

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS FLUCTUACIONES OCÉANO  
ATMOSFÉRICAS NAO Y ONI Y LA CORRELACIÓN EXISTENTE CON LA  
CLIMATOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE ARAUCA PARA EL PERIODO 1980 –  
2010.**

**DANNY YIRLEY BERMÚDEZ RODRÍGUEZ  
HAROLD MAURICIO VELAZCO ALDANA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS  
BOGOTÁ  
2019**

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS FLUCTUACIONES OCÉANO  
ATMOSFÉRICAS NAO Y ONI Y LA CORRELACIÓN EXISTENTE CON LA  
CLIMATOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE ARAUCA PARA EL PERIODO 1980 –  
2010.**

**DANNY YIRLEY BERMÚDEZ RODRÍGUEZ  
HAROLD MAURICIO VELAZCO ALDANA**

**Proyecto de investigación para optar por el título de:  
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**Directora:**

**PhD. María Susana Ramos**  
Administradora de Empresas  
Magister en Administración Económica y Financiera  
Doctora en Educación

**Codirector:**

**Msc. Diego Fernando Álzate Velásquez**  
Ingeniero Forestal  
Esp. Gestión de Información Agroclimática  
Msc. en Ingeniería Ambiental

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS  
BOGOTÁ  
2019**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

---

**Firma del jurado**

---

---

---

---

**Firma del jurado**

**Bogotá D.C. fecha (3 de abril, 2019)**

## **Dedicamos este trabajo a....**

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, especialmente a aquellas mujeres que nos han brindado su compañía, paciencia y apoyo incondicional, a Ligia y Yeiny nuestras compañeras y cómplices incondicionales, nuestras esposas sin quienes esta nueva etapa no se habría culminado, pues son quienes nos impulsan de manera permanente.

## **Gracias....**

### **A DIOS,**

*Por guiarnos en el camino y brindarnos la sabiduría necesaria para culminar esta etapa y así poder contribuir a un mundo mejor.*

### **A nuestras Esposas.**

#### **LIGIA y YEINY**

*Por su amor y ser cómplices incondicionales en el logro de nuestras metas.*

### **A Nuestros Hijos**

*Por ser nuestra fuente de inspiración con el deseo de que nos tengan presentes en su superación personal y ser parte de sus éxitos.*

### **A NUESTROS ASESORES.**

*Msc. Diego Fernando Álzate Velásquez, por sus sabios consejos y orientaciones en el desarrollo del presente trabajo.*

*PhD. María Susana Ramos, por sus aportes en el proceso de **investigación***

*Msc. YULY ANDREA RODRIGUEZ, Quien hizo posible nuestro crecimiento profesional.*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>2. HIPÓTESIS.....</b>	<b>19</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	23
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>5. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
5.1. ESTADO DEL ARTE.....	24
5.2. MARCO CONCEPTUAL .....	27
5.2.1. Oscilación Del Atlántico Norte -NAO.....	29
5.2.2. Índice Oceánico Niño – ONI. ....	33
5.2.4. ¿Qué es la Variabilidad Climática? .....	40
5.2.5. Escalas de la variabilidad climática. ....	41
5.3. MARCO LEGAL.....	45
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>48</b>
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	48
6.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
6.3. LA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	49
6.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	50
6.4.1. Descripción de las variables Temperatura y Precipitación de Arauca .....	51
6.5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	54

6.5.1.	Identificación y localización de estaciones meteorológicas sobre el municipio de Arauca.	54
6.5.2.	Administración de datos, Control De Calidad .....	56
6.5.3.	Correlación de Datos .....	58
6.5.4.	Análisis de la correlación de datos climáticos históricos.....	61
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
7.1.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE.....	63
7.2.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CON DATOS MENSUALES PARA NAO Y ONI CON RESPECTO A LA ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO ARAUCA .....	68
7.3.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CON DATOS ANUALES PARA NAO Y ONI CON RESPECTO A LA ANOMALÍA DE TEMPERATURA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO ARAUCA .....	78
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>82</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>91</b>
<b>10.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>93</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Patrón espacial del 1.er componente principal (NAO) de la presión al nivel del mar 1901-98 (Fernández García & Rasilla, 2000) .....	29
Figura 2. Fase Positiva – NAO, Tomado de (Osborn, T. O. 2011). .....	31
Figura 3. Fase Negativa – NAO Tomado de (Osborn, T. O. 2011). .....	32
Figura 4. Oscilación Atlántico Norte – NAO. Tomado de Osborn, T.O (2011) .....	33
Figura 5. Correlaciones lineales de la temperatura media del aire trimestral en Colombia. ....	36
Figura 6. Relación entre los riesgos del cambio climático, el cambio de temperatura, las emisiones acumuladas de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) y los cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para 2050 (IPCC, 2014). .....	39
Figura 7. Tendencias históricas del aumento de temperatura, nivel medio del mar y la extensión del hielo marino analizado por el IPCC (2014). .....	40
Figura 8. Ubicación del Municipio de Arauca con respecto a Colombia. ....	51
Figura 9. Temperatura máxima y mínima promedio de Arauca .....	52
Figura 10. Probabilidad diaria de precipitación en Arauca .....	53
Figura 11. Ubicación de estaciones meteorológicas en el municipio de Arauca. ....	55
Figura 12. Ubicación de la Estación Aeropuerto – Arauca, con respecto al municipio de Arauca. ....	55
Figura 13. Correlación perfecta positiva. ....	59
Figura 14. No hay correlación. ....	59
Figura 15. Correlación perfecta negativa. ....	60
Figura 16. Diseño metodológico. ....	61
Figura 17. Precipitación Anual - estación Aeropuerto Arauca .....	63

Figura 18. Correlación y coeficiente de Determinación PPT estación Aeropuerto Arauca ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2.....	64
Figura 19. Correlación PPT estación Aeropuerto Arauca ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2. ....	65
Figura 20. Correlación PPT estación Aeropuerto Arauca NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2. ....	66
Figura 21. Coeficiente de Determinación PPT estación Aeropuerto Arauca NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2. ....	67
Figura 22. Correlación con datos mensuales para ONI con respecto a la anomalía de precipitación sin Lag– Estación Aeropuerto Arauca.....	68
Figura 23. Correlación con datos mensuales para ONI con respecto a la anomalía de precipitación 1 a 6 meses de Lag– Estación Aeropuerto Arauca.....	70
Figura 24. Correlación con datos mensuales para NAO con respecto a la anomalía de precipitación sin Lag– Estación Aeropuerto Arauca.....	70
Figura 25. Correlación con datos mensuales para NAO con respecto a la anomalía de precipitación 1 a 6 meses de Lag– Estación Aeropuerto Arauca. ....	72
Figura 26. Temperatura periodo 1980 – 2010 Estación Aeropuerto Arauca .....	73
Figura 27. Coeficientes De Determinación T-Max - Nao - Nao Lag 1 - Nao Lag 2 estación Aeropuerto Arauca 1980 - 2010 .....	74
Figura 28. Coeficientes De Determinación T-Max - Nao - Nao Lag 1 - Nao Lag 2 estación Aeropuerto Arauca 1980 - 2010 .....	75
Figura 29. C-Correlación T-Max - ONI - ONI Lag 1 - ONI Lag 2 estación Aeropuerto Arauca 1980 - 2010.....	76
Figura 30. C-Determinación T-Max - ONI - ONI Lag 1 - Oni Lag 2 - estación Aeropuerto Arauca 1980 - 2010.....	77

Figura 31. Coeficiente de correlación de Pearson con datos anuales para ONI y NAO con respecto a la anomalía de temperatura – Estación Aeropuerto Arauca. ....	78
Figura 32. Frecuencia de correlación para la región en la Orinoquía. ....	80
Figura 33. Eventos amenazantes en el municipio de Arauca 1985 – 2011 (Tomado de Trujillo Cuellar, Viviana (2014).....	82
Figura 34. Inundaciones en el Aeropuerto de Puerto Rondón.....	84
Figura 35. Ubicación del Casco Urbano del municipio de Arauca con respecto al río Arauca ...	84
Figura 36. Afectaciones de la infraestructura por desbordamiento del río Arauca.....	84
Figura 37. Afectación de cultivos por desbordamiento del río Arauca.....	84
Figura 38. Ubicación de Arauca con respecto a la cordillera de los Andes y la influencia de los vientos alisios.....	86
Figura 39. Ubicación de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) sobre el territorio colombiano .....	87

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Datos Índice NAO para el periodo 1980 - 2010.....	103
Anexo 2. Datos Índice ONI para el periodo 1980 – 2010 .....	104
Anexo 3. Valores totales mensuales de precipitación (mm) .....	105
Anexo 4. Valores Temperatura Máxima Promedio mensual (°C) .....	106
Anexo 5. Datos del índice NAO – Lag 1. (retardo de tres meses) .....	107
Anexo 6. Datos del índice NAO – Lag 2. (retardo de seis meses) .....	108
Anexo 7. Datos Del Índice ONI – Lag 1 (Retardo De Tres Meses) .....	109
Anexo 8. Datos Índice ONI – Lag 2 (Retardo De Seis Meses) .....	110
Anexo 9. Coeficientes De Correlación Ppt Estación Aeropuerto Arauca – ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2.....	111
Anexo 10. Coeficientes De Correlación Y Determinación Ppt Estación Aeropuerto Arauca – NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2 .....	112
Anexo 11. Datos De Correlación Para La Temperatura Máxima De La Estación Aeropuerto Arauca – NAO – NAO Lag 1 .....	113
Anexo 12. Datos De Correlación Para La Temperatura Máxima de la Estación Aeropuerto Arauca – ONI – ONI Lag 1 .....	114

## **RESUMEN**

El estudio de las anomalías atmosféricas y su correlación con las variables climáticas es de gran importancia a nivel mundial, en el caso de Colombia se han centrado estos estudios principalmente en las zonas andina, caribe y pacífico, por lo cual representa un especial interés el estudio de los índices NAO y ONI y su correlación con la climatología del municipio de Arauca que se encuentra ubicado en la cuenca de la Orinoquía, sobre la cual los estudios relacionados son escasos y no concluyentes, el presente estudio permite determinar un punto de partida para el establecimiento de las anomalías atmosféricas que inciden sobre el territorio estudiado, con lo cual se podrán determinar parámetros de planificación del desarrollo de las actividades productivas del sector primario y del desarrollo en general de la región objeto de estudio.

**ABSTRACT**

The study of atmospheric anomalies and their correlation with climatic variables is of great importance worldwide, in the case of Colombia these studies have focused mainly on the Andean, Caribbean and Pacific areas, so the study represents a special interest of the NAO (North Atlantic Oscillation ) and ONI (The Oceanic Niño) index and its correlation with the climatology of the municipality of Arauca that is located in the Orinoquía basin, on which the related studies are scarce and inconclusive, this study allows us to determine a starting point for establishment of the atmospheric anomalies that affect the studied territory, with which it will be possible to determine parameters of planning of the development of the productive activities of the primary sector and of the development in general of the region under study

**KEYWORDS**

Atmospheric anomalies, North Atlantic Oscillation (NAO), The Oceanic Niño (ONI),index, correlation,climatology,ClimateChange,temperature, precipitation

## INTRODUCCIÓN

Las<sup>1</sup> fluctuaciones de las condiciones climáticas a nivel global cada día se hacen más evidentes, estas se estudian de manera permanente y amplia por parte de organismos de investigación especializados, sin embargo, hace falta recorrer camino en el proceso de comprensión de las interacciones que se suceden entre las diferentes anomalías conocidas como la Oscilación del Atlántico Norte - NAO, el Índice Oceánico Niño - ONI, la Zona de Confluencia Intertropical – ZCIT, entre otros. (Arango, Dorado, Guzmán & Ruíz, 2014).

En Colombia los estudios climáticos realizados por Poveda et al. (2002), Montealegre-Bocanegra (2007, 2012, 2014), Pulido et al. (2016), Melo-Franco, Ruiz-Murcia, Pabón-Caicedo, Sánchez-Rodríguez. & Guzmán-Lugo (2018) plasmados en diferentes documentos técnicos avalados por el IDEAM, se han centrado en el estudio de las variaciones e incidencias sobre las zonas del Pacífico, el Caribe y la zona Andina principalmente, donde se evidencia una alta incidencia del Océano Pacífico, marcada por la presencia de los fenómenos del Niño y la Niña, y su efecto sobre las características sociales, económicas y ambientales de estos territorios de la geografía colombiana. Estos cambios climáticos de orden global no son indiferentes en el territorio de la Orinoquia colombiana donde, poco se ha profundizado y poco se sabe sobre la incidencia de anomalías como la NAO y el ONI sobre las variables objeto de estudio precipitación – (PPT y temperatura -T°). Es de gran importancia conocer cómo afectan las anomalías atmosféricas en el comportamiento climatológico de este territorio por esta razón en la presente investigación, se ha realizado el estudio de la incidencia de los fenómenos NAO y ONI sobre las variables PPT y T° en el departamento de Arauca. Este tipo de estudios son de gran importancia porque permiten diseñar estrategias conducentes a la mitigación de los dramáticos

---

<sup>1</sup> Se realiza justificación del documento por decisión de los autores.

efectos producidos por los fenómenos Niño y Niña en el territorio colombiano, para la planificación y el desarrollo de la región de manera sostenible.

La metodología que se desarrolló parte de la obtención de información de fuentes secundarias como el IDEAM, de las estaciones meteorológicas existentes en el departamento de Arauca (4), de las cuales se seleccionó la estación ubicada en el aeropuerto de la ciudad de Arauca por poseer los datos necesarios de las variables precipitación y temperatura, a diferencia de los datos de las otras estaciones que no cuentan con la información completa de las variables seleccionadas para el periodo de tiempo comprendido entre 1980 y 2010; se tomaron los datos de precipitación y temperatura correspondientes, así como datos obtenidos de otras fuentes oficiales con respecto al índice de Oscilación del Atlántico Norte (NAO) (National Weather Service, 2011) y del índice Oceánico Niño (ONI) (“Índice Multivariado ENSO”, 2013), en los tres casos se obtuvo información para un periodo de 30 años comprendidos entre 1980 hasta 2010, a partir de los cuales, se generaron las correlaciones necesarias (utilizando el Índice de Correlación de Pearson), para el análisis de determinación de la incidencia de una anomalía u otra sobre las variaciones que se evidencien en territorio en las variables objeto de estudio (PPT – T°).

El documento presenta dentro de su estructura en primer lugar las Hipótesis, las cuales se enfocan en la adquisición y comprensión de la climatología del departamento de Arauca; seguidamente se presenta la Justificación, marco teórico, marco conceptual y marco normativo, con lo que se pretende nivelar al lector sobre los conceptos necesarios para comprender el tema de estudio; a continuación se encuentra el estado del arte, con el cual se ubica al lector sobre los diferentes estudios relacionados y de mayor relevancia que se consultaron en el desarrollo de las actividades y que, permitieron generar las conclusiones a cerca de la incidencia del NAO y el ONI sobre la T° y PPT del área estudiada.

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos de las correlaciones realizadas entre NAO y ONI con relación a las anomalías de PPT y  $T^{\circ}$  que se realizaron teniendo en cuenta los datos sin retardo y otros con retardo de hasta 6 meses, donde se estableció la incidencia de estos índices sobre las variables estudiadas en la estación Aeropuerto ubicada en la ciudad de Arauca, departamento de Arauca.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Orinoquía colombiana presenta unas características climáticas caracterizadas por un sistema monomodal de precipitación con un periodo seco que abarca desde diciembre hasta abril y un periodo de lluvias que abarca desde el mes de abril y se extiende hasta noviembre, alcanzando niveles máximos de precipitación del orden de los 2800 mm, en los meses de junio y julio; y un periodo seco que abarca los meses restantes, lo cual diferencia la región con el resto de Colombia, especialmente la zona Andina que presenta un régimen bimodal (Pacheco & León-Aristizábal, 2001).

Las alteraciones de los periodos de lluvias y de sequía relacionados por la influencia de Fenómenos Niño y Niña, se manifiestan en la Orinoquia de diferentes maneras, principalmente en forma de desbordamiento de los afluentes que irrigan el territorio del departamento de Arauca, generando diferentes situaciones problemáticas. Trujillo Cuellar (2014) menciona que para el sector urbano del municipio de Arauca, el principal evento amenazante estuvo representado por el colapso estructural de la infraestructura seguido por las inundaciones; del mismo modo en el sector rural se pone de manifiesto que el principal evento amenazante está representado por el riesgo de inundación y la presencia de vendavales, situaciones que ameritan estudios detallados que expliquen el comportamiento de las diferentes variables climáticas del territorio araucano.

Poveda (2004) menciona que existe relación entre la precipitación y el índice ONI, describiendo la influencia ejercida por esta anomalía climática sobre el territorio colombiano, principalmente sobre los Andes Tropicales, de la misma manera menciona que existe una influencia no despreciable de la NAO en el territorio sin llegar a profundizar en el tema.

Sin embargo, actualmente no se cuenta con estudios científicos específicos sobre la incidencia de los fenómenos atmosféricos como el NAO y la Oscilación del Atlántico Norte, los cuales pueden estar influenciando de alguna manera el comportamiento de las variables climáticas como la precipitación y la temperatura en el departamento y en especial en el municipio de Arauca.

El conocimiento certero de la influencia de las anomalías atmosféricas sobre un territorio determinado, permite generar escenarios de cambio en el tiempo y de esta manera, desarrollar estrategias de administración del territorio conducentes a la planificación territorial y la gestión del riesgo; que permitan disminuir los efectos sociales y económicos provocados por las afectaciones en el territorio ocasionadas por la presencia de fenómenos naturales como El Niño y La Niña.

Por lo anteriormente mencionado se generan las siguientes preguntas de investigación:

*¿Inciden de manera significativa las anomalías atmosféricas representadas en los índices NAO y ONI, sobre el comportamiento de las variables climáticas precipitación y temperatura en el municipio de Arauca?*

*¿El comportamiento de las variables climáticas precipitación y temperatura se encuentran reguladas o condicionadas por las anomalías atmosféricas relacionadas con la temperatura superficial de los océanos Atlántico y Pacífico, o dependen de otros fenómenos no estudiados?*

## 2. HIPÓTESIS

Las anomalías atmosféricas representadas en los índices NAO y ONI impactan de manera significativa el comportamiento de las variables climáticas precipitación y temperatura en el municipio de Arauca.

El comportamiento de las variables climáticas precipitación y temperatura se encuentran reguladas o condicionadas por las anomalías atmosféricas relacionadas con la temperatura superficial de los océanos Atlántico y Pacífico, y dependen de otros fenómenos no estudiados.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El estudio de las condiciones climáticas y en especial lo relacionado con los índices de fluctuación océano atmosféricas NAO y ONI, son temas de gran interés debido a, que se presentan como factores determinantes de los procesos de desarrollo humano (Montealegre-Bocanegra (2007, 2012, 2014), Poveda et al. (2002)); las diferentes autoridades, comenzando por el gobierno nacional, han establecido políticas para la generación de información y monitoreo permanente de dichas variables, para aportar a la generación de escenarios de planificación que permitan el manejo preventivo de emergencias ocasionadas por fenómenos naturales. Lo anterior se puede evidenciar en los planteamientos realizados por el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Departamento Nacional de Planeación [DNP], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2012), que tiene como objetivo primordial incidir en los procesos de planificación ambiental, territorial y sectorial, reduciendo de esta manera la vulnerabilidad sobre poblaciones, ecosistemas y sectores productivos para, de esta manera, poder responder ante eventos y desastres climáticos.

A nivel regional se han creado escenarios denominados Nodos Regionales de Adaptación al Cambio climático que se soportan en el documento 3700 del Consejo Nacional de Política Económica y Social ([CONPES 3700], 2011)., el cual tiene como objetivo:

“Facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático, logrando la inclusión de las variables climáticas como determinantes para el diseño y

planificación de los proyectos de desarrollo, mediante la configuración de un esquema de articulación intersectorial”. (CONPES 3700, (2011). p.35)

En el ámbito regional la autoridad ambiental CORPORINOQUÍA se ha vinculado con el Nodo regional de Adaptación al cambio Climático en conjunto con CORMACARENA desde el año 2013.

A nivel departamental, se encuentran los planteamientos presentados en el Plan Departamental de Desarrollo del Departamento de Arauca (Gobernación de Arauca, 2016), que incluye un enfoque de Desarrollo Humano que debe atender los preceptos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para el 2015, que fundamentalmente busca aumentar las capacidades humanas y la creación de condiciones para el desarrollo humano, entre las que se encuentra la sostenibilidad ambiental, con un enfoque de crecimiento verde. El objetivo del eje estratégico de crecimiento verde es:

“Implantar en el territorio araucano las premisas de avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo carbono; proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad ambiental; y lograr un crecimiento resiliente y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático de manera que el desarrollo del territorio sea un verdadero desarrollo Sostenible”. (Gobernación de Arauca, (2016), p.41)

Es igualmente importante resaltar que, en la región de estudio se encuentran según datos del DANE, (2019), 262.315 habitantes que dependen de los recursos ecosistémicos, ubicados en un total de siete municipios, los cuales derivan su sustento de las actividades agrícolas y ganaderas que se pueden ver afectadas por el desequilibrio de las condiciones climatológicas normales, por los efectos del cambio climático, igualmente, se encuentran empresas mineras y de extracción de petróleo (Complejo Caño Limón), que para la realización de las actividades

cotidianas dependen de que los cuerpos de agua superficiales como el río Arauca, mantengan su dinámica y condiciones estables para asegurar la captación del fluido y realizar los vertimientos sin riesgos por la utilización del recurso; los cuales también, se pueden ver afectados por la variación de los fenómenos atmosféricos y los cambios de temperatura superficial de los océanos como factores determinantes del clima a nivel mundial; situación que pone de manifiesto la necesidad de profundizar en los procesos investigativos y principalmente, en la zona objeto de estudio sobre el grado de incidencia de fenómenos climáticos globales como NAO y ONI, teniendo en cuenta que, los estudios realizados se han enfocado principalmente en la zona andina y la costa caribe del país.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Determinar la incidencia de los fenómenos océano-atmosféricos mediante el análisis de correlación lineal entre los índices NAO y ONI, y las series de datos de las estaciones climáticas existentes en el municipio de Arauca, departamento de Arauca, Colombia para el periodo 1980 - 2010

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Correlacionar los datos climáticos de las series históricas del departamento de Arauca con respecto a los índices NAO y ONI para el periodo 1980 – 2010.
  
- Determinar la incidencia de los índices NAO y ONI, sobre las variables precipitación y temperatura en la serie histórica de datos 1980 – 2010 del municipio de Arauca.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. Estado Del Arte**

A nivel internacional son diversos los estudios climáticos que se han realizado; vale la pena mencionar el desarrollado por Montealegre y Pabón (2000), en donde señalan que el ciclo El Niño–La Niña-Oscilación del Sur, no es el único proceso que influye en la variabilidad interanual de las lluvias en el Norte de Sudamérica. El campo térmico del océano Atlántico también repercute en amplias áreas de esta región. El caso mejor documentado corresponde a la región del Ceará, en el Noreste de Brasil, donde los autores encontraron que se alternan años secos con húmedos en armonía con las anomalías de la temperatura superficial del océano Atlántico, en las áreas al Sur y al Norte de la línea ecuatorial.

Rojas & Alfaro (2000) y Pacheco & León-Aristizábal (2001) encontraron en sus investigaciones en el territorio venezolano, una significativa influencia del océano Atlántico Tropical sobre los climas de Venezuela, particularmente hacia la parte occidental.

Vale la pena mencionar también, un estudio reciente desarrollado por Robador (2015), donde se realiza un recorrido por la evolución climática del planeta y además, realiza una comparación entre el fenómeno de calentamiento global ocurrido hace 56 Millones de años y el fenómeno que actualmente estamos experimentando, analizando los diferentes factores que pudieron influir entonces, y cuáles pueden ser los que afectan ahora.

En el territorio colombiano es de resaltar estudios como el de Poveda, Gil & Quiceno (1998), cuantificó la dependencia del ciclo anual de la hidroclimatología de Colombia con respecto del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y la Oscilación del Atlántico Norte (NAO), puso de manifiesto que la relación entre estas fluctuaciones y la influencia sobre el ciclo anual se presenta de manera muy fuerte principalmente en el centro y occidente del país.

Zea-Mazo, J.A., León-Aristizábal, G.E., Eslava-Ramírez, J.A., (2000)., presentan un análisis sobre la influencia de sistemas extra tropicales en Colombia particularmente los del hemisferio Norte y la acción de los vientos en las diferentes temporadas como, condicionantes de los fenómenos climáticos e información sobre modelamiento de las relaciones entre los procesos de interacción océano-atmósfera del océano Pacífico y el Atlántico tropical Norte y Sur y la variabilidad interanual de la precipitación en Colombia.

Poveda et al. (2002), presentan información sobre la influencia de fenómenos climáticos de gran escala sobre la variabilidad temporal de la hidrología de Colombia a escala mensual, anual e interanual y cuantifican el grado de dependencia lineal que existe entre varios índices del fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENSO), y otros fenómenos como la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO). Los autores estimaron correlaciones cruzadas trimestrales entre las variables climáticas y series de 30 y más años continuos de precipitación y caudales de ríos, distribuidos en toda Colombia. Los autores concluyeron que la correlación entre la NAO y la hidroclimatología de Colombia, en general, no parece muy alta, aunque si es estadísticamente significativa; sobresalen principalmente correlaciones negativas importantes entre la NAO del trimestre MAM (marzo, abril, mayo) y la precipitación del trimestre DEF (diciembre, enero, febrero), al igual que correlaciones positivas importantes para algunas estaciones de medida, entre la NAO del trimestre JJA (junio, julio, agosto) y la precipitación del trimestre DEF (diciembre, enero y febrero); igualmente, mencionan que los índices representativos del ENSO y la hidroclimatología de Colombia es más baja en el oriente colombiano y que, las correlaciones más altas en esa zona se presentan en general, un trimestre más tarde que en el resto del país.

En el trabajo presentado por Bernal, Poveda, Roldán & Andrade (2006), se concluye que existe una correlación de las series TSM con el índice NAO en el territorio colombiano y aunque esta es baja, es mayor en el trimestre JJA (junio, julio, agosto) para las series del NE y en SON (septiembre, octubre, noviembre) para las series del SW. Los autores mencionan que la mayor correlación se da en estos trimestres, además, que la relación de la climatología del Atlántico Norte en la ocurrencia del “veranillo” y la NAO, puede ser clave en el entendimiento de las anomalías de TSM en años Niño no explicadas y en la ocurrencia de huracanes en la región Caribe.

Montealegre-Bocanegra (2009), presenta un análisis por métodos estadísticos entre la variabilidad interanual del campo térmico superficial de los océanos Pacífico Tropical y Atlántico Norte y Sur, donde establece que la mayor influencia recibida en el ciclo anual esta inducida por la Oscilación del Sur (Niño – Niña), y hace claridad en que el estudio no pudo establecer para las estaciones seleccionadas ninguna influencia de la NAO sobre la variabilidad de estas.

Arango, C., Dorado, J., Guzmán, D., & Ruíz, J. F. (2014), estudiaron la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada al ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del Sur (ENSO); de la misma manera, Álzate et al. (2015), realizaron el análisis de variabilidad climática para las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita demostrando la relación existente entre las variables temperatura media, precipitación media mensual y precipitación media interanual y su validación ante el IDEAM.

Para una mejor comprensión de los procesos climáticos, se debe tener un grado significativo de conocimiento de los términos técnicos y como se desarrollan los diferentes fenómenos atmosféricos que afectan las condiciones del territorio; trabajos como el desarrollado

por Lozano-Rivas (2018) presentan de manera sencilla los diferentes temas necesarios para entender la dinámica hidro-climatológica del planeta, y permite realizar las extrapolaciones hacia puntos específicos de la geografía.

## **5.2. Marco Conceptual**

### **Caracterización climática del Departamento de Arauca.**

Al abordar el Plan de Ordenamiento Territorial del departamento de Arauca (Gobernación de Arauca, 2007), en el capítulo Subsistema Biofísico y Ambiental, se encuentra información relacionada con la clasificación climática que se describe de la siguiente manera: el departamento de Arauca del cual gran parte de su territorio se encuentra sobre la cuenca del río que lleva su mismo nombre, especialmente la zona norte y occidental del departamento, se encuentra altitudinalmente dividido en dos zonas contrastadas, una plana a ligeramente ondulada que comprende altitudes de 150 a 1000 m (correspondiente al 85% del área total del departamento) y otra, quebrada a escarpada que presenta altitudes desde 1000 a 5300 m, que representa aproximadamente el 15% del área total del departamento. Las condiciones climáticas del departamento de Arauca fueron establecidas conforme a la clasificación de Köppen-Geiger (Kottek, Grieser, Beck, Rudolf & Rubel., 2006), en dos climas: tropical lluvioso y montaña tropical (Gobernación de Arauca, 2007).

El clima tropical lluvioso se asocia con dos factores, la localización en la zona ecuatorial y la poca elevación sobre el nivel del mar; en tal sentido la mayor parte del departamento, específicamente la zona comprendida entre los 100 y 1800 m de altitud, se encuentra clasificada en esta condición. Como principales características se establecen: vientos fuertes relacionados con la cercanía a la cordillera y variaciones altitudinales. (Gobernación de Arauca., 2007).

