de los impactos ambientales generados por altas variaciones en los escenarios de cambio climático, a través del análisis de la línea base y del comportamiento de la cuenca

de acuerdo a los datos existentes, con el fin de incorporar algunas actividades que permitan el uso adecuado y eficiente de los recursos naturales, previniendo los impactos negativos.

Se establecen las restricciones del ordenamiento ambiental que implican los impactos de los escenarios del cambio climático y sus niveles de incertidumbre por medio de la interpretación de comunicaciones oficiales del IDEAM, además de la determinación de alteraciones que ocasionan los impactos y finalmente estableciendo las recomendaciones pertinentes que expresen la vinculación de los impactos de los escenarios de cambio climático y mejoren los alcances del POMCA de la cuenca del río Fonce.

La metodología aplicada se basa en el análisis cualitativo y cuantitativo de las incidencias de los escenarios de cambio climático en el ejercicio de planeación ambiental. En el sentido cualitativo se identifican aquellas acciones de planeación planteadas en el POMCA y que no tuvieron en cuenta los escenarios de cambio climático.

Por otra parte, en el sentido cuantitativo se compararán los momentos estadísticos del marco histórico de las variables con los momentos estadísticos que expresan los escenarios de cambio climático, siendo así en el presente trabajo se buscaron evidencias de los impactos del fenómeno de cambio climático en los procesos de precipitación anual, temperatura media anual y caudales medios en el río Fonce, San Gil, Santander. Se recopiló y analizó la información brindada por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de las estaciones en este río para determinar los posibles cambios climáticos a los que será sometida esta región en los próximos años.

El planificador debe estar motivado y orientado a tomar decisiones que permitan, que la proyección del futuro observado sea positiva bajo la Identificación de los impactos que se esperan y del análisis de comportamiento de la cuenca del Río Fonce por bruscas modificaciones en escenarios de cambio climático.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. ANTECEDENTES

En Colombia, por parte del IDEAM se han desarrollado diferentes estudios sobre los efectos del cambio climático, que ofrecen parámetros sobre la tendencia y efectos que tendrá la variabilidad climática en la oferta hídrica del país, para este fin se mencionan algunos de ellos.

1.1.1 Primera Comunicación Nacional –IDEAM 2001–Vulnerabilidad del recurso hídrico

Este documento contiene el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico abordando desde dos perspectivas, la primera relacionada con la capacidad de los recursos hídricos para conservar y mantener su régimen hidrológico actual ante las posibles alteraciones climáticas; la segunda detalla la vulnerabilidad de los sectores usuarios del recurso, ante la amenaza de

cambios sustanciales en el régimen hidrológico en la oferta y disponibilidad de agua para su abastecimiento [1].

1.1.2. Segunda Comunicación Nacional – IDEAM 2010 – Vulnerabilidad Ambiental

A partir del análisis de las condiciones actuales de desarrollo del país se crea la metodología utilizada para evaluar la vulnerabilidad y definir las estrategias de adaptación. En los sistemas sociales se incluyen los asentamientos humanos, la infraestructura, los sectores productivos, las relaciones sociales y económicas generadas [2].

1.1.3. Estudio Nacional del Agua (ENA) 2000

En este estudio se presenta la actualización del Balance Hídrico Nacional-BHN, en el cual se usó información de las series históricas de estaciones hidrológicas, precipitación y temperatura del aire [3].

1.1.4. Estudio Nacional del Agua (ENA) 2010 A partir de un enfoque general de los ciclos y conceptos de integralidad se reconoce al agua como elemento vital y decisivo en la dinámica de los procesos sociales y productivos [3].

Una vez analizados los estudios mencionados anteriormente, y con el fin de dar inicio al tema de investigación, es importante definir el clima, según Palacio, Rangel y Rivera el clima es: "...síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas a largo plazo (valores medios, varianzas, probabilidades de valores extremos, etc.) de los elementos meteorológicos en dicho lugar..." [4].

Siguiendo con el orden lógico de definiciones, estos autores hablan de la variabilidad climática citando a la Organización Meteorológica Mundial que la define como:

Una fluctuación o componente de la misma, cuya escala temporal característica es suficientemente larga para manifestarse como inconstancia apreciable en sucesivos valores normales (promedios de 30 años) de una variable. Ese término se usa frecuentemente para indicar las variaciones naturales comunes de un año al siguiente o cambios de una década a la siguiente [5].

Estas variaciones dependen de ciertas condiciones, para el planeta Tierra actualmente se han dado fuertes cambios de temperaturas, precipitaciones y otros factores que delimitan la vida en la tierra; varios de estos causan inundaciones sequías en casos extremos, aumento de la altura del nivel del mar, derretimiento de los glaciares entre otras afectaciones.

Como lo menciona el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Gabriel Vallejo López:

Los escenarios de Cambio Climático son un insumo muy importante para avanzar hacia un análisis de vulnerabilidad que nos permita aumentar el nivel de comprensión y de planificación y, de esta manera, reducir los riesgos y aumentar la capacidad adaptativa de cada una de las regiones de Colombia. En el Ministerio hemos entendido la importancia de esta información técnica, que servirá para

la formulación de los diferentes Planes Integrales de Cambio Climático que estamos apoyando desde el 2014 [6].

