

DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES EFECTOS AMBIENTALES EN HUMEDALES  
DEBIDO A LA VARIACIÓN CLIMÁTICA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.  
COMO UN ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO



MIGUEL ÁNGEL ROA MARTÍNEZ COD: 20061085050

MICHAEL DOUGLAS ASCENCIO TOVAR COD: 20061085006

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL  
BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL

2012

DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES EFECTOS AMBIENTALES EN HUMEDALES  
DEBIDO A LA VARIACIÓN CLIMÁTICA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.  
COMO UN ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

MIGUEL ÁNGEL ROA MARTÍNEZ COD: 20061085050

MICHAEL DOUGLAS ASCENCIO TOVAR COD: 20061085006

PROYECTO DE APLICACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO  
TECNÓLOGO EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

Director  
JOSÉ ALEJANDRO MURAD PEDRAZA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL  
BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL  
2012

NOTAS DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

JURADO

---

JURADO

BOGOTÁ D.C., NOVIEMBRE DE 2012

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>15</b>
<b>1.OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	16
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 HUMEDALES .....	17
2.1.1 Importancia y función de los humedales.....	18
2.1.2 Clasificación de los humedales naturales.....	20
2.1.3 Humedales en el Distrito Capital .....	22
2.1.4 Flora y fauna de los humedales de Bogotá.....	24
2.2 PARAMETROS METEOROLÓGICOS.....	32
2.2.1 Temperatura ambiente.....	32
2.2.2 Precipitación.....	32
2.2.3 Brillo solar.....	33
2.2.4 Evaporación.....	33
2.2.5 Humedad relativa .....	34
2.3 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	35
2.3.1 Contaminación del agua .....	35
2.3.2 Contaminación del aire.....	36
2.3.3 Contaminación del suelo .....	37
2.4 CAMBIO CLIMÁTICO .....	38
2.5 EFECTO INVERNADERO .....	39
2.5.1 Dióxido de carbono .....	40
2.5.2 Metano .....	41
2.5.3 Clorofluorocarbonos.....	42

2.5.4 Ozono .....	43
2.5.5 Óxido nitroso .....	44
2.5.6 Vapor de agua.....	44
<b>2.6 IMPACTO AMBIENTAL EN HUMEDALES .....</b>	<b>46</b>
2.6.1 Control de inundaciones .....	47
2.6.2 Contaminación hídrica.....	47
2.6.3 Urbanización.....	48
2.6.4 Sobreexplotación biológica .....	48
<b>2.7 MARCO GEOGRÁFICO .....</b>	<b>48</b>
2.7.1.Estaciones climatológicas ordinarias IDEAM y humedales aledaños .....	50
2.7.1.1 Estación climatológica UDCA y Humedal guaymaral .....	50
2.7.1.2 Estación climatológica INEM de Kennedy y Humedal de burro .....	51
2.7.1.3 Estación climatológica Jardín Botánico y Humedal Santa Maria del Lago .....	52
<b>2.8 MARCO LEGAL.....</b>	<b>54</b>
<b>3. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES .....</b>	<b>55</b>
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....	55
3.2 ACTIVIDADES .....	56
3.2.1 Recolección de información.....	56
3.2.2 Análisis de parámetros meteorológicos.....	57
3.2.3 Comparación de análisis climatológicos entre estaciones.....	59
3.2.4 Evaluación ambiental de los humedales de Bogotá .....	59
3.2.4.1 Metodología para la evaluación de los humedales en estudio .....	59
<b>4. RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>64</b>
4.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS.....	64
4.1.1 ESTACIÓN JARDÍN BOTÁNICO .....	64
4.1.1.1 Análisis climatológico estación Jardín Botánico promedio anual. ....	64
4.1.1.2 Análisis de la media mensual multianual de la estación Jardín Botánico.....	68
4.1.1.3 Principales variaciones de la estación Jardín Botánico.....	71
4.1.2 ESTACIÓN UDCA .....	72
4.1.2.1 Análisis climatológico estación UDCA promedio anual. ....	72

4.1.2.2	Análisis de la media mensual multianual estación UDCA. ....	75
4.1.2.3	Principales variaciones de la estación climatológica UDCA. ....	78
4.1.3	ESTACIÓN INEM DE KENNEDY .....	79
4.1.3.1	Análisis climatológico estación INEM de Kennedy promedio anual. ....	79
4.1.3.2	Análisis de la media mensual multianual estación INEM de Kennedy. ....	82
4.1.3.3	Principales variaciones de la estación climatológica INEM de Kennedy.....	85
4.2	ANÁLISIS DE COMPARACIÓN ENTRE ESTACIONES.....	86
4.2.1	Temperatura ambiente.....	86
4.2.2	Precipitación.....	87
4.2.3	Humedad relativa .....	89
4.2.4	Evaporación.....	90
4.2.5	Comparación de variaciones de promedios anuales entre las estaciones Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy.....	92
4.2.5.1	Análisis de comparación entre estaciones (variaciones de promedios anuales) .....	92
4.2.5.2	Análisis de comparación entre estaciones (variaciones mensuales) .....	94
4.3	EVALUACIÓN AMBIENTAL EN HUMEDALES .....	100
4.3.1	Evaluación ambiental humedal Santa María del Lago.....	100
4.3.1.1	Análisis de la evaluación del humedal Santa María del Lago.....	101
4.3.1.2	Registro fotográfico del humedal Santa María del Lago .....	101
4.3.2	Perdida de área del humedal Santa María del Lago .....	102
4.3.2.1	Condiciones en 1938 .....	102
4.3.2.2	Condiciones en 1977 .....	104
4.3.2.3	Condiciones en 1981 .....	105
4.3.2.4	Condiciones en 1991 .....	105
4.3.2.5	Condiciones en 1994 .....	106
4.3.2.6	Condiciones en 1997 .....	107
4.3.3	Evaluación humedal Guaymaral .....	108
4.3.3.1	Análisis de la evaluación del humedal Guaymaral .....	108
4.3.3.2	Registro fotográfico del humedal Guaymaral .....	109
4.3.4	Evaluación humedal de Burro .....	110
4.3.4.1	Descripción y análisis de la evaluación del humedal de Burro.....	110

4.3.4.2 Registro fotográfico humedal de Burro.....	111
4.4 PÉRDIDA DE ÁREA DE HUMEDALES.....	112
4.5 PRINCIPALES EFECTOS AMBIENTALES DEBIDO A LA VARIACIÓN CLIMATICA.	113
4.5.1 Vulnerabilidad de los humedales a efectos de variaciones de parametros meteorológicos	115
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>6.RECOMENDACIONES.....</b>	<b>120</b>
<b>7.REFERENCIAS .....</b>	<b>121</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>124</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de humedales.....	21
Tabla 2. Resumen de gases efecto invernadero.....	45
Tabla 3. Localización de humedales .....	53
Tabla 4. Marco legal.....	54
Tabla 5. Plan de acción .....	55
Tabla 6. Datos estaciones climatológicas.....	56
Tabla 7. Cálculo de variaciones .....	57
Tabla 8. Ejemplo de los resultados obtenidos.....	58
Tabla 9. Períodos trabajados en cada estación.....	59
Tabla 10. Cuadro de evaluación ambiental en humedales .....	63
Tabla 11. Variaciones de promedios anuales de la estación jardín botanico (1975-1979) y (1980-1989) .....	65
Tabla 12. Variaciones de promedios anuales de la estación jardín botanico (1990-1999) y (2000-2010) .....	65
Tabla 13. Variaciones de promedios mensuales multianuales de la estación jardín botanico (1975-2010) .....	68
Tabla 14. Principales variaciones de la estación jardín botanico (1975-2010).....	71
Tabla 15. Variaciones de promedios anuales de la estación UDCA (1989-1999)-(2000-2010).....	73
Tabla 16. Variaciones de promedios mensuales multianuales de la estación UDCA (1989-2010)	76

Tabla 17. Principales variaciones de la estación UDCA (1989-2010).....	78
Tabla 18. Variaciones de promedios anuales de la estación INEM de Kennedy (1999-2010) .....	79
Tabla 19. Variaciones de promedios mensuales multianuales de la estación INEM de Kennedy(1999-2010).....	83
Tabla 20. Principales variaciones de la estación INEM de Kennedy (1999-2010).....	85
Tabla 21. Comparación entre estaciones de variaciones de promedios anuales .....	92
Tabla 22. Comparación de variaciones (cruces mensuales) de Enero a Junio .....	94
Tabla 23. Comparación de variaciones (cruces mensuales) de Julio a Diciembre .....	97
Tabla 24. Evaluación ambiental humedal Santa María del Lago.....	100
Tabla 25. Evaluación ambiental humedal Guaymaral .....	108
Tabla 26. Evaluación ambiental humedal de Burro .....	110
Tabla 27. Área de los humedales .....	112
Tabla 28. Relación de evaluación ambiental y efectos de variación climática. ....	113
Tabla 29. Vulnerabilidad de los humedales a efectos de parámetros meteorológicos .....	115

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Gráfico de humedales .....	18
Figura 2. Especies de avifauna de humedales .....	25
Figura 3. Especies acuáticas de humedales de Bogotá.....	26
Figura 4. Tingua de pico rojo .....	27
Figura 5. Avifauna de humedal de Techo, Burro, Capellanía y Vaca.....	28
Figura 6. Especie curí ( <i>Cavia porcellus anolaimae</i> ).....	28
Figura 7. Especies <i>Nycticorax</i> y <i>Ixobrychus exilis bogotensis</i> .....	30
Figura 8. Especies <i>Anas discors</i> y <i>Tringa solitaria</i> ,.....	30
Figura 9. Especies <i>Forpus conspicillatus</i> , <i>Caprimulgus longirostris</i> y <i>Icterus crysater</i> .....	31
Figura 10. Especie <i>Senecio carbonelli</i> .....	32
Figura 11. Efecto invernadero .....	40
Figura 12. Estación UDCA .....	50
Figura 13 Estación INEM de Kennedy .....	51

Figura 14 Estación Jardín Botánico .....	52
Figura 15. Promedio anual de temperatura e. Jardín Botánico. ....	65
Figura 16. Promedio anual de precipitacion e. Jardín Botánico.....	66
Figura 17. Promedio anual de humedad relativa e. Jardín Botánico.....	66
Figura 18. Promedio anual de evaporación e. Jardín Botánico.....	67
Figura 19 Media mensual multianual de temperatura e. jardín botánico.....	69
Figura 20 Media mensual multianual de precipitación e. jardín botánico.....	69
Figura 21 Media mensual multianual de humedad relativa e. jardín botánico.....	70
Figura 22 Media mensual multianual de evaporación e. jardín botánico.....	71
Figura 23 Promedio anual de temperatura e. UDCA.....	73
Figura 24 Promedio anual de precipitación e. UDCA.....	74
Figura 25 Promedio anual de humedad relativa e. UDCA.....	74
Figura 26 Promedio anual de evaporación e. UDCA.....	75
Figura 27 Media mensual multianual de precipitación e. UDCA.....	76
Figura 28 Media mensual multianual de temperatura e. UDCA.....	77
Figura 29 Media mensual multianual de humedad relativa e. UDCA.....	77
Figura 30 Media mensual multianual de evaporación e. UDCA.....	78
Figura 31 Promedio anual de precipitación e. INEM de kennedy.....	80
Figura 32 Promedio anual de temperatura e. INEM de kennedy.....	80
Figura 33 Promedio anual de evaporación e. INEM de kennedy.....	81
Figura 34 Promedio anual de brillo solar e. INEM de kennedy.....	82
Figura 35 Media mensual multianual de precipitación e. INEM de kennedy.....	83
Figura 36 Media mensual multianual de temperatura e. INEM de kennedy.....	84
Figura 37 Media mensual multianual de evaporación e. INEM de kennedy.....	84
Figura 38 Media mensual multianual de brillo solar e. INEM de kennedy.....	85
Figura 39. Promedio anual de temperatura estacion UDCA, Jardín Botánico, INEM de kennedy	87
Figura 40. Promedio anual de precipitacion estacion UDCA, Jardín Botánico e INEM de kennedy.....	88
Figura 41. Promedio anual de humedad relativa estacion UDCA, Jardín Botánico, INEM de kennedy.....	90
Figura 42 Promedio anual de evaporación estacion UDCA, Jardín Botánico, INEM de kennedy.	91

Figura 43 Fotos humedal Santa María del Lago .....	101
Figura 44. Fotografía aérea estado humedal Santa María del Lago 1938.....	103
Figura 45. Fotografía aérea estado humedal Santa María del Lago 1977.....	104
Figura 46. Fotografía aérea estado del humedal Santa María del Lago 1981 .....	105
Figura 47. Fotografía aérea estado del humedal Santa María del Lago 1991 .....	106
Figura 48. Fotografía aérea estado del humedal Santa María del Lago 1997.....	107
Figura 49. Fotos humedal Guaymaral Registro fotográfico.....	109
Figura 50. Fotos humedal de Burro Registro fotográfico .....	111

## **LSTA DE ANEXOS**

	Pág.
<b>ANEXO 1. FICHAS CHICAGO.....</b>	<b>124</b>
Tabla A.1.1. Ficha chicago.....	124
Tabla A.1.2. Ficha chicago.....	124
Tabla A.1.3. Ficha chicago.....	125
Tabla A.1.4. Ficha chicago.....	125
<b>ANEXO 2. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA JARDÍN BOTÁNICO.....</b>	<b>126</b>
Tabla A.2.1 Datos estación Jardín Botánico precipitación .....	126
Tabla A.2.2 Datos estación Jardín Botánico temperatura .....	127
Tabla A.2.3 Datos estación Jardín Botánico humedad relativa.....	128
Tabla A.2.4 Datos estación Jardín Botánico evaporación.....	128
<b>ANEXO 3. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA UDCA .....</b>	<b>129</b>
Tabla A.3.1 Datos estación UDCA precipitación .....	129
Tabla A.3.2 Datos estación UDCA temperatura .....	129
Tabla A.3.3 Datos estación UDCA humedad relativa .....	130
Tabla A.3.4 Datos estación UDCA evaporación.....	130
<b>ANEXO 4. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA INEM DE KENNEDY .....</b>	<b>131</b>
Tabla A.4.1 Datos estación INEM DE KENNEDY precipitación.....	131
Tabla A.4.2 Datos estación INEM DE KENNEDY temperatura .....	131
Tabla A.4.3 Datos estación INEM DE KENNEDY evaporación.....	132

Tabla A.4.4 Datos estación INEM DE KENNEDY brillo solar .....	132
<b>ANEXO 5. COMPARACIÓN ENTRE ESTACIONES POR MES .....</b>	<b>134</b>
Tabla A.5.1. Variaciones del mes de Enero de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy.	134
Tabla A.5.2 Variaciones del mes de febrero de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy	134
Tabla A.5.3 Variaciones del mes de marzo de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy	135
Tabla A.5.4 Variaciones del mes de abril de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy...	135
Tabla A.5.5 Variaciones del mes de mayo de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy .	136
Tabla A.5.6 Variaciones del mes de junio de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy ..	136
Tabla A.5.7 Variaciones del mes de julio de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy...	137
Tabla A.5.8 Variaciones del mes de agosto de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy	137
Tabla A.5.9 Variaciones del mes de septiembre de Jardín Botánico, UDCA INEM de Kennedy.....	138
Tabla A.5.10. Variaciones del mes de octubre de Jardín Botánico, UDCA, INEM de Kennedy .....	138
Tabla A.5.11 Variaciones del mes de noviembre de Jardín Botánico, UDCA, INEM de Kennedy .....	139
Tabla A.5.12. Variaciones del mes de diciembre de Jardín Botánico, UDCA, INEM de Kennedy .....	139
Tabla A.5.11 Variaciones de los promedios anuales de Jardín Botánico, UDCA, INEM de Kennedy .....	140
<b>ANEXO 6. CRITERIOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA HUMEDALES.....</b>	<b>141</b>
Tabla A.6.1 Criterios de evaluación control de inundaciones.....	141
Tabla A.6.2 Criterios de evaluación urbanización .....	141
Tabla A.6.3 Criterios de evaluación contaminación hídrica .....	142
Tabla A.6.4 Criterios de evaluación sobreexplotación biológica.....	142
<b>ANEXO 7. PLANO DE UBICACIÓN DE LOS HUMEDALES Y LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DEL IDEAM EN ESTUDIO. ....</b>	<b>143</b>

## RESUMEN

La variación de los diferentes parámetros climáticos como la temperatura ambiente, la precipitación, la evaporación, la humedad relativa y el brillo solar en la ciudad de Bogotá; causada tanto por factores antrópicos como naturales, tienen un efecto en los humedales. Dichos efectos cambian la dinámica y la función ecológica de los humedales convirtiéndolos en ecosistemas frágiles. De esta manera los humedales pierden su estructura ecológica, y su aporte a la mitigación del cambio climático se ve seriamente limitado; y por el contrario los fenómenos de variabilidad climática, como el fenómeno del niño y la niña, golpean seriamente las zonas ocupadas por estos ecosistemas, trayendo graves inundaciones en época de lluvias y sequías en épocas de estiaje. La intervención del hombre en la integridad del ecosistema, a causa de la expansión urbana (ocasionada por la mala planeación distrital), en áreas inundables de los humedales, transforma el microclima de dicha área, aumentando la vulnerabilidad del ecosistema, a pesar de la protección actual que se le brinda al hábitat por parte de la secretaria distrital de ambiente de Bogotá y la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá.