El clima de montaña tropical está relacionado con las zonas en altitudes comprendidas

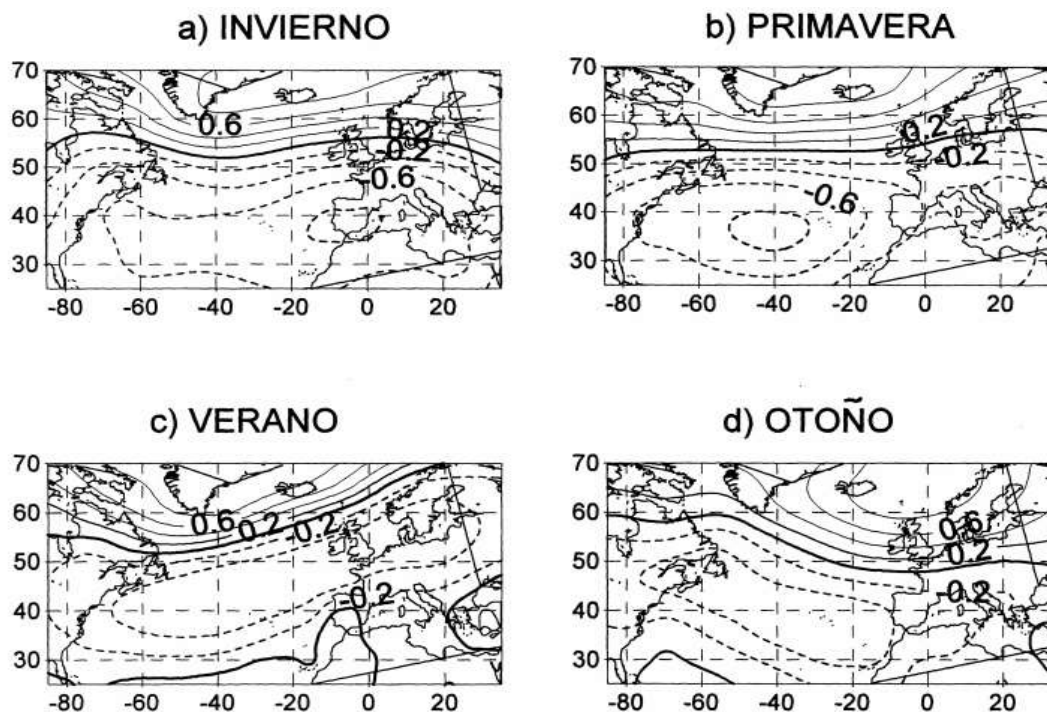
entre 1800 y 5000 m, localizadas hacia el extremo suroccidental del departamento, en el municipio de Tame. (Gobernación de Arauca., 2007). Estas dos condiciones climáticas se subdividen a su vez en cuatro tipos climáticos (Kottek, Grieser, Beck, Rudolf & Rubel., 2006):

- Aw: Clima de sabana periódicamente húmeda: Es el de mayor extensión en el departamento, se localiza en el sector centro oriental del mismo y se caracteriza principalmente por temperaturas mayores a 18°C y precipitaciones cercanas a 1500 mm.
- Am: Clima húmedo con lluvias durante todo el año, pero con un periodo menos lluvioso. Se puede apreciar en una franja localizada en el sector centro occidental del departamento, cubriendo parcialmente sectores de los municipios de Saravena y Fortul.
- Af: Clima superhúmedo de selva tropical, con lluvias durante todo el año. Se aprecia en una franja que cubre las estribaciones del flanco oriental de la cordillera oriental, abarcando gran parte de los municipios de Saravena, Fortul y Tame, incluyendo sus zonas urbanas. La condición climática indica características específicas como la vegetación de selva ecuatorial exuberante, temperaturas mayores de 18°C, precipitación mayor a 2500 mm, distribuidos uniformemente durante el año. En el terreno es fácilmente detectable la reducción de la temperatura de esta unidad, con respecto a la identificada con el símbolo Aw, debido especialmente a que la primera limita con la unidad G-H, de la cual provienen vientos más fríos.
- G-H: Clima de montaña tropical. Es la condición característica de la cordillera Oriental, especialmente del sector conocido como Parque Nacional Natural del Cocuy, con temperaturas bajas que disminuyen en la medida que aumenta la altitud, abundantes precipitaciones (superiores a 3000 mm por año) y temperaturas relativamente constantes que se encuentran por debajo de los 10°C. Esta zona incluye los pisos altitudinales referidos por encima de 1800

m, tales como el medio, frío y muy frío, extremadamente frío, sub-nival y nival.

### 5.2.1. Oscilación Del Atlántico Norte -NAO

**Características generales.** La NAO es una alternancia de la circulación atmosférica entre las regiones subtropicales y subpolares del Atlántico Norte, cuyos dos principales centros de acción son, la Depresión de Islandia y el Anticiclón de Azores. Igualmente, se establece que es uno de los mecanismos más importantes del sistema climático global y la principal fuente de variabilidad interanual sobre el Atlántico Norte. En el estudio se establece que la NAO adopta una estructura dipolar N-S con pequeñas alteraciones de detalle según las estaciones astronómicas, particularmente en verano, momento en el que el centro negativo se desplaza hacia los 45° de latitud sobre el Atlántico y los 55° sobre Europa Occidental (Fernández García & Rasilla, 2000). (Figura 1)



**Figura 1.** Patrón espacial del 1.er componente principal (NAO) de la presión al nivel del mar 1901-98 (Fernández García & Rasilla, 2000)

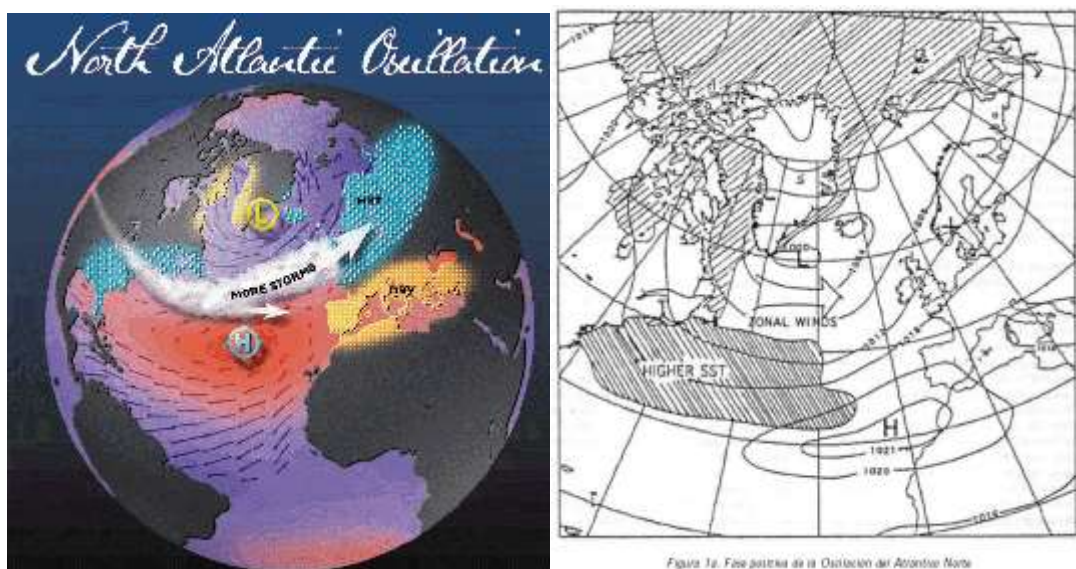
El trabajo de Sánchez-Santillán, Signoret-Poillon & Garduño-López (2006), describe la NAO como un subibaja a gran escala en la presión barométrica de las masas de aire atmosférico, situadas entre dos celdas: la de la alta presión subtropical del Atlántico (Azores), ubicada a los 38° de latitud y la baja presión polar del Ártico (Islandia) a los 60° de latitud. Esta oscilación tiene dos fases que se expresan mayoritariamente en invierno. La fase positiva sucede cuando las presiones barométricas del anticiclón de las Azores son más altas con respecto al valor promedio, mientras que las presiones en Islandia son aún más bajas de lo normal. Esta marcada diferencia de presión, intensifica los vientos del Oeste entre los 50 y 60° de latitud Norte produciendo tormentas que cruzan el Atlántico en dirección Nordeste; tales tormentas transportan calor desde el Océano hasta la parte Nordeste de Europa, lo que ocasiona que el tiempo atmosférico en toda esa zona sea más suave y húmedo, al mismo tiempo que sobre la región mediterránea predomina la sequía.

Spokes (2004) presenta un resumen de las condiciones del evento NAO en sus fases positiva y negativa de la siguiente manera:

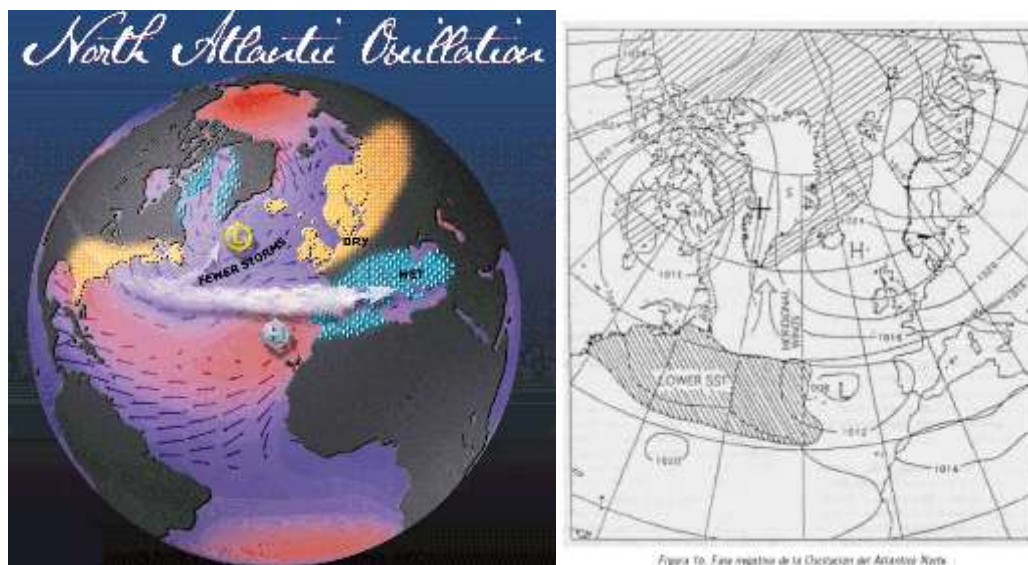
- **Condiciones NAO Positiva.** Los inviernos en los que la NAO es positiva tienen lugar cuando hay una gran diferencia de presión entre las Azores e Islandia (Sánchez-Santillán et al., 2006). Esto hace que haya tormentas de invierno más fuertes y más frecuentes, cruzando el Atlántico en dirección nordeste. Tales tormentas llevan el calor desde el océano hasta el noroeste de Europa provocando inviernos cálidos y húmedos, mientras que en la zona del Mediterráneo los inviernos son fríos y secos (Sánchez-Santillán et al., 2006). Los fuertes vientos del noroeste viajan sobre el Mar del Labrador causando un enfriamiento que provoca la formación de nuevas aguas profundas e inviernos fríos y secos en Canadá y en

Groenlandia. Este viento no pasa sobre el Mar de Groenlandia, por lo que esta región no se enfría demasiado y se reduce la formación de aguas profundas (figura 2).

- **Condiciones NAO Negativa.** Los inviernos en que la NAO es negativa tienen lugar cuando la diferencia de presión entre las Azores e Islandia es pequeña. Esto hace que las tormentas de invierno sean más débiles y menos frecuentes. Estas tormentas siguen un recorrido más del sur que aquéllas que están asociadas a las condiciones de NAO positiva, y llevan aire cálido y húmedo al Mediterráneo. Tales tormentas también permiten que llegue aire frío del norte y del este al norte de Europa. Este viento del norte viaja desde el Polo Norte sobre el Mar de Groenlandia enfriando el agua lo suficiente como para que descienda y se formen nuevas aguas profundas (figura 3).

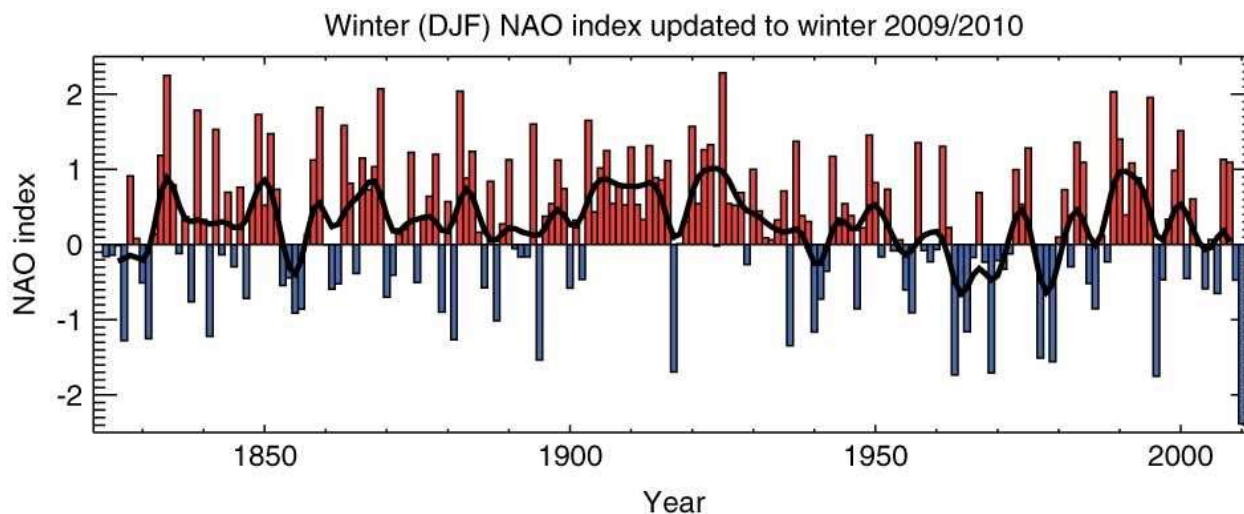


**Figura 2.** Fase Positiva – NAO, Tomado de (Osborn, T. O. 2011).



**Figura 3.** Fase Negativa – NAO Tomado de (Osborn, T. O. 2011).

Las modificaciones en el gradiente de presión entre una fase y otra, producen grandes cambios en la velocidad y dirección de los vientos del Atlántico. El calor y el transporte de humedad entre este océano y los alrededores de los continentes americano y europeo varían marcadamente de acuerdo con, la intensidad y número de tormentas invernales, sus trayectorias y el estado del tiempo meteorológico asociado a ellas (Sánchez-Santillán et al., 2006). Asimismo, estos cambios en las presiones barométricas, acompañados de modificaciones en las temperaturas del Atlántico, alteran el nivel del mar, debido a que las masas de agua reaccionan a las variaciones en el régimen de los vientos, los cuales influyen sobre las corrientes, la altura y amplitud de las olas y la temperatura superficial oceánica. (Sánchez-Santillán et al., 2006) (figura 4).



**Figura 4.** Oscilación Atlántico Norte – NAO. Tomado de Osborn, T.O (2011)

### 5.2.2. Índice Oceánico Niño – ONI.

El Instituto del Mar del Perú describe el Índice Niño Oceánico (*Oceanic Niño Index*, ONI en inglés) como una medida de la condición de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y sus fases, cálida (El Niño) y fría (La Niña) en el Pacífico ecuatorial central. Es el promedio móvil de tres meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar estimadas a partir del producto ERSST.v5 SST en la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W), basado en periodos base de 30 años y que se actualizan cada 5 años (National Weather Service, 2011).

Se conoce como fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) al conjunto de variaciones atmosféricas y oceánicas en la región del océano Pacífico ecuatorial. Se caracteriza por presentar variaciones anómalas de la presión atmosférica (Oscilación del Sur) y de la temperatura en la superficie del mar (El Niño - fase cálida o La Niña-fase fría) en el océano Pacífico. En sus fases extremas provoca alteraciones en la circulación oceánica y atmosférica a escala global, en los cinturones tropicales y subtropicales de la tierra que favorecen e intensifican el desarrollo de precipitaciones torrenciales, lo cual produce crecidas, inundaciones, avalanchas,

tormentas y ciclones tropicales, así como, sequías con efectos catastróficos en más de la mitad de la circunferencia terrestre (Puertas-Orozco & Carvajal-Escobar, 2008).

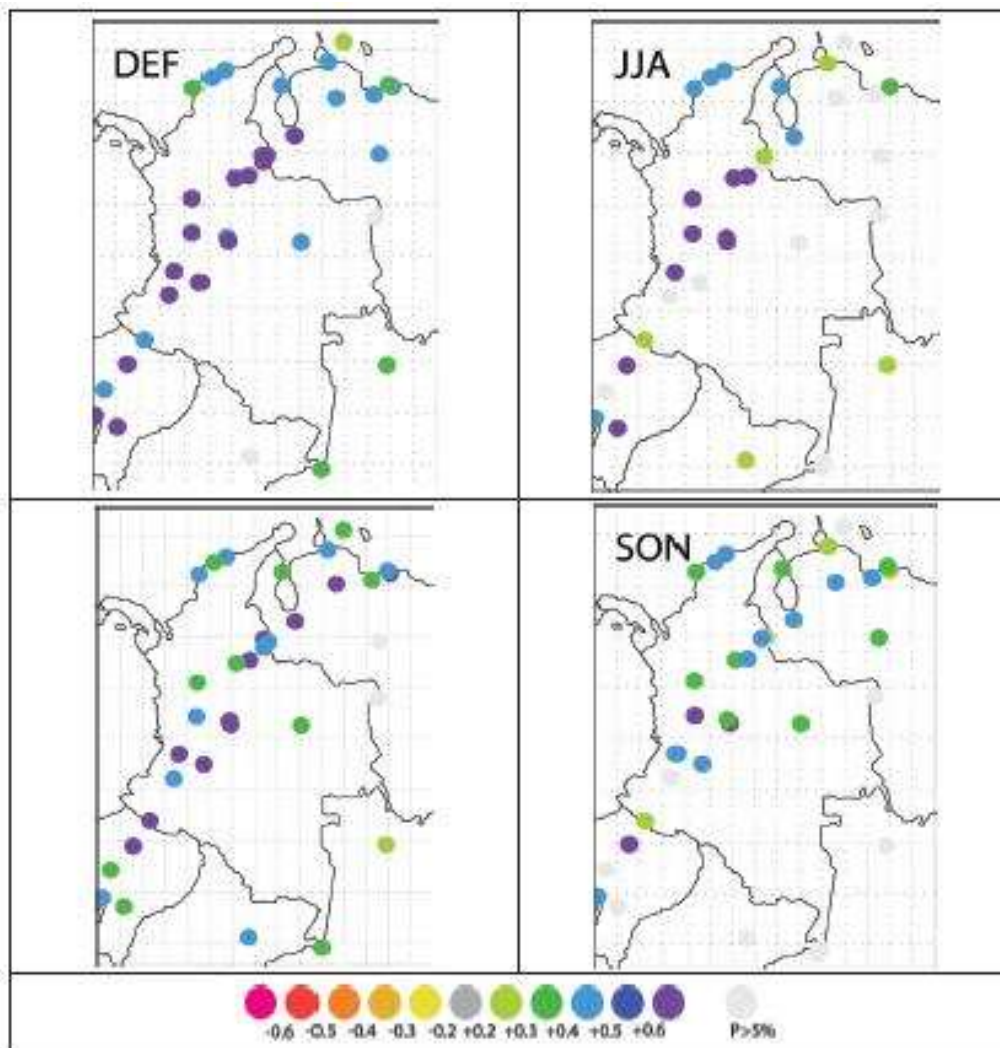
En el trabajo realizado por Puertas-Orozco & Carvajal-Escobar, (2008), (ver figura 5) se muestra de manera gráfica la correlación existente entre la variación climática de Colombia y el ONI, tomando la precipitación y la temperatura media del aire (anuales) en Colombia con la variable NIÑO 4, donde se obtuvieron las mayores correlaciones con la TSM (temperatura superficial del mar). Donde evidenciaron la incidencia del fenómeno ENOS sobre la variabilidad del clima colombiano, de manera que la fase cálida (El Niño - Incremento de la TSM) disminuye la precipitación (relación inversa: coeficiente  $r$  negativo) y consecuentemente el incremento de la temperatura del aire (relación proporcional: coeficiente  $r$  positivo) en el país, con anomalías contrarias durante La Niña (fase fría).

Puertas-Orozco & Carvajal-Escobar (2008) argumentan que a pesar de que la distribución de las estaciones climatológicas está principalmente en la región andina, se pudo observar que los efectos de ENOS sobre la precipitación son más fuertes al centro y al occidente que en el oriente del país; también, para efectos de predicción, los rezagos cercanos a 0 meses presentaron mejores correlaciones. Igualmente, observaron correlaciones opuestas hacia el oriente del país, pese a que en esta zona cuenta con baja presencia de estaciones climatológicas. Manifiestan que este comportamiento puede estar justificado por la migración hacia el suroeste de la ZCIT de su posición normal, según sucede durante la fase cálida de ENOS (El Niño); de esta manera ocurren anomalías contrarias sobre esta región con el incremento de la precipitación en países vecinos como Ecuador, Perú y Brasil, según lo registran otros estudios en Colombia.

Este estudio es un claro ejemplo de los trabajos realizados en Colombia y que se han enfocado principalmente en la Zona Andina y Caribe, y que dejan sin establecer las correlaciones

y variaciones de la climatología en el sector oriental del país, principalmente por la escasez de estaciones hidroclimáticas, y que representan una oportunidad para determinar la realidad del comportamiento de las variables climáticas y los fenómenos meteorológicos que influyen sobre ellas, lo cual se ve ratificado en las conclusiones presentadas por los autores donde manifiestan que (Puertas-Orozco & Carvajal-Escobar, 2008):

“En Colombia las correlaciones de la temperatura del aire presentaron menor variación en los coeficientes de correlación con la TSM y el IOS comparadas con la precipitación, representando mayor variabilidad en la precipitación. Las variaciones de las correlaciones en la temperatura están marcadas principalmente por factores determinantes como las características fisiográficas del país.” (Puertas-Orozco & Carvajal-Escobar, 2008: pp. 116) (figura 5).



**Figura 5.** Correlaciones lineales de la temperatura media del aire trimestral en Colombia. Puertas-Orozco & Carvajal-Escobar. (2008).

Jaramillo-Robledo, Arcila-Pulgarín & Centro (2009), presentan información sobre las características y efectos del fenómeno de La Niña en Colombia, especialmente en el eje cafetero donde ponen de manifiesto las condiciones normales del océano Pacífico, las condiciones del mismo durante La Niña, los efectos de La Niña en Colombia y sobre la zona cafetera, expresan que los vientos alisios se desplazan sobre el pacífico tropical desde las costas suramericanas hacia el continente asiático, manifiestan que este movimiento de grandes masas atmosféricas mantiene las aguas calientes en las costas de Australia, Indonesia y Filipinas, que como

consecuencia, en Asia, el aire es húmedo y caliente, la presión atmosférica es baja y la temperatura del agua es alta, estas condiciones originan abundantes lluvias en la polinesia ecuatorial, el Sureste asiático, y parte de China y Japón; simultáneamente, en la costa del sur de Ecuador, la costa peruana y buena parte de la costa chilena el aire es frío y seco, la presión atmosférica es alta y la temperatura oceánica superficial es menor que en la costa asiática, como resultado, gran parte de la costa pacífica suramericana es relativamente seca.

Del mismo modo Jaramillo-Robledo et al. (2009) identifican cuatro fases durante la ocurrencia del fenómeno de La Niña: Inicio, desarrollo, madurez y debilitamiento o retorno a la normalidad. En la primera fase se observa un significativo fortalecimiento de los vientos Alisios del Este y una intensificación de la surgencia (movimiento del agua desde la profundidad hacia la superficie) frente a las costas del Ecuador y Perú. Que la fase de desarrollo se caracteriza por las aguas frías que se desplazan desde la costa suramericana hacia el occidente y cubren el Pacífico tropical oriental y central. En la madurez indican que los vientos Alisios soplan con mayor intensidad en la mayor parte del Pacífico tropical y ocurre el máximo enfriamiento en los sectores central y oriental del Pacífico tropical; finalmente en el debilitamiento o retorno a condiciones normales indican que se puede apreciar una disminución en la intensidad de los vientos Alisios y las aguas cálidas nuevamente fluyen desde el Occidente.

### **5.2.3. ¿Qué es el Cambio Climático?**

Según el *Intergovernmental Panel on Climate Change* ([IPCC], 2014), se define el cambio climático como:

“[la] variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste

durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos” *Intergovernmental Panel on Climate Change* ([IPCC], 2014), (p. 5).

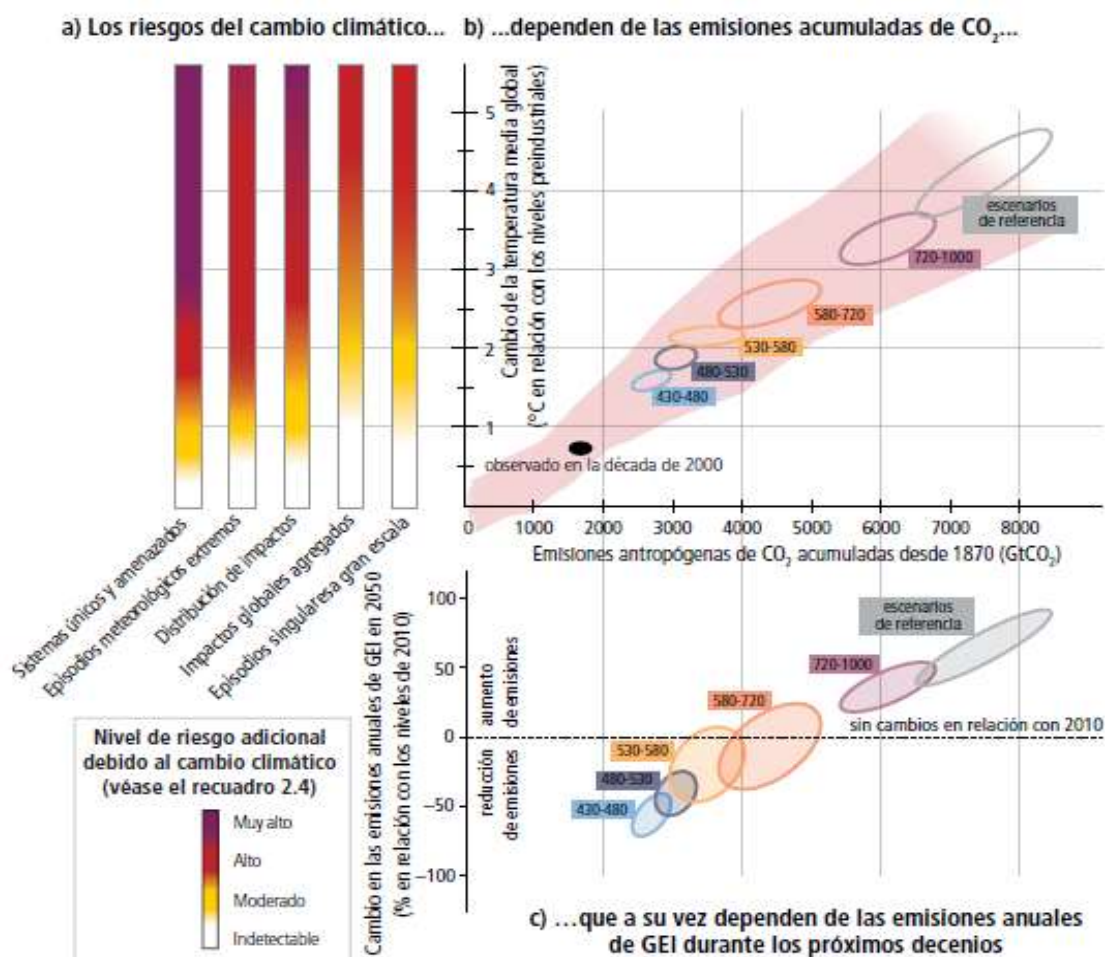
El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como, modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo.

Para el estudio en mención se adopta la definición de cambio climático determinada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 1992), que en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (p-3). La ONU (1992) diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales. (IPCC, 2014).

El IPCC (2014), menciona que:

“La influencia humana en el sistema climático es clara, y las emisiones antropogénicas recientes de gases de efecto invernadero son las más altas de la historia. Los cambios climáticos recientes han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales. El calentamiento en el sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado.” (Intergovernmental Panel on Climate Change ([IPCC], 2014). pp. 2).

De la misma manera el IPCC (2014), determina que cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la tierra que cualquier decenio anterior desde 1850. Es probable que el período 1983-2012 haya sido el período de 30 años más cálido de los últimos 1400 años en el hemisferio norte, donde es posible realizar esa evaluación (nivel de confianza medio). Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinados y promediados globalmente, calculados a partir de una tendencia lineal, muestran un calentamiento de 0,85 [0,65 a 1,06] °C<sup>2</sup>, durante el período 1880-2012, para el que se han producido de forma independiente varios conjuntos de datos y que se ilustran en la Figura 6.

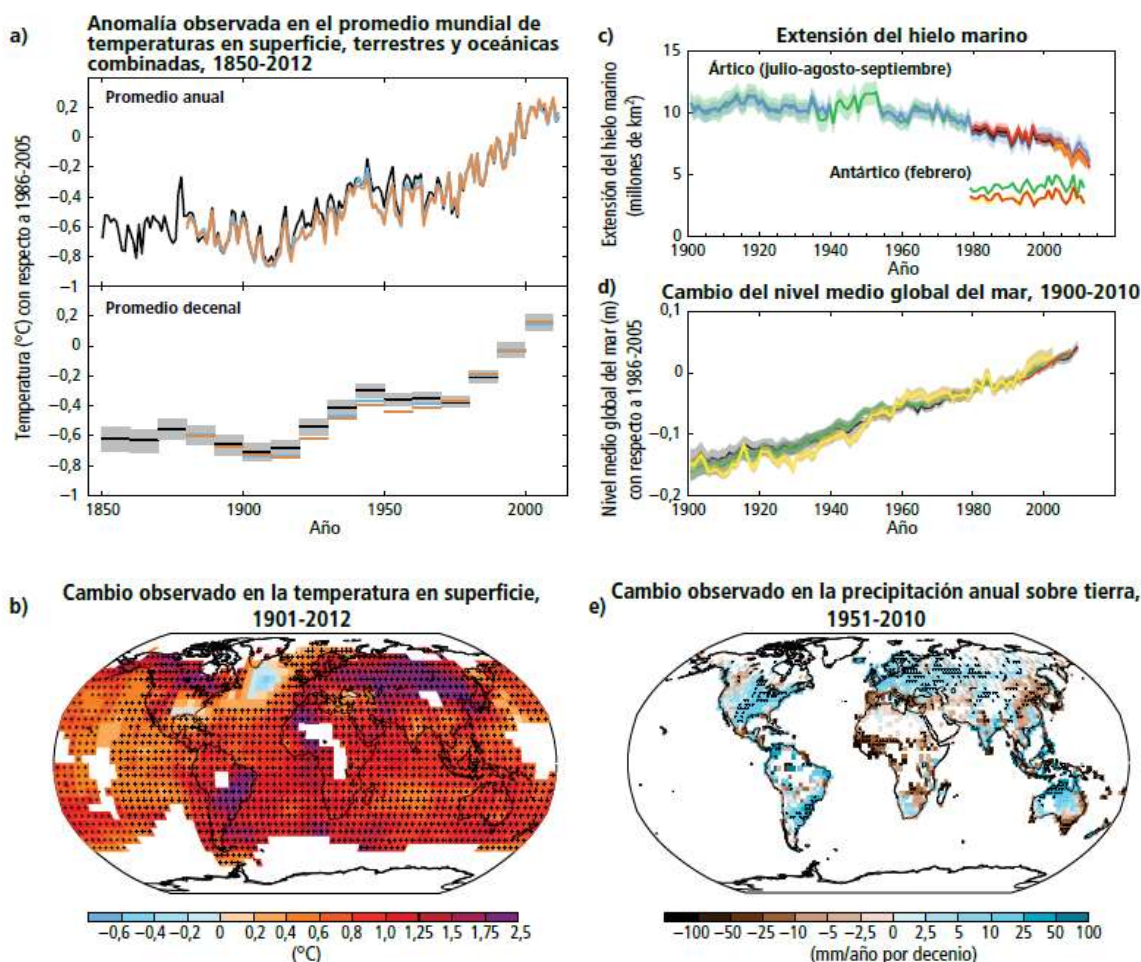


**Figura 6.** Relación entre los riesgos del cambio climático, el cambio de temperatura, las emisiones acumuladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y los cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para 2050 (IPCC, 2014).