1.2. ASPECTO CLIMÁTICO EN SANTANDER

En Santander se presenta continuamente un fenómeno o ciclo conformado por dos extremos, una fase cálida conocida como *El Niño* y una fase fría conocida como *La Niña*, que causan sequías e inundaciones respectivamente. Estos fenómenos son anomalías caracterizadas por calentamiento de aguas superficiales del Pacífico tropical oriental y por vientos alisios fuertes del oeste, estas variaciones en las condiciones atmosféricas se han dado a escala mundial debido a varios factores como la contaminación, exceso de producción, daño a la capa de ozono entre otros.

1.3. ASPECTO HÍDRICO Y TOPOGRÁFICO DE SAN GIL

La región a estudiar en este caso se conoce como cuenca del Río Fonce, en la ciudad de San Gil, Colombia con una extensión de 239.032 hectáreas, esta cuenca se ha destacado por ser un recurso hídrico muy caudaloso y con excelentes escenarios para recreación y turismo, desafortunadamente la cuenca está sufriendo grandes deterioros a causa del manejo y uso que se le da desde su nacimiento hasta su desembocadura en la cuenca del río Chicamocha.

San Gil posee una extensión aproximada de 145.9 kilómetros cuadrados, equivalentes a 14.950 hectáreas en terrenos con topografía en un 30% plano, 65% ondulado y fuertemente ondulado y un 5% de suelos escarpados de difícil uso para la ganadería y agricultura.

Según las conclusiones del Estudio Nacional del Agua: 2010, para la zona de la cuenca del río Fonce debido al cambio climático las precipitaciones van a disminuir entre un 10% y un 30% hasta el año 2100, la temperatura aumentará entre 2-5°C, y los niveles de escorrentía disminuirán entre 10-30%. Estos factores se deben tener en cuenta debido que proveen bases para un análisis de la información dada por el IDEAM acerca de los datos de precipitación, temperatura y caudal del río Fonce y además deben compararse con los resultados provistos por los científicos de la región.

El POMCA vigente de la cuenca del Río Fonce contempla situaciones y acciones futuras a largo plazo para mejorar las condiciones ambientales; sin embargo, en las proyecciones no se tienen en cuenta los escenarios oficiales de cambio climático [7].

1.4. METODOLOGÍA

La metodología se basó en la compilación, procesamiento de datos hidrológicos proporcionados y modelación de impactos del cambio climático. Se recolectó información del IDEAM que influye directamente en el cambio climático para la ciudad de San Gil.

1.5. COMPILACIÓN DE DATOS

Se obtuvo la siguiente información meteorológica:

- **Precipitación total mensual:** Es un tipo de fenómeno que se presenta en forma de lluvia o nieve. La cantidad de precipitación sobre la superficie se determina por medio de un pluviómetro
- **Temperatura:** Es una magnitud de calor que es determinada por medio de un termómetro
- **Caudales:** Es la cantidad de volumen de cualquier líquido que se transporta o mueve en una unidad de tiempo.

Estos datos de valores se relacionan al final en los anexos.

1.6. PROCESAMIENTO DE DATOS

De la información anteriormente mencionada se graficaron los datos y se plantearon diferentes análisis presentados a continuación.

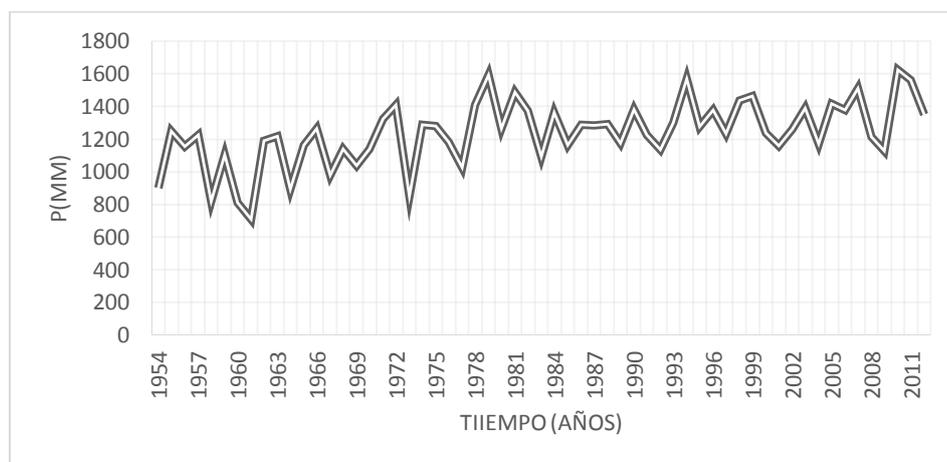


Figura 1 Precipitación
Fuente: Elaboración propia, 2016

En el gráfico se aprecia el comportamiento del proceso de precipitación en la ciudad de San Gil está determinado por la variabilidad climática. Esta figura muestra que, en los años 1954, 1958, 1961 y 1964 se presentaron los valores anuales más bajos, los cuales comprendieron 900.9 mm, 817.3 mm, 709.6 mm y 893 mm respectivamente; mientras en los años 1979, 2007 y 2010 se presentaron los valores anuales más altos, estos llegaron a ser 1593.1 mm, 1511.9 mm y 1622.5 mm respectivamente