**Palabras clave:** Humedales, factor antrópico, parámetros climáticos, cambio climático

## ABSTRACT

The variation of different climatic parameters such as the room temperature, the precipitation, the evaporation, the relative humidity and the solar brightness in the city of Bogotá, caused either by anthropogenic or natural factors, have an effect in the wetlands. These effects change the dynamics and ecological function of the wetlands turning them into fragile ecosystems. Thus losing their ecological structure, and affecting their contribution to climate change mitigation. On the other hand the phenomena of climate variability, such as El Niño and La Niña, seriously hit areas occupied by these ecosystems, causing serious floods during the rainy season and droughts in times of low water. Human intervention in the ecosystem integrity, as a result of urban expansion (caused by poor district planning), in flood areas of the wetlands, transforms the microclimate of such areas, increasing the vulnerability of the ecosystem, despite

the current protection given to the habitat by the “*Secretaria Distrital de Ambiente*” and “*Empresa de Acueducto y Alcantarillado*” of Bogota.

**Keywords:** Wetlands, anthropic factor, climatic parameters, climate change

## INTRODUCCIÓN

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, precipitación, nubosidad, entre otros. En teoría, son debidos tanto a causas naturales, como antrópicas. En Colombia se han observado cambios en la temperatura como en todo el mundo; en el país la variación esta alrededor de 0,1 a 0,2 grados centígrados en la temperatura del aire por década, y empieza a ser alarmante porque se evidencian cambios importantes como la desaparición de ocho nevados: Puracé (1940), Sotará (1948), Galeras (1948), Chiles (1950), Pan de Azúcar (1960), Quindío (1960), Cisne (1960), Cumbal (1985). En la actualidad hay seis nevados en el territorio nacional: (Ruiz, Santa Isabel, Tolima, Huila, Sierra Nevada de El Cocuy y Sierra Nevada de Santa Marta con un preocupante y rápido deshielo observado en las últimas décadas. La precipitación también ha variado; se ha mostrado un aumento en esta, en zonas costeras como lo son las noroccidente y suroccidente del país.<sup>1</sup>

La región de Cundinamarca ha mostrado un deterioro significativo en la capa de ozono y debido a la altura sobre el nivel del mar, las consecuencias pueden ser no menos importantes pero de una magnitud mayor a las demás regiones del país, los ríos pueden presentar aumento en sus caudales afectando a las poblaciones que habitan cerca de los cuerpos de agua. Teniendo en cuenta lo anterior podríamos decir que así como los cambios climáticos pueden afectar grandes reservas de agua como los nevados del país, de manera similar podría afectar un ecosistema tan importante en la regulación del sistema hídrico de la capital como lo son los humedales. Por esta razón se pretende establecer ¿Cuál es la variación de parámetros climatológicos como

---

<sup>1</sup> Revista Diners, El cambio climático en Colombia, <http://www.revistadiners.com.co/nuevo/internaedicion>. Jueves 9 de Septiembre de 2010.

temperatura precipitación, humedad y evaporación, con el fin de determinar qué efectos ambientales pueden presentarse en los humedales debido a estas variaciones climatológicas?

Los humedales son de suma importancia para la riqueza hídrica de la ciudad de Bogotá controlando los caudales de las fuentes superficiales, alimentando las fuentes subterráneas, albergando diferentes especies de flora y fauna autóctona de la capital y ofreciendo resguardo a especies migratorias. Por esta razón los humedales de Bogotá representan una parte importante no solo por su diversidad biológica sino también por sus trascendentales funciones en la regulación del caudal de ríos y quebradas que los nutren; evitando así posibles inundaciones y efectos negativos en la población. También es importante mencionar sus capacidades de purificación del agua a través de su flora y su influencia en la recarga de acuíferos subterráneos.

Teniendo en cuenta el valor ecológico de estos ecosistemas; con este trabajo se pretende identificar las principales afectaciones que puede generar una variación climática (ya sea causada por el hombre o naturalmente) sobre los humedales. Éstas afectaciones podrían ser tomadas como punto base para la toma de decisiones que contribuyan a la conservación y protección del ecosistema por parte de las autoridades ambientales, instituciones de protección ambiental comunidades, investigadores y todo aquel interesado en aportar soluciones que favorezcan a la permanencia y prolongación de estos valiosos humedales de la capital.

Los resultados de las variaciones que muestran los datos de las estaciones climatológicas, evidencian aumentos en la temperatura y precipitación, así como descensos en la evaporación, estas variaciones junto con el factor antrópico que afecta al humedal puede poner en riesgo la permanencia de fauna y vegetación que en dichos humedales se presenta. A su vez estas variaciones climatológicas pueden generar cambios en los microclimas de los humedales.

## **JUSTIFICACIÓN**

Es importante realizar un análisis del comportamiento climático e hidrológico en los humedales de Bogotá y determinar los efectos que podría traer estas tres décadas y media de variación climática a los humedales, a su vez establecer que impactos antrópicos se han generado

en los humedales para así correlacionarlos con los posibles impactos debido a la variación climática en los humedales de Bogotá. El análisis debe hacerse con la mayor información posible, información climatológica (temperatura ambiente, radiación solar, humedad relativa y evaporación) de las últimas décadas para hallar los cambios y variaciones climáticas que se hayan presentado en Bogotá; es importante realizar un análisis de los efectos que trae el aumento de la variación en la temperatura y cambios de condiciones climáticas; como impactos ambientales y lo que respecta a la biodiversidad de la región. Esta información es de importancia para la ciudad tanto en la toma de decisiones como en la reflexión de los interesados en la protección ambiental

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La actividad humana y los procesos socioeconómicos de una región están estrechamente relacionados con las condiciones climatológicas del área, una de las actividades económicas directamente relacionadas con las condiciones climáticas son las agrícolas y pecuarias disminuyendo su productividad, además se relacionan las actividades económicas de las empresas y el saneamiento básico de la población. El clima también influye en otros sectores socioeconómicos como el transporte la generación de energía, la salud humana, entre otros. La variabilidad climática durante las diferentes etapas del año hace que se alteren las actividades llevadas a cabo en una región, por otra parte las variaciones conocidas de manera global y a largo plazo (10 años), denominado cambio climático, pueden alterar la relación entre el clima y la sociedad generando impactos negativos de diversas magnitudes. La región de Cundinamarca ha mostrado un deterioro significativo en la capa de ozono y debido a la altura sobre el nivel del mar las consecuencias pueden ser no menos importantes pero de una magnitud mayor a las demás regiones del país, los ríos pueden presentar aumento en sus caudales afectando a las poblaciones que habitan cerca de los cuerpos de agua<sup>2</sup>. La salud puede afectarse de muchas maneras, como en la aparición de enfermedades dermatológicas que tienen un mayor índice en la región de Cundinamarca y enfermedades causadas por vectores como la malaria y el dengue que empiezan a aparecer en regiones donde no existían. Estas enfermedades zoonóticas se presentan a temperaturas de 24 grados centígrados, en Fusagasuga a partir de 1997, se presentan más de

---

<sup>2</sup> Pabon J. Daniel, El cambio climático y sus manifestaciones en Colombia, Innovación y Ciencia, Volumen 11, Nº 3 y 4, Bogotá.

trescientos casos anuales; el cambio climático abre las fronteras para estos vectores proliferando enfermedades en lugares del territorio nacional donde no había presencia de éstas.<sup>3</sup>

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar los principales efectos ambientales en humedales debido a la variación climática en la ciudad de Bogotá D.C. durante el período 1974-2010, mediante análisis de información recolectada de las principales entidades de la capital y como un análisis del cambio climático.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la variación climática entre el periodo 1974-2010 en la ciudad de Bogotá D.C. con base en información de las estaciones climatológicas de las autoridades competentes y mediante gradientes de aumento y descenso de parámetros como temperatura ambiente, radiación solar, humedad relativa y evaporación.
- Establecer la variación de los factores climáticos (temperatura ambiente, radiación solar, humedad relativa y evaporación) en cada estación y entre cada una de éstas, con el fin de comparar los datos obtenidos
- Determinar los principales efectos ambientales en los humedales debido a la variación climática en la ciudad de Bogotá D.C. con base en los resultados obtenidos del análisis de la información climatológica y mediante análisis de información ambiental obtenida de las entidades correspondientes.

---

<sup>3</sup> G.G. Jairo Alberto, Relaciones entre la aparición de casos de malaria y el clima en Colombia, Innovación y Ciencia, Volumen 11, Nº 3 y 4, Bogotá.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 HUMEDALES

En la actualidad existen más de 50 definiciones para el término **HUMEDAL**, la más usada resulta ser la consignada en la convención de RAMSAR, realizada en 1971 en la ciudad iraní a la que debe su nombre, convocada por la alarmante desaparición de miles de hectáreas de humedales en todo el mundo y el consecuente peligro de extinción de las especies que los habitan.

*La convención de RAMSAR define los humedales como “extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces o salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros”.*<sup>4</sup>

El humedal es un ecosistema intermedio entre el medio acuático y el terrestre, con porciones húmedas, semihúmedas y secas, caracterizado por la presencia de flora y fauna muy singular.

Los humedales no solo están compuestos por la porción húmeda, sino de igual manera, por áreas de transición y zonas de ronda hidráulica y de preservación ambiental.

La ronda hidráulica es la zona de reserva ecológica no edificable de uso público, constituida por una faja paralela a lado y lado de la línea de borde del cauce permanente de los ríos, embalses, laguna, quebradas y canales.

La zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA), es el área para la protección de la ronda que, aunque no está incluida en dicha ronda, hace parte del espacio público y se define como la zona contigua a la ronda, que contribuye a su mantenimiento, protección y preservación

---

<sup>4</sup> RAMSAR, 1971 (Citado por Personería de Bogotá). Convención relativa a humedales, de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas, modificada según el protocolo de París 3.12.1982 y las enmiendas de Regina (Canadá) 28.5.1987. Aprobada por Colombia por la ley 357 de 1997

ambiental, establecida con el fin principal de garantizar la permanencia de las fuentes hídricas naturales.

El humedal es una especie de esponja, por cuanto absorbe los excesos de agua en épocas de lluvia y los reserva para épocas de sequía.<sup>5</sup>

### 2.1.1 Importancia y función de los humedales

La riqueza de especies de aves relativamente escasa de los humedales neo tropicales, encierra en sí misma un fenómeno del mayor interés ecológico, causado por la reducida heterogeneidad espacial de dichos ambientes. De acuerdo con postulados clásicos de la teoría de la diversidad, la variedad geométrica de un ecosistema se correlaciona positivamente con la riqueza y diversidad de especies. Muchas de las especies que integran las comunidades aviarias de los humedales, se caracterizan por tener poblaciones grandes. La alta productividad primaria de estos ecosistemas, se traduce en la concentración de parches de fuentes de alimento para las aves lo cual les permite formar colonias densas que representan una porción sustancial de la biomasa circulada anualmente en los humedales.



Figura 1. Grafico de humedales  
Fuente (<http://www.bogota.gov.co>)

Muchas aves acuáticas son altamente especializadas en sus tácticas de forrajeo: por esa razón los humedales contienen conjuntos únicos de especies. Para justificar esta afirmación existen tres argumentos:

---

<sup>5</sup> Personería de Bogotá, los humedales en Bogotá

- Los humedales son áreas críticas para la alimentación de grandes poblaciones de aves residentes. En términos generales, la cadena alimentaria de pastoreo de los humedales es relativamente corta. Este fenómeno implica que una gran proporción de la energía fijada por los productores primarios, llega hasta los consumidores en el tope de la pirámide de alimentos, por lo cual dichos organismos pueden alcanzar efectivos poblacionales considerables, es el caso de las aves ictiófagas como pelícanos, cormoranes, garzas y muchos patos.
- Los humedales son eslabones ineludibles en una vasta red latitudinal de sitios de parada e invernada para poblaciones migratorias de aves.
- Los humedales contienen una serie de especies que no pueden habitar ningún tipo de ambiente alterno. Aunque el endemismo no es una característica muy extendida entre las aves acuáticas, algunas áreas que han permanecido aisladas por mucho tiempo contienen especies únicas. Se sabe con certeza que en muchos casos las poblaciones de estas aves son extremadamente reducidas y por lo tanto vulnerables a la destrucción de su hábitat. Estas poblaciones únicas de los humedales hacen de dichos ambientes lugares de mucho interés para la conservación.

Se puede establecer que la importancia de los ambientes acuáticos, como el de los humedales de nuestro país, trasciende en el marco continental, así tenga solamente en cuenta a la avifauna. Aunque la extensión de humedales colombianos incluidos en el inventario neo tropical alcanza menos del 1% del total para Sudamérica (cerca a las 800 ha).la ubicación de Colombia en el continente hace de nuestros humedales un conjunto crítico para la avifauna acuática americana.<sup>6</sup>

Otra función de los humedales es que se constituyen en reservas de agua que amortiguan las inundaciones, regulan los niveles freáticos, controlan los sedimentos y son hábitat para la vida silvestre. A su vez los humedales representan un recurso ambiental con incidencia ecológica,

---

<sup>6</sup> Naranjo, L.G. 1995.(Citado por Personería de Bogotá) patrones de reproducción en dos poblaciones aisladas de *Agelaius icterocephalus bogotensis* (Aves: icteridae). p.p. 89-100

científica, recreacional y paisajística, también como ecosistemas cuentan con una gran riqueza de fauna y flora endémica y migratoria.

Las anteriores características se podrían resumir en 5 aspectos de importancia:

**Físicas:** se asocian con los ciclos hidrogeológicos en las cuencas hidrográficas y, más exactamente, con el control de inundaciones en época invernal, regulación de los flujos hídricos y retención de sedimentos, que contribuyen a la recarga y descarga de acuíferos.

**Químicas:** como espacios reguladores se convierten en elementos importantes en los ciclos de nutrientes en los ecosistemas.

**Bioecológicas:** constituyen el soporte de cadenas tróficas. Son fuente de diversidad biológica, hábitat para la vida silvestre y contribuyen en la estabilidad e integridad de otros ecosistemas asociados.

**Sociales:** representan sistemas naturales de soporte vital, que son la base de sistemas productivos. Los humedales son espacios claves en producción natural de recursos microbiológicos; espacio para recreación, investigación científica y educación ambiental.

**Económicas:** el desempeño económico de países desarrollados y en vías de desarrollo, depende directamente de recursos aportados por los humedales como peces y especies silvestres de origen vegetal, así como por el turismo ecológico que han generado.

### **2.1.2 Clasificación de los humedales naturales**

La convención de RAMSAR clasificó los humedales de la siguiente forma:(Ver Tabla1)

Tabla 1. Clasificación de humedales

Ámbitos	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase
marino y submarino	marino	submareal		aguas marinas someras
			lecho acuático	lecho marino
			arrecife	arrecifes de coral
		intermareal	roca	playas rocosas
			no consolidado	playa de arena y grava
	estuario	submareal		aguas estuarinas
		intermareal	no consolidado	plamos lodosos intermareales
			emergente	pantanos salados
	lacustre/ palustre	permanente/ estacional		lagunas salinas y salobres
				lagunas costeras dulces
interior	fluvial	perenne		ríos/arroyos permanentes
			emergente	deltas interiores ríos/arroyos permanentes
		intermitente	emergente	planicies inundables
	lacustre	permanente		lagos dulces permanentes
		estacional		lagos dulces estacionales
		permanente/estacional		lagos y pantanos salinos permanentes estacionales
	palustre	permanente	emergente	pantanos y ciénagas dulces permanentes
				turberas abiertas
				humedales alpinos
			arbustivo	pantanos arbustivos
			boscoso	bosque pantanoso dulce
				ojos de agua oasis
	estacional	emergente	ciénaga estacional dulce	
geotérmico			humedales geotérmicos	

Fuente: Personería de Bogotá<sup>7</sup>

Los humedales de Bogotá, según la anterior clasificación estarían entre los humedales de interior, con sistema palustre-permanente de clase arbustivo y subclase pantanos arbustivos. (Marcado en rojo en la tabla 1)

<sup>7</sup> Personería de Bogotá : Los humedales en Bogotá

Este tipo de humedales son los que contienen aguas relativamente permanentes como pantanos de papiro, marismas y ciénagas

Los pantanos son cualquier tipo de humedal o valle anegadizo cubierto por árboles o arbustos, de agua dulce o salada, caracterizados por suelos saturados durante la época de cultivo y aguas estancadas durante ciertas épocas del año. Los suelos altamente orgánicos de los pantanos forman un ambiente grueso, negro y rico en nutrientes para el crecimiento de arboles tolerantes al agua como el Ciprés. Plantas, aves, peces e invertebrados como el camarón de agua dulce, las langostas y la almeja, requieren el hábitat provisto por los pantanos.

### **2.1.3 Humedales en el Distrito Capital**

Los humedales que existen en la sabana y en el distrito capital pertenecen a la cuenca de río Bogotá. Hacen parte del sistema geográfico del altiplano cundiboyacense, el más importante al norte de la cordillera de los andes. Constituye un lugar estratégico en el continente para el paso de aves acuáticas migratorias.

Los humedales han formado parte de la sabana de Bogotá hace miles de años y son el resultado de la desecación paulatina del antiguo lago que cubrió el territorio. Se calcula que de las cincuenta mil hectáreas que cubrían los humedales en la sabana de Bogotá hasta 1940, hoy solo quedan aproximadamente mil quinientas hectáreas (3%) donde el porcentaje de reducción ha sido del 97 por ciento.