### 5.2.4. ¿Qué es la Variabilidad Climática?

Sobre este aspecto, el IPCC (2014) determina que, la variabilidad del clima denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos.

La siguiente figura muestra las tendencias históricas del aumento de temperatura, nivel medio del mar y la extensión del hielo marino analizado por el IPCC (2014) (figura 7).



**Figura 7.** Tendencias históricas del aumento de temperatura, nivel medio del mar y la extensión del hielo marino analizado por el IPCC (2014).

Tomado de: Múltiples indicadores observados de un sistema climático global cambiante (IPCC, 2014). a) Anomalías observadas en el promedio mundial de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas combinadas (con respecto al promedio del período entre 1986 y 2005, como

promedios anuales y decenales) con una estimación de una incertidumbre media decenal para un conjunto de datos (sombreado gris). b) Mapa de los cambios observados en la temperatura en superficie entre 1901 y 2012, derivado de las tendencias en la temperatura determinadas por regresión lineal de un conjunto de datos (línea naranja en el gráfico a).

#### 5.2.5. Escalas de la variabilidad climática.

Pabón (1997) señala que la variabilidad climática en sus diferentes escalas es una característica propia del sistema climático y se ha venido presentando desde tiempos muy remotos. Vestigios de esta variabilidad es posible encontrarla ya en las primeras expresiones (leyendas, documentos escritos, tradiciones, etc.) de la humanidad. En documentos históricos como La Biblia se tienen manifestaciones de la variabilidad climática. Un ejemplo clásico son los períodos de vacas flacas y los de vacas gordas en el antiguo Egipto, reportados en el Génesis, los cuales correspondieron a épocas secas y húmedas. Así, en otros documentos históricos podremos encontrar, representados en diferentes formas, las evidencias de la variabilidad climática.

Así mismo, se establece que la variabilidad climática se presenta en diferentes escalas de tiempo, donde es posible destacar la variabilidad climática intra-estacional, la estacional, la interanual y la interdecadal; para las cuales establece los siguientes conceptos (Pabón, 1997):

- **Variabilidad climática Estacional.** Hace relación a las estaciones del año en las zonas donde estas se presentan y que se tiene el conocimiento de las causas, la periodicidad y los efectos, y manifiesta que esta es tal vez, la forma más conocida de variabilidad climática.
- **Variabilidad climática intra-estacional.** Este tipo de variabilidad es menos notoria y ha sido menos estudiada. Se refiere a la presencia dentro de las mismas estaciones de

oscilaciones de mayor escala que la escala sinóptica que determinan las condiciones predominantes durante decenas de días o uno-dos meses.

- **Variabilidad climática interanual.** Es relacionada con las variaciones con la oscilación de la secuencia histórica, año tras año, de un índice de precipitación que nos indique de alguna manera cuando las lluvias estuvieron por encima o por debajo de lo normal.
- **Variabilidad climática inter-decadal.** En esta escala se manifiestan fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor.

En el presente trabajo se adoptará la clasificación que realiza en su trabajo Poveda, G. (2004), donde presenta un entendimiento de la variabilidad climática para Colombia desde el entendimiento del clima en las distintas escalas temporales, determinado de la siguiente manera:

- **Escala Inter-Decadal:** está dominada por el cambio climático y el cambio ambiental global de largo plazo, igualmente por fenómenos macroclimáticos. Se puede evidenciar en el retroceso de los glaciares tropicales, aumento de enfermedades de transmisión vectorial asociadas al clima y en amplitud de los regímenes hidrológicos, aumentos graduales del nivel del mar, cambios en los ecosistemas, entre otros.
- **Escala Interanual (ENSO):** se presentan datos sobre las diferentes etapas en que se presentan las fases del fenómeno ENSO (Niño y Niña) y sus efectos sobre el territorio nacional, determinando que los efectos de esta escala se pueden resumir para el Niño, disminución de la precipitación y en los caudales medios mensuales de los ríos, en la disminución en la humedad del suelo y en la actividad vegetal y adicional en aumento de las temperaturas medias del aire. En presencia de La Niña, el efecto es contrario presentándose

avalanchas, inundaciones de planicies aluviales, generando las afectaciones sociales y económicas por la afectación de infraestructura física y productiva.

- **Escala Anual:** se encuentra relacionado con fenómenos físicos como la migración latitudinal de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), asociada con la dinámica de los vientos alisios del este, la actividad del chorro del Choco y de los sistemas convectivos de meso escala. Lo anterior relacionado con la interacción suelo-atmósfera en la regulación del ciclo anual de la hidrología del país.

Sobre el estudio de la variabilidad y el cambio climático se encuentran gran cantidad de entidades públicas y privadas generando avances e investigaciones que permitan establecer las variables, efectos e impactos sobre la biosfera y principalmente sobre las actividades de desarrollo humano, es así como se han establecido algunas definiciones de estos términos como se indica a continuación (CONPES 3700, (2011)):

- **Amenaza.** La Dirección de Gestión del Riesgo la define como el peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. Técnicamente se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado. El tesoro ambiental para Colombia lo define como la probabilidad de ocurrencia de un evento o fenómeno, producida por un elemento exógeno que depende de eventos naturales o acciones de agentes externos que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en un sistema.

- **Clima** Conjunto de condiciones atmosféricas predominantes en un lugar, región o planeta durante un periodo dado (MinAmbiente, s. f.).
- **Gestión del cambio climático.** La gestión del cambio climático parte de la necesidad de concretar soluciones e intervenciones basadas en los principios sanos de la gestión del riesgo de desastres y la gestión ambiental con referencia a contextos de riesgos asociados con la variabilidad climática normal. El ritmo de los cambios a experimentarse en el futuro, a consecuencia del cambio climático, y la existencia de cambios ya sufridos no son sujetos a estimaciones certeras en muchas instancias. La incertidumbre es uno de los aspectos más complejos con que tratar en lo que se refiere a la toma de decisiones sobre los ajustes a instituirse en la sociedad, para acomodarse a los cambios que suceden o sucederán. Esto bajo la noción de que el futuro se construye sobre el presente y que la mejor forma de imaginar la adaptación al futuro es garantizando ajustes continuos basados en el presente y los problemas que presenta.
- **Riesgo.** La UNGRD (2015) lo define como la probabilidad de ocurrencia de unas consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.
- **Variabilidad climática.** Se relaciona con la variación en los ciclos o fluctuaciones en diferentes años, de los valores de las variables climatológicas (temperatura del aire, precipitación, etc.) por encima o por debajo de los valores considerados como normales en un periodo de por lo menos 30 años. (Melo-Franco, J. Y., Ruiz-Murcia, J. F., Pabón-Caicedo, J. D., Sánchez-Rodríguez, I. C. & Guzmán-Lugo, D. M. (2018)).

- **Vulnerabilidad.** Está relacionado con los cambios ambientales físicos que se vinculan con las actividades humanas y tienen una ocurrencia esporádica, tales como, tormentas e inundaciones con un impacto súbito, inmediato y masivo, ocasionalmente prolongado. (Sagua, M. (2004)).

### **5.3. Marco Legal**

El marco jurídico ambiental en Colombia es extenso y aborda cada uno de los temas relacionados como el recurso hídrico, el suelo, la flora, la fauna, y determina las diferentes entidades para el manejo administrativo en las regiones, para el caso que nos ocupa se he realizado una revisión donde se encontró que las principales normas que regulan las acciones humanas en procura del mejoramiento ambiental son las siguientes:

**Ley 99 de 1993.** Artículo 1. Numerales 6 al 10.

“6. La formulación de las políticas ambientales tendrán cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

8. El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.
9. La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.
10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.” (Ley 99 de 1993. Pp.1)

**Ley 164 de 1994.** Por medio de la cual se adopta la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 1992. El objetivo de la CMNUCC es:

*“El objetivo último de la Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. (Ley 164 de 1994. Art.2)*

**Ley 629 de 2000.** Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997.

**Decreto 298 de 2016** “Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones”.

**Ley 1844 de 2017 que aprueba el Acuerdo de París sobre Cambio Climático.** Esta Ley reglamenta el acuerdo de Paris, Adoptado por Colombia el 12 de diciembre de 2015.

**Política Nacional de Cambio climático 2016.** El objetivo de la Política nacional de cambio climático es:

“Incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera.”

**Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2012.** Presenta los lineamientos para una adaptación planificada del territorio al cambio climático. Y tiene como objetivo principal “El PNACC busca incidir en los procesos de planificación ambiental, territorial y sectorial de tal manera que se tomen decisiones de manera informada, teniendo en cuenta los determinantes y proyecciones climáticos, reduciendo así efectivamente la vulnerabilidad tanto en poblaciones, ecosistemas y sectores productivos y aumentando la capacidad social, económica y ecosistémica para responder ante eventos y desastres climáticos”. ([MinAmbiente], 2017)

**Documento CONPES 3700 de 2011.** Mediante el cual se establece la estrategia para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.

**Contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático 2014.** Presenta los Impactos,

vulnerabilidad y adaptación observados en todo el mundo y aporta las recomendaciones a los encargados de la formulación y ejecución de las políticas públicas.

**Plan Departamental de Desarrollo de Arauca. “Humanizando el Desarrollo 2016 - 2019”** Reúne la información sobre la caracterización geográfica y social del departamento de Arauca y determina los escenarios de desarrollo acorde a las políticas regionales y nacionales.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es aplicado, para Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

El nivel es correlacional, ello implicó un análisis del comportamiento de cada una de las variables escogidas, para luego efectuar una relación entre ellas; para lo cual se tiene en cuenta la apreciación “este tipo de estudios busca describir fenómenos, situaciones contextos y eventos, esto es detallar, como son y se manifiestan” (Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010)).

En la investigación de tipo correlacional se analizará la relación que posiblemente existe entre ciertos sucesos. Para Salkind, N. J. (1999), este tipo de investigación es el que podría

responder a preguntas acerca de la relación entre variables o sucesos. Proporciona indicios de la relación que podría existir entre dos o más cosas, o de que tan bien uno o más datos podrían predecir un resultado específico.

## **6.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación fue no experimental (puesto que la variable independiente no se altera), de corte transversal (puesto que la información se recaba en un momento del tiempo) definido por Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010) como aquellos que tienen como objetivo describir variables y analizar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población en un momento dado, pues se ha realizado sin manipular deliberadamente las variables de estudio y solo se describió una realidad.

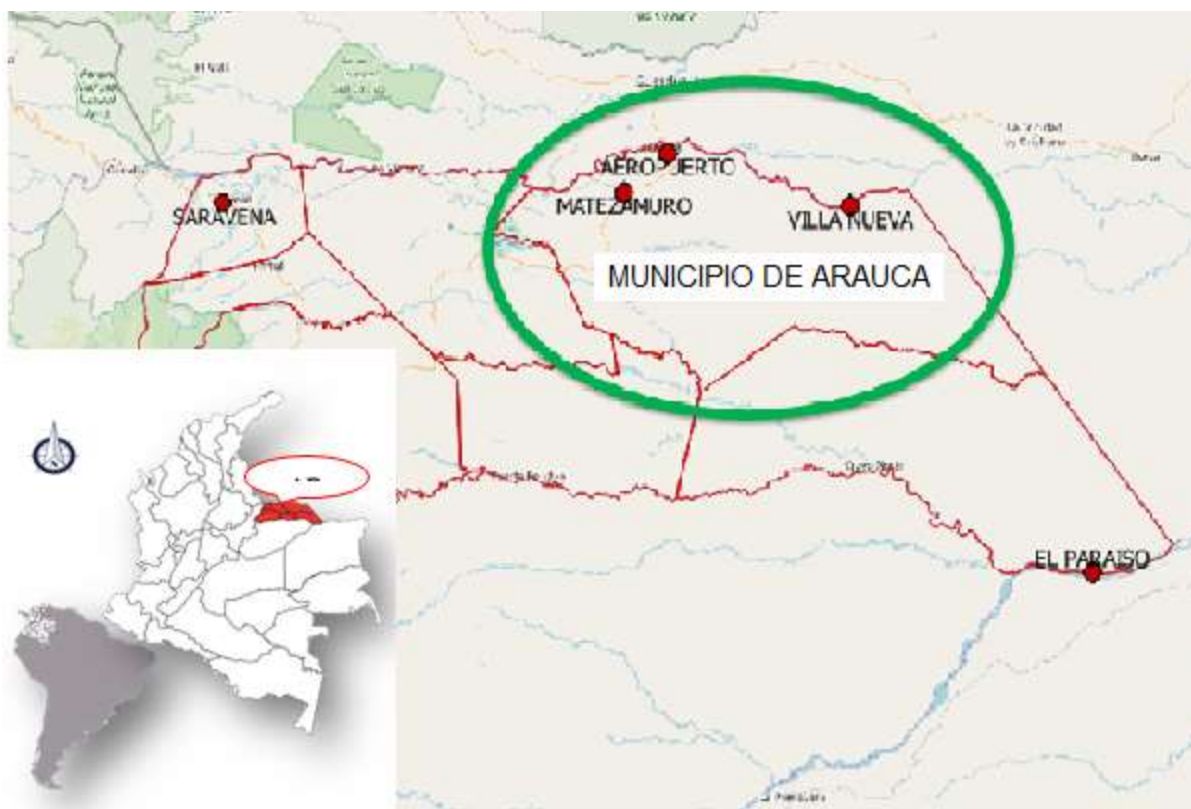
La determinación de los impactos se logró mediante la aplicación de herramientas de recolección de información y de evidencias que llevaron a las conclusiones contundentes sobre la incidencia de las fluctuaciones NAO y ONI y, el impacto causado en la temperatura consecuencia de dicha incidencia, lo que, a su vez, permitió el planteamiento de recomendaciones y búsqueda de soluciones desde la academia.

## **6.3. LA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Fuentes secundarias como los estudios realizados por entidades como el IDEAM, la NOAA, reportajes sobre los efectos climáticos en el territorio, la observación directa entre otras, que permitieron establecer los efectos de las variables climáticas sobre el área de estudio.

#### **6.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de interés comprende principalmente al municipio de Arauca, que hace parte del departamento de Arauca, Colombia (Figura 8). Presenta una gran cantidad de ríos, quebradas y cauces que nacen en su mayoría en la cordillera Oriental y corren en sentido occidente – oriente sobre la planicie ligeramente inclinada, generando en su recorrido numerosos cursos adicionales (Gobernación de Arauca, 2007). La cuenca del río Arauca que nace en el páramo del Almorzadero en el departamento de Santander, desemboca en el río Orinoco, atraviesa cuatro departamentos en Colombia (Santander, Norte de Santander, Boyacá y Arauca) y el Estado Venezolano de Apure con el que forma el límite internacional; alcanza una longitud aproximada de 1.000 kms, de los cuales 700 kms son navegables. Al río Arauca le vierten sus aguas los ríos de cordillera: el (Cubujón) Bojabá con un área de 900 km<sup>2</sup> aproximadamente y una longitud de 80 km, Banadía, Covaríá con un área aproximada de 410 km<sup>2</sup> y una longitud de 85 km, Oirá, Valegrá, y los caños Chitagá, Caranal, Jujú, Salibón y el río Cutufí en Venezuela. Además, se encuentran considerables áreas con amplios planos de inundación, con numerosas lagunas y humedales como La Barrialosa, El Lipa, La Erica, Venero, Grimonero, La Rodriguera, y la Madre Vieja, entre otras (Alcaldía de Arauca, 2014).



**Figura 8.** Ubicación del Municipio de Arauca con respecto a Colombia. Elaboración propia

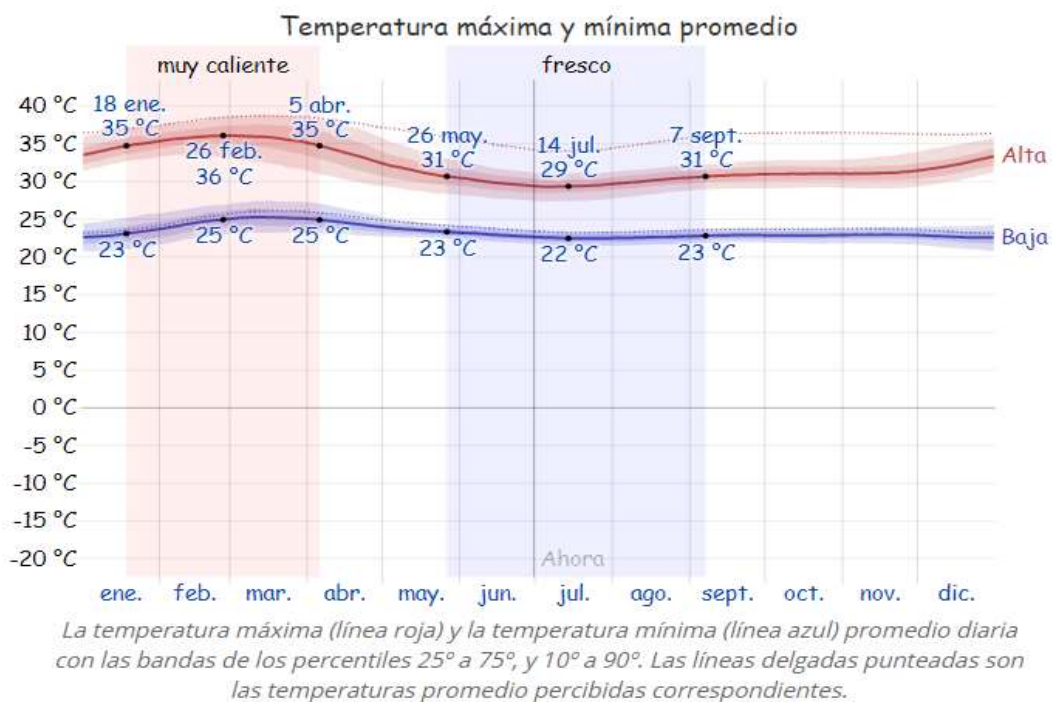
#### 6.4.1. Descripción de las variables Temperatura y Precipitación de Arauca

Los datos sobre el clima promedio de Arauca se presentan de forma gráfica y con datos precisos en diferentes plataformas informáticas. A continuación, se presenta el comportamiento de las variables de precipitación y temperatura promedio para un lapso de un año según Weather Spark, (2018), que se ha basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016.

## Temperatura

La figura 9 nos ilustra sobre el comportamiento anual la temperatura para Arauca, donde la temporada calurosa dura 2,6 meses, del 18 de enero al 5 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 35 °C. El día más caluroso del año es el 26 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 36 °C y una temperatura mínima promedio de 25 °C. La temporada fresca dura 3,4 meses, del 26 de mayo al 7 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C. El día más frío del año es el 14 de julio, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima promedio de 29 °C.

La temporada fresca dura 3,4 meses, del 26 de mayo al 7 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C. El día más frío del año es el 14 de julio, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima promedio de 29 °C.



**Figura 9.** Temperatura máxima y mínima promedio de Arauca. Weather Spark, (2018).

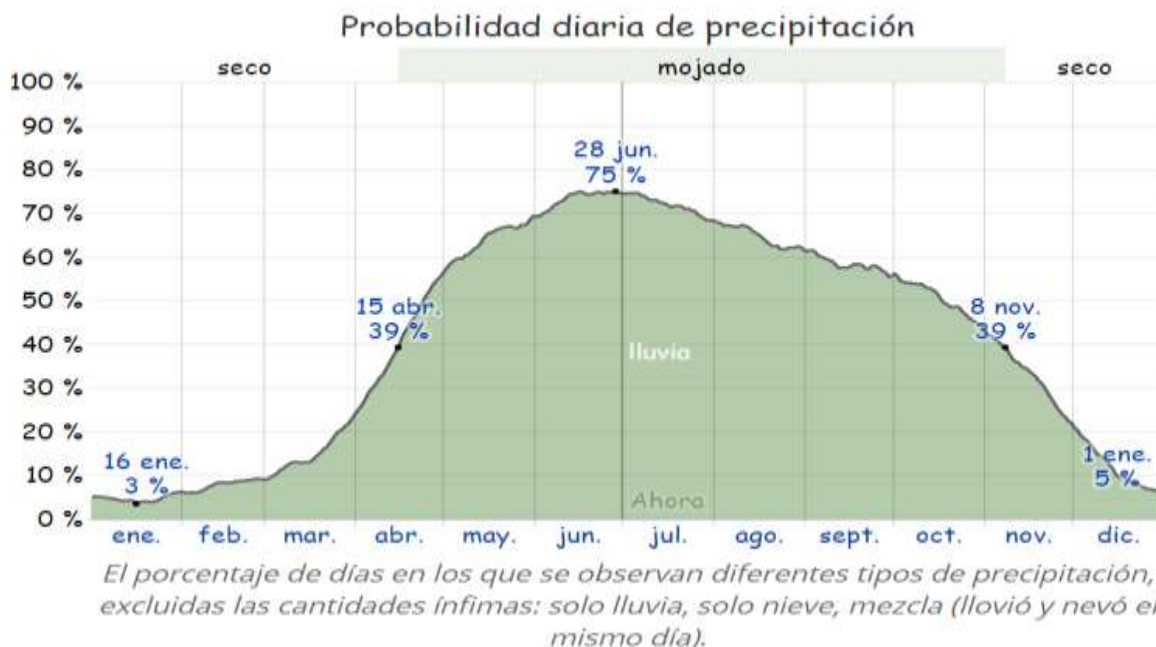
## Precipitación

Como se puede apreciar en la figura 10, un día húmedo es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido. La probabilidad de días húmedos en Arauca varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más húmeda dura 6,8 meses, de 15 de abril a 8 de noviembre, con una probabilidad de más del 39 % de que cierto día será un día húmedo. La probabilidad máxima de un día húmedo es del 75 % el 28 de junio.

La temporada más seca dura 5,2 meses, del 8 de noviembre al 15 de abril. La probabilidad mínima de un día húmedo es del 3 % el 16 de enero.

Entre los días húmedos, se distingue entre los que tienen solamente lluvia, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 75 % el 28 de junio.



**Figura 10.** Probabilidad diaria de precipitación en Arauca. Weather Spark, (2018).

En el desarrollo del proceso de investigación se pueden emplear diversas técnicas y métodos, para el presente trabajo, se ha determinado una investigación de tipo Correlacional, para Bernal (2010), la investigación correlacional tiene como propósito mostrar o examinar la relación entre variables o resultados de variables.

## **6.5. DISEÑO METODOLÓGICO**

Para la realización de la investigación se toma como punto de partida la información sobre precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas ubicadas en el departamento de Arauca, la cual fue solicitada al Instituto de hidrología y Meteorología – IDEAM, del mismo modo se toman los datos disponibles en las páginas oficiales para los índices NAO y ONI correspondientes al periodo 1980 – 2010 (National Weather Service, (2011)).

### **Desarrollo de la metodología**

#### **6.5.1. Identificación y localización de estaciones meteorológicas sobre el municipio de Arauca.**

Con ayuda de Google Earth Pro, se ubicó la estación hidrometeorológica del IDEAM Aeropuerto-Arauca, objeto de análisis de su información sobre las variables de precipitaciones y temperaturas a incluir en el análisis de variabilidad climática. La selección se realizó teniendo en cuenta las estaciones activas que se encuentran sobre el territorio del municipio de Arauca. (Ver Figuras 11 y 12). La ubicación del Aeropuerto de Arauca en coordenadas es la siguiente: 7°04'10.0"N 70°44'17.0"W (7.069444, -70.738056)



**Figura 11.** Ubicación de estaciones meteorológicas en el municipio de Arauca.  
Fuente: Adaptada a partir de Google Earth Pro



**Figura 12.** Ubicación de la Estación Aeropuerto – Arauca, con respecto al municipio de Arauca.  
Fuente: Tomada a partir de Google Earth Pro

Para efectos del presente estudio se tomaron los datos de los Índices NAO y ONI para el periodo de treinta y un años comprendidos entre 1980 y 2010, los cuales se pueden apreciar en las tablas (Anexos 1 y 2) del mismo modo se tomaron las series históricas proporcionadas por el IDEAM para las variables Precipitación (ppt) y temperatura máxima (Tx) (Anexos 3 y 4).

### **6.5.2. Administración de datos, Control De Calidad**

Se realizó un análisis Clúster, que agrupa elementos buscando la homogeneidad de los datos y la mayor diferencia en la clasificación de estos (Álzate et al., 2015).

#### **Verificación de grandes errores.**

Se comprobaron los siguientes límites para los datos en las series del IDEAM:

- Precipitación:  $> 0$  (mm)
- Temperatura: de 0 a 50 °C (este rango es según el área a trabajar)

#### **Verificación de la coherencia y completado de datos.**

Mediante métodos estadísticos y físicos que son utilizados para determinar la homogeneidad de los datos se cuenta con XLSTAT (EN EXCEL) con el cual se realizó la prueba NSHT, para el complemento de las series de tiempo entre los cuales se encuentran modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) (Bernal, N., Correa, R., y Rangel, E. (2010)), que permiten caracterizar y reproducir la variabilidad temporal de una serie con el fin de predecir los valores que toma en un momento determinado, teniendo en cuenta su comportamiento histórico.

Como lo detalla Álzate, D. F. (2014)., la prueba SNHT o de Alexandersson permitió detectar en las series los valores atípicos a través de anomalías de más de 5 desviaciones estándar, y los cambios en la media, para lo cual se aplicó a cada serie de anomalías esta prueba (SNHT) en dos etapas:

- a) En las ventanas de 120 términos avanzó en pasos de 60 términos (valores por defecto).
- b) En toda la serie.

Esta prueba localiza los valores máximos o  $tV$  para cada serie, y, si es mayor que el umbral predeterminado, se divide la serie en el punto donde se ha calculado este valor máximo. Valores después de este punto de quiebre se transfieren a una nueva serie (con las mismas coordenadas) y se eliminan de la serie original.

Cuando todas las inhomogeneidades detectadas por encima del umbral prescrito en la prueba de SNHT por ventanas, se han eliminado a través del proceso de división; se aplica la SNHT de nuevo para toda la serie, posiblemente, generando más rupturas en las series.

El ensayo escalonado se ha implementado para evitar cambios en la media con valores engañosamente bajos de SNHT, mientras que la aplicación a toda la serie es más potente para la detección de los cambios más pequeños que pueden haber pasado inadvertidamente a la prueba escalonada. De todos modos, el umbral predeterminado de SNHT para toda la serie se ha establecido mayor que para la aplicación escalonada, para evitar que la serie se divida debido a una tendencia suave en lugar de un cambio abrupto.

Se establecieron para la comprobación de la coherencia de los datos las siguientes reglas:

- $T_{max} > T_{min}$
- Variación de un dato de temperatura con respecto a otro es mayor a  $10^{\circ}\text{C}$
- Desviaciones estándar a  $3\delta$  y  $4\delta$  para identificar datos extraordinarios y evaluar si corresponden a un evento extremo o a un error digital

### 6.5.3. Correlación de Datos

En el desarrollo metodológico del presente análisis, se realizó la correlación lineal (de Pearson) (Price et al., 2015), donde se pretende cuantificar el grado de incidencia entre dos variables.

Las variables seleccionadas son las variables climáticas de precipitación – PPT, y temperatura máxima - Tx para la estación “Aeropuerto Arauca”, la cual cuenta con los registros para el periodo seleccionado 1980 – 2010. Así mismo, se cuenta con los datos de los índices NAO y ONI para el mismo periodo. El coeficiente de Correlación se puede definir como el número que mide el grado de intensidad y el sentido de la relación entre dos variables (Peiro Ucha, A. (2015)).

$$\rho_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Siendo:

**Cov (x;y):** la covarianza entre el valor “x” e “y”.

**$\sigma(x)$ :** desviación típica de “x”.

**$\sigma(y)$ :** desviación típica de “y”.

El coeficiente de correlación puede tomar los siguientes valores:

**$\rho = +1$**       **Correlación perfecta positiva** (figura 11).

**$\rho = 0$**         **No existe correlación** (figura 12)

$\rho = -1$       **Correlación perfecta negativa** (figura 13)

Se dice que hay una correlación positiva si siempre que el valor “x” sube, el valor “y” sube, y además con la misma intensidad (+1). En el caso opuesto, si siempre que el valor “x” sube, y el valor “y” baja, y además con la misma intensidad, entonces estamos hablando de correlación negativa (-1). Es importante saber que esto no quiere decir que lo hagan en la misma proporción (salvo que tengan la misma desviación típica).

**Correlación perfecta positiva:**

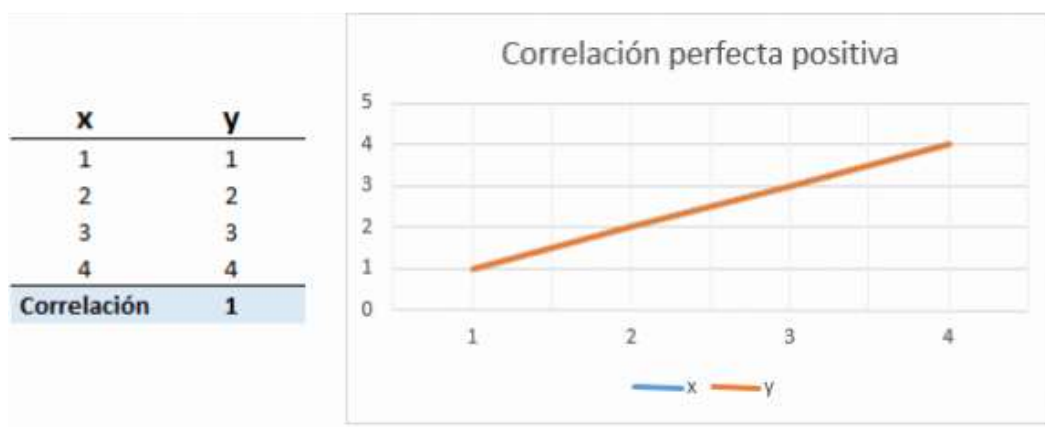


Figura 13. Correlación perfecta positiva. Peiro Ucha, A. (2015).