El gráfico muestra el comportamiento de la precipitación en San Gil e indica un crecimiento de los valores totales anuales relacionados con el crecimiento de los caudales en esta ciudad teniendo en cuenta que entre mayor sea el nivel de precipitación el nivel del río aumenta, esto se ve reflejado en la variación de

caudales del mismo. Por otro lado, la gran cantidad de vegetación de la ciudad y los aumentos de temperatura pueden generar que los niveles de caudales disminuyan o se mantengan constantes y además no se asegura que se conserve un aumento en los niveles de lluvia pues la posibilidad de ocurrencia del fenómeno del niño o la niña pueden cambiar estos valores.

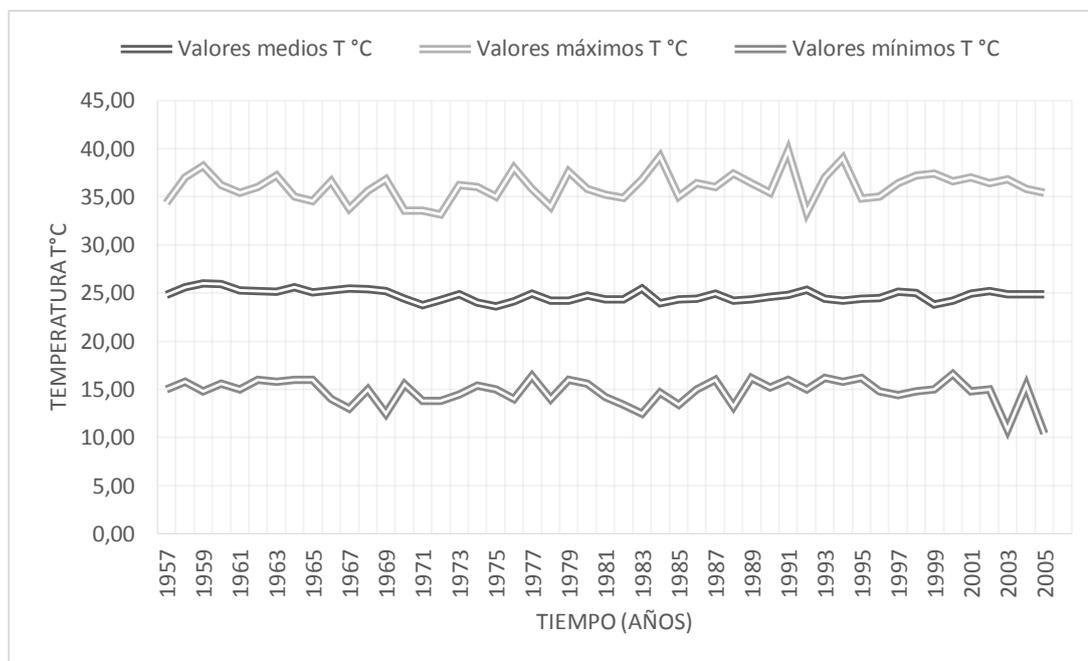


Figura 2: Proceso de temperatura
Fuente: Elaboración propia, 2016

En el gráfico se aprecia el comportamiento del proceso de temperatura en la ciudad de San Gil determinado por la variabilidad climática. Esta figura muestra los cambios que han sucedido en valores medios anuales en la temperatura desde el año de 1958 hasta el año de 2005 y allí se observa que, en los años 1959, 1960 y 2009 se presentaron los valores promedios más altos, los cuales comprendieron 25.98 °C, 25.93 °C y 25.88 °C respectivamente. Al comparar con los valores promedios anuales máximos, se puede concluir que en los años 1984, 1991 y 1994 se presentaron los valores más altos, los cuales comprendieron 39.20 °C, 39.80°C y 39 °C respectivamente; por otro lado se observa que en los años 1971, 1975 y 1999 se presentaron los valores promedios más bajos, los cuales comprendieron 23.74°C, 23.65°C y 23.84 °C y al comparar con los valores promedios anuales mínimos, se puede concluir que en los años 1969, 1983, 2003 y 2005 se presentaron los valores más bajos, los cuales comprendieron 12.50°C, 12.50 °C, 10.80 °C y 10.40 °C respectivamente.

En el gráfico también se puede apreciar para la temperatura que según sus valores mínimos y medios no se puede identificar aumento o disminución de la misma, por otra parte, se observa un posible aumento en los valores máximos de temperatura para los siguientes años. Lo más seguro es que en los siguientes años la temperatura en la ciudad de San Gil aumente, pues según estudios del IDEAM y de otros institutos a nivel mundial los valores de temperatura aumentarán, pero no garantiza la no existencia de días más fríos de los que tenemos hoy en día.