Este ecosistema ha sufrido graves alteraciones principalmente antrópicas, los humedales y lagunas de la ciudad empezaron a sufrir fraccionamientos; un ejemplo de ello es la avenida de las Américas, que dividió la laguna del tintal en cuerpos de aguas más reducidos como los humedales de la vaca, el burro y techo.

El crecimiento alarmante de la ciudad durante las últimas décadas del siglo xx, trajo consecuencias nefastas para los ecosistemas, que ya tienden a desaparecer, las especies de fauna endémicas se vieron afectadas por la introducción de especies foráneas, como es el caso del pato

doméstico, el cual redujo el espacio de anidación de las aves nativas, alterando el equilibrio del ecosistema.

Las lagunas del borde occidental de la ciudad, hoy conocidas como humedales, se comenzaron a afectar por el desarrollo urbano a partir de la década de los cincuenta, cuando se anexaron los municipios aledaños a Santafé de Bogotá, iniciándose así el cambio de uso del suelo que dio paso al acelerado proceso urbanizador como respuesta a las grandes migraciones de población provenientes de otras regiones del país.

En general los humedales han sido profundamente modificados; los bosques y pantanos fueron desecados y convertidos en tierras de labor; las aguas de las lagunas se volvieron turbias por la erosión del suelo, ocasionando grandes pérdidas de vegetación sabanática y los pantanos remanentes a los lados del río Bogotá se encuentran severamente contaminados.

La construcción de barrios a precios módicos sobre las rondas de los humedales, es una situación que va en contra de los ecosistemas y de la calidad de vida de la población, y es un ejemplo del desconocimiento total de las normas de planeación municipal y distrital. Los humedales se encuentran descuidados y expuestos a la agresión, entre otros factores por la conversión de esos lugares en depósito de basuras y rellenos. A su vez el conflicto interno ha llevado a sus actores a guarnecerse en los ecosistemas endémicos y ha obligado a la población campesina a desplazarse a la ciudad y a procurarse alternativas de vivienda, precipitando la invasión de rellenos de humedales, lo que ha convertido estos ecosistemas en zonas cada vez más vulnerables.

En la ciudad, los humedales, los cauces de los ríos y sus fuentes se encuentran en alerta, pues se han convertido en depósito de toneladas de desechos orgánicos e inorgánicos, que impiden pensar en una recuperación rápida.

Sin embargo, las mismas comunidades que invadieron estos lugares son las que están gestionando su recuperación (en el humedal de la conejera con la acción de los habitantes de barrio compartir, se logró la desconexión de los colectores de aguas negras y mixtas), buscando

soluciones al respecto. En la mayoría de casos, la degradación de los humedales se debe al desconocimiento que la población tiene de la importancia de estos ambientes. Por eso les han dado usos inadecuados que han creado imágenes negativas, pues la comunidad los asocia con espacios inseguros e insalubres.<sup>8</sup>

Como consecuencia de la alta población de Bogotá (más de 7'000,000 de habitantes), el crecimiento de la industria, el transporte, la construcción y la fuerte y desordenada expansión urbana, se han elevado los niveles y la intensidad de sus impactos negativos ambientales sobre los diferentes ecosistemas.

De las grandes lagunas que ocuparon la región occidental de Bogotá, solo quedan pequeñas áreas con cuerpo de agua que desde la década de los setenta son llamados humedales. Éstos se encuentran de norte a sur en las diferentes localidades, así: **Usaquén**, Humedal de Torca; **Suba**, los humedales de Guaymaral, La Conejera, Juan Amarillo y Córdoba; **Engativá**, los humedales de el Jaboque y Santa María del Lago; **Kennedy**, humedales de El Burro, La Vaca y Techo; **Fontibón**, humedales de Capellanía y el Meandro del Say; y en **Bosa** el humedal de Tibanica. (Ver anexo7. Plano de ubicación de humedales y estaciones climatológicas de Bogotá).

#### **2.1.4 Flora y fauna de los humedales de Bogotá**

Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos del mundo, ya que constituyen sistemas que resultan imprescindibles para preservar la vida de múltiples clases de flora y de especies animales como mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Además son fuente de abastecimiento de agua y de energía.

Como resultado final de la combinación de todos los factores de deterioro antes vistos, se ha precipitado una disminución de la diversidad biótica general de los humedales bogotanos, ya que

---

<sup>8</sup> CELY J. & SANDINO A. 2001(Citado por Personería de Bogotá). De la degradación a la recuperación de un humedales en medio de la ciudad (caracterización de lo imaginarios y propuesta educativa en el lago Santamaría ) Bogotá. Tesis de grado. Facultad de ciencias y educación. Proyecto curricular licenciatura en ciencias sociales. Universidad distrital Francisco José de Caldas.)

las especies no encuentran en estos ecosistemas degradados el hábitat propicio para alimentarse, refugiarse, desarrollarse y reproducirse. Sumado a esa situación, especies exóticas tanto de flora como de fauna también han experimentado pérdidas considerables en su diversidad, ya que estas compiten por espacio y por recursos con algunas especies nativas desplazándolas. La pérdida de estos grupos se refleja en la extinción total de especies que ocupaban estos ecosistemas, como el pato pico de oro (*Anas georgica niceforoi*) y la cira o zambullidor colombiano (*Podiceps andinus*). Lo mismo sucedió con la subespecie de atrapamoscas barbado (*Polustictus pectoralis bogotensis*), endémico de la sabana de Bogotá. Además de las ya desaparecidas, se encuentran en la actualidad otras en gran peligro de extinción o en diferentes categorías de amenaza, tales como la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*), el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*), el guaquito o garza dorada (*Ixobrychus exilis bogotensis*) y la monjita (*Agelaius icterocephalus bogotensis*), la tingua moteada (*Gallinula melanops bogotensis*), y dos especies endémicas de los andes: la polla de agua (*Fulica americana columbiana*) y el pato turrio (*Oxyura ferruginea andina*).<sup>9</sup>



Figura 2. Especies de avifauna de humedales  
Fuente: <http://www.colombia.travel>.

Los ecosistemas altoandinos, como la sabana de Bogotá, muestran poblaciones aisladas y restringidas de aves acuáticas, fenómeno frecuente en los ecosistemas de alta montaña, que los señala como islas ecológicas y le imparte una alta vulnerabilidad, ya que muchas presentan poblaciones demasiado bajas, condición que les imprime un carácter de excesivo riesgo. Uno de estos casos es el pato turrio (*Oxyura ferruginea andina*), cuyo estado poblacional actual en el

---

<sup>9</sup> Andrade, G. 1994 (Citado por Personería de Bogotá). La laguna de la herrera. Último gran humedal de la sabana de Bogotá. Estado actual y perspectivas de conservación de la diversidad biológica.

área andina es desconocido.<sup>10</sup> Sin embargo esta especie habita algunos de los humedales en los alrededores de Bogotá y en ocasiones se le ha observado en el humedal de la conejera, donde no es numerosa.

Se concluye que la presencia de aves de especies diversas en un sitio refleja tanto el clima y la elevación o altura del lugar, como la disponibilidad de hábitats específicos y la estructura de la vegetación.

De otra parte, pocos saben que la antigua hacienda la conejera fue uno de los escasos reductos de la vida silvestre del altiplano de Cundinamarca y Boyacá. Se dice que fue uno de los últimos resguardos sabaneros del venado de la cola blanca (*Odocoileus virginianus goudotti*). También en las tierras bajas inundables, cerca del río Bogotá, y en las “chucuas”, conocidas hoy como humedales, prosperó abundante vida silvestre, en forma de aves acuáticas, nativas y migratorias.

Entre la fauna perdida en los humedales urbanos, se cuenta también la ictiofauna típica de todo el altiplano cundiboyacense donde existieron por lo menos cuatro especies endémicas de peces como los capitanes (*Eremophilus mutisii* y *Pygidium bogotensis*), la guapucha (*Grundulus bogotensis*) y el pez graso de tota (*Rhizomichthys totae*), algunos de ellos extintos hoy localmente, cuya presencia en los humedales bogotanos ha quedado relegada exclusivamente al de Santa María del lago, la guapucha y el capitán de la sabana. Un análisis retrospectivo de la fauna, fundamentado en registros actuales e históricos, dio como resultado que la composición de la biota de vertebrados en los humedales bogotanos llegó a mantener 175 especies de aves, de las cuales 157 eran típicas del humedal y 18 introducidas.



Figura 3. Especies acuáticas de humedales de Bogotá

Fuente: (<http://www.acuaristasperu.net>, <http://web.claustromoderno.edu.co>.

<sup>10</sup> Botero, J. 1996(Citado por Personería de Bogotá). Cimas andinas : Unas islas en el cielo. In: Páramos y bosque de niebla islas en el cielo. Revista del Ecofondo. Sonson .Antioquia.

Actualmente la avifauna está representada por 112 especies, excluyendo las introducidas, encontrándose por lo tanto que, de este grupo ha desaparecido 45 especies. El valor de la avifauna de los humedales bogotanos ha sido reconocido como centro de distribución y origen de especies en todo el norte de los andes, siendo el sitio de aves acuáticas más importante de esta región suramericana donde se dieron los más importantes procesos evolutivos.

Actualmente son preocupantes las extinciones locales que se presentan paulatinamente en cada uno de estos ecosistemas, vulnerando cada vez más las poblaciones regionales, en especial las de distribución restringida y endémica. Estos acontecimientos se han acentuado para grupos como los mamíferos y algunas especies de aves, en especial en los humedales del sector suroccidental de la ciudad, a excepción del humedal de Tibanica, que aún conserva poblaciones significativas de avifauna acuática.

Caso contrario sucede con los humedales de la cuenca del tinal, donde la mayor parte de las tinguas ha desaparecido recientemente, permaneciendo en todos únicamente la tingua de pico rojo (*Gallinula chloropus*), que al parecer es la que mejor soporta condiciones adversas. A pesar de que la situación actual de las aves de los humedales bogotanos no es buena, aun se presentan intercambios poblacionales importantes entre ellos, lo que hace que algunas de sus funciones ecológicas se comporten como el complejo sistema biótico que fue en otras épocas.



Figura 4. Tingua de pico rojo  
Fuente <http://www.panoramio.com>.

Los humedales del boque sur soportan en conjunto una misma población de aves que se desplazan entre ellos, como es el caso del gavilán (*Elanus caeruleus*) o las garzas (*Ardeola*

*ibis, Ardea alba y Eutorides striatus*), las cuales utilizan simultáneamente los humedales de la cuenca del tinal (el burro, techo, la vaca y capellanía).



Figura 5. Avifauna de humedal de Techo, Burro, Capellanía y Vaca.  
Fuente: <http://www.retamatour.com>. <http://www.natureblink.com>.

El segundo grupo de vertebrados con mayor representatividad, es el de los mamíferos, cuya diversidad alcanzó 23 especies nativas. Actualmente se encuentran 3 especies introducidas y 12 nativas. Los representantes de esta última constituyen grupos escasos de la sabana de Bogotá y en franco proceso de desaparición, entre ellas la curí (*Cavia porcellus anolaimae*), que aunque no constituyen una clase endémica, si es de gran importancia, ya que habiendo sido una especie muy abundante en la altiplanicie, hoy día esta relegada exclusivamente a las zonas pantanosas, donde también se le ha visto disminuir dramáticamente.<sup>11</sup>



Figura 6. Especie curí (*Cavia porcellus anolaimae*)  
Fuente (<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/575/57508708/57508708.html>)

El caso más crítico para este grupo lo presentan los humedales del sector suroccidental de la ciudad, donde la mastofauna ha sufrido mayor disminución e incluso extinción local. La pérdida

<sup>11</sup> Hernández, J.R. Ortiz, T. Walsshburger & A.Hurtado.1992 (Citado por Personería de Bogotá). Estado de la biodiversidad en Colombia. Acta zoológica mexicana. Volumen especial: 41.43.

de esta biota fue provocada principalmente por la excesiva reducción de las áreas pantanosas y degradación de sus rondas, como el caso de los del tinal. Otros factores que contribuyeron a este proceso fueron el exceso de cacería de subsistencia desarrollada por los habitantes locales y la depredación de animales domésticos, especialmente en los humedales de Tibanica y el Burro, donde desaparecieron las especies curí (*Cavia porcellus anolaimae*).

Entre otros aspectos que aumentan la vulnerabilidad de los mamíferos se encuentran el gran desconocimiento que sobre sus representantes se tiene; la única especie que ha sido estudiada es el curí, mientras que para las comadreas, murciélagos faras y demás, solo se tienen registros de su presencia, esta especies hoy en día se encuentran altamente amenazadas por el fraccionamiento del hábitat, que produce su aislamiento, estimulando procesos endogámicos que podrían en riesgo de extinción regional a todos sus representantes.

Otro componente biótico importante es el de los anfibios, cuya representatividad es menos diversa, los reptiles, con cuatro especies cada uno, y los peces, con cinco especies. De estas sobreviven actualmente en los humedales tres especies de anfibios, dos de peces y tres de reptiles.

En materia de cobertura vegetal, existen áreas que por sus características generales de vegetación, relativa calidad de aguas y distancia respecto a la actividad humana circundantes, son importantes para la fauna y flora silvestre tales son:

**Áreas de protección de fauna asociada al cuerpo de agua.** Hace referencia a los sitios donde habitan las especies que utilizan los espacios acuáticos o semiacuáticos, para cumplir sus funciones vitales al interior de esta unidad se pueden diferenciar tres subunidades:

- A. **Garceros:** son aquellos sitios donde se presenta una alta concentración de especies de orden ciconiformes. Su importancia ecológica radica en que, además de proteger estas clases, son fuente importante de recursos al ecosistema, llegando a conformar un microsistema que favorece a otros grupos. Entre estas se encuentran la garza ganadera (*Ardeola ibis*), garcipolo (*Nycticorax sp.*), garza azul (*Egretta caerulea*), y ocasionalmente, individuos solitarios de garza dorada

(*Ixobrychus exilis bogotensis*), de guacos (*Butorides striatus*) y garzas migratorias como *Butorides virecens*.



Figura 7. Especies *Nycticorax* y *Ixobrychus exilis bogotensis*  
Fuente. ([http://monacoeye.com/birds/index\\_files/category-ardeidae.php](http://monacoeye.com/birds/index_files/category-ardeidae.php))

- B. **Áreas de concentración y reproducción de especies:** hace referencia a los sectores del humedal donde se aprecia con frecuencia una gran congregación de avifauna cumpliendo sus funciones vitales de alimentación, amidación, reproducción, interacciones etc. Son sectores que en general poseen una apreciable cobertura vegetal como juncuales con altas densidades, que les ofrecen refugio y alimentación o sectores con vegetación flotante y amplios espejos de agua ubicados hacia el interior de los humedales.
- C. **Sector de migratorias:** comprende esencialmente los espejos de agua que estacionalmente reciben bandadas de pato careto (*Anas discors*) y de chorlos playeros (*Tringa solitaria*, *T.flavipens*, *t.melanoleuca*).



Figura 8. Especies *Anas discors* y *Tringa solitaria*,  
Fuente. <http://sdakotabirds.com>

1. **Áreas de protección de fauna asociada a las áreas reforestadas.** Hace referencia a sitios que son utilizados por especies de hábitats no acuáticos, para cumplir sus funciones ecológicas.

Al interior de esta subunidad se encuentran sectores de movimiento de especies y el sector de migratorias.

Dentro de las especies que se consideran en este sector están el curí (*cavia porcellus anolaima*), la musaraña (*cryptotis thomas*), la chucha de oreja blanca (*didelphis albiventris*), la comadreja (*mustela frenata*), la ardilla colorada común (*scierus granatensis*), y el ratoncito arrocero bogotano (*microxus bogotensis*).

Además se encuentran diferentes especies de aves que encuentran refugio y alimento en los arboles que crecen en la ronda hidráulica entre las que se presentan también migratorias tal es el caso del perico de anteojos (*forpus conspicilatus*), la gallina ciega (*caprimulgus longirostris*), el colibrí mosca (*acestrura mulsant*), el vichofue (*pitangus sulphuratus*), el toche (*icterus crysater*) y 60 especies más entre las registradas en los diferentes humedales, que dependen más de la oferta alimenticia y buena calidad del hábitat que le brinden los bosques de ronda, que el cuerpo de agua del humedal.



Figura 9. Especies *Forpus conspicilatus*, *Caprimulgus longirostris* e *Icterus crysater*  
Fuente: <http://www.avespampa.com.ar>

2. **Áreas de protección de flora en peligro.** Son las áreas donde se encuentran algunas especies vegetales consideradas en la categoría de especie amenazada o en peligro de extinción. Este es el caso del senecio o margarita de pantano (*Senecio carbonelli*) y la graciola de pantano (*Gratiola bogotensis*).



Figura 10. Especie senecio Carbonelli  
Fuente (<http://www.golatofski.de>)

## 2.2 PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Para establecer la variación climática y en consecuencia lograr el desarrollo del proyecto, se trabajó con los siguientes parámetros:

### 2.2.1 Temperatura ambiente

Temperatura ambiente es la temperatura que se puede medir con un termómetro y que se toma del ambiente actual, por lo que, si se toma de varios puntos en un área a un mismo tiempo puede variar.

Esto es debido a que una temperatura tomada en un ambiente tan frío como lo es el Polo Norte, donde la temperatura sería bajo cero (si se mide en grados Fahrenheit o en Centígrados), no será igual a una tomada en un lugar tan cálido como un desierto donde la temperatura estaría muy por encima del cero.