**No hay correlación:**

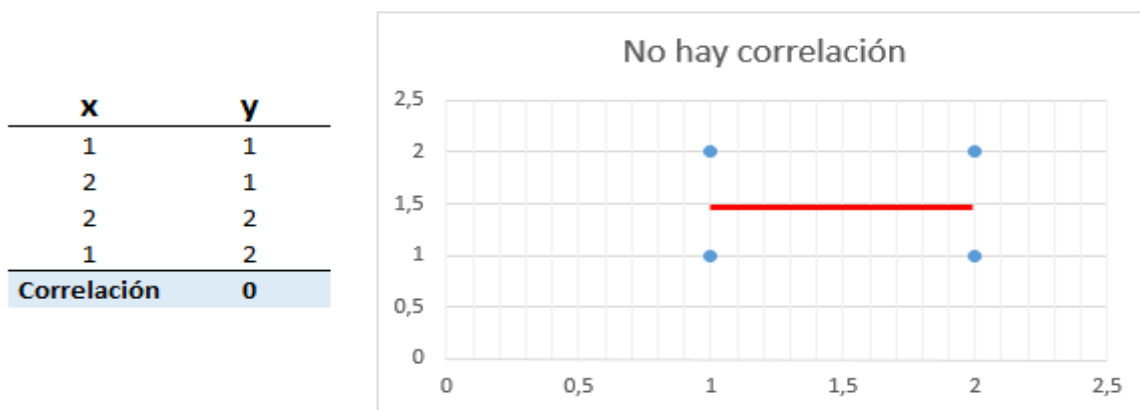


Figura 14. No hay correlación. Peiro Ucha, A. (2015).

### Correlación perfecta negativa:

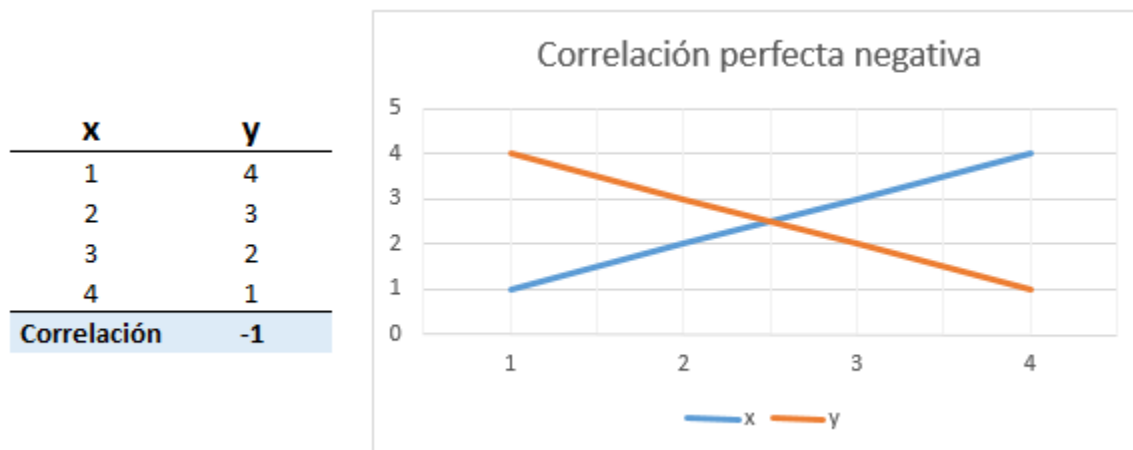


Figura 15. Correlación perfecta negativa. Peiro Ucha, A. (2015).

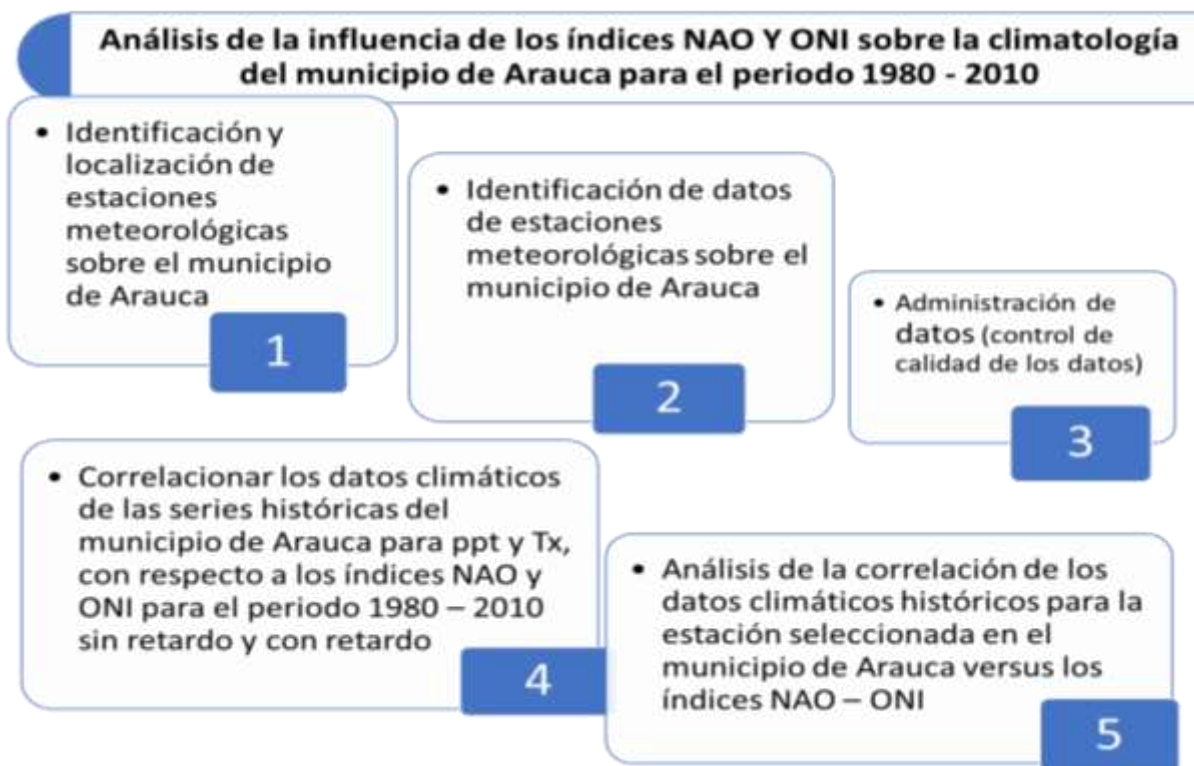
Posteriormente a la determinación del Coeficiente de correlación, se calculó el Coeficiente de Determinación de la incidencia (López, J.F. (2019)), este se obtiene mediante la elevación al cuadrado del valor del Coeficiente de correlación, e indica la intensidad de la relación lineal entre las variables analizadas, entre más cercano a 1 sea el valor, mayor intensidad de la relación, y entre más cercano a cero (0) indica que la relación es débil, sin embargo esto no se interpreta como independencia de las variables.

En el procesado de datos, se realizó la correlación de las series históricas en tiempo real y además, se realizó la correlación de datos con retardo de entre uno hasta seis meses para así determinar, la posibilidad de la incidencia de los índices NAO y ONI sobre las variables seleccionadas en diferentes posibilidades temporales.

#### 6.5.4. Análisis de la correlación de datos climáticos históricos

Una vez se han realizado los pasos anteriores y se han obtenido las gráficas del coeficiente de correlación, y del coeficiente de determinación de Pearson y con el uso del programa R-Studio, para las series históricas sin retardo y con retardo de hasta seis meses; se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos teniendo en cuenta los parámetros estadísticos para el significado de R y del p-Valué, para determinar el porcentaje de explicación de los resultados obtenidos a partir de los datos de origen, y la significancia estadística de los mismos.

La siguiente figura describe el proceso metodológico realizado de manera resumida (figura 16).



**Figura 16.** Diseño metodológico. Elaboración propia.

## 7. RESULTADOS

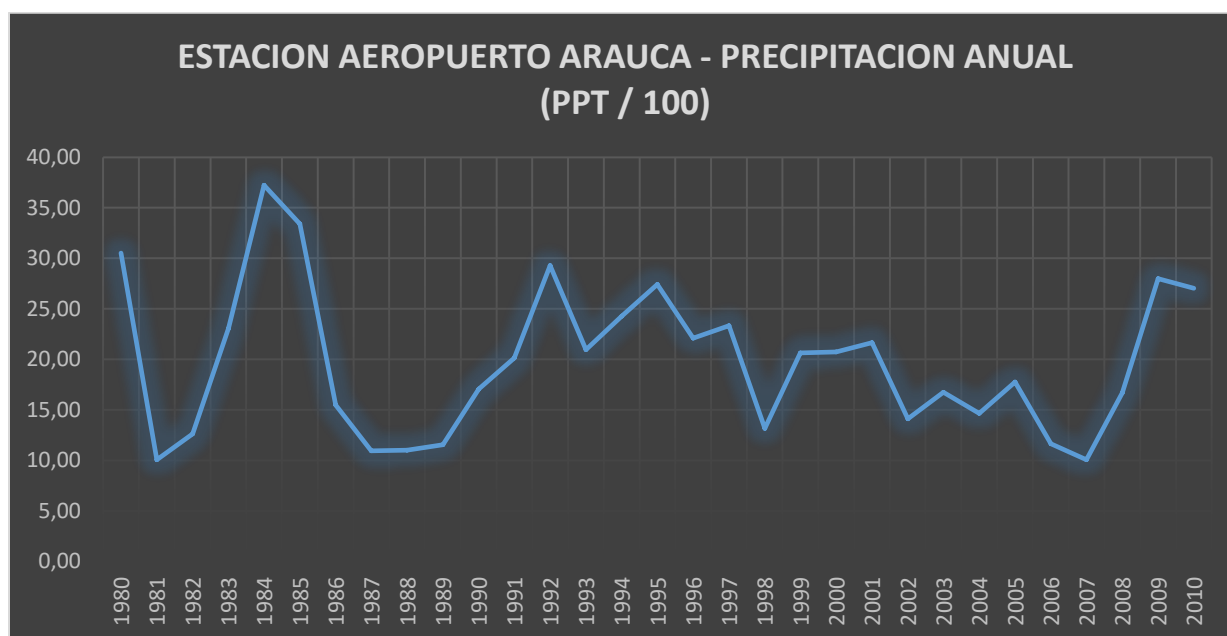
Se presenta un análisis preliminar de manera general del comportamiento de la estación seleccionada y luego se profundiza en el análisis sobre las variaciones y correlaciones mediante retardo de los datos en el tiempo (LAG), donde se realizó el análisis comparativo de la incidencia de los índices NAO y ONI sobre la PPT y T° de Arauca. El cálculo de la correlación se realiza entre los datos de PPT y Tx vs. los datos de los índices NAO y ONI por separado (Anexos 1, 2), tomando los valores mensuales y/o anuales generando un único valor anual del Coeficiente de Correlación, igualmente, para el cálculo del Coeficiente de Determinación que nos indica el grado de incidencia del índice analizado sobre la variable climática estudiada.

Para determinar la incidencia del índice NAO y ONI, teniendo en cuenta el retardo, se ha determinado tener en cuenta la influencia de estas anomalías sobre el territorio dependiendo del posible tiempo que demoran en llegar de manera efectiva, para ello se han generado dos posibles escenarios que se han denominado NAO LAG 1 y NAO LAG 2; igualmente, para el análisis del ONI se han denominado ONI LAG 1 y ONI LAG 2; el LAG 1, se ha diseñado con una variación en tiempo de tres (3) meses de retraso para NAO y ONI, en el caso del LAG 2, se ha determinado un retraso de seis (6) meses en la tabla de datos para NAO y ONI (Anexos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

### **Variable PPT**

Tomando como punto de partida la información de promedios mensuales de precipitación del portal Weather Atlas (2019), en el cual se estima que para Arauca la precipitación promedio anual en un año típico es de aproximadamente 1798 mm; con los datos obtenidos de la estación

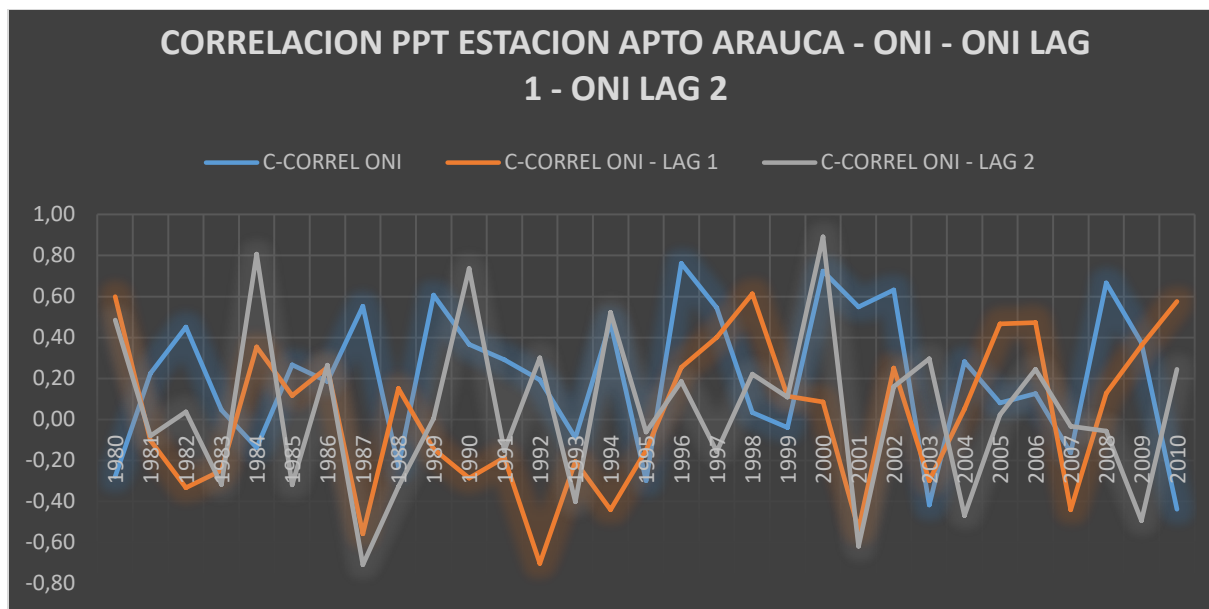
Aeropuerto Arauca del IDEAM, se puede apreciar en la figura 17, el comportamiento histórico de la variable en el periodo 1980 – 2010; se aprecian variaciones considerables tanto por encima como por debajo del valor promedio como los casos de 1981 y 2007 donde se registran los niveles más bajos con 1009 y 1007 mm de precipitación anual, lo cual contrasta con los valores registrados para el año 1984 con una precipitación de 3724 mm, valor que es más del doble del promedio anual estimado, o como los datos registrados entre los años 1987 y 1989 donde las bajas precipitaciones afectaron el territorio con valores apenas superiores a los 1050 mm anuales.



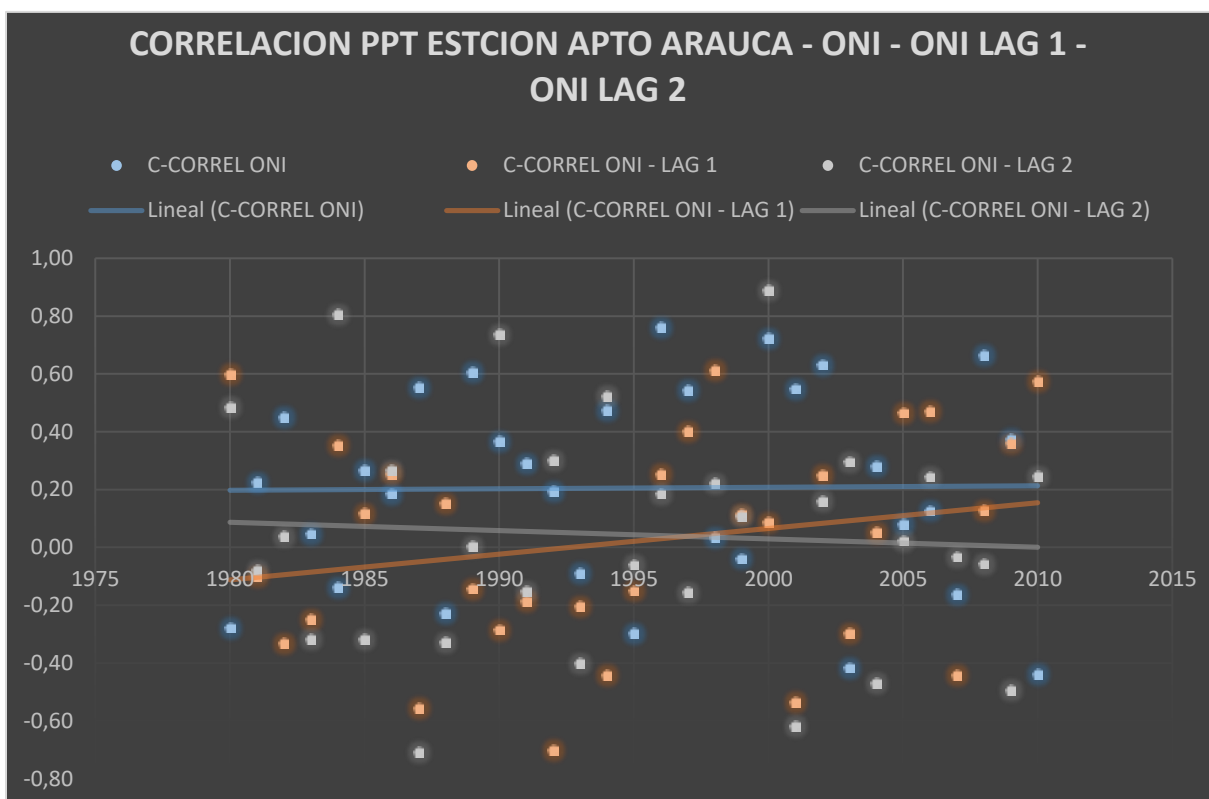
**Figura 17.** Precipitación Anual - estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia.

### 7.1. Análisis De Correlación Lineal Simple

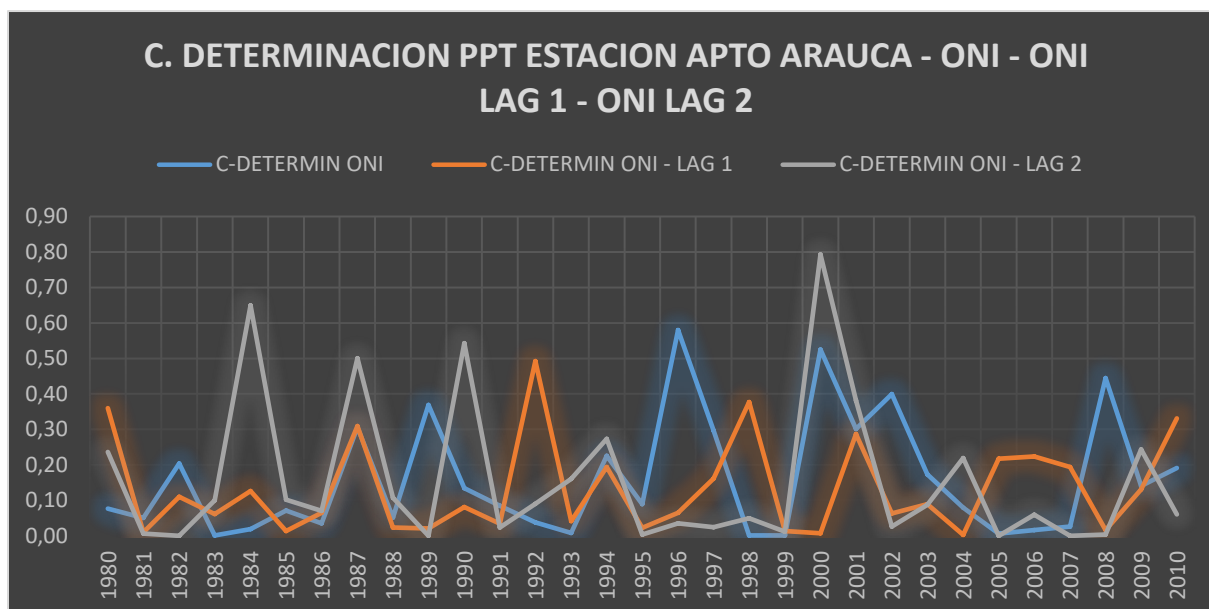
En las siguientes figuras (figuras 18, 19, 20, 21), se presenta el resultado gráfico de las correlaciones realizadas entre las series históricas de PPT y los valores de los índices ONI y NAO, para la correlación sin retardo y con los retardos a 3 y 6 meses.



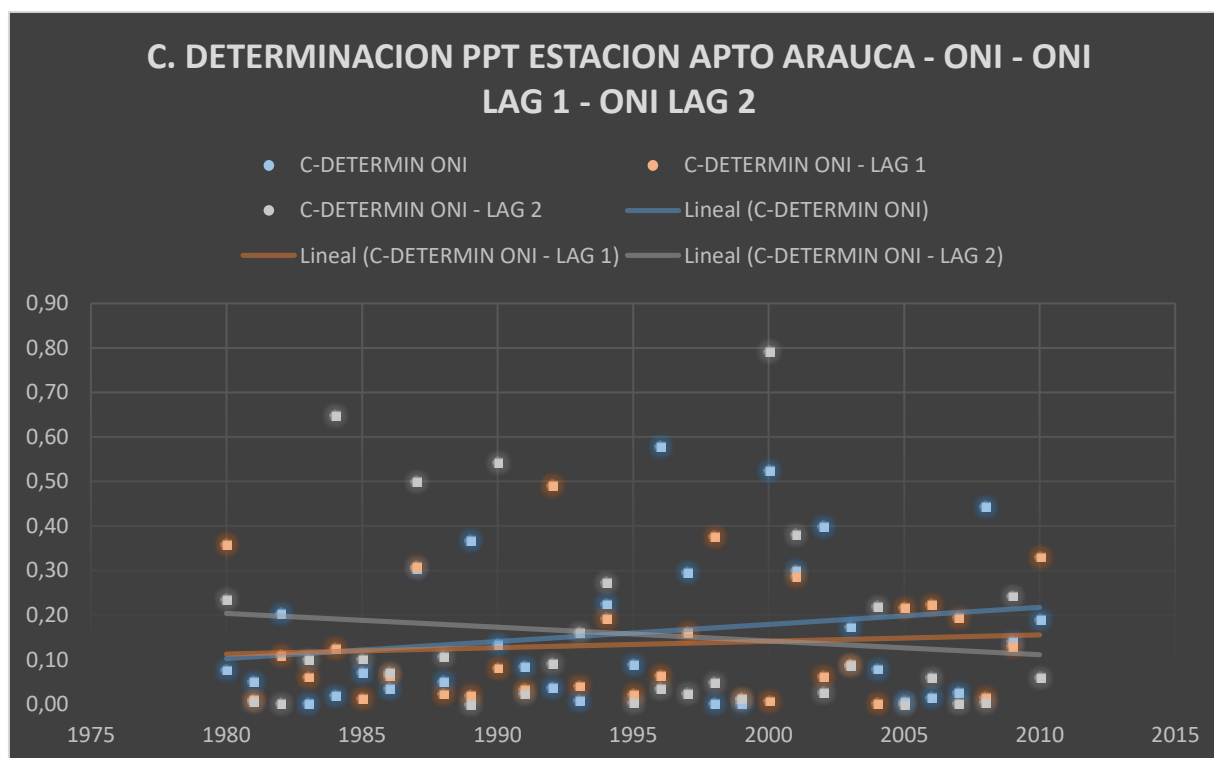
**Figura 18.** Correlación y coeficiente de Determinación PPT estación Aeropuerto Arauca ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2. Elaboración propia.



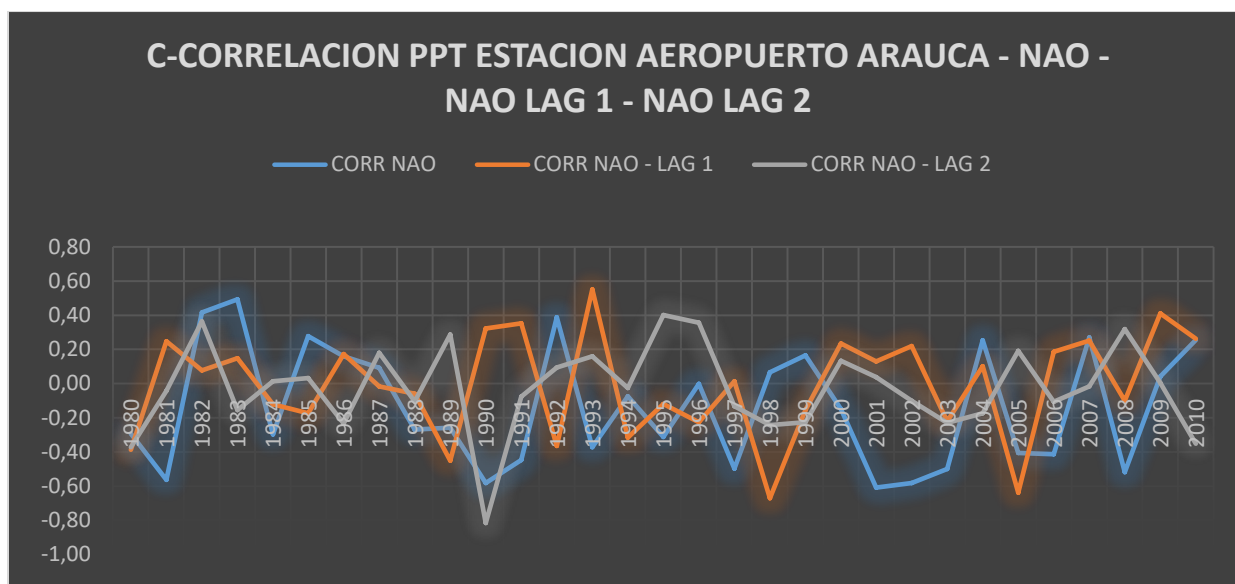
**Figura 19.** Correlación y coeficiente de Determinación PPT estación Aeropuerto Arauca ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2. Elaboración propia



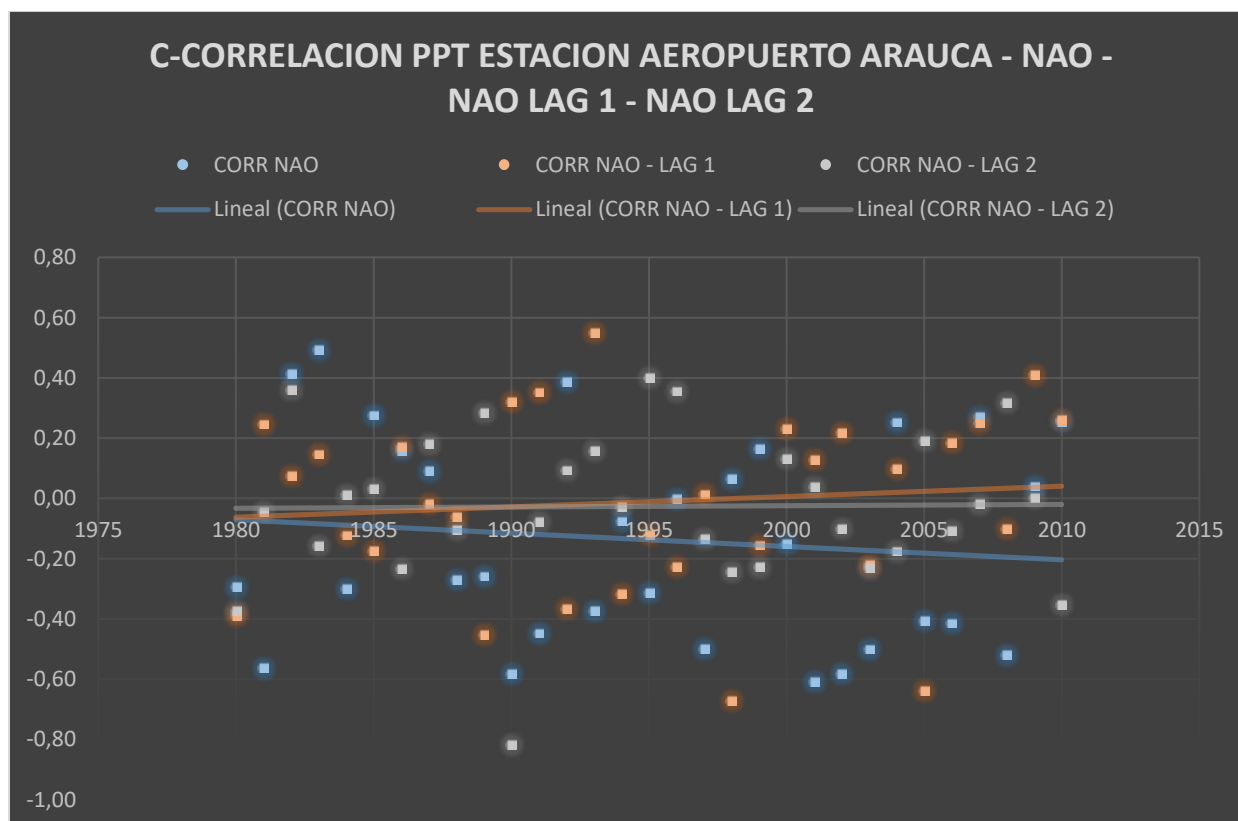
**Figura 20.** Correlación PPT estación Aeropuerto Arauca ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2. Elaboración propia