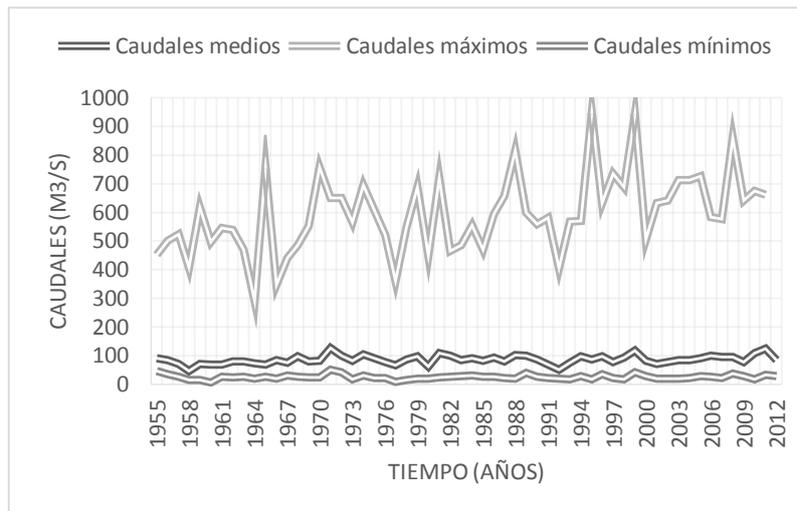


Figura 3: Escorrentía superficial o caudales
Fuente: Elaboración propia, 2016

En la figura se observa el comportamiento del proceso de escorrentía superficial expresado en caudales en el río Fonce en la ciudad de San Gil, determinado por la variabilidad climática e hidrológica. En los años 1971, 1981, 2000 y 2011 se presentaron los valores promedios anuales máximos los cuales comprendieron 126.03 m³/s, 108.27 m³/s, 117.4 m³/s y 126.65 m³/s, es decir, a medida que pasa el tiempo se están generando mayores alteraciones en las variables estudiadas por lo cual se deben crear planes preventivos. El comportamiento de los caudales según los últimos años indica que posiblemente van a aumentar los niveles de estos principalmente por lo que describen los caudales máximos. En cuanto a los valores de caudales mínimos y medios se ve un leve aumento de los mismos para la ciudad de San Gil basado en la línea de tendencia creciente.

2. MODELACIÓN DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Basado en la información anteriormente mencionada se plantean posibles escenarios de cambio climático y análisis de variación climática para la ciudad de San Gil.

Teniendo en cuenta las tendencias de cambio en los factores de temperatura, precipitación y escorrentía superficial (expresado en caudales) expuestos, se puede decir que en los próximos años para la ciudad de San Gil se esperan variaciones en el clima como por ejemplo aumento en los niveles de precipitación anual, aumento niveles de temperatura en el aire, aumento en los niveles de escorrentía o caudales.

Estas apreciaciones deben compararse con los estudios realizados por instituciones nacionales como el IDEAM. Posiblemente no sean las mismas que se dan en otros estudios debido a que existe un margen de error en la toma de los datos lo que influye en los resultados obtenidos y en las apreciaciones ya hechas sobre el tema.

Haciendo razón a lo mencionado anteriormente, en Colombia el IDEAM continuamente realiza estudios sobre la generación de cambio climático y para

hacerlos más eficientes han procurado ampliar el número de estaciones a evaluar basados en dos criterios, el primero es que la estación sea representativa en todas las regiones del territorio nacional y la segunda es que la serie de datos tengan periodos de recolección de datos entre 1970 y 2010 [8].

Para poder determinar los indicadores de cambio climático se usó el software RClimDex (1.0) que busca construir índices de extremos climáticos para usarlos en estudios de monitoreo y detección de cambios climáticos. Posteriormente se introdujeron los datos al software para obtener los índices que se reflejan en una tabla que para cada estación indica la tendencia de crecimiento con el signo (+) o una tendencia a la disminución con el signo (-); para el departamento de Santander se mostrarán los resultados en la Figura 5.

En la figura mencionada anteriormente se aprecia la posible variabilidad climática que puede sufrir el departamento de Santander, según estos resultados los niveles de precipitación van a aumentar en los próximos años al igual que los niveles de temperatura, pero esto no indica que existan días más fríos de lo normal. Para la ciudad de San Gil se encuentran dos estaciones significativas, estas son la de El cucharo y la de Charala, ambas indican que la precipitación anual aumentará al igual que los niveles máximos de temperatura pero en El cucharo también se muestra una posibilidad de noches más frías al ve una disminución en la temperatura mínima.