### 2.2.2 Precipitación

En el concepto de precipitación se incluye todo tipo de agua que cae o se deposita sobre la superficie terrestre, ya sea en forma líquida o sólida. La formación de la precipitación impone la existencia de condensación dentro de la atmósfera debida al enfriamiento de ella. Esta condensación se facilita por la presencia en la atmósfera de partículas o moléculas, denominadas

núcleos de condensación, entre los que destacan el polvo, las moléculas de cloruro sódico así como productos de la combustión del azufre y compuestos nitrosos.

La medida de la precipitación sobre una cuenca se realiza por medio de los pluviómetros. Se basan en la recogida de la precipitación (lluvia o nieve) en un elemento denominado colector. La precipitación se mide por volumen o pesada y su registro se realiza por lectura directa o por registro gráfico o electrónico.

### **2.2.3 Brillo solar**

La duración del brillo solar o heliofanía en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. El total de horas de brillo solar de un lugar es uno de los factores que determinan el clima de esa localidad. Este elemento meteorológico es importante en casi todas las formas de actividad y empresas humanas. Sectores como el agrícola, forestal, turismo, construcción, deportes y energía, dependen y planifican aspectos del cumplimiento de sus programas y actividades futuras sobre la perspectiva de disponer de suficiente horas de brillo solar durante el día.

### **2.2.4 Evaporación**

Un proceso que transfiere agua desde el suelo de vuelta a la atmósfera es la evaporación. La evaporación es cuando el agua pasa de la fase líquida a la gaseosa. Los índices de evaporación del agua dependen de varios factores como la temperatura, la humedad y el viento. Este proceso es de gran importancia en el ciclo hidrológico del agua.

El agua que se mantiene en los lagos y en los ríos, se evaporan directamente en la atmósfera, pero algo del agua del subsuelo llega a la atmósfera por evaporación a través de la superficie de la tierra. Claro está que, el océano es la fuente más grande de agua que se evapora hacia la atmósfera.

Aparte de la evaporación, el proceso de transpiración también lleva agua almacenada en las hojas de la vegetación hacia la atmósfera. En el fenómeno de la transpiración en plantas y sudoración en animales. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10% al agua que se incorpora a la atmósfera.

### **2.2.5 Humedad relativa**

En esencia toda precipitación de agua en la atmósfera, sea cual sea su estado (sólido o líquido) se produce por la condensación del vapor de agua contenido en las masas de aire, que se origina cuando dichas masas de aire son forzadas a elevarse y enfriarse. Para que se produzca la condensación es preciso que el aire se encuentre saturado de humedad y que existan núcleos de condensación.

El aire está saturado si contiene el máximo posible de vapor de agua. Su humedad relativa es entonces del 100 por 100. El estado de saturación se alcanza normalmente por enfriamiento del aire, ya que el aire frío se satura con menor cantidad de vapor de agua que el aire caliente. Así, por ejemplo, 1 m<sup>3</sup> de aire a 25 °C de temperatura, cuyo contenido en vapor de agua sea de 11 g, no está saturado; pero los 11 g lo saturan a 10 °C, y entonces la condensación ya es posible.

Otra forma de decirlo es que La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, por ejemplo, una humedad relativa del 70% quiere decir que de la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%.

La importancia de esta manera de expresar la humedad ambiente radica en que refleja adecuadamente la capacidad del aire de admitir más o menos vapor de agua.

La humedad relativa es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento.

## **2.3 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

El aumento continuo de la población, su concentración progresiva en grandes centros urbanos y el desarrollo industrial ocasionan, día a día, más problemas al medio ambiente conocidos como contaminación ambiental. Ésta consiste en la presencia de sustancias (residuos sólidos, pesticidas, aguas residuales, emisiones atmosféricas) extrañas de origen humano en el medio ambiente, ocasionando alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Dichas alteraciones o efectos se manifiestan en la generación y propagación de enfermedades en los seres vivos, muerte masiva y, en casos extremos, la desaparición de especies animales y vegetales; inhibición de sistemas productivos y, en general, degradación de la calidad de vida de todo ser vivo.<sup>12</sup>

Existen diversos efectos de la contaminación sobre los ecosistemas y todo ser vivo, dependiendo del tipo de contaminación que se genere, y hacia qué parte se dirige (agua, aire o suelo), teniendo en cuenta estos aspectos podemos hablar de lo siguientes aspectos:

### **2.3.1 Contaminación del agua**

La contaminación del agua es cualquier cambio físico, químico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto nocivo en cualquier especie que la consuma. El agua puede contaminarse de diferentes formas, aunque la más común en la actualidad es mediante descarga de agua residual proveniente de la industria, comercio, viviendas, agrícola etc.

#### **✓ Efectos producidos por la contaminación del agua**

- ✓ Alteración de la flora y fauna acuática.
- ✓ Pérdida de oxígeno del agua.
- ✓ Crecimiento masivo de algas debido a la descarga de nitratos y sulfatos.

---

<sup>12</sup> AL GORE .2007 una verdad incomoda para futuras generaciones los peligro del calentamiento global explicados a los jóvenes. ED. Gedisa

- ✓ Alteración del equilibrio ecológico en cuerpos de agua.
- ✓ Alteración de todo tipo de ecosistemas.
- ✓ Alteración para la fauna no acuática que necesita de los cuerpos de agua entre otros.

### **2.3.2 Contaminación del aire**

La contaminación atmosférica afecta a millones de personas de todo el mundo, especialmente a aquellas que viven en los grandes núcleos urbanos y en áreas fuertemente industrializadas, con denso tráfico de vehículos. Las emanaciones de polvos y gases corrosivos deterioran el medio ambiente dando lugar a olores desagradables, pérdida de visibilidad y daños para la salud humana, para los cultivos y otras formas de vegetación y sobre los materiales de construcción.

Los efectos producidos por la contaminación atmosférica dependen principalmente de la concentración de contaminantes, del tipo de contaminantes presentes, de tiempo de exposición y de las fluctuaciones temporales en las concentraciones de contaminantes, así como de la sensibilidad de los receptores y los sinergismos entre contaminantes. Hay que tener muy en cuenta la graduación del efecto a medida que aumentan la concentración y el tiempo de exposición.

#### **✓ Efectos producidos por la contaminación aire:**

- ✓ Alteración de las condiciones atmosféricas.
- ✓ Reducción de la visibilidad.
- ✓ Formación de neblina y precipitación o lluvia.
- ✓ Reducción de la radiación solar.

- ✓ Alteración de las temperaturas y del comportamiento del viento.
- ✓ Alteración de sobre las plantas y sus ciclos vegetativos.
- ✓ Enfermedades respiratorias.
- ✓ Cáncer de piel.
- ✓ Debilitamiento del sistema inmunológico.

### **2.3.3 Contaminación del suelo**

La contaminación del suelo generalmente aparece por factores antrópicos ya sea al producirse una ruptura de tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales, la cual produce un deterioro en el medio ambiente ya que los suelos se hacen infértiles. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo y causan una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

#### **✓ Efectos producidos por la contaminación del suelo**

- ✓ Alteración de los ciclos biogeoquímicos.
- ✓ Contaminación de mantos o niveles freáticos.
- ✓ Interrupción de procesos biológicos.
- ✓ Contaminación de aguas superficiales.

- ✓ Afectación de cosechas y zonas de uso pecuario.

## 2.4 CAMBIO CLIMÁTICO

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitación, nubosidad, entre otros. En teoría, son debidos tanto a causas naturales, como antrópicas.

Por otra parte, de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.<sup>13</sup>

Desde el punto de vista meteorológico, se llama Cambio Climático, a la alteración de las condiciones predominantes. Los procesos externos tales como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la Tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica, son factores que tienen gran importancia en el cambio climático. A su vez hay factores que pueden incidir en el cambio climático, uno de estos factores son los gases de efecto invernadero.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> AL GORE .2007 una verdad incómoda para futuras generaciones los peligro del calentamiento global explicados a los jóvenes. ED. Gedisa

<sup>14</sup> AL GORE .2007 una verdad incómoda para futuras generaciones los peligro del calentamiento global explicados a los jóvenes. ED. Gedisa

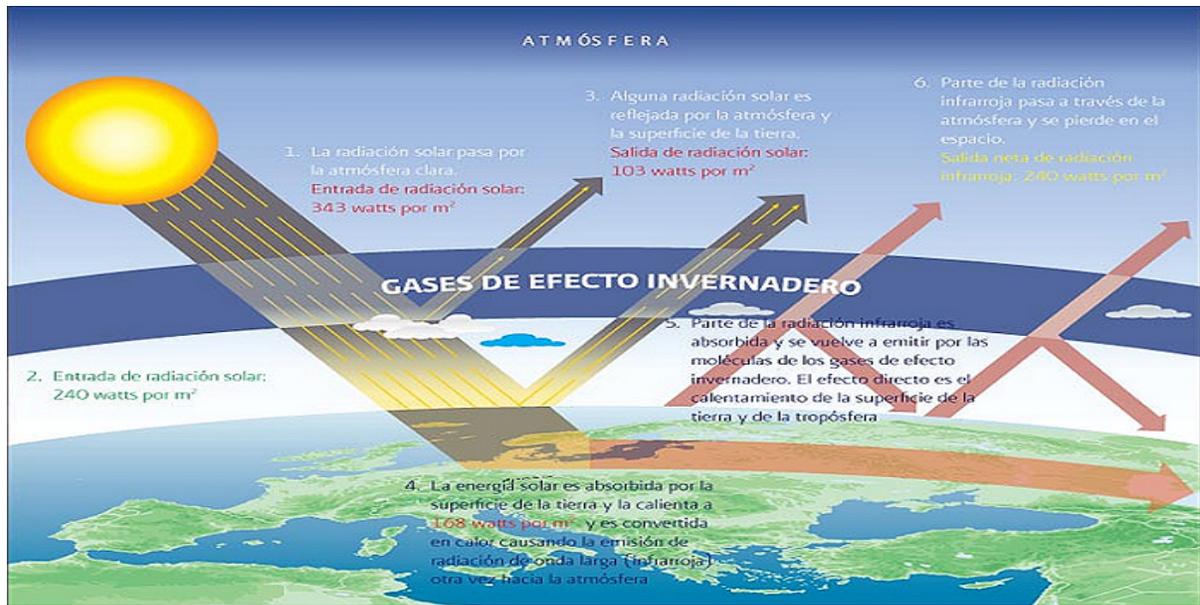
## 2.5 EFECTO INVERNADERO

La vida en nuestro planeta fue posible, entre otros muchos factores, gracias a los gases hoy conocidos como “de efecto invernadero”. Dentro de la atmósfera y en su medida justa, estos gases son los encargados de retener el calor que deposita el sol sobre la tierra. La energía proveniente del sol llega a nuestro planeta atravesando las capas de la atmósfera. De los aproximadamente 4000 billones de kw por hora que recibe la tierra, alrededor de 60% es reflejado nuevamente al espacio por las nubes, el aire y el polvo. El resto son radiaciones de onda corta (espectro visible y ultravioleta) que alcanzan la superficie terrestre y la calientan. A su vez en horas de la noche, la tierra irradia calor en forma de radiación infrarroja, de onda larga. Esta radiación es atrapada en la atmósfera por el anhídrido carbónico y el vapor de agua, que la absorben y la devuelven a la superficie terrestre. Sin el efecto invernadero, la temperatura del mundo sería la de un freezer -20 °C. durante los últimos doscientos años , la tecnología humana utilizó tres fuentes principales de energía : petróleo, carbón, y gas y , en menor medida, la electricidad proveniente de plantas nucleares y de hidroeléctricas. La quema de estos tres combustibles produce toneladas de dióxido de carbono. Este gas, junto con otros liberados también por las actividades productivas del hombre, está operando un cambio del clima a nivel mundial. (Ver Figura 11. Efecto Invernadero).

Cuando la atmósfera se convierte en un depósito de grandes cantidades de gases, se rompe el equilibrio natural entre la energía absorbida y la reflejada. Los organismos encargados de reciclar el carbono ven superada su capacidad máxima de trabajo, y entonces el ciclo natural del carbono se altera. Dado que hay una mayor cantidad de gases que absorben el calor y lo devuelven a la tierra, la temperatura comienza a aumentar. Este es el proceso que se conoce como calentamiento global. Así, el efecto invernadero, que permite retener el calor en la atmósfera y que resulto tan beneficioso desde miles de años, se vuelve en contra de la vida.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003



Figural 1. Efecto invernadero  
Fuente: [www.portalplanetasedna.com](http://www.portalplanetasedna.com).

Estos gases conocidos como de efecto invernadero son:

### 2.5.1 Dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un gas incoloro, de olor penetrante y sabor ácido. Su símbolo químico es CO<sub>2</sub>. Se trata de un componente minoritario de la atmósfera que proviene de la respiración animal y es utilizado por las plantas para realizar la fotosíntesis (a partir de la cual producen hidratos de carbono). Se lo utiliza como refrigerante en la industria; en centrales eléctricas; en extintores de incendios, inflado de botes y chalecos salvavidas; también en la fabricación de goma espuma y plásticos, la elaboración de bebidas gaseosas, la producción de fertilizantes para plantas de invernadero y para insensibilizar al ganado antes de la matanza. Congelado a -78,5 °C, es popularmente conocido como hielo seco. La exposición a este compuesto en una concentración de 5% puede causar desvanecimiento y muerte.

Su presencia en la atmósfera, en niveles normales, contribuye al efecto invernadero, ya que impide que vuelva al espacio una parte de la energía radiante que recibe la tierra.

Las dos fuentes principales de liberación de CO<sub>2</sub>, en la atmósfera son la tala de bosques y la industria. En el primer caso, el CO<sub>2</sub> que se acumula en los tejidos de los vegetales como parte de su materia orgánica es liberado a la atmósfera por el proceso de descomposición. En el nivel industrial, el CO<sub>2</sub> es el principal residuo de la combustión del carbón, el petróleo y el gas natural. Se estima que la combustión no vinculada a la producción eléctrica produce más del 20% de la emisión de gases de efecto invernadero. Si a esto se le suma otro 10% producido por centrales eléctricas que trabajan a partir del carbón, y 20% producto de la tala de bosques, puede observarse que solo el dióxido de carbono representa más de 50% de los gases de efecto invernadero.<sup>16</sup>

### 2.5.2 Metano

En condiciones normales de presión y temperatura, el metano es un gas incoloro, cuyo símbolo químico es CH<sub>4</sub>. Comprimido a su estado líquido, es menos denso que el agua y apenas soluble en ella. Sin embargo, si es muy soluble en gasolina, éter y alcohol. El metano es el producto final de la descomposición anaeróbica de las plantas. Por este motivo, es el principal constituyente del gas natural (hasta 97%). También los rumiantes, como residuo de su digestión, liberan metano a la atmósfera. Un porcentaje menor de metano se libera al aire por fuga de tuberías y en algunos procesos de combustión e industriales.

En las minas de hulla, el metano se combina con el anhídrido carbónico para formar el peligroso grisú, un compuesto detonante cuyo nombre significa “fuego griego” también son emanaciones de metano las burbujas que brotan en la superficie de los pantanos y de las ciénagas. En suma, el metano aporta 18% de la acumulación de los gases de efecto invernadero.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003 p.28

<sup>17</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003 p.29

### 2.5.3 Clorofluorocarbonos

Con el nombre genérico de CFC, se agrupan una serie de hidrocarburos, compuestos químicos de halógenos en combinación con cloro, flúor y bromo. Comercialmente se los conoce también como freones (carbono con cloro o flúor) o halones (carbono con bromo). Se estima que el 80% de la presencia de los CFC en la atmósfera se debe a las actividades del hombre. La historia de estos compuestos se remonta a la década de 1930, cuando comenzaron a ser utilizados en la refrigeración en reemplazo del amonio. Esto significó un gran salto de la tecnología, ya que el nuevo producto no era tóxico ni inflamable y era químicamente estable y muy liviano.

Tan bueno fue el resultado obtenido a partir de esta combinación de elementos, que en 1950 se inició la producción de espuma plástica (poliuretano), en 1960 se popularizaron los aerosoles y a partir de 1970 su empleo fue masivo: solventes para limpieza, equipos de refrigeración, extintores de incendios, refinación petroquímica, fumigaciones agrícolas y muchos otros usos más.

Hacia 1974 dos investigadores de la Universidad de California, Mario Molina y Sherwood Rowland, concluyeron que el millón de toneladas de CFC que se producía anual y mundialmente, por efecto de los vientos, la presión y la temperatura, alcanzan la capa de ozono y lenta e implacablemente la destruyen.

Inertes en tierra, los CFC reaccionan ante la presencia de los rayos ultravioletas y se convierten en cloro. Un largo proceso químico llamado “ciclo del cloro catalítico del ozono” retroalimenta la destrucción de la capa y empeora el efecto invernadero.

Aunque los CFC son menos abundantes que el CO<sub>2</sub> en el aire, se calcula que son 18,000 veces más poderosos en lo que respecta al calentamiento de la atmósfera. Actualmente, y con el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, los CFC se están reemplazando por

HCFC. Con el agregado de una partícula de hidrógeno, estos HCFC se autodestruyen en la tropósfera, sin alcanzar los estratos más altos.<sup>18</sup>

#### 2.5.4 Ozono

Es un constituyente natural del aire que respiramos. Se trata de un gas azulado, compuesto por tres átomos de oxígeno, cuyo símbolo químico es O<sub>3</sub>. Tiene el típico olor a aire puro. El ozono se encuentra en dos zonas de la atmósfera. En los estratos más elevados, forma una capa de 30km de espesor, que actúa como protección frente a los rayos ultravioletas más peligrosos, los UV, lo necesario para la vida.