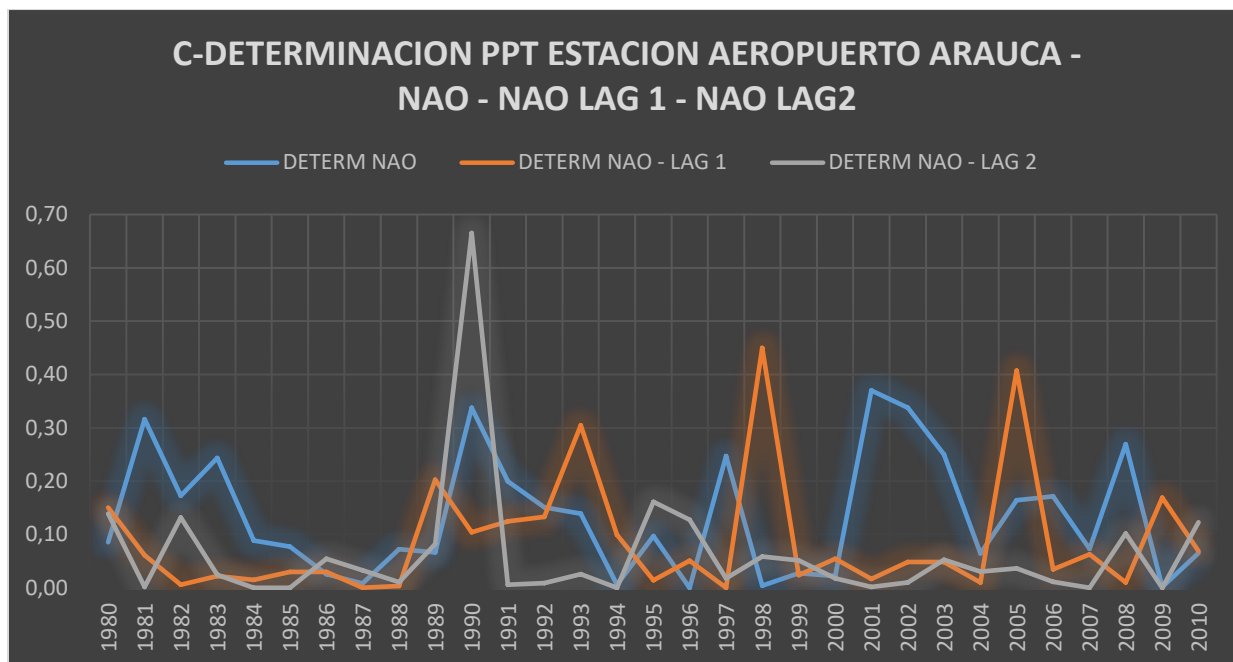
**Figura 21.** Correlación PPT estación Aeropuerto Arauca ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2. Elaboración propia



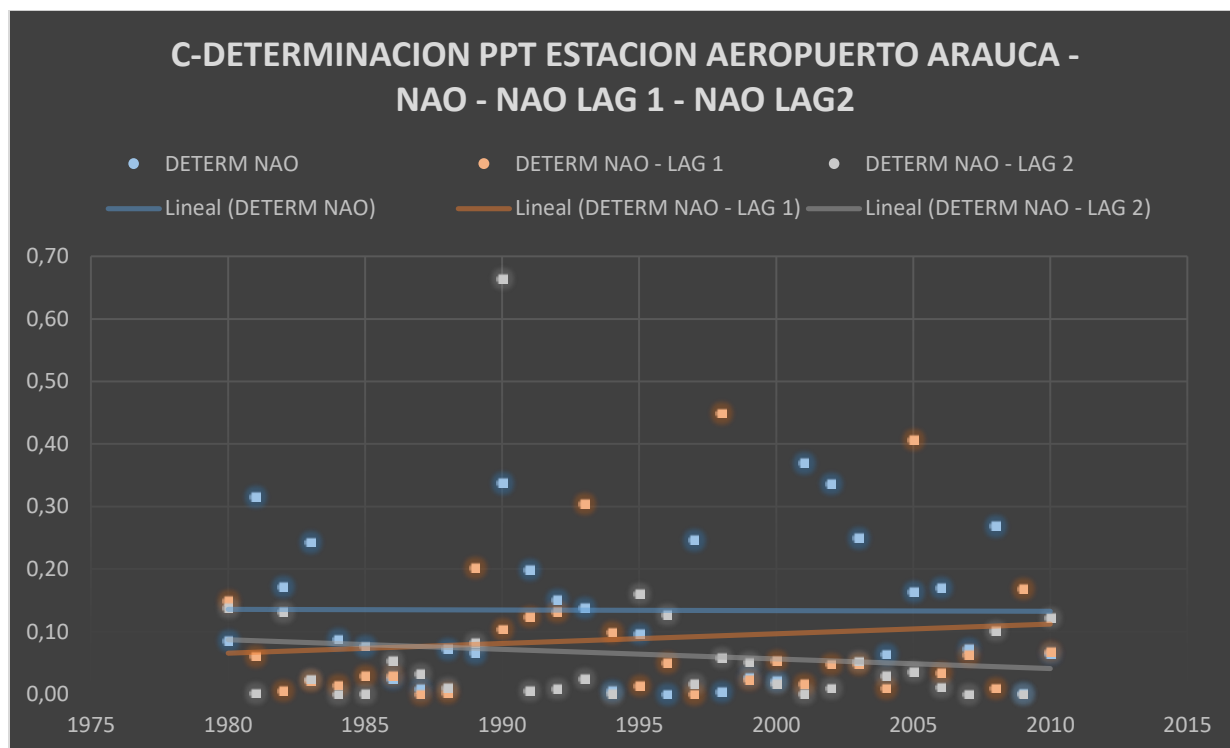
**Figura 22.** Correlación PPT estación Aeropuerto Arauca NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2. Elaboración propia.



**Figura 23.** Correlación PPT estación Aeropuerto Arauca NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2. Elaboración propia.



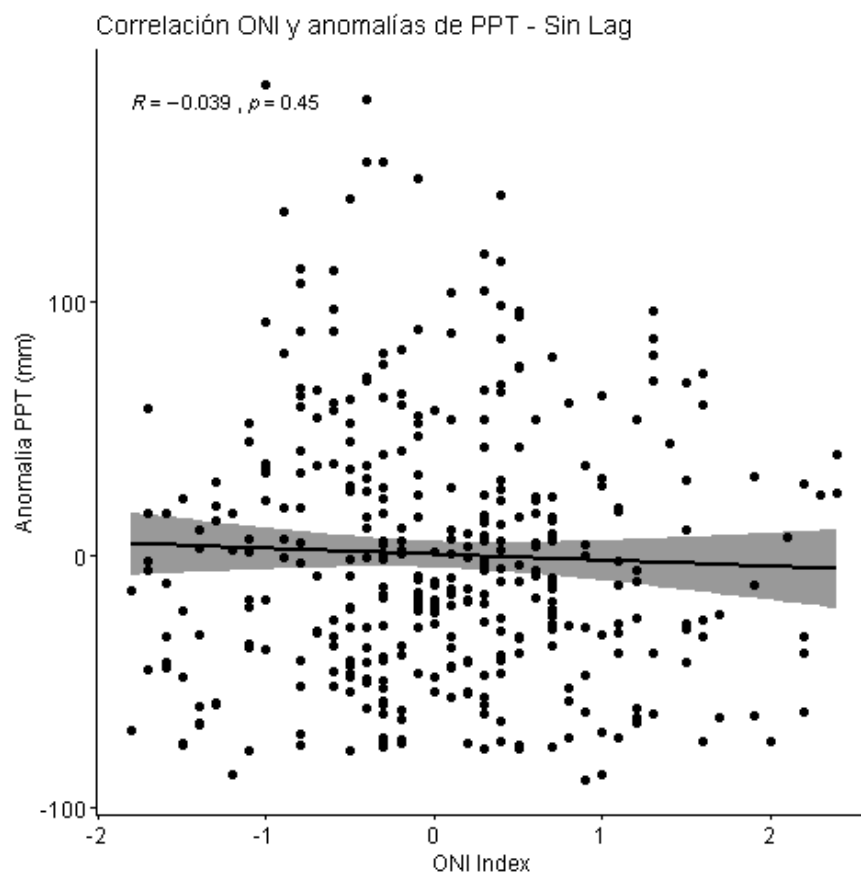
**Figura 24.** Coeficiente de Determinación PPT estación Aeropuerto Arauca NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2. Elaboración propia.



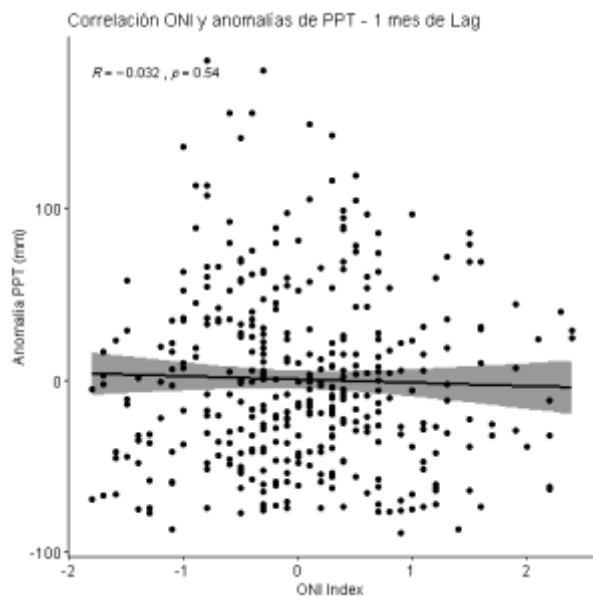
**Figura 25.** Coeficiente de Determinación PPT estación Aeropuerto Arauca NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2. Elaboración propia.

## 7.2. Análisis de correlación con datos mensuales para NAO y ONI con respecto a la anomalía de precipitación para la estación Aeropuerto Arauca

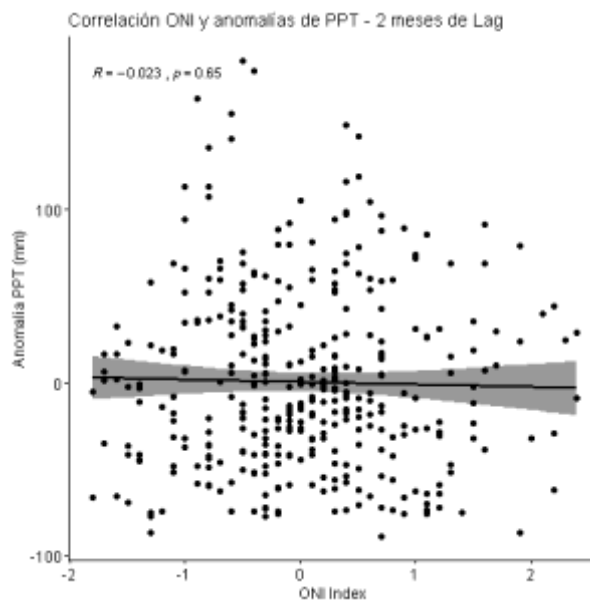
Las siguientes figuras (Figuras 22, 23, 24, 25) ilustran sobre el comportamiento correlacional de los datos para NAO y ONI con respecto a la anomalía de precipitación para la estación Aeropuerto Arauca.



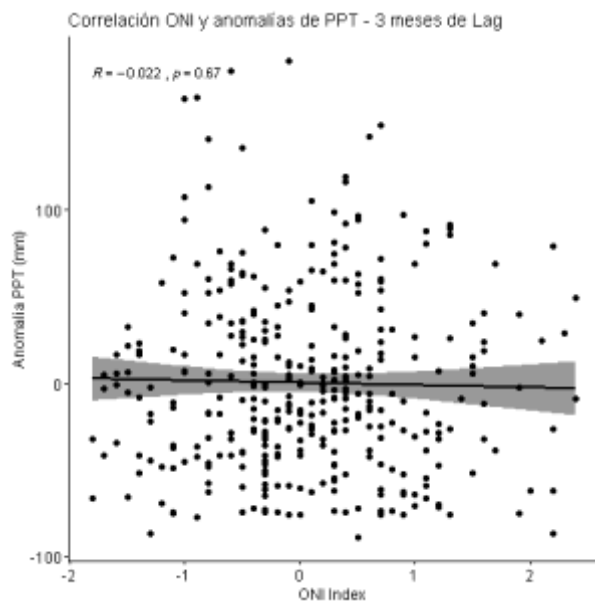
**Figura 26.** Correlación con datos mensuales para ONI con respecto a la anomalía de precipitación sin Lag– Estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia.



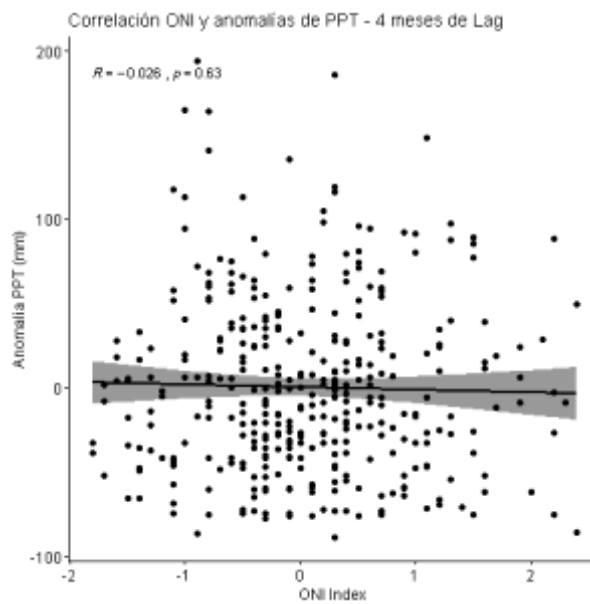
Correlación ONI y anomalías de PPT 1 mes de Lag.



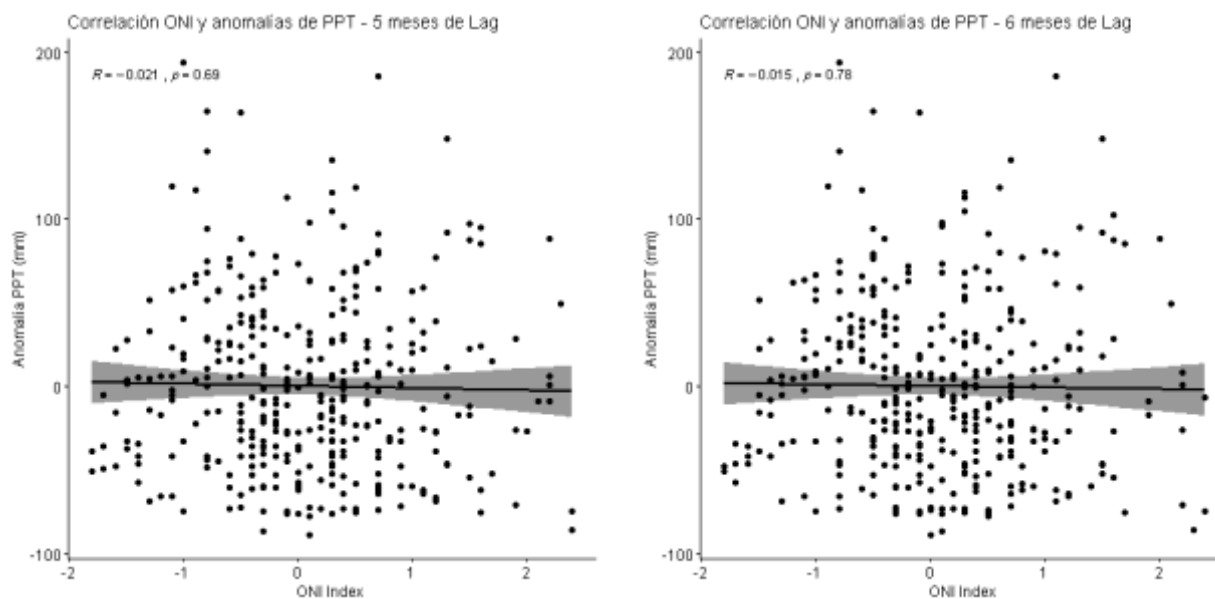
Correlación ONI y anomalías de PPT 2 meses de Lag.



Correlación ONI y anomalías de PPT 3 meses de Lag.



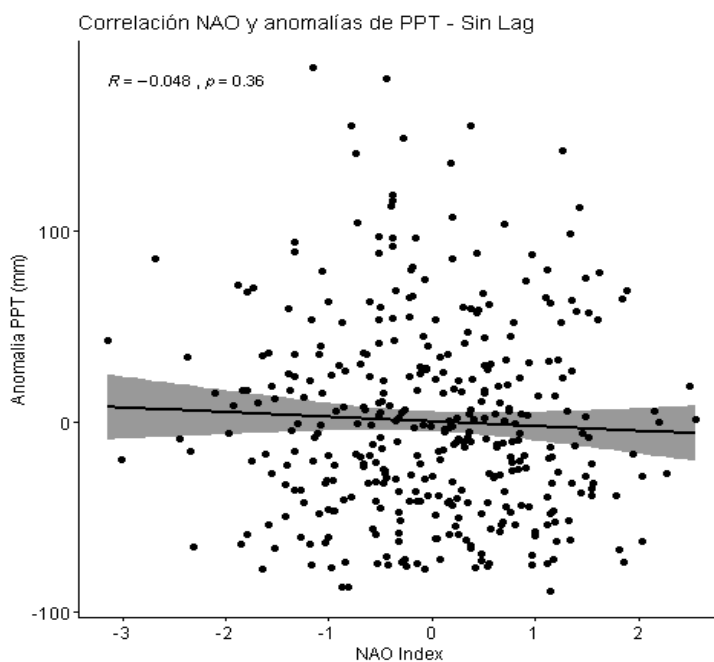
Correlación ONI y anomalías de PPT 4 meses de Lag.



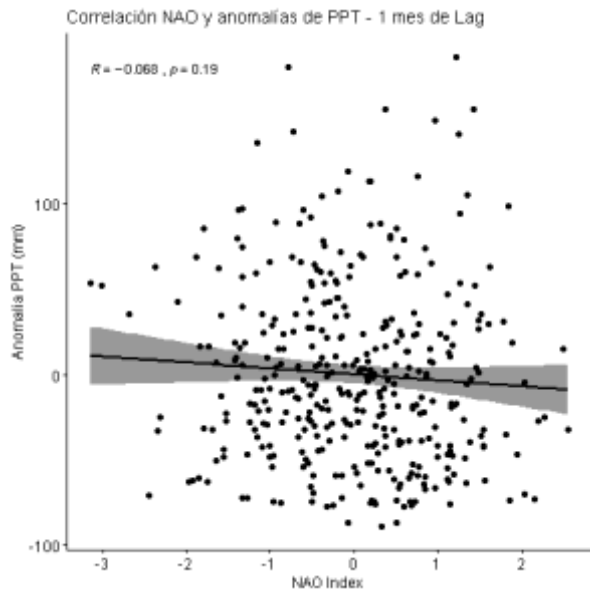
Correlación ONI y anomalías de PPT 5 meses de Lag.

Correlación ONI y anomalías de PPT 6 meses de Lag.

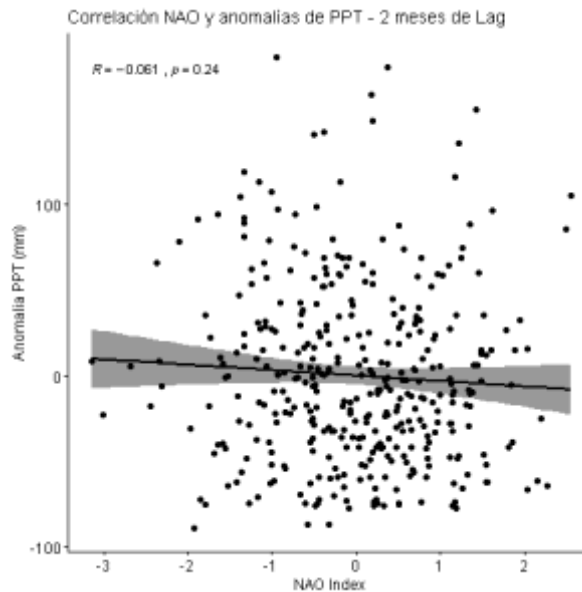
**Figura 27.** Correlación con datos mensuales para ONI con respecto a la anomalía de precipitación 1 a 6 meses de Lag– Estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia.



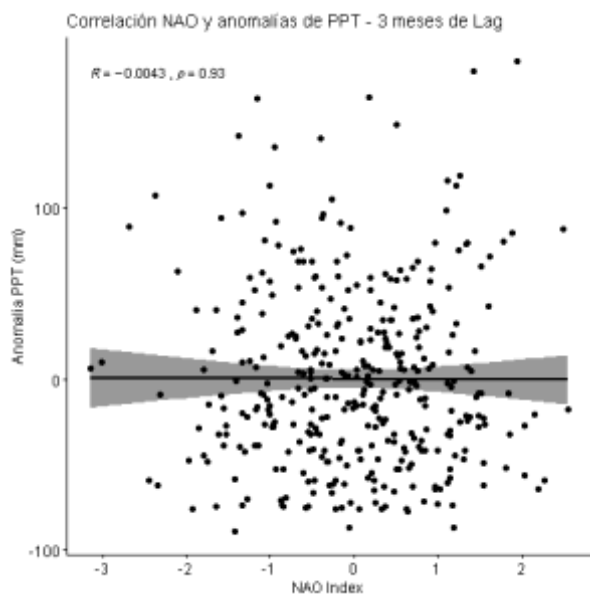
**Figura 28.** Correlación con datos mensuales para NAO con respecto a la anomalía de precipitación sin Lag– Estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia.



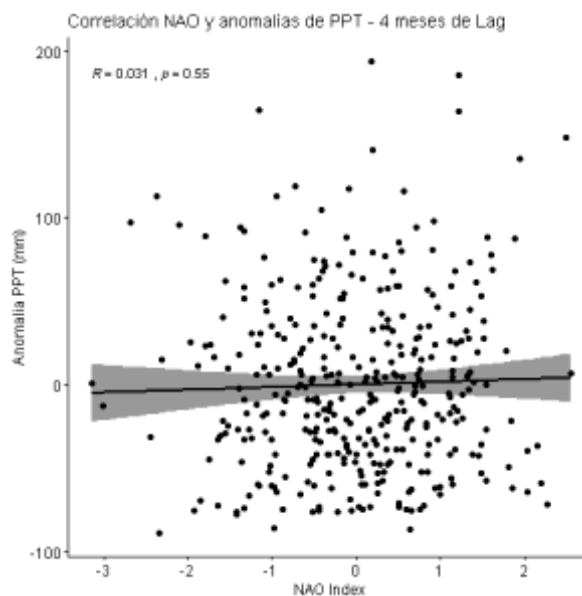
Correlación NAO y anomalías de PPT 1 mes de Lag.



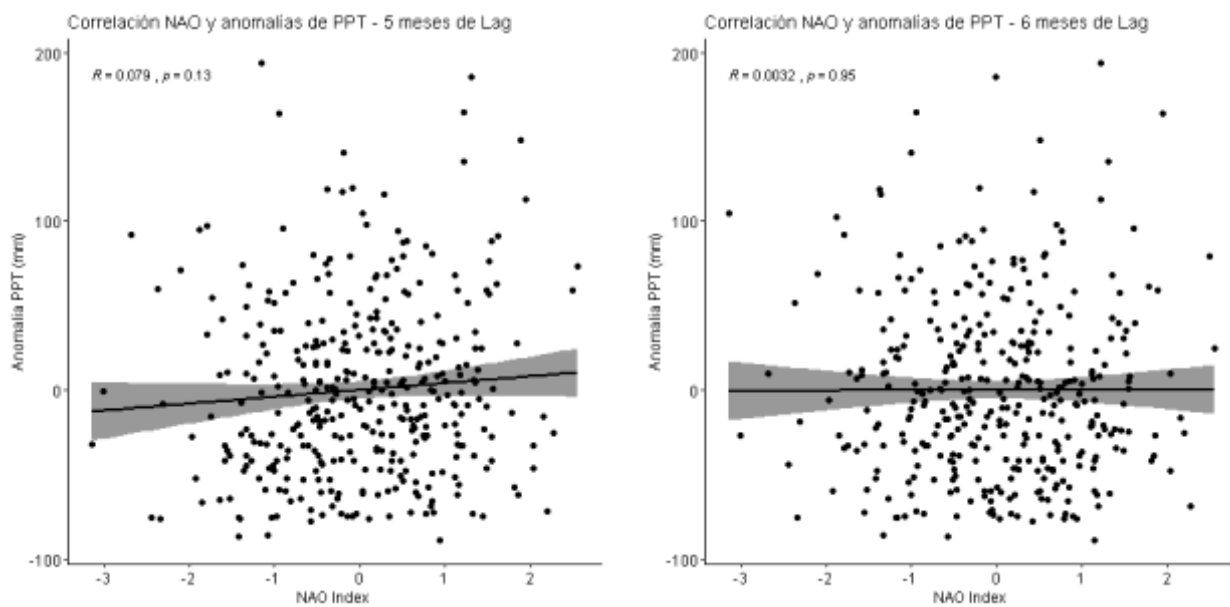
Correlación NAO y anomalías de PPT 2 meses de Lag.



Correlación NAO y anomalías de PPT 3 mes de Lag.



Correlación NAO y anomalías de PPT 4 meses de Lag.



Correlación NAO y anomalías de PPT 5 meses de Lag.

Correlación NAO y anomalías de PPT 6 meses de Lag.

**Figura 29.** Correlación con datos mensuales para NAO con respecto a la anomalía de precipitación 1 a 6 meses de Lag– Estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia.

Los resultados de las correlaciones con anomalías realizados sin retardo y con un retardo en tiempo de hasta seis meses (Lag. 1 al 6) para la variable precipitación, muestran que, tanto para ONI como para NAO no existe una correlación evidente entre las variables. ONI presenta una baja incidencia con respecto a la variable analizada; con respecto al índice NAO los valores de correlación presentan un mayor grado de incidencia entre el índice y la variable, sin embargo, son bajas y no significativa.

### Variable T

Para el análisis de la variable de temperatura "T", se han solicitado los datos de las series históricas recopiladas por el IDEAM para el periodo 1980 – 2010, donde se pueden apreciar las variaciones en el comportamiento de la variable a lo largo del tiempo (Figura 26), donde se presentan datos que se salen de los parámetros considerados como normales, tal es el caso de los

años 1981, 1998, 2003 y 2010 que se alejan de la línea de tendencia por encima de los valores promedio; igualmente, tenemos el caso de los años 1985, 1990 y 1999 para los cuales los registros muestran que la tendencia en la Tx, estuvo por debajo de la media, estos casos antes mencionados ameritan que se realicen análisis que expliquen dicho comportamiento,

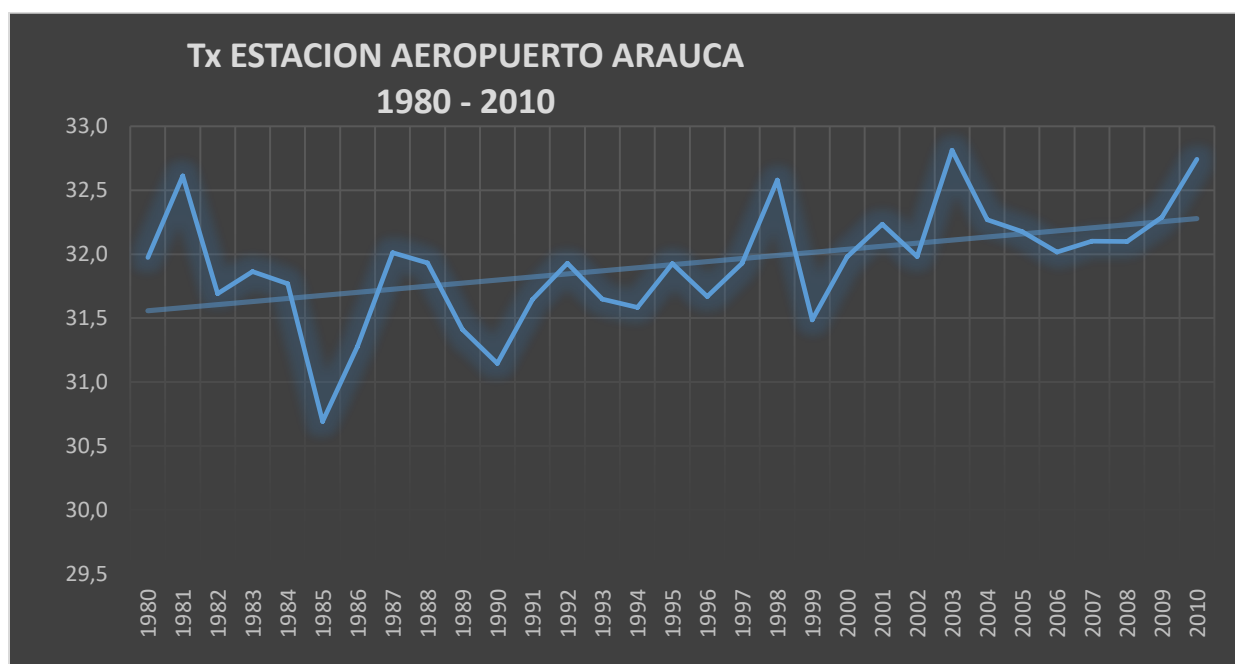
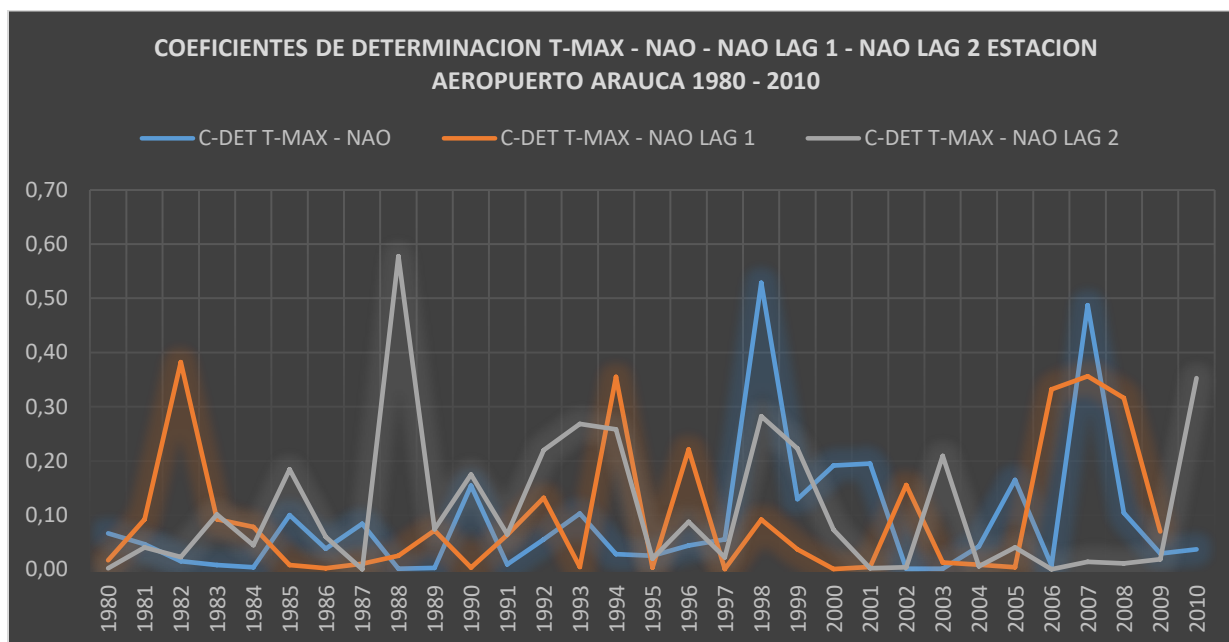