ESTACIÓN	MUNICIPIO	DEPART	ALTITUD	PRECIP TOTAL AL AÑO	TENDENCIA PREC ACUM ANUAL (mm/año)	PRECIP INTENSA	TEMP MINIMA	TEMP MAXIMA
APTO YARIGUIES	BARRANCABERMEJA	SANTANDER	126	+	26.5	+	+	+
CENTRO EL	BARRANCABERMEJA	SANTANDER	162	-	-16.9	-		+
APTO PALONEGRO	LEBRUA	SANTANDER	1199	+	1.2	+	+	+
UNIV INO SANTANDER	BUCARAMANGA	SANTANDER	1018	-	-2.2	+	+	+
GRANJA TINAGA	CERRITO	SANTANDER	2698	-	-3.5	-	-	+
CHARALA	CHARALA	SANTANDER	1350	+	6.1	+	+	+
CIMITARRA	CIMITARRA	SANTANDER	300	+	40.0	+		+
EL CARMEN	EL CARMEN	SANTANDER	815	+	1.9	+	-	
GAMBITA	GAMBITA	SANTANDER	1900				+	
LLANO GRANDE	GIRON	SANTANDER	777	+	1.5	+	-	+
LA LAJA	GUADALUPE	SANTANDER	1400	+	11.4	+	+	+
ESC AGR MOGOTES	MOGOTES	SANTANDER	1667	+	15.3	+	-	+
CUCHARO EL	PINCHOTE	SANTANDER	975	+	5.3	+	-	+
APTO PUERTO BERRIO	PUERTO BERRIO	SANTANDER	150	+	20.9	+	+	+
CAMPO CAPOTE	PUERTO PARRA	SANTANDER	180	+	4.5	+		
VILLA LEVA	SABANA DE TORRES	SANTANDER	328				+	-
CACHIRI	SURATÁ	SANTANDER	1850	+	10.2	+	+	

Figura 5. Estaciones meteorológicas Santander.

Fuente: Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística [9]

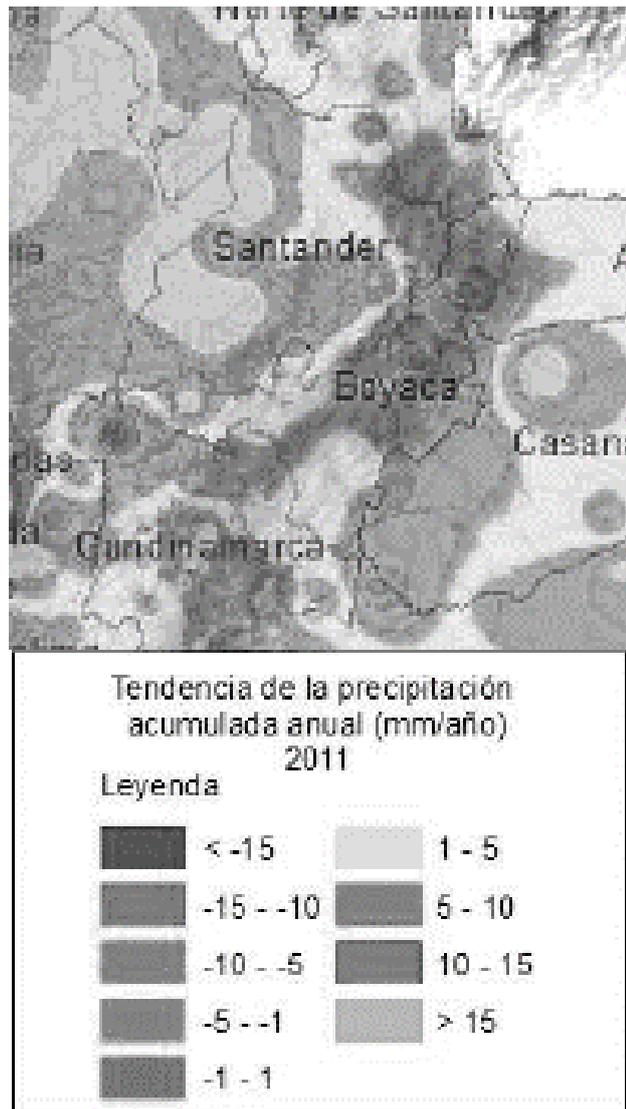


Figura 6 Parte de mapa Santander que muestra la variación precipitación acumulada anual.
Fuente: Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística [10]

En las figura 6 se aprecia el indicador relacionado con la precipitación total anual para el departamento de Santander, con una tendencia de crecimiento mayor a 10 (mm/año).

Por otro lado el IDEAM realizó otro estudio enfocado al sector agrícola pero teniendo en cuenta la variabilidad climática para conocer la posible afectación a los suelos, este estudio se conoce como “Colombia frente al cambio Climático” y también se realizó utilizando el software RCLIMDEX. Los resultados de este estudio presentan lo siguiente en cuanto a la variabilidad de la temperatura, esta se refleja en la figura 7.