Por otra parte, se denomina ozono troposférico al que se encuentra en la tropósfera, es decir en la capa más baja de la atmósfera, la que está más cerca de la tierra. Esta variante del ozono tiene la particularidad de formarse a partir de reacciones químicas que involucran óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y luz solar.

Es altamente oxidante debido a la inestabilidad de su estructura molecular y se produce artificialmente para esterilizar el agua y añejar maderas, como germicida y también para blanquear tejidos.

En concentraciones elevadas, es perjudicial para el aparato respiratorio, puede producir tos, dolor de cabeza, náuseas, dolores pectorales al aspirar profundamente y acortamiento de la respiración. Hoy se sabe que alrededor de 10% de la población es sensible al ozono. Éste elemento representa el 12% de los gases de efecto invernadero.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003 p. 30

<sup>19</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003 pág. 31

### 2.5.5 Óxido nitroso

También conocido como “gas hilarante”, el  $N_2O$  es incoloro, inflamable, no tóxico, más pesado que el aire y de olor dulzón.

Fue preparado por primera vez por el físico y químico inglés Joseph Priestley en 1772; pero recién en 1799, otro físico inglés, Hummphyry Davy, logró determinar su composición y propiedades, se obtiene por descomposición térmica del nitrato de amonio o de la hidroxilamina. Descompuesto a altas temperaturas, el  $N_2O$  produce oxígeno, de modo que es capaz de mantener la combustión. Es producido especialmente por las industrias químicas y de fertilizantes. También se genera en la combustión e incineración y en los escapes de automóviles. En la industria se lo utiliza en el envasado a presión de productos alimenticios, como propelente en aerosoles y en fertilizantes sintéticos. En el campo de la medicina se emplea como analgésico, anestésico y en criocirugías.

El óxido nitroso ocupa el último lugar de los gases de efecto invernadero, ya que representa 6% de la acumulación total. En la actualidad, se calcula que su concentración en la atmósfera es 8% mayor que en la etapa preindustrial. Y aunque este crecimiento parezca insignificante con respecto al aumento de otros gases de efecto invernadero, el  $N_2O$  es trescientas veinte veces más poderoso que el dióxido de carbono para atrapar calor en la atmósfera.<sup>20</sup>

### 2.5.6 Vapor de agua

La acción del vapor de agua como gas de efecto invernadero no está efectivamente comprobada. El vapor retiene el calor en la atmósfera y genera, incluso, una peligrosa retroalimentación: a mayor temperatura en el ambiente, mayor evaporación de agua, lo que da como resultado mayor capacidad para atrapar el calor. Así, el ciclo del agua, aparentemente

---

<sup>20</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003 pág. 32

inofensivo, también podría hacer aumentar la temperatura del planeta.<sup>21</sup> (Ver **Tabla 2. Resumen de gases efecto invernadero**).

**Tabla resumen de principales contaminantes que causan efecto invernadero**

PARAMETRO	PROCEDENCIA	EFECTO
DIÓXIDO DE CARBONO (CO <sub>2</sub> )	Se le utiliza como refrigerante en la industria, en centrales eléctricas, en extintores de incendios, inflado de botes y chalecos salvavidas, también en la fabricación de goma de espuma y plásticos, la elaboración de bebidas gaseosas, la producción de fertilizantes para plantas de invernadero y para insensibilizar al ganado. Las dos fuentes de liberación de CO <sub>2</sub> en la atmosfera son la tala de bosques y la industria.	Representa más del 50% de los gases de efecto invernadero. Este gas retiene el calor que deposita el sol sobre la tierra, aumentando así la temperatura del planeta. Lo que modificaría el régimen de lluvias lo que produciría alteraciones sobre las tierras cultivables y la extensión de los desiertos
METANO (CH <sub>4</sub> )	Es el producto de la descomposición anaeróbica de las plantas y es el principal constituyente del gas natural (hasta 97%). También los rumiantes como residuo de su digestión, liberan metano a la atmosfera.	Representa el 18% de los gases de efecto invernadero, el cual retiene el calor proveniente del sol a la tierra.
CLOROFUOROCARBONOS (CFC's)	Comenzaron a utilizarse en 1930 en la refrigeración en reemplazo del amonio. También se comenzó su uso para la producción de espuma plástica (poliuretano), se popularizó en la producción de aerosoles, solventes para limpieza, extintores de incendios, refinación petroquímica, fumigaciones agrícolas y muchos otros usos más.	En 1974, tras un estudio, se concluyó que los CFC's, alcanzan la capa de ozono y lenta e implacablemente acaban con ella. Aunque los CFC's son menos abundantes que el CO <sub>2</sub> en el aire, se calcula que son 18000 veces más poderoso en lo que respecta al calentamiento de la atmósfera.
OZONO (O <sub>3</sub> )	Es un constituyente natural en el aire, esencial, como protección frente a los rayos ultravioleta. Este gas se produce artificialmente para esterilizar el agua, añejar maderas, como germicida y también para blanquear tejidos.	Además de retener el calor en la atmósfera y de protegernos de los rayos ultravioleta más peligrosos como los UVB, en concentraciones elevadas puede ser perjudicial para el sistema respiratorio
ÓXIDO NITROSO (N <sub>2</sub> O)	Se obtiene por descomposición térmica del nitrato de amonio de la hidroxilamina, es producido principalmente por las industrias químicas y de fertilizantes, también se genera en la combustión e incineración y en los escapes de automóviles; también se utiliza en el envasado a presión de productos alimenticios, así como en el envasado, en fertilizantes sintéticos y propelente en aerosoles.	Representa el 6% de la acumulación total de los gases de efecto invernadero. Se calcula que su concentración en la atmosfera es 8% mayor que en la etapa preindustrial; es de suma importancia tenerlo en cuenta, ya que el N <sub>2</sub> O es trescientas más poderoso que el CO <sub>2</sub> para atrapar calor en la atmósfera

Tabla 2. Resumen de gases efecto invernadero<sup>22</sup>

<sup>21</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA . calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Longseller .S.A. 2003 pág. 33

## 2.6 IMPACTO AMBIENTAL EN HUMEDALES.

Una serie de impactos potenciales pudieran ocurrir en los humedales por el cambio climático. El derretimiento de los permafrost en los Alpes por ejemplo, puede provocar afectaciones a la biodiversidad que se desarrolla bajo estos humedales, que pudiera llegar hasta la pérdida de especies por la imposibilidad de la emigración, dado la topografía de la región. Los cambios en el régimen de temperaturas, radiación, viento e hidrología en los ecosistemas acuáticos pueden afectar directamente la disponibilidad de nutrientes en el ecosistema, la subsistencia, crecimiento y reproducción de los organismos, y la producción del ecosistema. Algunos impactos potenciales esperados son:

- Afectación en las funciones ecológicas, al provocar cambios en la hidrología y otras condiciones físicas y químicas que favorecen la convivencia entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema.
- Pérdidas de hábitat y otras afectaciones a la flora y la fauna.
- Afectaciones por sequías y eventos de extremas precipitaciones (pérdidas sociales, económicas y medioambientales).
- Afectaciones a la fuente de abasto de agua por inclusión salina o desbalance hídrico.
- Aumento de la erosión costera.
- Afectaciones al transporte de sedimentos y nutrientes.

Sin embargo en los últimos años se ha incrementado, en parte, la difusión de sus valores, atributos y funciones inherentes. Sin embargo, los humedales son en la actualidad uno de los ecosistemas más amenazados por diferentes actividades antrópicas. En los lugares donde estos

---

<sup>22</sup> ADRIANA PATRICIA CABRERA. calentamiento global las dos caras del efecto invernadero ED. Lonseller.S.A. 2003

fueron o son representativos, continúan actuando manos destructoras que ignoran o subvaloran los impactos ambientales que esa práctica puede generar, ni mucho menos las negativas consecuencias que terminan afectando la calidad de vida de la población y el ambiente en general.<sup>23</sup>

Entre las actividades humanas que desencadenan estos cambios en los humedales están:

### **2.6.1 Control de inundaciones**

Consiste en toda clase de perturbaciones que cambian los ciclos hidrológicos en el humedal (caudal, pulso, ritmo y frecuencia). Produciendo alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y biológicos. Estas alteraciones tienen origen en la construcción de obras civiles para la contención, conducción, o evacuación de aguas. Los cambios se dan en la cantidad y estacionalidad de las aguas y se producen por el adelantamiento de obras civiles de protección de las áreas frente a crecientes como canales, diques, jarillones o terraplenes construidos sobre zonas de humedales para habilitar vías de comunicación. Este tipo de situaciones ha sido muy común en el país y ha producido la alteración severa de humedales como la ciénaga de lorica en Córdoba y la ciénaga de la virgen en Cartagena, entre otros.

### **2.6.2 Contaminación hídrica**

Ocasiona cambios severos en la calidad de las aguas por adición de químicos o por cargas de sólidos, lo cual desencadena cambios biológicos. Esta situación es frecuente en todos los procesos de “eutroficación” que se han registrado en numerosos cuerpos de aguas naturales y artificiales, así como en las llanuras de inundación de los ríos Sinú, San Jorge, Cauca, Magdalena y del altiplano cundiboyacense, entre otros.

---

<sup>23</sup> BÁRBARO V MOYA. 2005. Los humedales ante el cambio climático. Instituto Universitario de Geografía Universidad de Alicante

### **2.6.3 Urbanización**

Es una alteración severa de humedales por el desarrollo urbano, industrial y de infraestructura de recreación. En muchas ocasiones se presenta sin la afectación total de su espacio físico. No obstante, en algunas ocasiones se produce el cambio de uso de la tierra a partes críticas para el funcionamiento del mismo, tal como en la vegetación primaria o en la transición con los ecosistemas terrestres.

### **2.6.4 Sobreexplotación de recursos biológicos**

Se produce por el alto porcentaje de caza y de pesca, recolección de nidos extracción de materiales para usos domésticos, artesanales o para autoconsumo (leña o materiales de construcción). Esta situación es común en todos los complejos de humedales de las tierras bajas y muy notorias en el caso de las pesquerías continentales.<sup>24</sup>

## **2.7 MARCO GEOGRÁFICO**

Colombia está situada en el extremo norte y occidental de América del sur, en la faja intertropical del mundo, con una extensión de 1' 141.738 km<sup>2</sup> enmarcados entre los 12° 26' 46'' de latitud norte 4° 13' 30'' de latitud sur y los 66° 50' 54'' y 79° 02' 33'' de longitud oeste.

En esta tierra se destaca la presencia de la cadena montañosa de los andes, que atraviesa el territorio de sur a norte. De acuerdo con esta característica, Colombia se puede dividir en dos grandes regiones: una montañosa al occidente y otra plana al oriente y norte del país, este sistema orográfico está compuesto principalmente por cadenas montañosas (cordilleras occidental, central, y oriental), y están separadas por los ríos Magdalena (cordilleras central y oriental) y Cauca (cordilleras central y occidental). También se da a cuatro vertientes hidrográficas: Pacífica, Caribe, Orinoco y río Amazonas. La vertiente del pacífico se caracteriza por su gran humedad; sus principales ríos son el Mira, Patía, San Juan de Micay, San Juan y

---

<sup>24</sup> Personería de Bogotá. Los humedales en Bogotá

Baudó. En la vertiente del Caribe sobresalen los ríos Magdalena, Cauca, Sinú, Atrato, San Jorge y Catatumbo. Por su parte la vertiente del Orinoco ocupa casi la cuarta parte del territorio nacional continental del país y sus principales ríos son el Arauca, Meta, Tomo, Vichada, Guaviare y Tabapo, la vertiente del Amazonas también ocupa una extensa zona del país, siendo sus ríos más importantes el Guainía, Vaupés, Caquetá y Putumayo. A todos estos sistemas se encuentran asociados diversos tipos de humedales.

De acuerdo con el concepto de humedal, se puede decir que en Colombia el área total de estos ecosistemas es de 20' 252.500 ha., representadas por lagos, pantanos y turberas, ciénagas, llanuras y bosques inundados.

En total entre ciénagas y otros cuerpos de agua similares existen 5' 622.750ha., las cuáles se encuentran principalmente en los departamentos de Magdalena y Bolívar. Las lagunas representan cerca de 22.950 ha y las sabanas cubren una superficie total aproximada de 9'255.475 ha. Ubicadas en los departamentos del Amazonas, Guainía y Guaviare los bosques inundables representan aproximadamente 5' 351.325 ha, y se localiza en la Orinoquía, bajo Magdalena y en menor medida en la zona pacífica.

Otras clasificaciones dadas a los humedales colombianos son contempladas estrechamente por la compleja geografía. De esta manera se puede relacionar según la posición altitudinal, en provincias geográficas: provincias de alta montaña tropical páramo, provincia andina, provincia de tierras bajas y provincia costera. De acuerdo con esta clasificación, se consideran los humedales bogotanos como propios de la provincia andina, por no sobrepasar los 3000 m.s.n.m<sup>25</sup>

De acuerdo con el registro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Distrito Capital, está localizada en la sabana del mismo nombre, en el departamento de Cundinamarca, a 2.630 metros promedio sobre el nivel del mar en la rama oriental de la Cordillera de los Andes, en las coordenadas 4° 33'56''57 de latitud norte y 74° 04'51''30 de longitud oeste de Greenwich.

---

<sup>25</sup> Personería de Bogotá. Los humedales en Bogotá

## 2.7.1 Estaciones climatológicas ordinarias IDEAM y humedales aledaños

Se escogieron tres estaciones climatológicas debido a su mayor cobertura de datos y cuyas ubicaciones geográficas son favorables por su cercanía a los humedales de Bogotá. La ubicación de las estaciones son las siguientes.

### 2.7.1.1 Estación climatológica UDCA y Humedal Guaymaral

La estación climatológica ordinaria Corporación Universitaria Agropecuaria se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: Latitud 0447 N, Longitud 7402 W y con una elevación de 2570 m.s.n.m. en la ciudad de Bogotá, Colombia (Ver Anexo 7. Plano de ubicación de humedales y estaciones climatológicas ordinarias).

Esta cuenta con datos climatológicos como temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación y brillo solar del año de 1999-2010.



Figura 12 Estación UDCA  
Fuente: IDEAM

- **Humedal cercano a la estación climatológica corporación universitaria agropecuaria**

**Humedal Guaymaral** (Ver Anexo 7. Plano de ubicación de humedales y estaciones climatológicas). Por el acuerdo 19 de 1994, se nombró al humedal de Torca como perteneciente a la localidad uno, Usaqué, y el de Guaymaral a la localidad once, Suba. Dicha división se debe a

que la Autopista Norte es el límite entre las dos localidades y atraviesa el ecosistema, dividiéndolo en tres: Torca, Guaymaral y el humedal que se forma en el separador.

### 2.7.1.2 Estación climatológica INEM de Kennedy y Humedal de Burro

La estación climatológica ordinaria INEM de Kennedy se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: Latitud 0439 N, Longitud 7408 W y con una elevación de 2580 m.s.n.m. en la ciudad de Bogotá, Colombia (Ver Anexo 7. Plano de ubicación de humedales y estaciones climatológicas ordinarias). Ésta cuenta con datos climatológicos de precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación del año 1989-2010.



Figura 13 Estación INEM de Kennedy  
Fuente: IDEAM

- **Humedal cercano a la estación INEM de Kennedy**

**Humedal Burro** (Ver anexo 7. Ubicación de humedales y estaciones climatológicas ordinarias). Éste humedal pertenece a la localidad de Kennedy, la número ocho, al suroccidente de Bogotá. Limita con la Avenida Ciudad de Cali y el barrio Monterrey por el nororiente; al sur con el barrio Las dos Avenidas; por el oriente con el barrio Pio XII y por el occidente con los barrios Castilla y Bavaria.

**Nota:** Por disponibilidad de tiempo y demora en los trámites de los requerimientos necesarios para el acceso al humedal techo, se tomo la decisión de trabajar únicamente con el humedal de Burro.

### 2.7.1.3 Estación climatológica Jardín Botánico y humedal Santa María del lago

La estación climatológica ordinaria Jardín Botánico se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: Latitud 0440 N, Longitud 7406 W y con una elevación de 2552 m.s.n.m. en la ciudad de Bogotá, Colombia. (Ver anexo 7. Ubicación de humedales y estaciones climatológicas ordinarias). Ésta cuenta con datos climatológicos del año 1974-2010 y cuenta con los parámetros de temperatura, precipitación, brillo solar, evaporación y humedad relativa.



Figura 14 Estación Jardín Botánico  
Fuente: IDEAM

- **Humedal cercano a la estación Jardín Botánico.**

**Humedal Santa María del Lago** (Ver anexo 7. Ubicación de humedales y estaciones climatológicas ordinarias)

Este humedal se ubica a pocas calles del cruce de la avenida Boyacá con la calle 80, pertenece a la localidad diez, Engativá, y está en el barrio del mismo nombre, se encuentra rodeado por conjuntos residenciales que lo delimitan claramente.

En la Tabla 3 se resume la localización de los humedales y se describen características principales de los mismos.