Figura 30. Temperatura periodo 1980 – 2010 Estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia

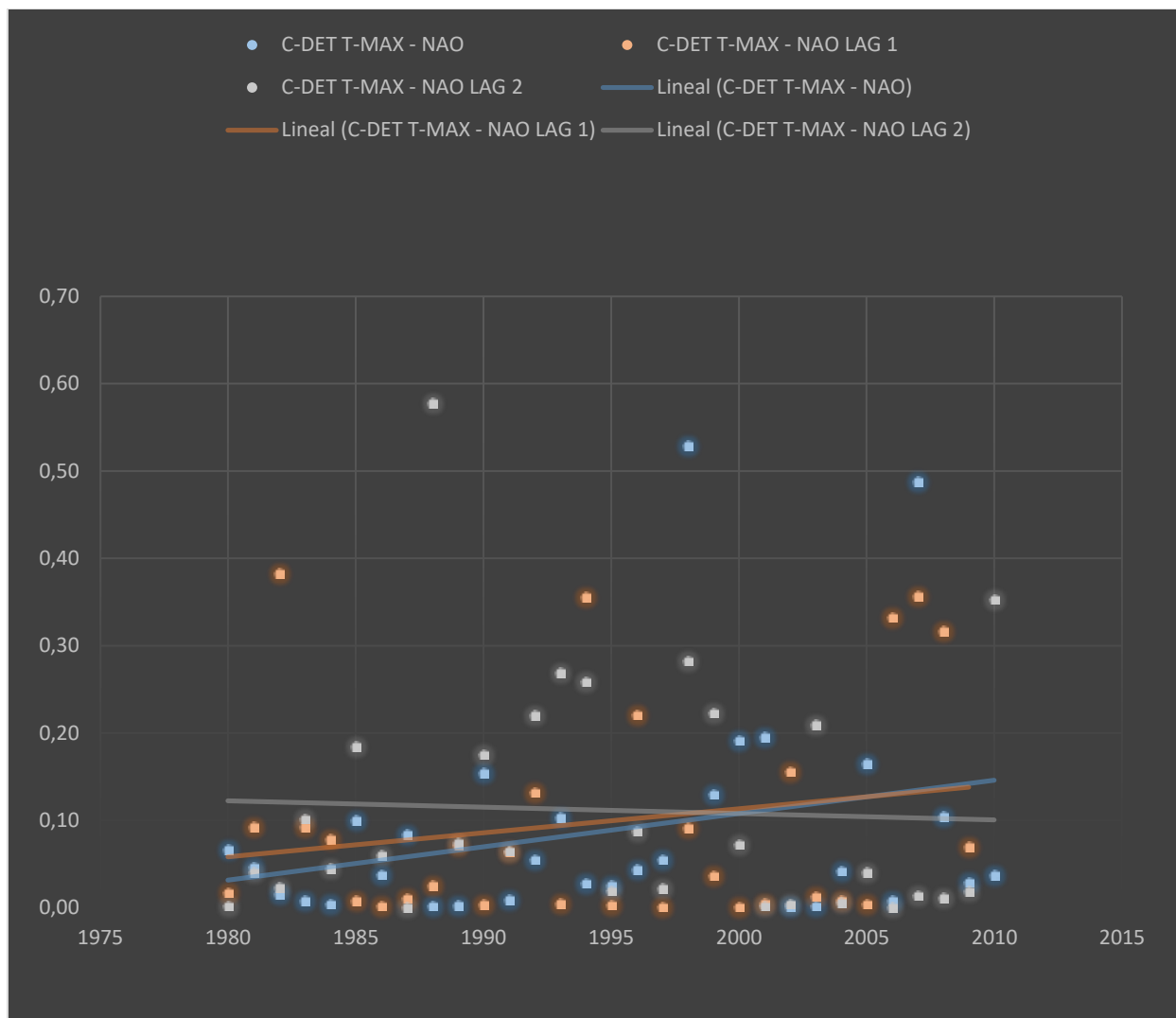
### **Análisis De Correlación Lineal Simple**

En los resultados y el análisis gráfico de las correlaciones realizadas, la correlación entre el índice ONI y la variable de Temperatura Máxima (Tx), presenta un comportamiento no tendencial, con algunos casos donde se podría llegar a pensar que existe una incidencia del índice sobre la variable, sin embargo, el Coeficiente de determinación, arroja resultados no concluyentes para la significancia estadística de los valores sin retardo y con retardo a tres y seis meses, y en algunos casos se presentan altos valores de determinación para los análisis con retardo a seis meses. En otros casos para el retardo a tres meses, en el periodo 1980 – 2010 la determinación no es significativa; lo anterior refleja la baja correlación que existe entre el índice

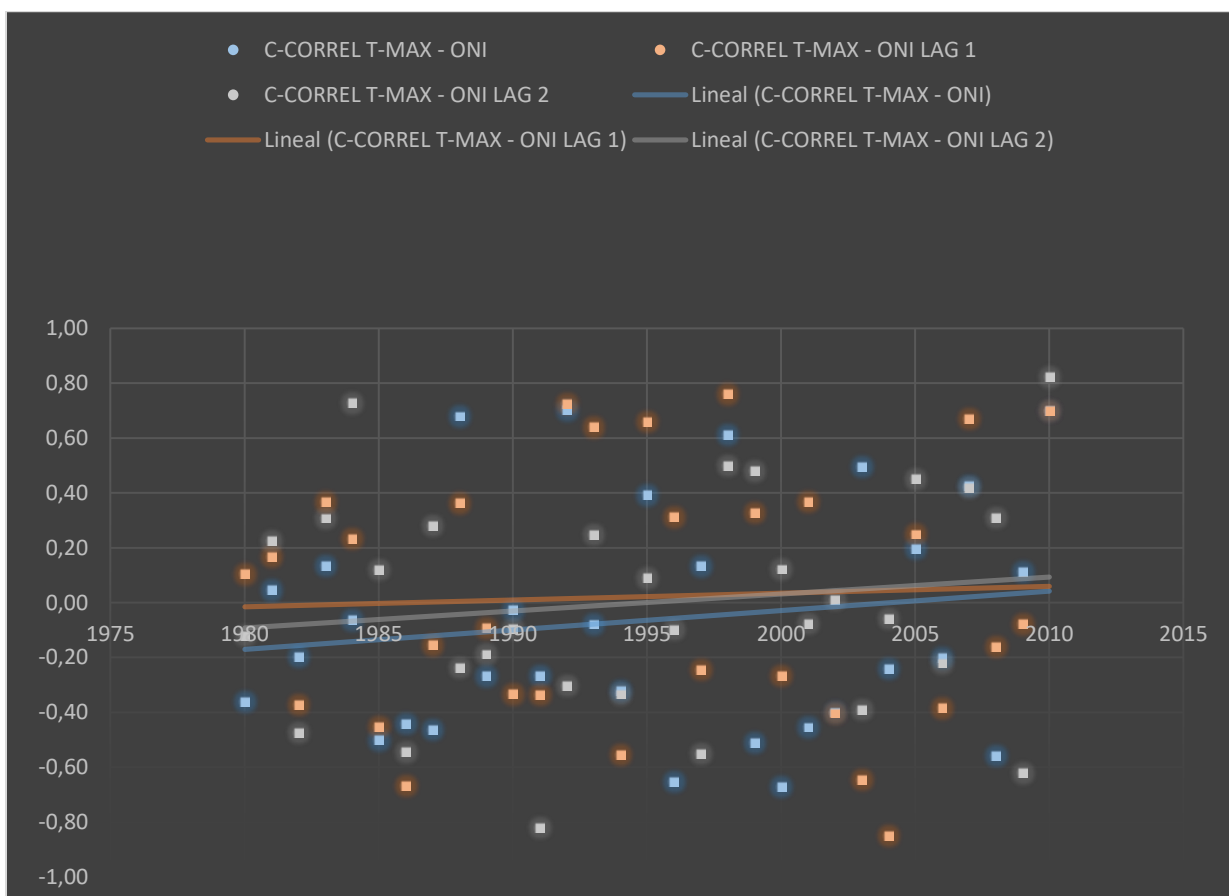
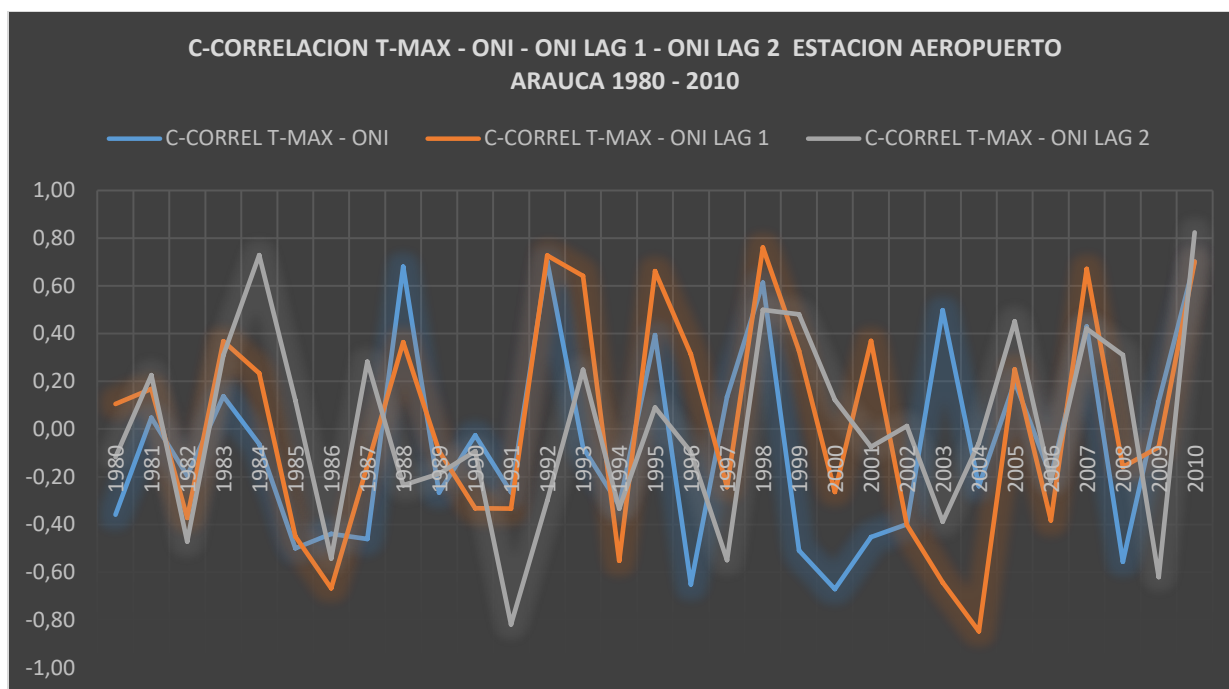
ONI y la Tx. de la estación Aeropuerto Arauca. (Figura 27, 28). Así mismo, las correlacionadas realizadas para NAO con respecto a la variable temperatura (Figura 29, 30), no evidencian un comportamiento tendencial, la significancia estadística es muy baja por lo cual, se puede decir que, este índice no ejerce una influencia significativa sobre la variable temperatura del municipio de Arauca con la cual explicar el comportamiento irregular de esta última para la serie histórica de datos seleccionada para el estudio.



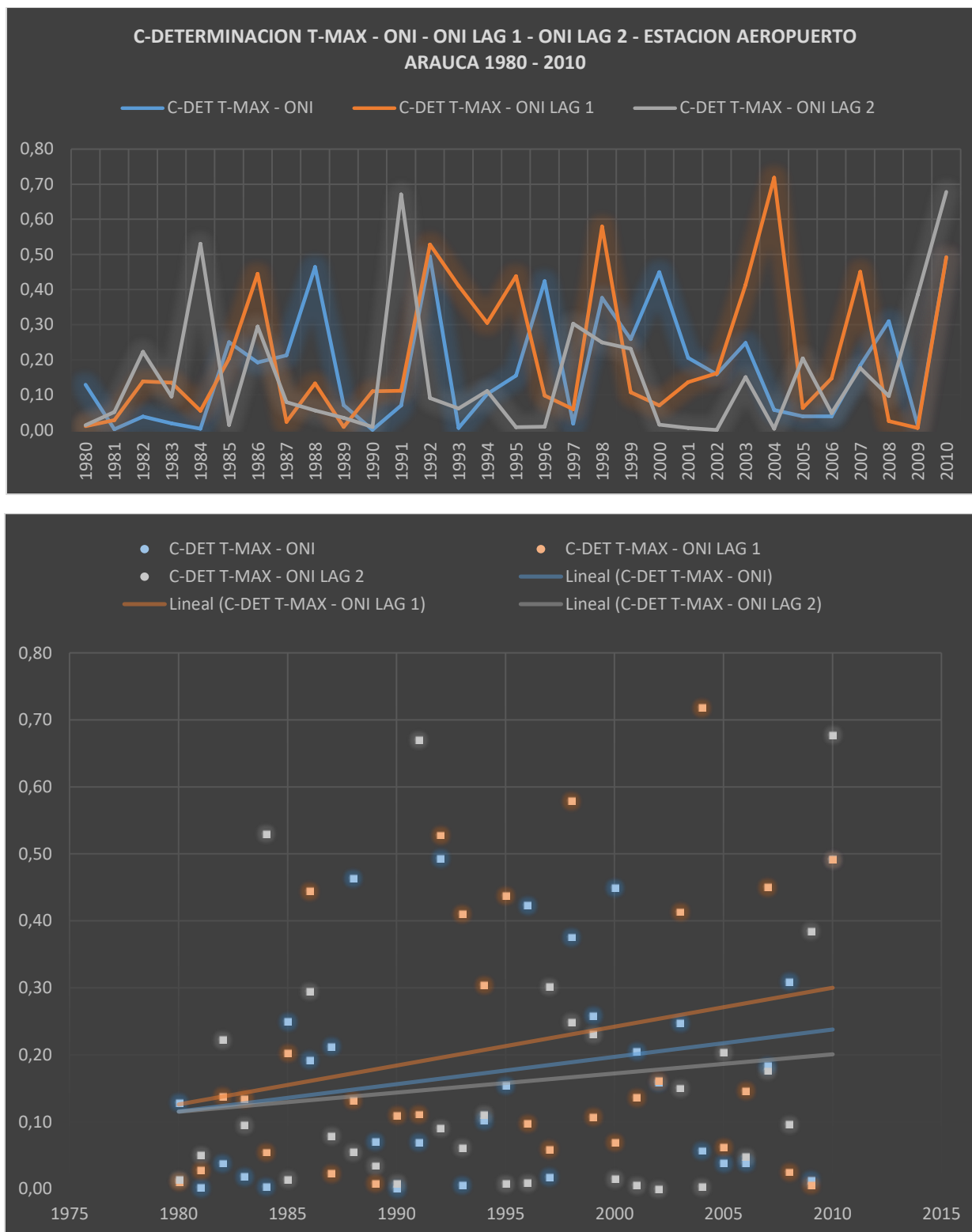
**Figura 31.** Coeficientes De Determinación T-Max - Nao - Nao Lag. 1 - Nao Lag. 2 estación Aeropuerto Arauca 1980 – 2010. Elaboración propia



**Figura 32.** Coeficientes De Determinación T-Max - Nao - Nao Lag 1 - Nao Lag 2 estación Aeropuerto Arauca 1980 – 2010. Elaboración propia



**Figura 33.** C-Correlación T-Max - ONI - ONI Lag 1 - ONI Lag 2 estación Aeropuerto Arauca 1980 – 2010. Elaboración propia

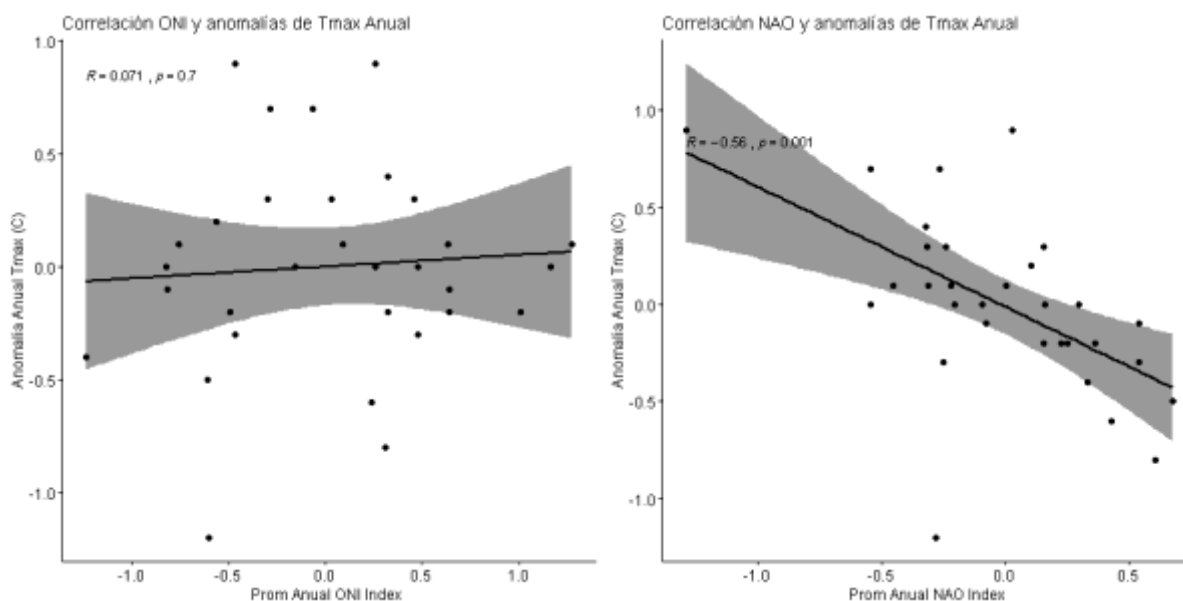


**Figura 34.** C-Determinación T-Max - ONI - ONI Lag 1 - Oni Lag 2 - estación Aeropuerto Arauca 1980 – 2010. Elaboración propia.

### Correlación de Pearson para la variable temperatura

No existe correlación entre el índice NAO con respecto a la Tx, así como, tampoco se identifica un comportamiento tendencial; los valores obtenidos en su mayoría se encuentran entre el rango de 0,5 y -0,5; solo algunos valores se ubican por fuera de este rango y no es siempre sobre la misma línea de tiempo, en unos casos los valores son para el retardo a tres meses y en otros para el análisis sin retardo. Los análisis realizados no son concluyentes y no generan una explicación del comportamiento de las variables en el territorio objeto de estudio.

### 7.3. Análisis de correlación con datos anuales para NAO Y ONI con respecto a la anomalía de temperatura para la estación Aeropuerto Arauca

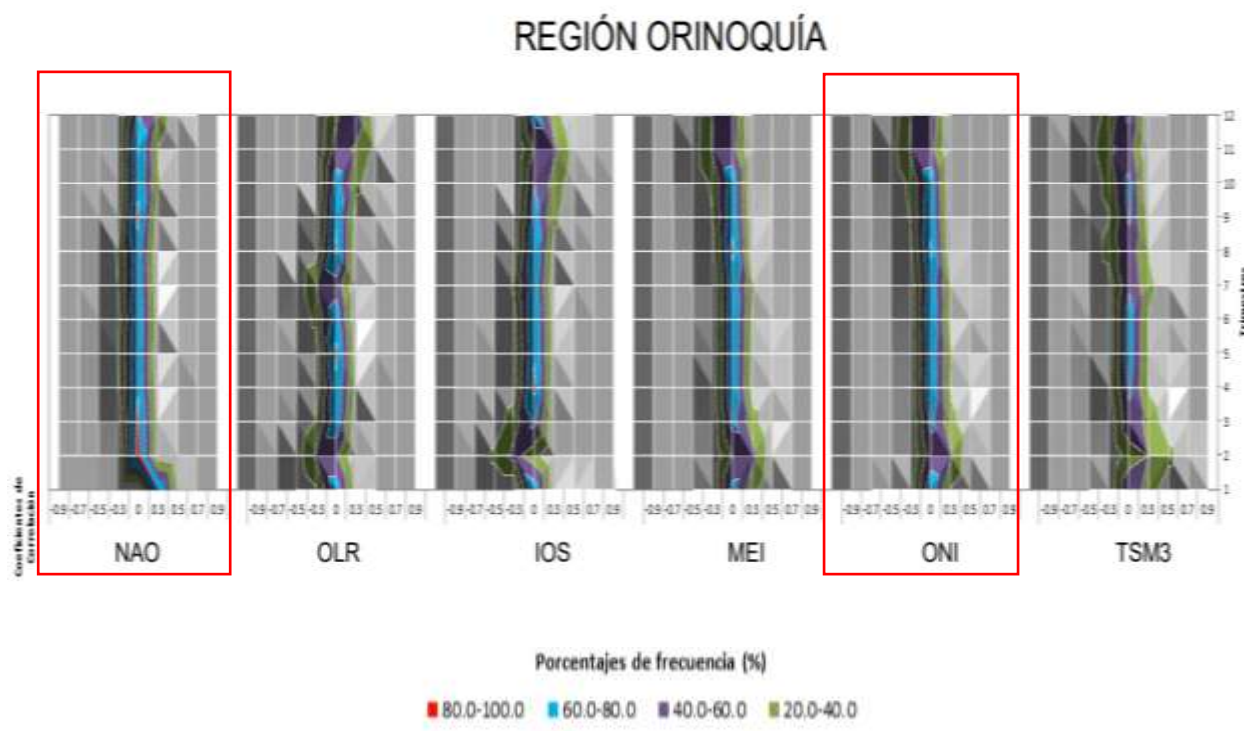


**Figura 35.** Coeficiente de correlación de Pearson con datos anuales para ONI y NAO con respecto a la anomalía de temperatura – Estación Aeropuerto Arauca. Elaboración propia.

El análisis de correlación con respecto a la anomalía de temperatura con datos anuales sin retardo (Figura 31) presenta una correlación negativa para NAO con un p valúe de 0,001, lo que indica que, la variación de la temperatura máxima en el área de estudio es inversa a la variación de las presiones atmosféricas en el Atlántico Norte (NAO), aumentando cuando la NAO es negativa y disminuyendo cuando la NAO es positiva. De igual manera, para el caso del índice ONI existe baja significancia estadística y correlacional entre las variables (ONI y Temperatura), con  $R = -0.071$  y p valúe de 0.7.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que, no existe una incidencia clara en la zona de estudio de la dinámica de los índices NAO y ONI sobre las variables climáticas de Precipitación y Temperatura máxima.

Estos resultados coinciden con las conclusiones presentadas por IDEAM (2009), en el cual los autores obtuvieron correlaciones muy bajas entre los índices ONI y NAO y la precipitación de la región Orinoquía. En la Figura 32 se muestran los resultados obtenidos por el IDEAM (Arango, Dorado, Guzmán & Ruiz, 2014), con respecto a los índices NAO y ONI, los cuales se presentan en color azul, en donde se evidencia una agrupación cercana al punto cero (0) que representa entre el 60 y 80% de los datos, que muestra la baja correlación que tienen estos índices sobre la anomalía de precipitación del área estudiada.



**Figura 36.** Frecuencia de correlación para la región en la Orinoquía.  
Fuente: Arango, Dorado, Guzmán & Ruíz. (2014).

Lo anterior ratifica la baja incidencia identificada en los análisis de correlación (método de Pearson) con anomalías realizado en el presente estudio y que, comparado con el comportamiento de las variables y los valores obtenidos determinan la baja o casi nula incidencia en el territorio que ejercen los índices NAO y ONI sobre las variables climáticas precipitación y temperatura.

De la misma manera Montealegre-Bocanegra (2007), encontró que la señal del Niño es imperceptible durante las temporadas secas y lluviosas de la Orinoquía.

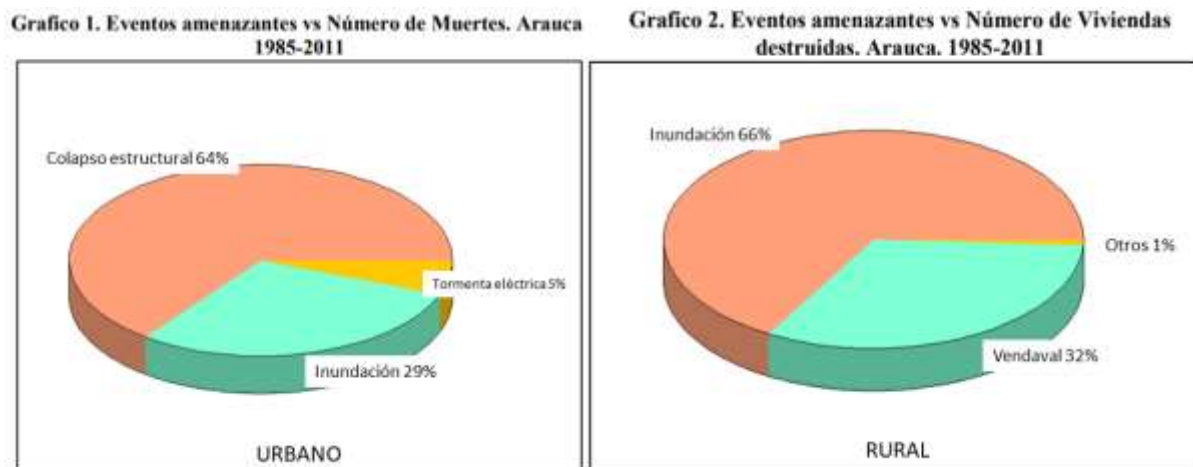
En posteriores estudios es necesario incluir otras variables climáticas e Índices océano atmosféricos como el Índice de Oscilación del Sur – IOS, Índice Multivariado del ENSO – MEI, Oscilación Cuasibienal U30 – QBO-30, entre otros, que permitan identificar otros factores que inciden sobre la climatología del territorio objeto de estudio, de igual manera incluir otras

estaciones ubicadas en el territorio y de esta manera generar la validación de los resultados obtenidos en el presente estudio.

## 8. DISCUSIÓN

Los estudios realizados por diversas entidades del orden nacional e internacional apuntan a que, efectivamente se están presentando alteraciones significativas en las condiciones hidrológicas del planeta, las cuales están generando distorsiones en las condiciones normales de las actividades de desarrollo humano, igualmente, generan situaciones de riesgo por cambio en las condiciones ecosistémicas del territorio manifestándose en inundaciones, aumento y disminución de la precipitación y los rangos de temperatura (Alarcón Hincapié, J.C. 2017).

La zona de estudio no es ajena a esta realidad, es evidente que, en el municipio de Arauca, se presentan alteraciones de las condiciones normales de las diversas variables climatológicas las cuales se ven reflejadas en el aumento de situaciones de riesgo en el territorio (figura 33).



**Figura 37.** Eventos amenazantes en el municipio de Arauca 1985 – 2011 (Tomado de Trujillo Cuellar, Viviana (2014)

Las inundaciones recurrentes en el municipio de Puerto Rondón (Figura 34) donde se observan las afectaciones debido a las fuertes lluvias que ocasionaron el cierre temporal de la pista del Aeropuerto, igualmente, las afectaciones sobre la infraestructura vial y de contención e

inundaciones en el municipio de Arauca (Figura 36), que se suma a la pérdida de zonas de cultivos del sector rural (Figura 37); todas estas afectaciones se ven potenciadas por la ubicación



del casco urbano del municipio de Arauca, el cual se encuentra sobre la margen de desbordamiento del río Arauca, más específicamente en un meandro del mismo como se puede apreciar en la figura 35.

Figura 34. Inundaciones en el Aeropuerto de Puerto Rondón	Figura 35. Ubicación del Casco Urbano del municipio de Arauca con respecto al río Arauca
	
Figura 36. Afectaciones de la infraestructura por desbordamiento del río Arauca	Figura 37. Afectación de cultivos por desbordamiento del río Arauca.

Figura 38. Inundaciones en el Aeropuerto de Puerto Rondón. Portal Araucano, (2011).

Figura 39. Ubicación del Casco Urbano del municipio de Arauca con respecto al río Arauca. Meridiano 70, (2008).

Figura 40. Afectaciones de la infraestructura por desbordamiento del río Arauca. La Voz del Cinaruco, (2017).

Figura 41. Afectación de cultivos por desbordamiento del río Arauca. News Radio, (2018).

Las causas de estas afectaciones pueden ser atribuidas en gran parte al índice ONI por la influencia que este tiene en el comportamiento de los niveles de los ríos del departamento de Arauca; dado que la zona del nacimiento de los mismos se encuentra en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Santander donde la influencia de los fenómenos Niña y Niño han sido ampliamente estudiados, y sobre los cuales se conoce su comportamiento como lo describen los autores de diversos estudios mencionados en el presente trabajo.