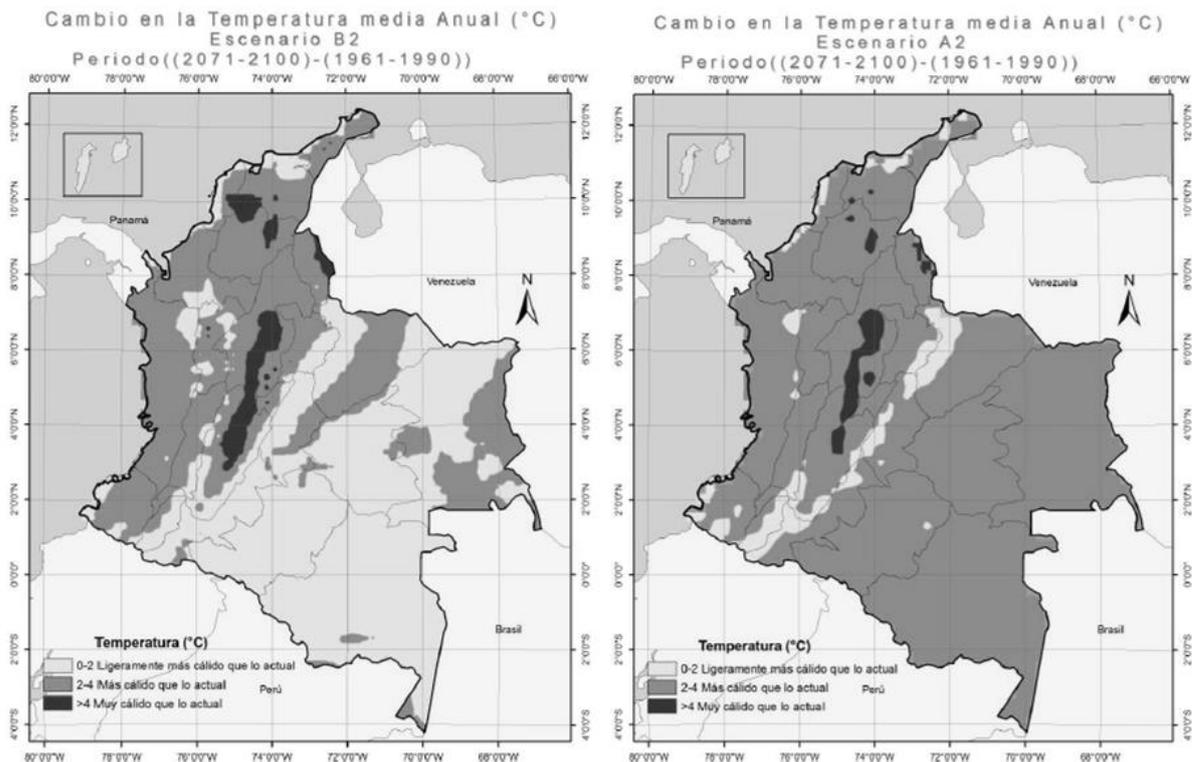


Figura 7 Variabilidad de temperatura, escenario B2 y A2 respectivamente. Parte de mapa Santander que muestra la variación precipitación acumulada anual.
Fuente: Estudio Colombia frente al cambio climático [11].

En la figura anterior se presentan dos escenarios de variabilidad climática teniendo en cuenta la temperatura, el del lado derecho es el escenario pesimista que refleja un posible aumento de la temperatura entre 2 y 4°C para todo el territorio nacional pero que también en algunas partes puede ser mayor. Para el departamento de Santander en ambos escenarios se observa de color naranja a rojo, esto quiere decir un posible aumento entre los 2 y 4°C.

2.1 ANÁLISIS DE VARIACIÓN CLIMÁTICA EN EL MUNICIPIO DE SAN GIL, BASADOS EN PARÁMETROS DE CÁLCULO DADOS POR EL IDEAM

Para poder determinar la variabilidad climática de ciertos factores como por ejemplo la precipitación, temperatura y caudales se deben utilizar ciertos índices a partir de los cuales se realizan ciertos cálculos que representan si estos u otros factores han variado en el tiempo y cuál será su posible comportamiento en el futuro.

Según el IDEAM para determinar la variabilidad climática a través de los años en la ciudad de San Gil de los factores mencionados anteriormente, se debe tomar una serie de datos de precipitación anual, temperatura anual y caudales medios anuales del río Fonce y a partir de estos se debe hallar el promedio de los mismos con la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

En donde:

n: total de datos

a_i: valores de cada dato

Después de obtener el valor de promedio para cada serie de datos se comparan con respecto a los valores anuales de cada factor y así se determinan en qué momento y en qué porcentaje ha variado el factor de análisis. Según el comportamiento de los valores y los cambios durante los periodos estudiados se podría asumir un comportamiento de los mismos en los años futuros.