HUMEDAL	LOCALIZACION	CARACTERISTICAS
Guaymaral	Situado en la localidad n° 11 de Bogotá, suba. Se encuentra ubicado al norte del distrito capital, a la altura de la autopista norte. Colinda por el norte y el occidente con el parque industrial BIMA; por el sur con el centro recreacional CAFAM y por el oriente con la autopista norte.	En 1952 con la construcción de la Autopista Norte se dio paso a dividir al humedal en tres, la sección Occidental conocida hoy como Humedal de Guaymaral, la mejor conservada a nivel de su riqueza natural; la sección Oriental conocida como Humedal de Torca más el separador de la autopista que está en constante tratamiento de conservación.
Torca	Se encuentra en la localidad 1 de Bogotá, Usaquén, en el sector nororiental de la ciudad, a la altura de la autopista norte con calle 220. Limita por el sur con el cementerio jardines de paz, por el occidente con la autopista norte, por el norte con un canal y por el oriente con la línea férrea.	Comprende un área de pastos que se extiende hasta las montañas en el oriente, en las que se encuentra la cuenca hidrográfica del humedal.
Burro	Situado en Kennedy, localidad 8 de Bogotá. El humedal el burro limita por el extremo nororiental con la avenida ciudad de Cali, barrio monterrey y lotes privados; por el sur-oriente, con los barrios las dos avenidas y monterrey; por el oriente, con el barrio pio XII y lotes privados; y por el occidente con los barrios castilla y bavaria, entre otros.	Este ecosistema hoy en día se encuentra dividido en dos fragmentos por la avenida Ciudad de Cali, siendo el sector oriental el más grande.
Santa María del Lago	Ubicado en Engativá, localidad 10, Limita al norte con la calle 80, el centro de estudios del niño y el conjunto residencial sanfrancisco; al oriente con la avenida Boyacá y el conjunto residencial sago; al suroccidente con los barrios santa María de lago y tabora; y al noroccidente con el barrio la granja.	El humedal se abastece de su propia micro-cuenca, almacenando y regulando algunos cauces menores y su caudal desembocaba en el río Juan amarillo.

Tabla 3. Localización de humedales

El motivo por el cual se toman los humedales anteriormente mencionados para realizar las evaluaciones ambientales, es debido a su cercanía con las estaciones climatológicas y a su fácil acceso.

El humedal de techo es cercano a la estación de INEM de Kennedy, pero por demoras en la tramitación del permiso de ingreso se optó por no trabajar en dicho humedal.

## 2.8 MARCO LEGAL

En la tabla 4. Se establece la legislación aplicable la cual establece métodos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global. En la misma tabla se identifica cada norma con su número, año de expedición, entidad que lo expide, título y la reglamentación que aplica a este tema. (Ver Tabla 4. Marco legal).

Ley/Decreto/Resolución/Acuerdo	Fecha de expedición	Entidad que lo expide	Que se reglamenta
Protocolo de Kyoto	Diciembre 11 de 1997	Organización de las Naciones Unidas	Reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), gas metano (CH <sub>4</sub> ) y óxido nitroso (N <sub>2</sub> O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> ), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990.
Ley 629	Diciembre 29 de 2000	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.
Resolución 0551	Marzo 19 de 2009	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	"Por la cual se adoptan los requisitos y evidencias de contribución al desarrollo sostenible del país y se establece el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL y se dictan otras disposiciones"
Ley 29	Diciembre 28 de 1992	Congreso de Colombia	Por el cual se promulga el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.
Protocolo de Montreal	Septiembre 16 de 1987	Organización de las Naciones Unidas	Eliminación de las emisiones mundiales que agotan el ozono
Resolución 0304	Abril 16 de 2001	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	por la cual se adoptan medidas para la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono.
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Marzo 21 de 1994	Organización de las Naciones Unidas	Lograr 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	Octubre 27 de 1994	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.
decreto 386	11 de noviembre de 2008	decreto distrital	prohíbe construcciones, urbanizaciones, rellenos, disposiciones de tierra o escombros en los humedales, sus rondas y zonas de manejo y preservación.

Tabla 4. Marco legal

### 3. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES

#### 3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

El proyecto de investigación se desarrollo en 3 fases, cada una en directa relación con el objetivo general y los objetivos específicos, mediante actividades trazadas con sus respectivos procedimientos a realizar y con ello cumplir con el plan de acción establecido. (Ver Tabla 5. Plan de acción).

FASE	OBJETIVO	ACTIVIDAD
I	Establecer la variación climática entre el periodo 1974-2010 en la ciudad de Bogotá D.C. con base en información de las estaciones climatológicas de las autoridades competentes y mediante gradientes de aumento y descenso de parámetros como temperatura ambiente, precipitación, brillo solar, humedad relativa y evaporación.	Análisis de parámetros meteorológicos (temperatura, humedad, evaporación y precipitación)
II	Establecer la variación de los factores climáticos (temperatura ambiente, radiación solar, humedad relativa y evaporación) en cada estación y entre cada una de éstas, con el fin de comparar los datos obtenidos.	Comparación de análisis climatológicos entre estaciones (Jardín Botánico, INEM de Kennedy y UDCA)
III	Determinar los principales efectos ambientales en los humedales debido a la variación climática en la ciudad de Bogotá D.C. con base en los resultados obtenidos del análisis de la información climatológica y mediante análisis de información ambiental obtenida de las entidades correspondientes.	Evaluación ambiental de los humedales Guaymaral, Burro y Santa María del Lago

Tabla 5. Plan de acción

### 3.2 ACTIVIDADES

Las actividades para el desarrollo de nuestro proyecto están establecidas de la siguiente forma:

#### 3.2.1 Recolección de información

Se recolectó información de parámetros meteorológicos de las estaciones climatológicas ordinarias Jardín Botánico, Corporación Universitaria Agropecuaria (UDCA) e INEM de Kennedy, que se encuentran bajo jurisdicción del IDEAM.(ver **tabla 6**) Estas estaciones contienen la siguiente información: (Ver Anexos 2, 3 y 4).

DATOS POR ESTACION						
PARAMETRO	JARDIN BOTANICO		UDCA		INEM DE KENNEDY	
	N° DATOS	PERIODO	N° DATOS	PERIODO	N° DATOS	PERIODO
TEMPERATURA	431	(1975-2010)	260	(1990-2010)	108	(2000-2010)
PRECIPITACION	400	(1975-2010)	262	(1990-2010)	150	(2000-2010)
EVAPORACION	140	(1998-2010)	253	(1990-2010)	100	(2000-2010)
HUMEDAD	396	(1975-2010)	232	(1990-2010)	NO REGISTRA	
BRILLO SOLAR	NO REGISTRA		NO REGISTRA		134	(2000-2010)
TOTAL	1367		1007		492	

Tabla 6 Datos estaciones climatológicas

**Nota:** ver CD Anexo b (b1), Anexo c (c1), Anexo d (d1) datos estaciones climatológicas

Estos datos están establecidos por medias mensuales y medias totales mensuales, éstas son con las que se establecerán las medias anuales y medias multianuales para cada parámetro. Además se obtuvo información bibliográfica de las condiciones ambientales de los humedales, esta información se recolectó de diferentes instituciones como la Personería de Bogotá y la Secretaría de Ambiente de Bogotá y demás; referente a los humedales y sus condiciones ambientales; parte de esta información se sustrajo y adoptó en este documento (Ver Anexo 1. Fichas Chicago). A su vez se realizó una visita de campo a los humedales cercanos a las estaciones para realizar una evaluación ambiental de estos humedales.

### **3.2.2 Análisis de parámetros meteorológicos**

Se procedió a analizar la información meteorológica para hallar la variación climática, mediante diferencias de los promedios mensuales multianuales de cada uno de los parámetros a analizar:

- ✓ Temperatura ambiente.
  
- ✓ Precipitación.
  
- ✓ Humedad Relativa.
  
- ✓ Brillo Solar.
  
- ✓ Evaporación.

En la tabla 7 se establecen los respectivos cálculos y procedimientos con los cuales se hallaron los diferentes resultados de las variaciones de los parámetros de las estaciones climatológicas para promedios anuales.

calculos y procedimientos con los que se establecieron las variaciones climatologicas para promedios anuales							
periodo	año	datos	diferencia	aumento o disminucion en el periodo	variacion por año (°c/año)	promedio	diferencia de promedios
periodo 1989-1999	1989	a	b-a	$\Sigma ((b-a):(k-j))$	$\Sigma((b-a):(k-j))/\# \text{ datos}$	$\Sigma((a):(k))/\#\text{datos}$	$\Delta$ de promedios
	1990	b	c-b				
	1991	c	d-c				
	1992	d	e-d				
	1993	e	f-e				
	1994	f	g-f				
	1995	g	h-g				
	1996	h	i-h				
	1997	i	j-i				
	1998	j	k-j				
periodo 2000-2011	2000	l	m-l	$\Sigma ((m-l):(w-v))$	$\Sigma((m-l):(w-v))/\# \text{ datos}$	$\Sigma((l):(w))/\#\text{datos}$	$\Delta$ de promedios
	2001	m	n-m				
	2002	n	o-n				
	2003	o	p-o				
	2004	p	q-p				
	2005	q	r-q				
	2006	r	s-r				
	2007	s	t-s				
	2008	t	u-t				
	2009	u	v-u				
	2010	v	w-v				
	2011	w	w-v				

Tabla 7. Cálculo de variaciones

En la tabla 8 se da un ejemplo de los resultados obtenidos con el fin de mostrar una correlación entre la metodología utilizada en la tabla 7 y el resultado obtenido en la tabla 8. Se tomo como ejemplo el cuadro del parámetro de precipitación de la estación UDCA.

PRECIPITACION ESTACION UDCA PROMEDIO ANUAL 1989-2011								
periodo	datos	diferencia	aumento o disminucion en el periodo	variacion por año (°c/año)	maximo	minimo	promedio	diferencia de promedios entre decadas
1989	66,31	24,25	0,68	0,068	90,56	47,79	62,86	16,23
1990	90,56	-33,34						
1991	57,22	-7,41						
1992	49,80	11,80						
1993	61,60	-2,03						
1994	59,57	2,28						
1995	61,85	-0,48						
1996	61,38	-13,58						
1997	47,79	20,60						
1998	68,39							
1999	66,99	-1,40	95,91	8,72	157,4	53,47	79,09	16,23
2000	61,49	-8,01						
2001	53,47	4,02						
2002	57,49	19,26						
2003	76,74	8,50						
2004	85,25	-13,50						
2005	71,75	-0,81						
2006	70,94	1,13						
2007	72,06	-2,88						
2008	69,18	-1,98						
2009	67,20	38,88						
2010	106,08							
2011	157,40	51,32						

Tabla 8. Ejemplo de los resultados obtenidos

### 3.2.3 Comparación de análisis climatológicos entre estaciones

Se procedió a comparar los análisis climatológicos entre cada estación con el objeto de determinar diferencias climáticas en cada área de estudio.

Para establecer las variaciones climatológicas, se trabajó por períodos dependiendo de la cantidad de datos con la que contaba cada estación, éste análisis por períodos se realizó con el fin de comparar el comportamiento de cada parámetro entre décadas y a su vez compararlo con los de las estaciones vecinas, teniendo en cuenta si estas estaciones contaban con el mismo número de datos en el mismo período; dicho esto en la tabla 9 se muestra los períodos asignados para cada estación.

PERIODOS TRABAJADOS EN CADA ESTACION				
ESTACION	PERIODOS			
JARDIN BOTANICO	1975-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2010
UDCA	no registra	no registra	1989-1999	2000-2010
INEM DE KENNEDY	no registra	no registra	no registra	1999-2010

Tabla 9. Períodos trabajados en cada estación.

### 3.2.4 Evaluación ambiental de los humedales de Bogotá

Se procedió a realizar visitas en campo a los humedales en estudio y evaluar las afectaciones ambientales originadas por actividad antrópica y variación climática, Se tendrán en cuenta impactos como control de inundaciones, contaminación hídrica, sobreexplotación de recursos biológicos y urbanización.

#### 3.2.4.1 Metodología para la evaluación de los humedales en estudio

Para la evaluación del impacto en humedales se tuvo en cuenta varios factores a evaluar (control de inundaciones, contaminación hídrica, sobreexplotación biológica y urbanización) a su vez para realizar la evaluación se realizó la visita de campo y se revisaron los antecedentes históricos que tiene el humedal, por último para establecer un buen criterio al momento de realizar la visita de campo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- **Control de inundaciones:** en esta variable se estableció la capacidad de retención de agua del humedal, tanto sus condiciones naturales como las intervenciones humanas (construcciones) para la retención de agua en épocas de estiaje y sequía, los factores que se tuvieron en cuenta para dicha evaluación son: (Ver Anexo 6. Criterios de evaluación ambiental para humedales)
  - ✓ Construcciones hidráulicas que mitiguen los efectos ocasionados por las épocas de lluvias.
  - ✓ Condiciones actuales del humedal para la retención de agua.
  
- **Contaminación hídrica:** para la evaluación de dicha variable se tuvo en cuenta los siguientes aspectos: (Ver Anexo 6. Criterios de evaluación ambiental para humedales)
  - ✓ Vertimientos que descarguen al humedal.
  - ✓ Condiciones organolépticas de los cuerpos de agua.
  - ✓ Espejo de agua.
  
- **Sobreexplotación biológica:** para la evaluación de este punto se tuvo en cuenta los antecedentes históricos que posee el humedal en cuanto a explotación de recursos por parte de la comunidad que habita los alrededores del humedal a su vez para la visita de campo se tuvo en cuenta los siguientes aspectos: (Ver Anexo 6. Criterios de evaluación ambiental para humedales)
  - ✓ Presencia de recursos biológicos en el humedal.
  - ✓ Medidas de protección de los recursos naturales.

- **Urbanización:** en este punto se estableció los antecedentes históricos del humedal en cuanto a la invasión y urbanización de la comunidad en los últimos años; para la visita de campo se tuvo en cuenta los siguientes aspectos: (Ver Anexo 6. Criterios de evaluación ambiental para humedales)
  - ✓ Perdida de área y peligro potencial de invasión por construcciones o urbanizaciones.
  - ✓ Construcciones dentro del humedal que representen un efecto negativo para dicho humedal.

A su vez estas variables se evaluaron bajo los parámetros de **importancia, magnitud, duración intensidad y área influencia:**

- **Importancia:** se refiere a la trascendencia y al valor que la variable ostenta dentro del humedal.
- **Magnitud:** se refiere a los alcances que puede tener la variable en el humedal.
- **Duración:** se refiere a la cantidad de tiempo en que la variable afecta al humedal.
- **Intensidad:** se refiere al grado de fuerza con que se manifiesta la variable dentro del humedal
- **Área de influencia:** se refiere a la zona donde con mayor fuerza la variable afecta al humedal.

Estos parámetros se tomaron de acuerdo a la metodología establecida en los libros Ingeniería Ambiental de Henry. J. Glyan y Heinke. Gary. W. Evaluación y control de la contaminación de Francisco Alberto Villegas Posada.<sup>26 27</sup>

---

<sup>26</sup> Henry. J. Glyan y Heinke. Gary. W. Ingeniería Ambiental. Pretince Hall, Mexico 1999. Editorial Assistant.

**Para evaluar estas variables se adopto un rango de 1 a 5 donde:** (No se adoptó el valor de cero debido a que se considera que ya existe un impacto mínimo en el humedal)

- 1 es bajo
- 2 es medio bajo
- 3 es medio
- 4 es medio alto
- 5 es alto

Después de establecer dichos rangos se procedió a calificar el nivel de impacto, este nivel de impacto será la sumatoria de la evaluación de las variables (control de inundaciones, contaminación hídrica, sobreexplotación biológica y urbanización); ésta calificación se establece de la siguiente forma:

- 4 bajo (representa que el nivel de afectación es mínimo).
- 5 a 8 medio bajo (representa que el nivel de afectación es considerable)
- 9 a 12 medio (representa que el nivel de afectación es medio)
- 13 a 16 medio alto (representa que el nivel de afectación es significativo)
- 17 a 20 alto (representa que el nivel de afectación es máximo)

---

<sup>27</sup>Francisco Alberto Villegas Posada. Evaluación y control de la contaminación. Editorial EUN (Universidad Nacional de Colombia) 1999.

Finalmente todo el proceso de evaluación se estableció en el formato que se muestra en la (Tabla 10)

ELEMENTO A EVALUAR	IMPORTANCIA	MAGNITUD	DURACION	INTENSIDAD	AREA DE INFLUENCIA	CALIFICACION	OBSERVACIONES
CONTROL DE INUNDACIONES							
CONTAMINACION HIDRICA							
SOBREEXPLOTACION BIOLOGICA							
URBANIZACION							

Tabla 10. Cuadro de evaluación ambiental en humedales

## **4. RESULTADOS OBTENIDOS**

Dentro de los resultados obtenidos, en la primera parte, se presentan las principales variaciones de las tres estaciones climatológicas trabajadas (Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy), en la segunda parte se realizó un análisis de comparación entre las tres estaciones, en la tercera parte se presenta la evaluación de impacto ambiental hecha a los humedales trabajados (Santa María del Lago, Guaymaral y Burro) y por último se determinan los efectos principales que afectan a los humedales debido a las variaciones climáticas, teniendo en cuenta el estado actual de los mismos.

### **4.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS**

Para el análisis de parámetros meteorológicos se tuvo en cuenta los datos de las tres estaciones climatológicas Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

#### **4.1.1 ESTACIÓN JARDÍN BOTÁNICO**

##### **4.1.1.1 Análisis climatológico estación Jardín Botánico promedio anual**

En las Tablas 11 y 12 podemos observar datos mínimos y máximos que se presentaron durante los 35 años (promedio anual) de datos en cada parámetro, también se establece la variación del período y la variación anual que se presentaron en cada uno de los parámetros para los cuatro períodos (1975-1979), (1980-1989) (1990-1999), (2000-2010), También se presenta la media aritmética del promedio de los 35 datos registrados.