Los resultados aquí presentados muestran la baja o casi nula influencia sobre la zona de estudio, de fenómenos globales como ONI o NAO. Se debe tener en cuenta que el Índice

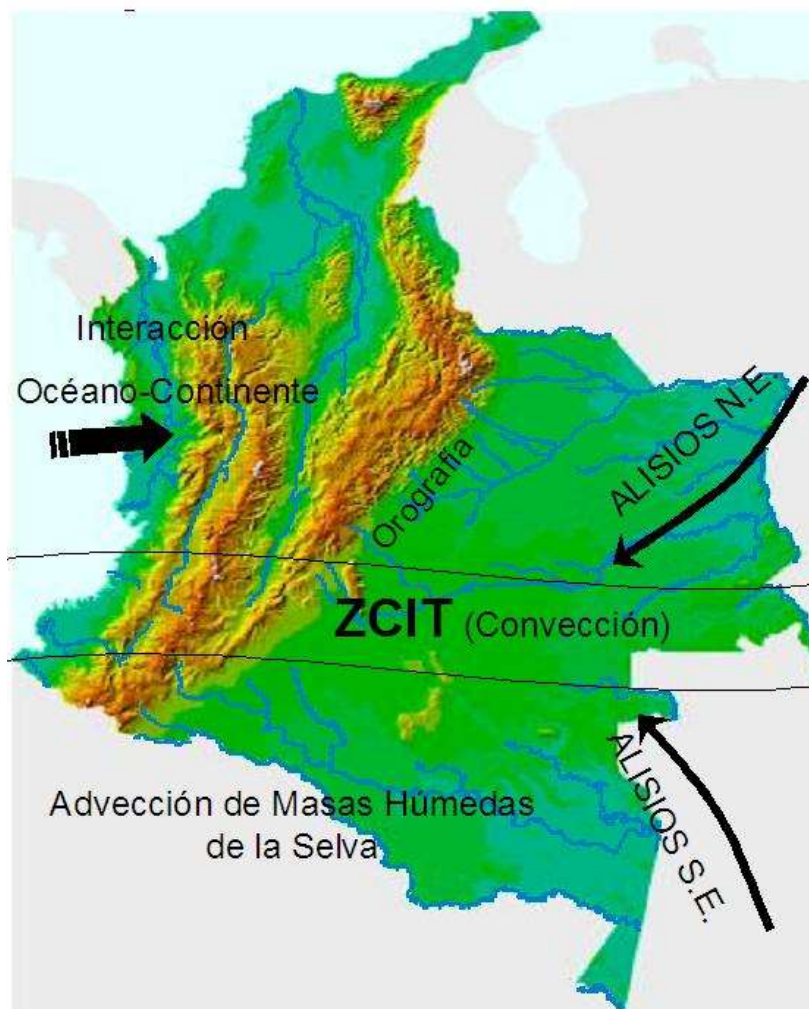
Oceánico Niño (ONI) se presenta sobre el océano Pacífico y su mayor influencia es ejercida sobre la zona costera del pacífico sur y la zona Andina para el caso Colombia, donde un factor que influye de manera considerable sobre el comportamiento de la precipitación sobre la región orinocense está relacionado con la posición geográfica de Colombia, que la sitúa bajo la influencia de los alisios del noroeste y sureste, los cuales son vientos de la baja troposfera y que confluyen en la denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) que favorecen el desarrollo de nubosidad y lluvias (Pacheco, Y., & León-Aristizábal, G. (2001)). Del mismo modo la Oscilación del Atlántico Norte, ejerce su mayor influencia sobre el hemisferio Norte; y que para el caso de la Orinoquía encuentra una barrera natural en la cordillera de los Andes que bordea la zona costera de Venezuela y que aparentemente sirve como reguladora de fenómenos atmosféricos, limitando el paso de los vientos y la incidencia de los mismos sobre las variables precipitación y temperatura en la zona de estudio (figura 38), ubicado sobre la franja ecuatorial donde se determina la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que presenta características atmosféricas particulares como masas de aire cálido y húmedo provenientes tanto del norte como del sur del continente sudamericano y que influyen en el territorio según sea la época del año (Pacheco, Y., & León-Aristizábal, G. (2001)).



Figura 42. Ubicación de Arauca con respecto a la cordillera de los Andes y la influencia de los vientos alisios. Adaptado de Google Maps, (2019).

Montealegre J., & Pabón., J. (2000)., mencionan que la ZCIT está ligada a la dinámica de la TSM (temperatura superficial del mar), y que a medida que se genera el calentamiento del Atlántico Sur, la ZCIT se mantiene más al Sur de la posición normal (figura 39), generando excesos de lluvias en el Nordeste de Sudamérica; del mismo modo manifiestan que el calentamiento del Atlántico Norte mantiene la ZCIT más al norte de lo normal lo que ocasiona

incremento de las sequías. Manifiestan que cuando el Atlántico Norte es cálido y el Atlántico Sur se encuentra frío esto produce un reforzamiento de la ZCIT lo que provoca sequías de mayor intensidad.



**Figura 43.** Ubicación de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) sobre el territorio colombiano. Grandes Reportajes y Crónicas (2008).

A pesar de que Poveda (2004) indica que ONI incide sobre la climatología de la región de la Orinoquia, los resultados del presente estudio muestran que dicha incidencia no es permanente, y que además no se evidencian patrones de comportamiento anormales al sistema monomodal de climatología predominante de la región. Sin embargo, cabe destacar que tanto

NAO como ONI en el estudio de correlación presentan algunos periodos en los cuales ejercen incidencia sobre el comportamiento de la precipitación y la temperatura del departamento de Arauca sin llegar a ser determinantes.

Las variaciones de temperatura en el periodo analizado (1980 – 2010), no se alejan de manera considerable del rango establecido como normal (24 – 28°C), donde las gráficas indican una oscilación permanente pero estable a lo largo del tiempo.

Pese a evidenciar los efectos de la presencia de los fenómenos de Niño y Niña en el territorio Colombiano, para la región objeto de estudio no es clara la incidencia de los mismos sobre el comportamiento de las variables estudiadas (PPT y Tx), y por lo tanto la incidencia de las anomalías estudiadas no se podría tomar como factores determinantes en el comportamiento de las mismas; como se plantea por Arango, C., Dorado, J., Guzmán, D., & Ruíz, J. F. (2014)., al presentarse un evento El Niño, se pueden observar disminuciones en la precipitación con cambios entre ligeros y moderados en sectores de las regiones Caribe y Andina. Al mismo tiempo en las regiones Orinoquia y Amazonía se pueden presentar valores normales, lo cual está en concordancia con los análisis realizados para el municipio de Arauca.

En el trabajo realizado por Montealegre-Bocanegra, J. E. (2014), se identifican los efectos del fenómeno de La Niña para los años 1989, 1998 al 2000 y que se traducen como los excedentes de las precipitaciones registradas durante la presencia del evento, analizados para las regiones Andina, Caribe y Pacífica. El documento indica que hubo excedentes de precipitación en las regiones Andina y Caribe, mientras que, en la Orinoquia, la Amazonia y la región Pacífica, no se percibe la señal del evento frío, en este tiempo los registros pluviométricos se mantuvieron dentro de los valores normales. En este mismo periodo de la segunda temporada lluviosa de presencia del fenómeno, en la región andina se tuvieron impactos significativos por los altos

registros de precipitación, sin embargo, no se registran anomalías de carácter severo; mientras que en la segunda temporada seca se presentaron anomalías de carácter severo y concentrados en la parte media y occidental de la región andina. En este evento en la Orinoquía y Amazonia, La Niña es imperceptible y el comportamiento de la precipitación se enmarca en los parámetros considerados como normales.

Con respecto al fenómeno del Niño, el trabajo realizado por Poveda, et al. (2002) presenta los efectos sobre los patrones de la precipitación y pone de manifiesto el déficit en los volúmenes de precipitación acumulados durante la presencia del fenómeno en las regiones Andina, Caribe y Orinoquía. Sin embargo, se presenta una mayor presencia de lluvias por sobre los parámetros normales en el sur de la región Pacífica, en la vertiente oriental de la cordillera oriental y algunos sectores de la Amazonia. Lo anterior evidencia que entre los efectos del fenómeno El Niño en el territorio colombiano, se presenta alteración en los rendimientos hídricos donde en algunas zonas de las regiones Andina, Caribe, Pacífica se presenta déficit del recurso; para el departamento de Arauca se presenta un excedente del mismo; de la misma forma presenta los efectos sobre la oferta hídrica determinando que en presencia del fenómeno, para parte el departamento de Arauca especialmente en un buen porcentaje del municipio de Arauca, se presenta una oferta normal o ligeramente deficitaria. Lo anterior evidencia los resultados obtenidos en el estudio donde se determinó que la incidencia del Índice Oceánico Niño ONI, no es clara y presenta situaciones contrarias para la región del municipio de Arauca en comparación con los efectos sobre otras áreas del territorio nacional como la región Andina.

Domínguez, Camilo A. (1975), manifiesta que las anomalías positivas de la TSM en el océano Pacífico ecuatorial son de mayor cuantía que en el Atlántico Norte, donde este fenómeno ocurre con un desfase de tiempo o retardo de entre 2 a 5 meses después que en el océano

Pacífico. De igual manera, manifiesta que la correlación entre la TSM del Pacífico y el Atlántico Sur es muy débil comparada con la del Atlántico Norte y se presentan relaciones de la siguiente manera:

Cuando el ENOS presenta etapa cálida (Pacífico central) al océano Atlántico Norte aumenta la temperatura en  $1^{\circ}\text{C}$ , lo cual no es sincrónico, genera un retardo de 2 a 5 meses. Mientras que el Atlántico Sur presenta condiciones de normalidad. En contraste cuando el ENOS se encuentra en etapa fría, el Atlántico Norte presenta una anomalía negativa de  $0,8^{\circ}\text{C}$  en el 1er semestre del segundo año del fenómeno.

IDEAM, (2017) pone de manifiesto que la temperatura está directamente afectada o influenciada por factores que modifican su comportamiento como la altitud, ubicación geográfica, corrientes y masas de aire, con lo cual se ratifica la postulación planteada anteriormente sobre la cual la cordillera de los Andes representa una barrera natural que limita la influencia de NAO y ONI sobre la región objeto de estudio (Municipio de Arauca ubicado en los llanos Orientales colombianos).

## 9. CONCLUSIONES

El estudio realizó el análisis de tres escenarios de tiempo con retardo con lo cual se estableció que, NAO y ONI no presentan incidencia significativa como factor determinante del comportamiento de las variables precipitación y temperatura en el municipio de Arauca.

Los resultados del estudio muestran que, la incidencia de NAO y ONI sobre la PPT y T no son factores condicionantes del clima de esta región, con lo cual se pone de manifiesto que pueden existir otros fenómenos y/o anomalías atmosféricas que ejercen influencia significativa sobre el territorio estudiado como los vientos Alisios del sureste y posibles microclimas amazónicos y las alteraciones de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) lo ponen de manifiesto diferentes estudios desarrollados por Poveda et al., (2002)., Poveda, G., Gil, M. M., & Quiceno, N. (1998)., Pacheco, Y., & León-Aristizábal, G. (2001)., entre otros.

Se puede inferir que la cordillera de los Andes actúa como barrera natural que impide la incidencia directa de los eventos Niño y Niña; sin embargo, se evidencia influencia de estos sobre el territorio estudiado, sin llegar a ser factores determinantes en el comportamiento de las variables precipitación y temperatura. En el caso NAO, se aprecia la baja incidencia que esta oscilación océano atmosférica presenta en las variables atmosféricas estudiadas (PPT – T).

## 10. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios que abarquen otras variables atmosféricas que interactúen con la PPT y T, como humedad, presión, vientos, radiación solar, evaporación y otros posibles factores que modifican y/o alteran el estado del tiempo y definen el comportamiento del clima en la región, igualmente, con otros índices atmosféricos como el Índice de Oscilación del Sur (SOI), la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), Oscilación de Madden y Julián (MJO), Anomalías de precipitación en el noreste de Brasil (BRAS), entre otros, que permitan validar los resultados obtenidos o refutarlos.

El estudio debe complementarse con el análisis del comportamiento de los niveles de los ríos y las cuencas hidrográficas asociadas al departamento de Arauca, estableciendo el efecto real de las anomalías estudiadas inicialmente.

Para una mayor comprensión y análisis es necesario incluir otros sistemas y/o herramientas de procesamiento de datos (R/R-Studio) que, permitan establecer desde otra óptica, el comportamiento de las variables y la incidencia que las anomalías atmosféricas estudiadas presentan sobre el territorio.

Se deben destinar recursos para la financiación de estudios que permitan identificar el comportamiento de las condiciones climatológicas del departamento de Arauca y que sirvan como base de la planificación en la utilización del territorio, para determinar el diseño y puesta en marcha de programas de adaptación del cambio climático y, para el establecimiento de programas de monitoreo y gestión del riesgo.

## REFERENCIAS

- Alarcón Hincapié, J. C. (2017). El cambio climático como factor transformador del territorio (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá).
- Alcaldía de Arauca (2014). *Diagnostico Físico-Biótico: Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Arauca*.
- Álzate, D. F. (2014). Señales de cambio y de variabilidad climática en las Cuencas de los Ríos Zulia y Pamplonita e identificación de medidas de adaptación potenciales (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría, Magíster en Ingeniería Ambiental. Universidad de Pamplona. Pamplona).
- Álzate, D., Rojas, E., Mosquera, J., & Ramón, J. (2015). Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos Zulia y pamplonita, norte de Santander–Colombia. *Revista Luna Azul*, (40).
- Arango, C., Dorado, J., Guzmán, D., & Ruíz, J. F. (2014). Variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada al Ciclo El Niño, la Niña-Oscilación del Sur (ENSO). IDEAM. Disponible desde Internet en: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/2456> (con acceso 20/10/2014).
- Banco Interamericano de Desarrollo (2015). *Modelos climáticos*. Recuperado de: <https://sector.iadb.org/es/adaptacion/pages/modelos-clim%C3%A1ticos>.
- Bernal, N., Correa, R., y Rangel, E. (2010). Homogenización de series de tiempo mensuales de precipitación. IX Congreso Colombiano de Meteorología. Bogotá D.C., Colombia. 23 – 25 Mar.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá, Colombia: Pearson.

- Bernal, G., Poveda, G., Roldán, P., & Andrade, C. (2006). Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa Caribe colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 30(115), 195-208.
- Castro, M. (2007). *Los modelos climáticos globales [Conferencia]*. Universidad de Cantabria, Toledo, España.
- Cepeda Arias, E. R. (2010). *Recopilación histórica y análisis climatológico de eventos de granizada ocurridos sobre Bogotá y su relación con el cambio climático global/Historical data collection and climatological analysis of hailstorms events occurring over Bogota and its relation to global climate change* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). P.50
- Colciencias, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], Programa Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Departamento Nacional de Planeación [DNP], Cancillería & Observatorio de Ciencia y Tecnología (2016). *Cienciometría del cambio climático en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Alen Impresores
- Consejo Nacional de Política Económica y Social ([CONPES], 2011). *Documento Conpes 3700: Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE], (2019). Información estadística. Arauca. Indicadores demográficos 2005 – 2020. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>

Departamento Nacional de Planeación [DNP], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD] (2012). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: Reduciendo los impactos del clima en el desarrollo de Colombia*. Gobierno de la República de Colombia. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/1.\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Adaptacion\\_al\\_Cambio\\_Climatico.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/1._Plan_Nacional_de_Adaptacion_al_Cambio_Climatico.pdf)

Domínguez, Camilo A. (1975). El clima amazónico y su influencia sobre el régimen hidrográfico y la utilización de suelos. Recuperado de <http://biblioteca.icanh.gov.co/DOCS/MARC/texto/REV-0915V19a-11.pdf>

Fernández García, F. & Rasilla, D. (2000). La oscilación del Atlántico Norte: Origen, características e impactos climáticos. *Estudios Geográficos*, 61, 377 – 389.

García, M. C., Botero, A. P., Quiroga, F. A. B., & Robles, E. A. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (36), 60 - 64.

Grandes Reportajes y Crónicas, (2008). En Colombia se está cumpliendo la filosofía de Maquiavelo: ¡divide y reinarás! Recuperado de: <http://bersoareportajes.blogspot.com/2008/05/en-colombia-se-est-cumpliendo-la.html>

Gobernación de Arauca (2007). *Plan de Ordenamiento Territorial*.

Gobernación de Arauca (2016). *Plan de desarrollo departamental de Arauca “Humanizando El Desarrollo” 2016 – 2019*. Recuperado de: [http://www.arauca.gov.co/images/plandesarrollo/libro\\_ordenanza\\_pdd2016-2019.pdf](http://www.arauca.gov.co/images/plandesarrollo/libro_ordenanza_pdd2016-2019.pdf)

Google Maps, (2019). Cordillera Central. Recuperado de:

<https://www.google.com.co/maps/place/Cordillera+Central/@3.4304873,-75.2156025,2397470m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e47393655606cf9:0x94205d8f92a9caf6!8m2!3d4.85!4d-75.8?hl=es-419>

Harvey, D., Gregory, J., Hoffert, M., Jain, A., Lal, M., Leemans, R., ... & De Wolde, J. (1997).

*Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC.* Organización Mundial de las Naciones Unidas: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. *Metodología de la investigación*, 76-89.

Índice Multivariado ENSO (2013). En Informes Anuales XM. Recuperado de

<http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/2-9-Anex-Indice-multivariado-ENSO.aspx>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales ([IDEAM], 2017). Manual El Medio Ambiente en Colombia. Recuperado de <https://www.todacolombia.com/geografia-colombia/clima-colombiano.html>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales ([IDEAM], 2019). Catalogo Estaciones IDEAM. Recuperado de: <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Catalogo-Estaciones-IDEAM/n6vw-vkfe>

Intergovernmental Panel on Climate Change ([IPCC], 2014): *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad.* Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.

- Jaramillo-Robledo, Á., Arcila-Pulgarín, J., & Centro, A. (2009). Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de El Niño y su efecto en la caficultura. *Fondo Nacional del Café, Avances Técnicos Cenicafé*.
- Kholostyakov, R. (2010). Estudio sobre la variabilidad de la temperatura superficial del Mar en el Caribe colombiano. Nota técnica del Ideam, Bogotá, Colombia.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B & Rubel., F. (2006). Mapa mundial de la clasificación climática de Köppen-Geiger actualizada. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259 – 263
- La Voz del Cinaruco, (2017). Se reventó el dique perimetral en zona rural de Arauca. Recuperado de: <https://www.lavozdelcinaruco.com/16952-se-revento-el-dique-perimetral-en-zona-rural-de-arauca#.XRzHY-hKjIU>
- Ley 99 de 1993. Diario oficial de la República de Colombia. Bogotá, D.C., 22 de diciembre de 1993.
- Ley 164 de 1994. Diario Oficial de la República de Colombia. No. 41.575, del 28 de octubre de 1994.
- López, J.F. (2019). Coeficiente de determinación ( $r$  cuadrado). Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>
- Lozano-Rivas, W. A. (2018). *Clima, hidrología y meteorología*. Bogotá, D.C., Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
- Martínez, A. (2010). *Clima Colombiano – Factores Atmosféricos del Clima*. Recuperado de: <https://www.todacolombia.com/geografia-colombia/clima-colombiano.html>
- Melo-Franco, J. Y., Ruiz-Murcia, J. F., Pabón-Caicedo, J. D., Sánchez-Rodríguez, I. C. & Guzmán-Lugo, D. M. (2018). *Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia*.

- Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM; Universidad Nacional de Colombia – UNAL.
- Meridiano 70, (2018). Población civil del municipio de Arauca está en riesgo: Defensoría de Arauca. Recuperado de: <https://meridiano70.co/poblacion-riesgo-defensoria-arauca/>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible ([MinAmbiente], s.f.). *Tesaurus ambiental para Colombia*. Recuperado de: [http://buritaca.invemar.org.co/siam/tesauro\\_ambiental/naveg.htm](http://buritaca.invemar.org.co/siam/tesauro_ambiental/naveg.htm)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ([MinAmbiente], 2017). Política nacional de cambio climático. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica\\_Nacional\\_de\\_Cambio\\_Climatico\\_-\\_PNCC\\_/PNCC\\_Políticas\\_Publicas\\_LIBRO\\_Final\\_Web\\_01.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Políticas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf)
- Montealegre J., & Pabón., J. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. *Meteorol. Colomb.* 2, 7 – 21
- Montealegre-Bocanegra, J. E. (2007). *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM-Subdirección de Meteorología.
- Montealegre, J. (2009). *Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. Disponible desde Internet en: http://institucional.ideam.gov.co/jsp/812 (con acceso 01/11/2014).*

Montealegre-Bocanegra, J. E. (2012). *Análisis de la variabilidad climática interanual (El Niño y La Niña) en la Región Capital, Bogotá Cundinamarca*. Bogotá, Colombia: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Montealegre-Bocanegra, J. E. (2014). *Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM-Subdirección de Meteorología

Murillo, (2008). La Investigación Científica. Recuperado de:  
<http://www.monografias.com/trabajos7/inci/inci.shtml>

National Weather Service (2011). Climate Prediction Center. Recuperado de:  
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>

National Weather Service (2015). Climate Prediction Center. Recuperado de:  
[http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v4.shtml](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v4.shtml)

News Radio, (2018). Se desbordó el río Culebrero en Tame perdidas incalculables. Recuperado de: <https://newsradio.com.co/2018/03/se-desbordo-el-rio-culebrero-en-tame-perdidas-incalculable/>

Organización de las Naciones Unidas ([ONU], 1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de:  
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Osborn, T. O. (2011). *Temperaturas del invierno 2009/2010 y un índice de oscilación del Atlántico norte sin precedentes*. En Royal Meteorological Society, 66, 19 - 21  
Recuperado de: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wea.660>

- Pabón, D. (1997). Técnicas agrometeorológicas en la agricultura operativa de América Latina. *Paipa, Colombia. Organización Meteorológica Mundial*, 99-103.
- Pacheco, Y., & León-Aristizábal, G. (2001). Clasificación climática de la Orinoquia Colombiana a partir de los patrones de circulación atmosférica. En *Meteorología Colombiana*, 4, 117 – 120
- Peiro Ucha, A. (2015). *Coeficiente de Correlación Lineal*. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/coeficiente-de-correlacion-lineal.html>
- Pinilla, M.C. & Pinzón, C. (2012). *Influencia Del Ciclo ENOS sobre la precipitación en los municipios de Betulia, San Vicente de Chucurí, Zapatoca y Girón, Departamento De Santander, Colombia*. Colombia: Grupo técnico Convenio Fundación Natura e ISAGEN E.S.P.
- Portal Araucano, (2011). Inundaciones en Puerto Rondón. Recuperado de: [https://www.google.com.co/search?q=inundaciones+en+arauca&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjCl4n5hZnjAhVFs1kKHc-qCoYQ\\_AUIECgB&biw=1707&bih=781#imgrc=kWWGJJKF9VRxkM:](https://www.google.com.co/search?q=inundaciones+en+arauca&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjCl4n5hZnjAhVFs1kKHc-qCoYQ_AUIECgB&biw=1707&bih=781#imgrc=kWWGJJKF9VRxkM:)
- Poveda, G., Gil, M. M., & Quiceno, N. (1998). El ciclo anual de la hidrología de Colombia en relación con el ENSO y la NAO. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 27(3), 721 – 731.
- Poveda, G., Vélez, J., Mesa, O., Hoyos, C., Mejía, J. F., Barco, O. & Correa, P. L. (2002). Influencia De Los Fenómenos Macroclimáticos Sobre El Ciclo Anual De La Hidrología Colombiana: Cuantificación Lineal Y Percentiles Probabilísticos. En *Meteorología Colombiana*, 4, 117 – 120

- Poveda, G. (2004) La hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diaria. En *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 28 (107), 201 – 222
- Price, P. C., Jhangiani, R., & Chiang, I. C. A. (2015). *Research methods in psychology*. U.S.A.: BCCampus.
- Puertas-Orozco, O. L., & Carvajal-Escobar, Y. (2008). Incidence of El Niño southern oscillation in the precipitation and the temperature of the air in Colombia, using Climate Explorer. *Ingeniería y Desarrollo*, (23), 104-118.
- Pulido, A. D., Turriago, J. D., Jiménez, R., Torres, C. F., Rojas, A... & López, J. A. (2016). Inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero-Colombia. *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá, DC, Colombia: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, FMAM
- Robador M, A. (2015). *Cambios climáticos: ¿Por qué un calentamiento global de hace 56 millones de años explica la evolución climática actual?* Madrid, España: Editorial Catarata.
- Rojas, M. & Alfaro, E. (2000). Influencia del océano Atlántico tropical sobre el comportamiento de la primera parte de la estación lluviosa en Venezuela. *Trópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 7(2), 88 – 92.
- Ruiz-Murcia, F., Gutierrez-Valderrama, J. E., Dorado-Delgado, J., Mendoza, J. E., Martinez-Zuleta, C., Rojas-Laserna, M., ... & Rodríguez-Salguero, M. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011- 2100*. Bogotá, Colombia : Unatintamedios.

Sánchez-Santillán, N., Signoret-Poillon, M., & Garduño-López, R. (2006). La Oscilación del Atlántico Norte: un fenómeno que incide en la variabilidad climática de México. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 7(2), 85-95.

Sagua, M. (2004). *Vulnerabilidad ambiental*. Recuperado de: <http://www.mundourbano.unq.edu.ar/index.php/ano-2000/40-numero-4--agosto/55-4-vulnerabilidad-ambiental>

Salkind, N. J. (1999). *Métodos de investigación*. Pearson Educación.

Spokes, L. (2004). *Los océanos saber más: La oscilación del atlántico norte*. Recuperado de: [http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/1\\_Los\\_oc\\_anos\\_y\\_el\\_clima/-La\\_Oscilaci\\_n\\_del\\_Atl\\_ntico\\_Norte\\_3wa.html](http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/1_Los_oc_anos_y_el_clima/-La_Oscilaci_n_del_Atl_ntico_Norte_3wa.html)

Trujillo Cuellar, V. (2014). Zonificación de la amenaza de inundación urbana en el municipio de Arauca, Arauca en el marco de la revisión y ajuste de planes de ordenamiento territorial.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres ([UNGRD], 2015). *Plan nacional de gestión de riesgo de desastres*. Gobierno de la República de Colombia.

Weather Atlas (2019). Previsión meteorológica y clima mensual Arauca, Colombia. Recuperado de: <https://www.weather-col.com/es/colombia/arauca-clima#rainfall>

Weather Spark. (2018). El clima promedio en Arauca Colombia. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/26641/Clima-promedio-en-Arauca-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Sources>

Zea-Mazo, J.A., León-Aristizábal, G.E., Eslava-Ramírez, J.A., (2000). Influencia de sistemas extra tropicales en Colombia, I. *METEOROLOGÍA COLOMBIANA* (1), p.5-10

**Anexo 1.** Datos Índice NAO para el periodo 1980 - 2010**Fuente:** National Weather Service (2011).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	-0,75	0,05	-0,31	1,29	-1,5	-0,37	-0,42	-2,24	0,66	-1,77	-0,37	0,78
1981	0,37	0,92	-1,19	0,36	0,2	-0,45	0,05	0,39	-1,45	-1,35	-0,38	-0,02
1982	-0,89	1,15	1,15	0,1	-0,53	-1,63	1,15	0,26	1,76	-0,74	1,6	1,78
1983	1,59	-0,53	0,95	-0,85	-0,07	0,99	1,19	1,61	-1,12	0,65	-0,98	0,29
1984	1,66	0,72	-0,37	-0,28	0,54	-0,42	-0,07	1,15	0,17	-0,07	-0,06	0
1985	-1,61	-0,49	0,2	0,32	-0,49	-0,8	1,22	-0,48	-0,52	0,9	-0,67	0,22
1986	1,11	-1	1,71	-0,59	0,85	1,22	0,12	-1,09	-1,12	1,55	2,29	0,99
1987	-1,15	-0,73	0,14	2	0,98	-1,82	0,52	-0,83	-1,22	0,14	0,18	0,32
1988	1,02	0,76	-0,17	-1,17	0,63	0,88	-0,35	0,04	-0,99	-1,08	-0,34	0,61
1989	1,17	2	1,85	0,28	1,38	-0,27	0,97	0,01	2,05	-0,03	0,16	-1,15
1990	1,04	1,41	1,46	2	-1,53	-0,02	0,53	0,97	1,06	0,23	-0,24	0,22
1991	0,86	1,04	-0,2	0,29	0,08	-0,82	-0,49	1,23	0,48	-0,19	0,48	0,46
1992	-0,13	1,07	0,87	1,86	2,63	0,2	0,16	0,85	-0,44	-1,76	1,19	0,47
1993	1,6	0,5	0,67	0,97	-0,78	-0,59	-3,18	0,12	-0,57	-0,71	2,56	1,56
1994	1,04	0,46	1,26	1,14	-0,57	1,52	1,31	0,38	-1,32	-0,97	0,64	2,02
1995	0,93	1,14	1,25	-0,85	-1,49	0,13	-0,22	0,69	0,31	0,19	-1,38	-1,67
1996	-0,12	-0,07	-0,24	-0,17	-1,06	0,56	0,67	1,02	-0,86	-0,33	-0,56	-1,41
1997	-0,49	1,7	1,46	-1,02	-0,28	-1,47	0,34	0,83	0,61	-1,7	-0,9	-0,96
1998	0,39	-0,11	0,87	-0,68	-1,32	-2,72	-0,48	-0,02	-2	-0,29	-0,28	0,87
1999	0,77	0,29	0,23	-0,95	0,92	1,12	-0,9	0,39	0,36	0,2	0,65	1,61
2000	0,6	1,7	0,77	-0,03	1,58	-0,03	-1,03	-0,29	-0,21	0,92	-0,92	-0,58
2001	0,25	0,45	-1,26	0	-0,02	-0,2	-0,25	-0,07	-0,65	-0,24	0,63	-0,83
2002	0,44	1,1	0,69	1,18	-0,22	0,38	0,62	0,38	-0,7	-2,28	-0,18	-0,94
2003	0,16	0,62	0,32	-0,18	0,01	-0,07	0,13	-0,07	0,01	-1,26	0,86	0,64
2004	-0,29	-0,14	1,02	1,15	0,19	-0,89	1,13	-0,48	0,38	-1,1	0,73	1,21
2005	1,52	-0,06	-1,83	-0,3	-1,25	-0,05	-0,51	0,37	0,63	-0,98	-0,31	-0,44
2006	1,27	-0,51	-1,28	1,24	-1,14	0,84	0,9	-1,73	-1,62	-2,24	0,44	1,34
2007	0,22	-0,47	1,44	0,17	0,66	-1,31	-0,58	-0,14	0,72	0,45	0,58	0,34
2008	0,89	0,73	0,08	-1,07	-1,73	-1,39	-1,27	-1,16	1,02	-0,04	-0,32	-0,28
2009	-0,01	0,06	0,57	-0,2	1,68	-1,21	-2,15	-0,19	1,51	-1,03	-0,02	-1,93
2010	-1,11	-1,98	-0,88	-0,72	-1,49	-0,82	-0,42	-1,22	-0,79	-0,93	-1,62	-1,85