A continuación se muestran los resultados de promedio para cada factor:

Precipitación anual: 1220.50 (mm)

Caudales medios: 85.80 (m³/s)

Temperatura: 24.85 (°C)

Basados en los anteriores resultados y comparándolos con los valores de cada factor para cada periodo (año) analizado se muestran los siguientes histogramas que reflejan la variación porcentual para cada uno de estos:

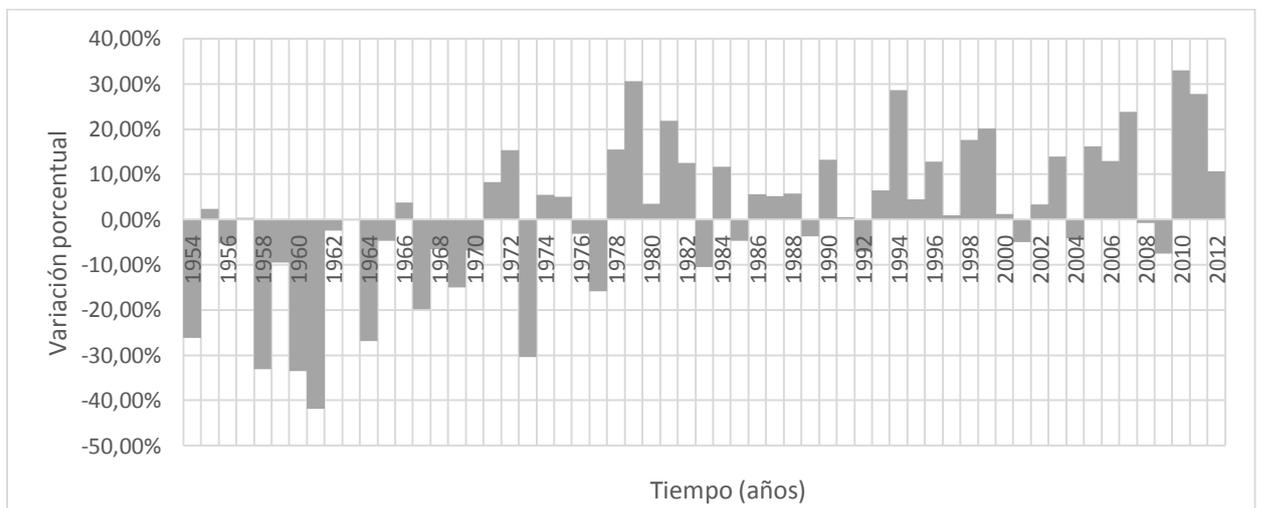


Figura 8: Variación porcentual en niveles de precipitación total anual
Fuente: Elaboración propia, 2016

En el gráfico anterior se refleja la variabilidad climática con respecto a los valores porcentuales de variación en la precipitación total anual, en este se observa una tendencia a menores valores durante los primeros años de la serie entre 1954 y 1977 dándose la mayor variación por debajo del nivel promedio en el año 1961 con un valor de 41.86%, por otro lado se ve el aumento de niveles de precipitación con

respecto al promedio a partir del año 1978 dándose la mayor variación en aumento durante el año 2010 con un valor de 32.94%. A partir de lo que refleja el gráfico se puede concluir que los niveles de precipitación han aumentado en los últimos años en la ciudad de San Gil y posiblemente lo sigan haciendo de la misma manera para los próximos.

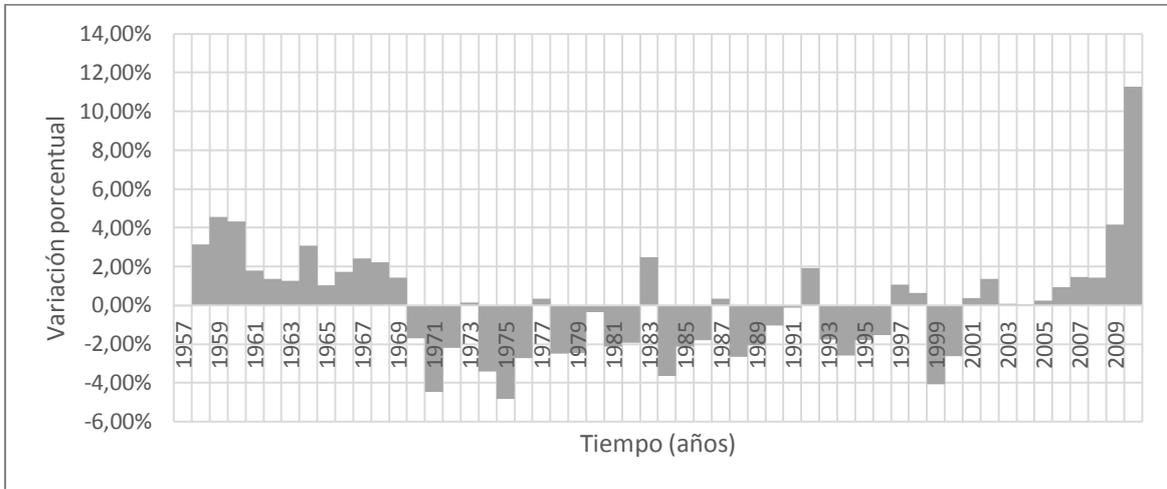


Figura 9: Variación porcentual valores de temperatura
Fuente: Elaboración propia, 2016

En la figura 9 se observa la variación climática de la temperatura teniendo en cuenta su variación porcentual de valores, en principio se perciben mayores valores con respecto al promedio entre los años 1957 y 1969, en los siguientes años durante los periodos comprendidos entre 1970 y 2000 se observa una disminución de los valores de temperatura con respecto al valor promedio, y por último desde el año 2001 se puede decir que la temperatura ha aumentado y la mayor diferencia con respecto al promedio se da en el año 2010 con un valor del 11%; por último se puede concluir que conforme a los últimos años habrá un aumento en la temperatura en la ciudad de San Gil.