Parámetro	variación de parametros climatologicos de promedios anuales en la estacion jardin botanico									
	periodos									
	1975-1979					1980-1989				
	max	min	prom	variacion del periodo	Variación anual	max	min	prom	variacion del periodo	Variación anual
Temperatura °C	11,96	14,02	13,26	2,06	0,51	16,15	13,37	14,33	-1,24	-0,14
Precipitación mms	101,82	56,97	74,96	30,13	7,53	101,63	63,68	77,57	-3,36	-0,48
Humedad relativa %	83,87	76,6	78,49	(-) 5,60	(-)1,40	90,18	75,05	85,64	11,68	1,30

Tabla 11 Variaciones de promedios anuales de la estación Jardín Botánico (1975-1979) Y (1980-1989)

Parámetro	variación de parametros climatologicos de promedios anuales en la estacion jardin botanico									
	periodos									
	1990-1999					2000-2010				
	max	min	prom	variacion del periodo	Variación anual	max	min	prom	variacion del periodo	Variación anual
Temperatura °C	16,61	13,85	14,92	1,85	0,21	16,47	15,39	16,0	0,56	0,06
Precipitación mms	116,66	51,43	80,62	24,13	4,02	128,95	60,09	96,5	30,33	3,03
Humedad relativa %	94,32	76,51	83,58	7,69	1,28	86,63	72,30	80,9	0,56	-0,54
Evaporación mms						80,95	63,67	72,75	-1,53	-0,15

Tabla 12 Variaciones de promedios anuales de la estación Jardín Botánico (1990-1999) y (2000-2010).

**Nota:** Las tablas de soporte de datos de la variación anual para los parámetros de temperatura, precipitación, humedad relativa y evaporación se presentan en el CD en el Anexo B (b2), así como los gráficos de comportamiento de los parámetros por periodo en el Anexo B (b7)

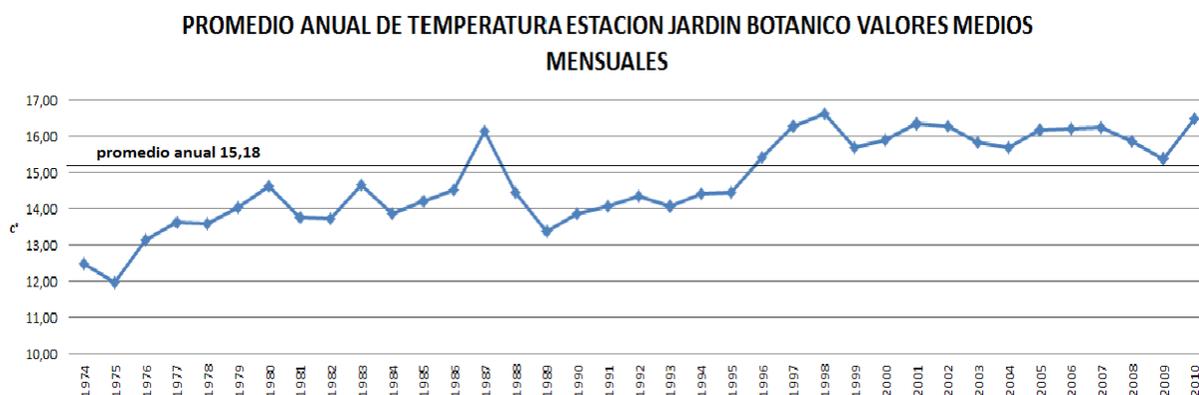


Figura 15. Promedio anual de temperatura e. Jardín Botánico.

**Nota:** Los gráficos del comportamiento de la estación se presentan en el CD en el Anexo B (b6)

En la Figura 15 se pudo observar que en estos 35 años se presentó un aumento considerable de la temperatura como se muestra en la gráfica, los únicos descensos de temperatura considerables se presentan entre el año 1974-1975 y 1988 y 1989 época en la cual se registró la presencia del fenómeno del niño.

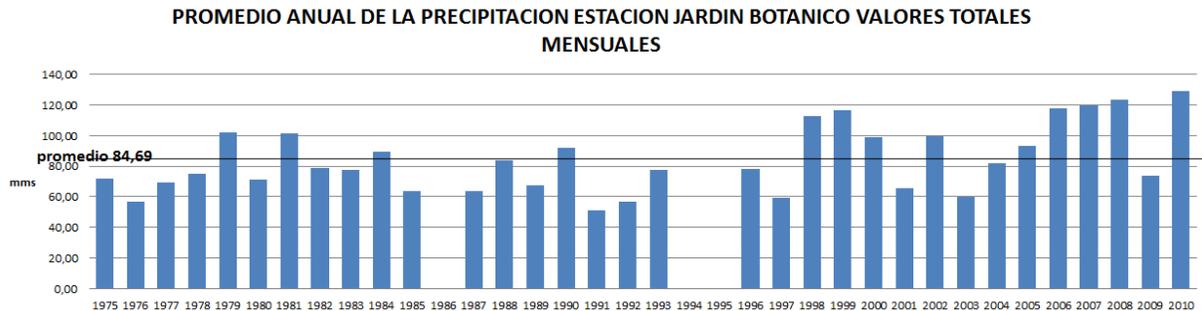


Figura 16. Promedio anual de precipitación e. Jardín Botánico

En la Figura 16 se pudo observar que en las décadas de los 70 y 80 la precipitación ha permanecido entre los 60 y 100 (mms), y a finales de los noventa y comienzos del siglo XXI se presentan incrementos en la precipitación, donde en los años 1998,1999, 2006,2007 2008 y 2010 se han presentado precipitaciones por encima de los 100 (mms), y para los años 2008 y 2010 se registró la presencia del fenómeno de la niña, el cual pudo haber influenciado en las altas precipitaciones que se registraron durante dicho período.

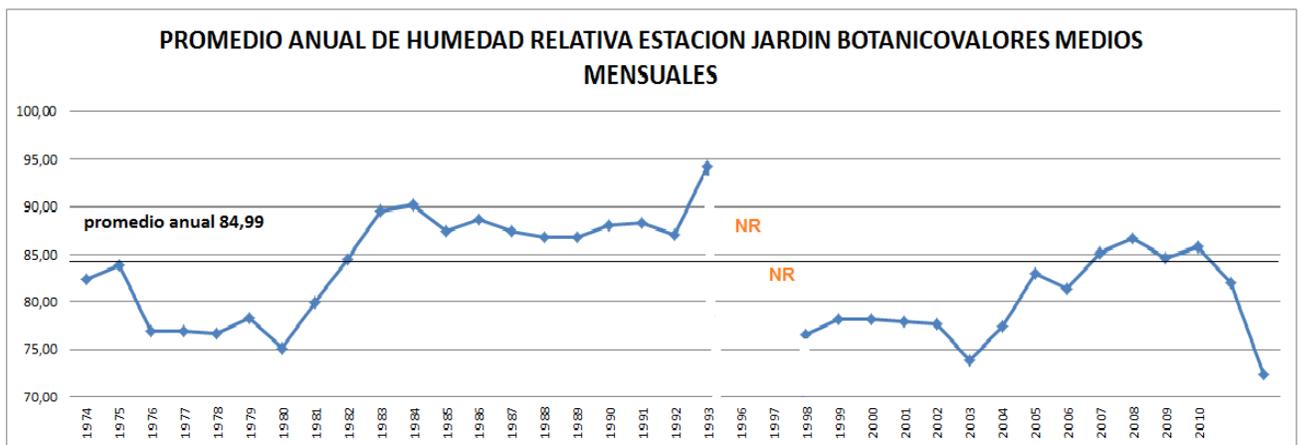


Figura 17 Promedio anual de humedad relativa e. Jardín Botánico

**Nota:** En la Figura 17 el NR significa que no se registra dato debido a que en ese año la estación climatológica no tomó datos.

En la Figura 17 se pudo observar que en estos 35 años también se presentaron variaciones en los otros parámetros climatológicos de estudio donde la humedad relativa ha presentado dos fases de aumento y dos fases de descenso y se presentan de la siguiente forma:

- En la década de los setenta el porcentaje de humedad está entre el 75 y 85 por ciento de humedad.
- Posteriormente se presenta un aumento en la humedad en la década de los ochenta donde los porcentajes de humedad están entre 85 y 90 % de humedad.
- Para mediados de los 90 se presenta un leve descenso en el porcentaje de humedad y nuevamente un leve aumento a comienzos del siglo 21 donde el porcentaje oscila entre 80 y 85 % y por ultimo registrando y descenso rápido en el 2010 con un porcentaje de humedad de 72,30%.

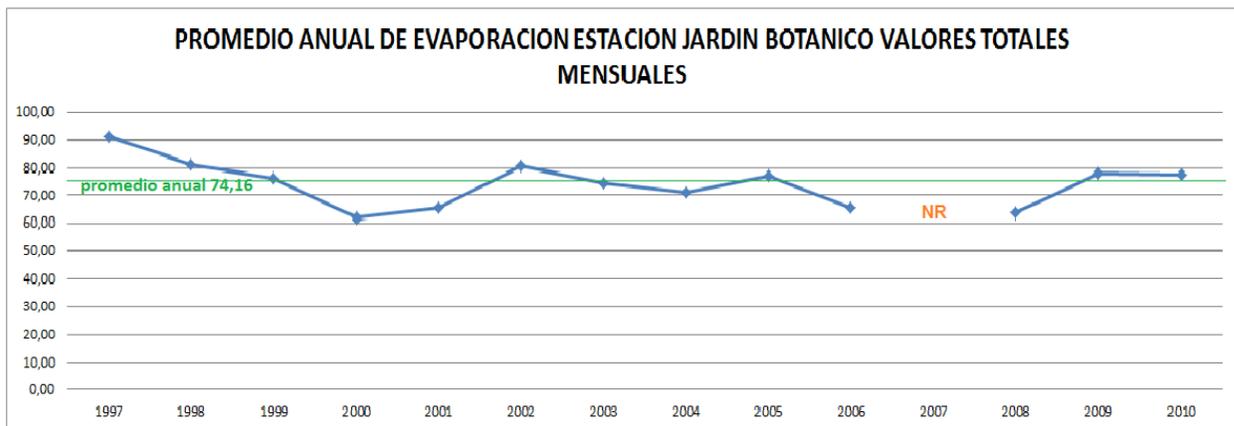


Figura 18 Promedio anual de evaporación e. Jardín Botánico

**Nota:** en la Figura 18 el NR significa que no se registra dato debido a que en ese año la estación climatológica no tomó datos.

En la Figura 18 se observó que para el parámetro de evaporación pese a que la estación cuenta con poca información de este parámetro se establece un descenso hacia finales de los 90 donde la evaporación se encontraba entre los 90 y 80 (mms), ya para comienzos del siglo XXI se mantiene entre los 60 y 80 (mms) permaneciendo en este rango hasta el 2010.

En el parámetro de brillo solar la estación solo cuenta con un año de datos el cual se presentó en 1985 donde en las temporadas de verano (febrero, julio agosto y diciembre) el brillo solar estaba entre los 100- 130 (horas), y en las épocas de invierno (abril, mayo, octubre y noviembre) el brillo solar oscilaba entre 70 y 85 (horas).

#### 4.1.1.2 Análisis de la media mensual multianual de la estación Jardín Botánico

En la Tabla 13 se presentan los máximos y mínimos registrados durante los 12 meses del año, promedio de cada mes de los 35 años de datos (valores medios y totales mensuales). También se presenta el promedio de la media mensual multianual (media de los doce meses promediados de los 35 años de datos de cada mes), por último se muestran las variaciones durante los doce meses promediados de los 35 años de datos de cada mes así como su variación por mes.

Parámetro	Variación de parámetros meteorológicos promedio mensual multianual en la estación jardín botánico				
	1975-2010				
	max	min	prom	variacion multianual	Variación por mes
Temperatura (°c)	15,08	14,66	14,81	-0,08	-0,008
Precipitación (mms)	133,94	42,24	84,87	29,13	2,65
humedad relativa (%)	84,53	80,76	82,68	3,03	0,28
evaporacion (mms) 1997-2010	82,01	66,83	74,52	-5,31	-0,48

Tabla 13 Variaciones de promedios mensuales multianuales estacion Jardín Botánico.

**Nota:** Las tablas de soporte de datos de la variación mensual multianual para los parámetros de temperatura, precipitación, humedad relativa y evaporación se presentan en el CD en el Anexo B (b3)

La variación multianual se refiere al aumento o descenso que se presenta de la sumatoria de la diferencia del promedio de los 35 años de datos de cada mes, y la variación por mes se refiere a la sumatoria de la diferencia de los datos de dichos meses.

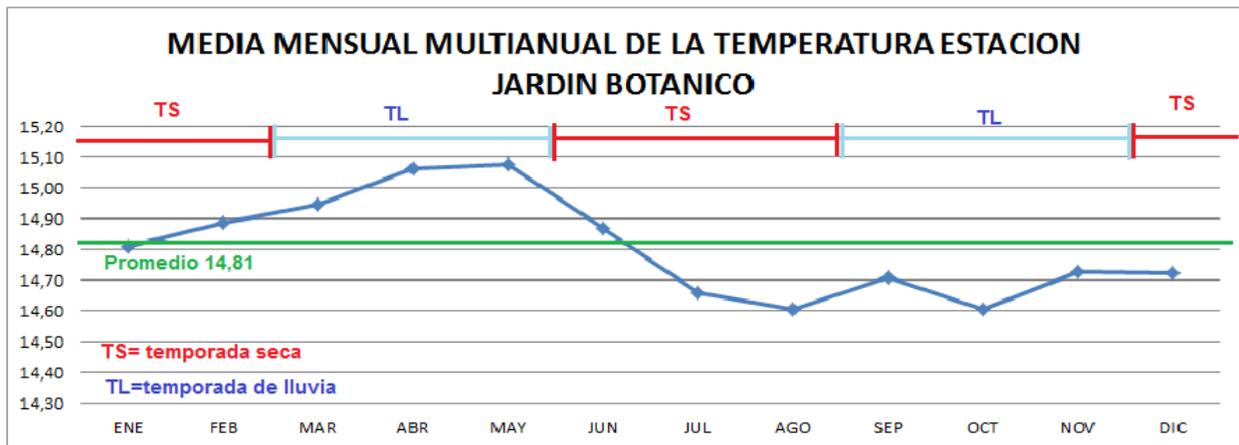


Figura 19 Media mensual multianual de temperatura e. Jardín Botánico

En la Figura 19 se observó que el promedio de las temperaturas más altas se presentaron en los meses de abril y mayo con 15,06 y 15,08 °C respectivamente y las más bajas se presentaron en los meses de agosto y octubre con 14,61 y 14,60 °C.

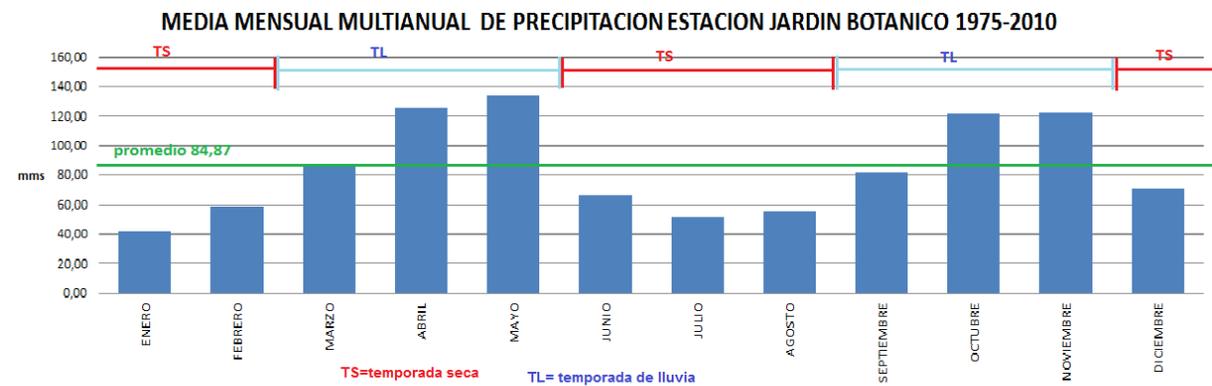


Figura 20 Media mensual multianual de precipitación e. Jardín Botánico

En la Figura 20 se observó que la media mensual multianual aun se conserva los ciclos establecidos para las temporadas de lluvias y estiaje en los meses respectivos para la ciudad de Bogotá donde en las temporadas de invierno (marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y

noviembre) las precipitaciones se encuentran 80 y 130(mms),y la temporada de estiaje (Enero, Febrero, Junio, Julio, Diciembre) las precipitaciones oscilaban entre 40 y 80 (mms).por otra parte encontramos que la variación de la precipitación para la media mensual multianual es de 55,45 (mms) donde la variación es de 4,62 (mms).

En conclusión se puede decir que según los datos presentados para esta zona aun se mantienen los ciclos de temporadas de lluvias y estiaje establecidos para el Jardín Botánico y áreas aledañas.