**Anexo 2.** Datos Índice ONI para el periodo 1980 – 2010

**Fuente:** National Weather Service (2015).

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>1980</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0	-0,1	0	0,1	0
<b>1981</b>	-0,3	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1
<b>1982</b>	0	0,1	0,2	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>
<b>1983</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	0,3	-0,1	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1</b>	<b>-0,9</b>
<b>1984</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	<b>-0,6</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,1</b>
<b>1985</b>	<b>-1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4
<b>1986</b>	-0,5	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,2	0,4	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>
<b>1987</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
<b>1988</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	0,1	-0,3	<b>-0,9</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,8</b>
<b>1989</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1
<b>1990</b>	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
<b>1991</b>	0,4	0,3	0,2	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
<b>1992</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1
<b>1993</b>	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0	0,1
<b>1994</b>	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>
<b>1995</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	0,3	0,1	0	-0,2	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
<b>1996</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
<b>1997</b>	-0,5	-0,4	-0,1	0,3	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>
<b>1998</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	-0,1	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>
<b>1999</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,7</b>
<b>2000</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>
<b>2001</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
<b>2002</b>	-0,1	0	0,1	0,2	0,4	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
<b>2003</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	0,4	0	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
<b>2004</b>	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
<b>2005</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,4	0,4	0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	<b>-0,6</b>	<b>-0,8</b>
<b>2006</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,3	0	0	0,1	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>
<b>2007</b>	<b>0,7</b>	0,3	0	-0,2	-0,3	-0,4	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>
<b>2008</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,2</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	<b>-0,6</b>	<b>-0,7</b>
<b>2009</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,2	0,1	0,4	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>
<b>2010</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	0,4	-0,1	<b>-0,6</b>	<b>-1</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,6</b>

**Anexo 3.** Valores totales mensuales de precipitación (mm)

Fuente: IDEAM

	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>1980</b>	185	334	364	403	341	282	315	139	236	118	178	156
<b>1981</b>	157	121	41	82	105	41	40	61	100	81	41	139
<b>1982</b>	116	96	176	102	124	104	40	204	41	40	99	120
<b>1983</b>	60	62	126	298	171	171	106	145	83	203	464	419
<b>1984</b>	338	435	455	466	284	202	201	286	219	289	291	258
<b>1985</b>	213	278	296	345	374	258	218	420	262	268	205	204
<b>1986</b>	125	78	156	101	159	126	83	195	120	153	118	134
<b>1987</b>	57	67	49	118	53	54	105	62	105	168	99	157
<b>1988</b>	76	40	78	84	209	183	60	39	20	119	139	55
<b>1989</b>	150	56	116	97	84	82	61	102	164	41	63	141
<b>1990</b>	101	139	144	62	168	187	63	105	83	80	351	224
<b>1991</b>	267	180	146	161	169	167	105	164	162	245	145	102
<b>1992</b>	122	126	231	280	209	186	266	327	386	244	291	261
<b>1993</b>	202	161	159	126	189	169	205	268	168	163	164	121
<b>1994</b>	325	136	184	275	213	265	285	165	143	120	207	109
<b>1995</b>	207	209	310	191	148	254	260	252	246	203	221	239
<b>1996</b>	169	321	242	106	186	168	144	82	202	207	161	222
<b>1997</b>	156	121	234	187	126	248	229	228	166	190	226	221
<b>1998</b>	204	150	257	22	43	147	42	144	63	105	40	99
<b>1999</b>	195	219	113	202	144	101	218	185	181	183	41	281
<b>2000</b>	155	175	180	161	161	104	77	160	198	241	219	241
<b>2001</b>	263	228	303	193	215	138	178	270	172	62	39	105
<b>2002</b>	114	78	154	144	102	144	61	182	106	144	60	123
<b>2003</b>	83	207	124	149	148	164	144	102	63	165	145	181
<b>2004</b>	42	211	82	42	79	159	97	145	142	125	141	202
<b>2005</b>	196	262	61	125	165	147	165	160	127	63	120	186
<b>2006</b>	40	118	141	62	144	83	79	147	104	166	61	20
<b>2007</b>	38	40	82	64	126	63	84	84	123	61	84	158
<b>2008</b>	92	57	181	164	208	84	83	145	252	169	110	124
<b>2009</b>	225	263	100	167	269	209	165	249	277	250	318	305
<b>2010</b>	268	316	241	176	332	319	276	191	105	84	189	207

**Anexo 4.** Valores Temperatura Máxima Promedio mensual (°C)

Fuente: IDEAM

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>1980</b>	31,5	32,1	34,5	33,6	30,4	28,6	28,6	31,6	33,2	32,7	32,4	33,3
<b>1981</b>	32,8	31,5	35,0	31,7	32,7	30,5	30,9	33,3	32,1	31,8	34,8	33,1
<b>1982</b>	32,8	31,8	34,8	31,3	29,4	30,6	30,3	31,7	31,4	32,1	31,6	31,5
<b>1983</b>	31,2	32,7	36,0	32,0	29,8	29,2	30,8	32,3	31,8	31,9	32,5	31,2
<b>1984</b>	31,9	32,1	35,3	35,0	30,9	29,2	29,5	31,7	30,4	31,1	31,3	31,9
<b>1985</b>	32,7	30,2	30,5	31,2	31,5	29,7	29,0	30,0	31,0	30,3	30,4	30,7
<b>1986</b>	32,6	31,4	34,7	33,3	31,3	29,2	28,9	30,8	30,4	30,0	30,4	31,2
<b>1987</b>	32,8	32,2	34,8	33,7	31,4	30,6	29,3	31,3	31,7	32,6	31,1	31,6
<b>1988</b>	32,4	32,9	33,9	33,0	32,3	31,4	30,9	31,3	31,1	32,3	30,3	30,3
<b>1989</b>	31,4	30,5	33,5	34,4	30,4	29,5	29,9	31,4	31,5	30,5	30,9	31,9
<b>1990</b>	31,2	31,1	31,9	31,5	29,7	29,4	30,2	31,8	31,7	31,7	31,1	31,3
<b>1991</b>	32,5	32,6	33,2	31,9	31,6	31,0	29,5	30,8	31,0	31,5	31,6	31,5
<b>1992</b>	33,3	33,5	35,4	34,7	31,6	29,9	28,7	30,8	30,8	31,3	30,8	31,3
<b>1993</b>	32,7	32,4	33,4	32,0	31,2	29,9	29,9	31,9	31,5	31,6	30,7	31,8
<b>1994</b>	33,0	32,1	34,2	33,1	30,9	29,7	29,3	31,0	30,9	31,2	31,0	31,5
<b>1995</b>	32,6	31,9	35,2	33,8	31,8	29,7	29,5	31,6	31,5	31,2	31,2	32,1
<b>1996</b>	33,3	33,0	35,4	34,2	30,5	29,0	28,9	31,0	30,8	31,3	30,5	31,1
<b>1997</b>	32,7	29,4	33,7	32,7	30,2	30,4	29,6	31,9	32,3	32,7	32,5	33,8
<b>1998</b>	35,7	33,7	36,1	33,2	31,2	29,7	30,0	32,4	32,0	32,0	31,3	32,5
<b>1999</b>	33,0	31,0	32,6	31,0	31,3	30,4	29,8	31,3	31,1	31,3	32,0	31,8
<b>2000</b>	32,9	33,1	34,6	33,4	31,2	29,8	30,1	31,4	31,6	31,3	31,8	31,5
<b>2001</b>	32,4	31,5	35,7	34,5	31,8	29,7	31,0	31,7	31,2	32,0	32,1	32,1
<b>2002</b>	32,5	31,9	34,6	32,9	31,1	29,8	31,1	31,6	31,8	31,7	31,8	31,9
<b>2003</b>	34,4	33,2	35,7	34,5	31,7	30,9	31,0	32,3	31,7	32,8	32,5	31,9
<b>2004</b>	34,4	33,7	35,3	33,4	30,7	29,6	29,5	31,5	32,0	32,0	31,7	32,4
<b>2005</b>	32,9	30,9	36,4	32,9	31,7	30,3	30,3	32,3	31,6	32,1	31,4	32,4
<b>2006</b>	32,8	31,4	32,5	32,9	31,6	30,7	31,1	32,5	32,1	32,1	31,7	31,8
<b>2007</b>	33,0	32,9	34,7	33,1	32,0	30,0	30,1	32,1	31,2	31,5	32,0	31,6
<b>2008</b>	32,4	32,4	34,4	34,1	31,3	30,6	30,0	31,9	31,9	32,2	31,2	32,0
<b>2009</b>	32,7	31,3	33,1	32,6	32,2	30,9	30,3	32,3	32,3	32,5	33,0	33,1
<b>2010</b>	34,8	34,6	35,8	32,8	32,2	30,9	30,1	32,2	32,3	32,5	31,4	32,2

**Anexo 5. Datos del índice NAO – Lag 1. (retardo de tres meses)**

<b>DATOS DE LA NAO – LAG 1</b>												
<b>AÑO</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>
<b>1980</b>	1,29	-1,5	-0,37	-0,42	-2,24	0,66	-1,77	-0,37	0,78	-0,75	0,05	-0,31
<b>1981</b>	0,36	0,2	-0,45	0,05	0,39	-1,45	-1,35	-0,38	-0,02	-0,89	1,15	1,15
<b>1982</b>	0,1	-0,53	-1,63	1,15	0,26	1,76	-0,74	1,6	1,78	1,59	-0,53	0,95
<b>1983</b>	-0,85	-0,07	0,99	1,19	1,61	-1,12	0,65	-0,98	0,29	1,66	0,72	-0,37
<b>1984</b>	-0,28	0,54	-0,42	-0,07	1,15	0,17	-0,07	-0,06	0	-1,61	-0,49	0,2
<b>1985</b>	0,32	-0,49	-0,8	1,22	-0,48	-0,52	0,9	-0,67	0,22	1,11	-1	1,71
<b>1986</b>	-0,59	0,85	1,22	0,12	-1,09	-1,12	1,55	2,29	0,99	-1,15	-0,73	0,14
<b>1987</b>	2	0,98	-1,82	0,52	-0,83	-1,22	0,14	0,18	0,32	1,02	0,76	-0,17
<b>1988</b>	-1,17	0,63	0,88	-0,35	0,04	-0,99	-1,08	-0,34	0,61	1,17	2	1,85
<b>1989</b>	0,28	1,38	-0,27	0,97	0,01	2,05	-0,03	0,16	-1,15	1,04	1,41	1,46
<b>1990</b>	2	-1,53	-0,02	0,53	0,97	1,06	0,23	-0,24	0,22	0,86	1,04	-0,2
<b>1991</b>	0,29	0,08	-0,82	-0,49	1,23	0,48	-0,19	0,48	0,46	-0,13	1,07	0,87
<b>1992</b>	1,86	2,63	0,2	0,16	0,85	-0,44	-1,76	1,19	0,47	1,6	0,5	0,67
<b>1993</b>	0,97	-0,78	-0,59	-3,18	0,12	-0,57	-0,71	2,56	1,56	1,04	0,46	1,26
<b>1994</b>	1,14	-0,57	1,52	1,31	0,38	-1,32	-0,97	0,64	2,02	0,93	1,14	1,25
<b>1995</b>	-0,85	-1,49	0,13	-0,22	0,69	0,31	0,19	-1,38	-1,67	-0,12	-0,07	-0,24
<b>1996</b>	-0,17	-1,06	0,56	0,67	1,02	-0,86	-0,33	-0,56	-1,41	-0,49	1,7	1,46
<b>1997</b>	-1,02	-0,28	-1,47	0,34	0,83	0,61	-1,7	-0,9	-0,96	0,39	-0,11	0,87
<b>1998</b>	-0,68	-1,32	-2,72	-0,48	-0,02	-2	-0,29	-0,28	0,87	0,77	0,29	0,23
<b>1999</b>	-0,95	0,92	1,12	-0,9	0,39	0,36	0,2	0,65	1,61	0,6	1,7	0,77
<b>2000</b>	-0,03	1,58	-0,03	-1,03	-0,29	-0,21	0,92	-0,92	-0,58	0,25	0,45	-1,26
<b>2001</b>	0	-0,02	-0,2	-0,25	-0,07	-0,65	-0,24	0,63	-0,83	0,44	1,1	0,69
<b>2002</b>	1,18	-0,22	0,38	0,62	0,38	-0,7	-2,28	-0,18	-0,94	0,16	0,62	0,32
<b>2003</b>	-0,18	0,01	-0,07	0,13	-0,07	0,01	-1,26	0,86	0,64	-0,29	-0,14	1,02
<b>2004</b>	1,15	0,19	-0,89	1,13	-0,48	0,38	-1,1	0,73	1,21	1,52	-0,06	-1,83
<b>2005</b>	-0,3	-1,25	-0,05	-0,51	0,37	0,63	-0,98	-0,31	-0,44	1,27	-0,51	-1,28
<b>2006</b>	1,24	-1,14	0,84	0,9	-1,73	-1,62	-2,24	0,44	1,34	0,22	-0,47	1,44
<b>2007</b>	0,17	0,66	-1,31	-0,58	-0,14	0,72	0,45	0,58	0,34	0,89	0,73	0,08
<b>2008</b>	-1,07	-1,73	-1,39	-1,27	-1,16	1,02	-0,04	-0,32	-0,28	-0,01	0,06	0,57
<b>2009</b>	-0,2	1,68	-1,21	-2,15	-0,19	1,51	-1,03	-0,02	-1,93	-1,11	-1,98	-0,88
<b>2010</b>	-0,72	-1,49	-0,82	-0,42	-1,22	-0,79	-0,93	-1,62	-1,85			

**Anexo 6. Datos del índice NAO – Lag 2. (retardo de seis meses)**

<b>DATOS DE LA NAO - LAG 2</b>												
<b>AÑO</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>
							-0,75	0,05	-0,31	1,29	-1,5	-0,37
1980	-0,42	-2,24	0,66	-1,77	-0,37	0,78	0,37	0,92	-1,19	0,36	0,2	-0,45
1981	0,05	0,39	-1,45	-1,35	-0,38	-0,02	-0,89	1,15	1,15	0,1	-0,53	-1,63
1982	1,15	0,26	1,76	-0,74	1,6	1,78	1,59	-0,53	0,95	-0,85	-0,07	0,99
1983	1,19	1,61	-1,12	0,65	-0,98	0,29	1,66	0,72	-0,37	-0,28	0,54	-0,42
1984	-0,07	1,15	0,17	-0,07	-0,06	0	-1,61	-0,49	0,2	0,32	-0,49	-0,8
1985	1,22	-0,48	-0,52	0,9	-0,67	0,22	1,11	-1	1,71	-0,59	0,85	1,22
1986	0,12	-1,09	-1,12	1,55	2,29	0,99	-1,15	-0,73	0,14	2	0,98	-1,82
1987	0,52	-0,83	-1,22	0,14	0,18	0,32	1,02	0,76	-0,17	-1,17	0,63	0,88
1988	-0,35	0,04	-0,99	-1,08	-0,34	0,61	1,17	2	1,85	0,28	1,38	-0,27
1989	0,97	0,01	2,05	-0,03	0,16	-1,15	1,04	1,41	1,46	2	-1,53	-0,02
1990	0,53	0,97	1,06	0,23	-0,24	0,22	0,86	1,04	-0,2	0,29	0,08	-0,82
1991	-0,49	1,23	0,48	-0,19	0,48	0,46	-0,13	1,07	0,87	1,86	2,63	0,2
1992	0,16	0,85	-0,44	-1,76	1,19	0,47	1,6	0,5	0,67	0,97	-0,78	-0,59
1993	-3,18	0,12	-0,57	-0,71	2,56	1,56	1,04	0,46	1,26	1,14	-0,57	1,52
1994	1,31	0,38	-1,32	-0,97	0,64	2,02	0,93	1,14	1,25	-0,85	-1,49	0,13
1995	-0,22	0,69	0,31	0,19	-1,38	-1,67	-0,12	-0,07	-0,24	-0,17	-1,06	0,56
1996	0,67	1,02	-0,86	-0,33	-0,56	-1,41	-0,49	1,7	1,46	-1,02	-0,28	-1,47
1997	0,34	0,83	0,61	-1,7	-0,9	-0,96	0,39	-0,11	0,87	-0,68	-1,32	-2,72
1998	-0,48	-0,02	-2	-0,29	-0,28	0,87	0,77	0,29	0,23	-0,95	0,92	1,12
1999	-0,9	0,39	0,36	0,2	0,65	1,61	0,6	1,7	0,77	-0,03	1,58	-0,03
2000	-1,03	-0,29	-0,21	0,92	-0,92	-0,58	0,25	0,45	-1,26	0	-0,02	-0,2
2001	-0,25	-0,07	-0,65	-0,24	0,63	-0,83	0,44	1,1	0,69	1,18	-0,22	0,38
2002	0,62	0,38	-0,7	-2,28	-0,18	-0,94	0,16	0,62	0,32	-0,18	0,01	-0,07
2003	0,13	-0,07	0,01	-1,26	0,86	0,64	-0,29	-0,14	1,02	1,15	0,19	-0,89
2004	1,13	-0,48	0,38	-1,1	0,73	1,21	1,52	-0,06	-1,83	-0,3	-1,25	-0,05
2005	-0,51	0,37	0,63	-0,98	-0,31	-0,44	1,27	-0,51	-1,28	1,24	-1,14	0,84
2006	0,9	-1,73	-1,62	-2,24	0,44	1,34	0,22	-0,47	1,44	0,17	0,66	-1,31
2007	-0,58	-0,14	0,72	0,45	0,58	0,34	0,89	0,73	0,08	-1,07	-1,73	-1,39
2008	-1,27	-1,16	1,02	-0,04	-0,32	-0,28	-0,01	0,06	0,57	-0,2	1,68	-1,21
2009	-2,15	-0,19	1,51	-1,03	-0,02	-1,93	-1,11	-1,98	-0,88	-0,72	-1,49	-0,82
2010	-0,42	-1,22	-0,79	-0,93	-1,62	-1,85						

## Anexo 7. Datos Del Índice ONI – Lag 1 (Retardo De Tres Meses)

DATOS ONI – LAG 1												
AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
										<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	0,3
1980	0,4	0,5	0,5	0,3	0	-0,1	0	0,1	0	-0,3	-0,5	-0,5
1981	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2
1982	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>
1983	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	0,3	-0,1	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3
1984	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	<b>-0,6</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>
1985	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,3
1986	-0,2	-0,1	0	0,2	0,4	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>
1987	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	0,1
1988	-0,3	<b>-0,9</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,1</b>
1989	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,3
1990	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
1991	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>
1992	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,5
1993	0,7	0,7	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,2
1994	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>
1995	0,3	0,1	0	-0,2	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>
1996	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4	-0,1
1997	0,3	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>
1998	<b>1</b>	<b>0,5</b>	-0,1	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,1</b>
1999	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,1</b>
2000	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,4
2001	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,1	0	0,1
2002	0,2	0,4	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	0,4
2003	0	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
2004	0,2	0,2	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,4
2005	0,4	0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	<b>-0,6</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>
2006	-0,3	0	0	0,1	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	0,3	0
2007	-0,2	-0,3	-0,4	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,2</b>
2008	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	<b>-0,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>
2009	-0,2	0,1	0,4	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>
2010	0,4	-0,1	<b>-0,6</b>	<b>-1</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,6</b>			

## Anexo 8. Datos Índice ONI – Lag 2 (Retardo De Seis Meses)

AÑO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
							<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	0,3	0,4	0,5	0,5
<b>1980</b>	0,3	0	-0,1	0	0,1	0	-0,3	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3
<b>1981</b>	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
<b>1982</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>
<b>1983</b>	0,3	-0,1	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,4
<b>1984</b>	-0,3	-0,2	-0,2	<b>-0,6</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>
<b>1985</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0
<b>1986</b>	0,2	0,4	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>
<b>1987</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	0,1	-0,3	<b>-0,9</b>	<b>-1,3</b>
<b>1988</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	-0,4
<b>1989</b>	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>1990</b>	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>
<b>1991</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>
<b>1992</b>	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6
<b>1993</b>	0,3	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4
<b>1994</b>	0,4	0,4	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	0,3	0,1	0
<b>1995</b>	-0,2	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,3
<b>1996</b>	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4	-0,1	0,3	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>
<b>1997</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	-0,1
<b>1998</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
<b>1999</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>
<b>2000</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1
<b>2001</b>	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,1	0	0,1	0,2	0,4	<b>0,7</b>
<b>2002</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	0,4	0	-0,3	-0,2
<b>2003</b>	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
<b>2004</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,4	0,4	0,3	0,1
<b>2005</b>	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	<b>-0,6</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,3	0	0
<b>2006</b>	0,1	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	0,3	0	-0,2	-0,3	-0,4
<b>2007</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,2</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,5</b>
<b>2008</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	<b>-0,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,2	0,1	0,4
<b>2009</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	0,4	-0,1	<b>-0,6</b>
<b>2010</b>	<b>-1</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,7</b>	<b>-1,6</b>						

**Anexo 9.** Coeficientes De Correlación Ppt Estación Aeropuerto Arauca – ONI – ONI Lag 1 – ONI Lag 2

AÑO	C-CORREL ONI	C-DETERMIN ONI	C-CORREL ONI - LAG 1	C-DETERMIN ONI - LAG 1	C-CORREL ONI - LAG 2	C-DETERMIN ONI - LAG 2
1980	-0,28	0,08	0,60	0,36	0,49	0,24
1981	0,23	0,05	-0,10	0,01	-0,08	0,01
1982	0,45	0,20	-0,33	0,11	0,04	0,00
1983	0,05	0,00	-0,25	0,06	-0,32	0,10
1984	-0,14	0,02	0,35	0,13	0,81	0,65
1985	0,27	0,07	0,12	0,01	-0,32	0,10
1986	0,19	0,03	0,25	0,06	0,27	0,07
1987	0,55	0,31	-0,56	0,31	-0,71	0,50
1988	-0,23	0,05	0,15	0,02	-0,33	0,11
1989	0,61	0,37	-0,14	0,02	0,00	0,00
1990	0,37	0,13	-0,29	0,08	0,74	0,54
1991	0,29	0,08	-0,18	0,03	-0,15	0,02
1992	0,19	0,04	-0,70	0,49	0,30	0,09
1993	-0,09	0,01	-0,20	0,04	-0,40	0,16
1994	0,47	0,23	-0,44	0,19	0,52	0,27
1995	-0,30	0,09	-0,15	0,02	-0,06	0,00
1996	0,76	0,58	0,25	0,06	0,19	0,03
1997	0,54	0,30	0,40	0,16	-0,16	0,02
1998	0,03	0,00	0,61	0,38	0,22	0,05
1999	-0,04	0,00	0,11	0,01	0,11	0,01
2000	0,72	0,52	0,09	0,01	0,89	0,79
2001	0,55	0,30	-0,54	0,29	-0,62	0,38
2002	0,63	0,40	0,25	0,06	0,16	0,03
2003	-0,42	0,17	-0,30	0,09	0,30	0,09
2004	0,28	0,08	0,05	0,00	-0,47	0,22
2005	0,08	0,01	0,47	0,22	0,02	0,00
2006	0,13	0,02	0,47	0,22	0,24	0,06
2007	-0,16	0,03	-0,44	0,19	-0,03	0,00
2008	0,67	0,44	0,13	0,02	-0,06	0,00
2009	0,37	0,14	0,36	0,13	-0,49	0,24
2010	-0,44	0,19	0,58	0,33	0,25	0,06

**Anexo 10.** Coeficientes De Correlación Y Determinación Ppt Estación Aeropuerto Arauca – NAO – NAO Lag 1 – NAO Lag 2

AÑO	C.CORR NAO	C.DETERM NAO	C.CORR NAO - LAG 1	C.DETERM NAO - LAG 1	C.CORR NAO - LAG 2	C.DETERM NAO - LAG 2
1980	-0,29	0,09	-0,39	0,15	-0,37	0,14
1981	-0,56	0,32	0,25	0,06	-0,04	0,00
1982	0,42	0,17	0,08	0,01	0,36	0,13
1983	0,49	0,24	0,15	0,02	-0,16	0,02
1984	-0,30	0,09	-0,12	0,01	0,01	0,00
1985	0,28	0,08	-0,17	0,03	0,03	0,00
1986	0,16	0,03	0,17	0,03	-0,23	0,05
1987	0,09	0,01	-0,02	0,00	0,18	0,03
1988	-0,27	0,07	-0,06	0,00	-0,10	0,01
1989	-0,26	0,07	-0,45	0,20	0,29	0,08
1990	-0,58	0,34	0,32	0,10	-0,82	0,67
1991	-0,45	0,20	0,35	0,12	-0,08	0,01
1992	0,39	0,15	-0,36	0,13	0,09	0,01
1993	-0,37	0,14	0,55	0,30	0,16	0,03
1994	-0,07	0,01	-0,32	0,10	-0,03	0,00
1995	-0,31	0,10	-0,12	0,01	0,40	0,16
1996	0,00	0,00	-0,23	0,05	0,36	0,13
1997	-0,50	0,25	0,01	0,00	-0,13	0,02
1998	0,07	0,00	-0,67	0,45	-0,24	0,06
1999	0,17	0,03	-0,15	0,02	-0,23	0,05
2000	-0,15	0,02	0,23	0,05	0,13	0,02
2001	-0,61	0,37	0,13	0,02	0,04	0,00
2002	-0,58	0,34	0,22	0,05	-0,10	0,01
2003	-0,50	0,25	-0,22	0,05	-0,23	0,05
2004	0,25	0,06	0,10	0,01	-0,17	0,03
2005	-0,41	0,16	-0,64	0,41	0,19	0,04
2006	-0,41	0,17	0,19	0,03	-0,11	0,01
2007	0,27	0,07	0,25	0,06	-0,02	0,00
2008	-0,52	0,27	-0,10	0,01	0,32	0,10
2009	0,04	0,00	0,41	0,17	0,00	0,00
2010	0,26	0,07	0,26	0,07	-0,35	0,12

**Anexo 11.** Datos De Correlación Para La Temperatura Máxima De La Estación Aeropuerto Arauca – NAO – NAO Lag 1

AÑO	C-CORREL T-MAX - NAO	C-DET T- MAX - NAO	C- CORREL T-MAX - NAO LAG 1	C-DET T- MAX - NAO LAG 1	C- CORREL T-MAX - NAO LAG 2	C-DET T- MAX - NAO LAG 2
1980	0,26	0,07	0,13	0,02	0,04	0,00
1981	-0,21	0,05	0,30	0,09	-0,20	0,04
1982	0,12	0,02	-0,62	0,38	0,15	0,02
1983	0,09	0,01	0,30	0,09	-0,32	0,10
1984	-0,06	0,00	-0,28	0,08	-0,21	0,04
1985	-0,32	0,10	0,09	0,01	0,43	0,18
1986	0,19	0,04	0,04	0,00	-0,24	0,06
1987	0,29	0,08	-0,10	0,01	0,01	0,00
1988	0,04	0,00	0,16	0,03	-0,76	0,58
1989	0,05	0,00	-0,27	0,07	0,27	0,07
1990	0,39	0,15	0,06	0,00	0,42	0,18
1991	0,09	0,01	-0,25	0,06	-0,25	0,06
1992	0,23	0,05	0,36	0,13	-0,47	0,22
1993	0,32	0,10	0,07	0,00	-0,52	0,27
1994	0,17	0,03	0,60	0,36	-0,51	0,26
1995	0,16	0,03	0,06	0,00	0,14	0,02
1996	-0,21	0,04	0,47	0,22	0,30	0,09
1997	-0,23	0,05	0,02	0,00	-0,15	0,02
1998	0,73	0,53	-0,30	0,09	-0,53	0,28
1999	0,36	0,13	-0,19	0,04	-0,47	0,22
2000	0,44	0,19	-0,03	0,00	-0,27	0,07
2001	-0,44	0,20	0,06	0,00	0,04	0,00
2002	0,03	0,00	0,39	0,16	-0,06	0,00
2003	-0,04	0,00	-0,11	0,01	-0,46	0,21
2004	0,20	0,04	0,09	0,01	-0,07	0,01
2005	-0,41	0,16	0,06	0,00	0,20	0,04
2006	-0,09	0,01	0,58	0,33	0,01	0,00
2007	0,70	0,49	-0,60	0,36	-0,12	0,01
2008	0,32	0,10	-0,56	0,32	0,10	0,01
2009	0,17	0,03	-0,26	0,07	0,14	0,02
2010	-0,19	0,04	0,30	0,09	0,59	0,35

**Anexo 12.** Datos De Correlación Para La Temperatura Máxima de la Estación Aeropuerto Arauca – ONI – ONI Lag 1

AÑO	C-CORREL T-MAX - ONI	C-DET MAX - ONI	T-	C-CORREL T-MAX - ONI LAG 1	C-DET MAX - ONI LAG 1	T- ONI	C-CORREL T-MAX - ONI LAG 2	C-DET MAX - ONI LAG 2	T-
1980	-0,36	0,13		0,11	0,01		-0,12	0,01	
1981	0,05	0,00		0,17	0,03		0,23	0,05	
1982	-0,20	0,04		-0,37	0,14		-0,47	0,22	
1983	0,14	0,02		0,37	0,14		0,31	0,10	
1984	-0,06	0,00		0,23	0,05		0,73	0,53	
1985	-0,50	0,25		-0,45	0,20		0,12	0,01	
1986	-0,44	0,19		-0,67	0,44		-0,54	0,30	
1987	-0,46	0,21		-0,15	0,02		0,28	0,08	
1988	0,68	0,46		0,36	0,13		-0,24	0,06	
1989	-0,27	0,07		-0,09	0,01		-0,19	0,03	
1990	-0,03	0,00		-0,33	0,11		-0,09	0,01	
1991	-0,26	0,07		-0,33	0,11		-0,82	0,67	
1992	0,70	0,49		0,73	0,53		-0,30	0,09	
1993	-0,08	0,01		0,64	0,41		0,25	0,06	
1994	-0,32	0,10		-0,55	0,30		-0,33	0,11	
1995	0,39	0,15		0,66	0,44		0,09	0,01	
1996	-0,65	0,42		0,31	0,10		-0,10	0,01	
1997	0,13	0,02		-0,24	0,06		-0,55	0,30	
1998	0,61	0,38		0,76	0,58		0,50	0,25	
1999	-0,51	0,26		0,33	0,11		0,48	0,23	
2000	-0,67	0,45		-0,26	0,07		0,12	0,02	
2001	-0,45	0,21		0,37	0,14		-0,07	0,01	
2002	-0,40	0,16		-0,40	0,16		0,01	0,00	
2003	0,50	0,25		-0,64	0,41		-0,39	0,15	
2004	-0,24	0,06		-0,85	0,72		-0,06	0,00	
2005	0,20	0,04		0,25	0,06		0,45	0,20	
2006	-0,20	0,04		-0,38	0,15		-0,22	0,05	
2007	0,43	0,18		0,67	0,45		0,42	0,18	
2008	-0,56	0,31		-0,16	0,03		0,31	0,10	
2009	0,12	0,01		-0,08	0,01		-0,62	0,39	
2010	0,70	0,49		0,70	0,49		0,82	0,68	