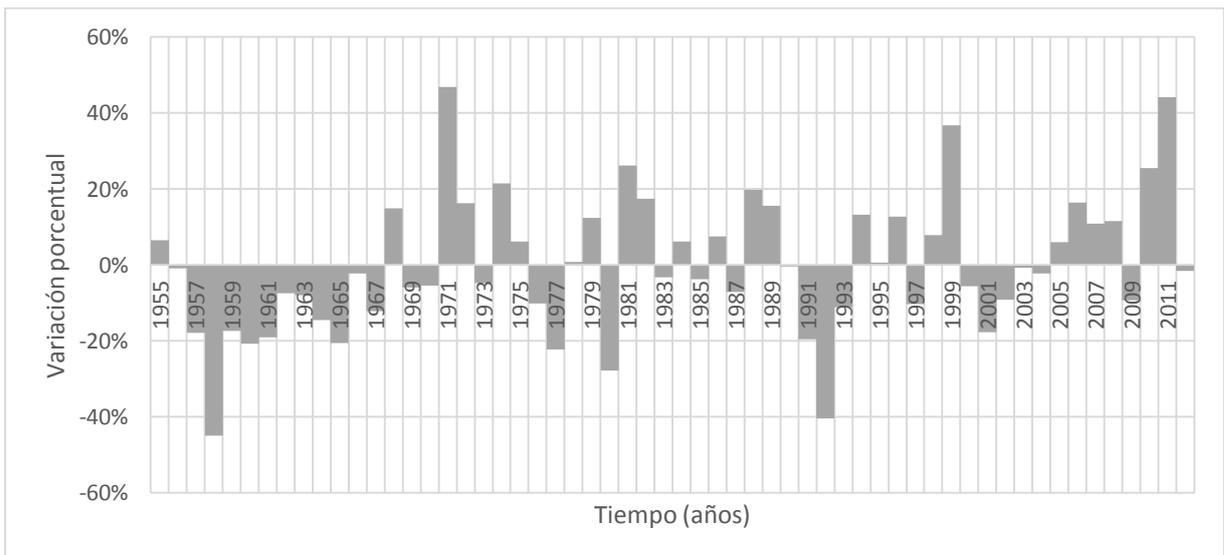


Figura 10: Variación porcentual caudales medios
Fuente: Elaboración propia, 2016

En la figura anterior se muestra la variación porcentual de los valores de caudales medios comprendidos entre los años 1955 y 2012 para la ciudad de San Gil, para este factor se puede decir que en los primeros años hubo disminuciones en los valores de caudal que se pueden relacionar a la misma disminución de precipitación en los primeros años de la serie hasta el año 1971, posterior a este durante los siguientes periodos hubo aumentos y disminuciones de los valores con respecto al promedio para que en los últimos años se diera una tendencia más alta al aumento de los valores de caudal.

3. CONCLUSIONES

Se deben tener en cuenta los estudios hidrológicos que se planeen realizar en la ciudad de San Gil (Santander) que reflejen los posibles comportamientos o variación de los factores climáticos que puedan generar efectos positivos o negativos para así diseñar planes de prevención en los que se busque aprovechar el cambio de los mismos de la mejor manera posible.

Debido que se realizó un estudio de tipo cualitativo y cuantitativo, se puede hacer una breve comparación de los resultados para poder determinar los posibles cambios climáticos de precipitación, caudales medios y temperaturas para la ciudad de San Gil (Santander). Se evidencia en los resultados que habrá aumentos en los valores de temperatura, caudales medios y precipitación anual durante los siguientes años en esta región y además cabe anotar que la variación de estos factores puede ocasionar incrementos en el nivel del agua del río Fonce y así mismo generar afectaciones a las viviendas cercanas al mismo como al turismo que se realiza en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IDEAM. (2001). *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*.
- [2] IDEAM. (2010). *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*.
- [3] IDEAM. (2010). *Estudio nacional del agua 2010*
- [4] Palacio, D. C., Rangel, F. M., & Rivera, H. G. (2013). *Impacto En Los Escenarios De Cambio Climático En Los Recursos Naturales Renovables En Jurisdicción De La Corporación Autónoma Regional De Santander*. Bogotá: Universidad Nacional De Colombia.
- [5] Guía de Prácticas Climatológicas OMM, Segunda edición (1983)
- [6] Gabriel Vallejo López, Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Estudio Colombia vivirá aumento de más de 2°C en temperatura promedio, durante el Siglo XXI
- [7] [Prospectiva_pomca_fonce_2012.pdf](#)
- [8] IDEAM. (2013). Informe de gestión
- [9] IDEAM. (2010). Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística *pág. 21*.
- [10] IDEAM. (2010). Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística *pág. 23*
- [11] IDEAM. (2015). Estudio Colombia frente al cambio climático