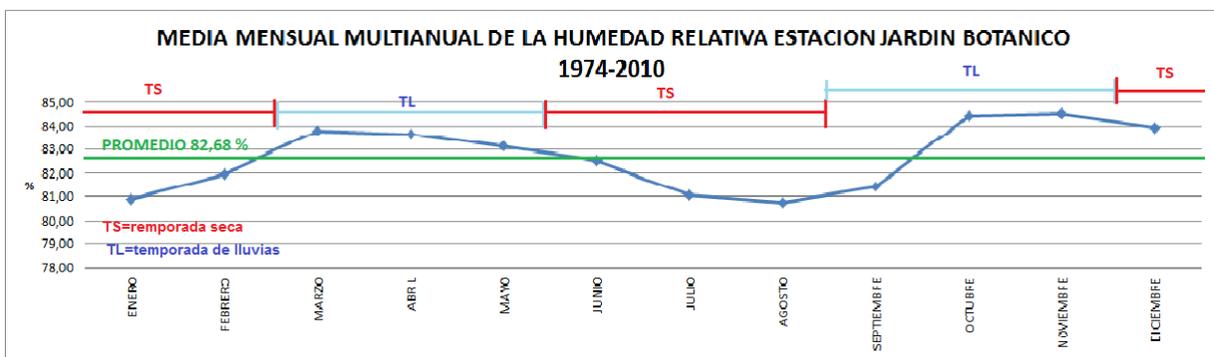


Figura 21 Media mensual multianual de humedad relativa e. Jardín Botánico

En la Figura 21 se observó que en las temporadas de lluvias se presentan los mayores porcentajes de humedad los cuales se encuentran entre el 83 y 85 por ciento de humedad mientras que en los meses de estiaje los porcentajes humedad se encuentran entre el 80 y 82 por ciento de humedad.

Podemos establecer que la diferencia entre porcentajes de humedad (máximos y mínimos) presenta diferencias entre el 1 y 3 por ciento para las temporadas de lluvia y estiaje en la ciudad de Bogotá. En síntesis la variación de la media mensual multianual para el parámetro de humedad relativa es de 3,03 por ciento, y la variación entre meses es de 0,25 por ciento.

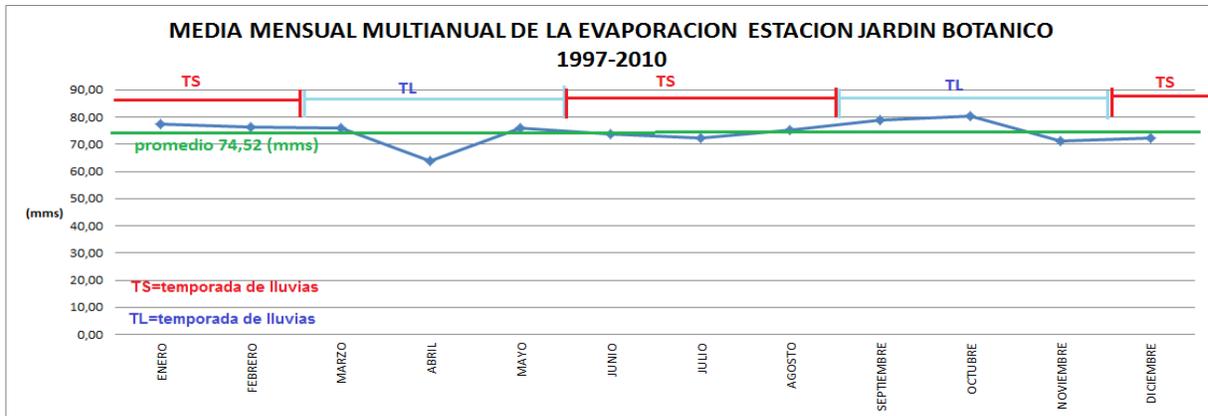


Figura 22 Media mensual multianual de evaporación e. Jardín Botánico

En la Figura 22 se pudo observar que la variación de la media mensual multianual para el parámetro de evaporación es de -5,31mms (descensos de la evaporación) donde la variación por mes es de -0,44mms, podemos establecer que en el promedio mensual multianual se presenta descensos en la evaporación dentro los 140 datos presentes en 13 años de monitoreo. Donde el dato mínimo de evaporación se encuentra en el mes de abril con 63,97 (mms en promedio) y la máxima esta en octubre con 80,48 (mms en promedio).

#### 4.1.1.3 Principales variaciones de la estación Jardín Botánico

En la Tabla 14 se presentan las principales variaciones climáticas así como los límites máximos y mínimos que se presentaron para cada parámetro en valores mensuales, valores anuales y valores mensuales multianuales.

	PRINCIPALES VARIACIONES DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA JARDIN BOTANICO															
	TEMPERATURA C°				PRECIPITACION				HUMEDAD RELATIVA				EVAPORACION			
	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion
valores mensuales	18,13	11,23	3,53	0,008	339,33	0	68,7	0,172	96,1	69	-14,86	-0,0376	114,1	37,23	-45,5	-0,3297
valores anuales	11,96	16,61	3,23	0,092	128,95	51,43	81,23	2,32	72,3	94,32	14,33	0,41	91,08	61,76	-0,15	-0,0043
valores mensuales multianuales	15,08	14,66	-0,08	-0,067	133,94	42,24	29,13	2,43	84,53	80,76	3,03	0,2525	82,01	66,83	-5,31	-0,4425

Tabla 14 Principales variaciones de la estación Jardín Botánico (1975-2010)

**Nota:** Los soportes de datos de variación por mes se presentan en el Anexo B (b4), así como los análisis de las variaciones por mes se presentan en el CD en el Anexo C (c5).

El resultado de mayor importancia en la estación jardín botánico es el aumento de más de tres grados centígrados en los valores mensuales y promedios anuales, con una variación de 0,008 °C por mes y una variación de 0,092 °C por año donde a principios de 1974 se presentaron temperaturas entre los 12 y 13 grados centígrados y para el 2010 se presenta temperaturas entre los 16 y 17 grados. Por otra parte aunque se presenta un aumento en la precipitación en los valores mensuales y en los promedios anuales no se presentan alteraciones o cambios en las temporadas que se tienen establecidas para las épocas de estiaje y lluvia, para la humedad cabe destacar que los mayores porcentajes de humedad se presentan en las temporadas de lluvias.

Se realizó una regresión lineal para establecer el coeficiente de correlación y poder ver que tan dispersos estaban los datos de la pendiente dando así que el coeficiente de correlación era de 0,6819 lo cual indica que se presenta una buena correlación de datos para los promedios anuales de temperatura.

**Nota:** el gráfico de dispersión así como el cálculo de correlación se encuentra en el CD en el Anexo.

## **4.1.2 ESTACIÓN UDCA**

### **4.1.2.1 Análisis climatológico estación UDCA promedio anual.**

En la Tabla 15 se observó datos mínimos y máximos que se presentaron durante los 21 años (promedio anual) de datos en cada parámetro, también se establece la variación que presentaron cada uno de los parámetros para los dos períodos (1989-1999)-(2000-2010), así como también se muestra la variación por año para cada período respectivamente. También se presenta el promedio de los 21 años registrados (promedios anuales).

Para el parámetro de brillo solar no se pudo establecer los debidos análisis ya que la cantidad de datos faltantes era mayor al 50 porciento con lo cual no se podían establecer las variaciones climatológicas.

Parámetro	Variación de parámetros meteorológicos de promedios anuales en la estación UDCA							
	Periodos							
	1989-1999				2000-2010			
	Máximo	Mínimo	Promedio	Variación	Máximo	Mínimo	Promedio	Variación
Temperatura (°c)	14,4	13,42	13,79	0,036	14,27	13,65	13,97	-0,04
Precipitación (mms)	90,56	47,79	62,86	0,07	157,4	53,47	79,09	8,72
Humedad relativa (%)	92,88	80,7	90,68	1,22	94,99	79,9	89,12	-1,04
Evaporación (mms)	79,02	66,05	73,69	0,73	89,46	58,37	73,42	2,10

Tabla 15 Variaciones de promedios anuales de la estación UDCA (1989-1999)-(2000-2010)

**Nota:** Las tablas de soporte de datos de la variación anual para los parámetros de temperatura, precipitación, humedad relativa y evaporación se presentan en el CD en el Anexo c (c2), también se presenta los gráficos por periodos en el Anexo c (c6)

Las variaciones son la sumatoria de la diferencia de los 21 años de datos (promedios anuales) lo cual establece el aumento o el descenso del parámetro durante cada período de tiempo.

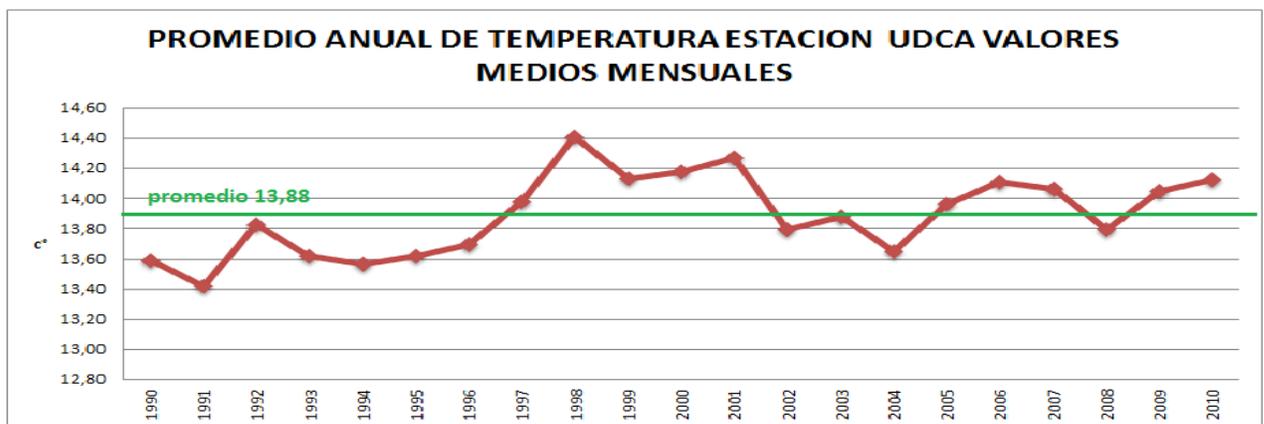


Figura 23 Promedio anual de temperatura e. UDCA

**Nota:** Los gráficos del comportamiento de la estación se presentan en el CD en el Anexo C (c5)

En la Figura 23 se pudo observar que en los 21 años de promedio anual de temperatura se presentaron leves aumentos y descensos en la temperatura de esta zona lo cual mantuvo la temperatura entre los 13 y 14,5 °C

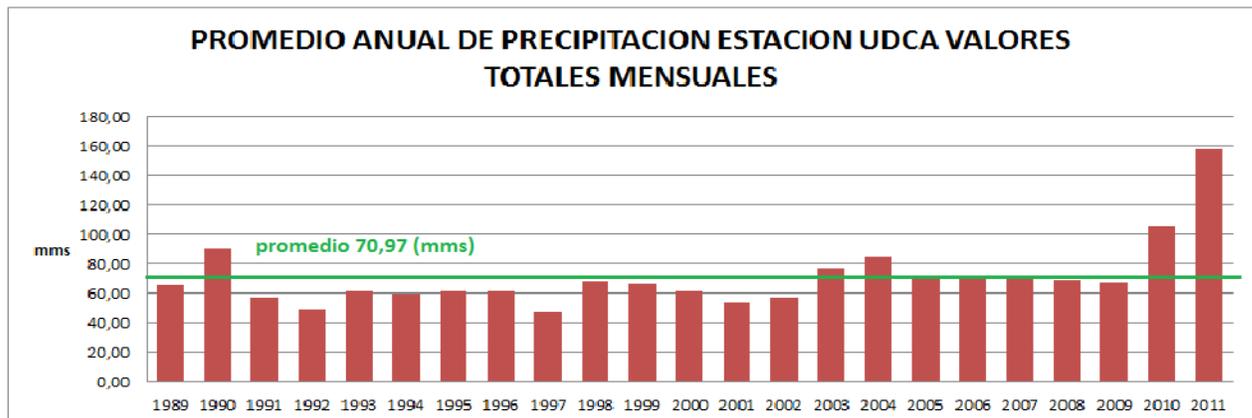


Figura 24 Promedio anual de precipitación e. UDCA

En la Figura 24 se pudo observar que para el parámetro de precipitación se presenta una variación significativa en el periodo 2000-2010 con una variación por año de 8.72 mms debido a un aumento que se presenta en los años 2010 y 2011, esto puede deberse a que en dichos años el fenómeno de la niña tenía una influencia directa en la sabana de Bogotá.

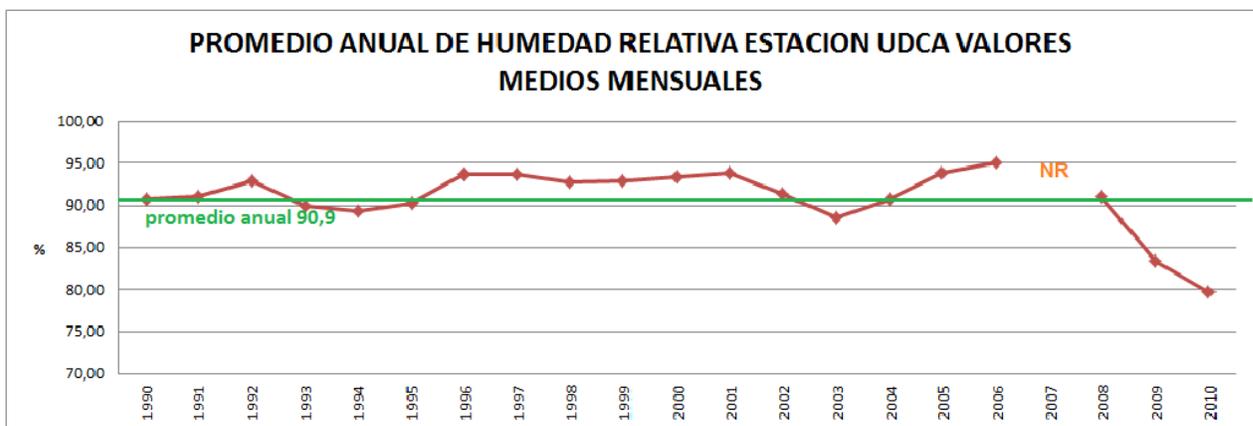


Figura 25 Promedio anual de humedad relativa e. UDCA

**Nota:** en la Figura 25 el NR significa que no se registra dato debido a que en ese año la estación climatológica no tomó datos.

Como se pudo observar en la Figura 25, la humedad relativa en los últimos 20 años estuvo posicionada entre el 85 y 95 por ciento de humedad, y solo hasta el 2009 y el 2010 se registro un descenso en la media anual de menos del 80 por ciento, aunque los porcentajes de humedad son bastante altos esto puede deberse a unas condiciones de microclima que allí se presentan.

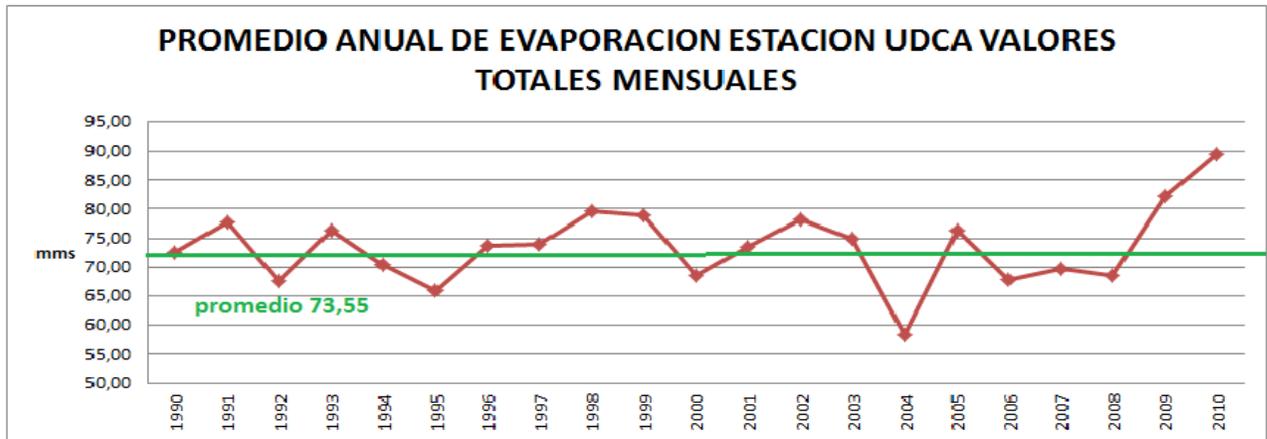


Figura 26 Promedio anual de evaporación e. UDCA

En la Figura 26 se mostró que en los 20 años de datos climatológicos (promedio anual) se presentan aumentos y descensos en la evaporación entre los 60 y 80 mms exceptuando un descenso en el 2004 de 58,37 mms y un aumento en los años 2009 y 2010 de 82,14 y 89,46 respectivamente

#### 4.1.2.2 Análisis de la media mensual multianual estación UDCA

En la Tabla 16 se presentan los máximos y mínimos registrados durante los 12 meses del año promedio de los 21 años de datos de cada mes (valores medios y totales mensuales). También se presenta el promedio de la media mensual multianual (media de los doce meses promediados de los 21 años de datos de cada mes), por último se muestran las variaciones durante los doce meses promediados de los 21 años de datos de cada mes así como su variación por mes.

Parámetro	Variación de parámetros meteorológicos promedio mensual multianual en la estación udca				
	1989-2010				
	Máximo	Mínimo	Promedio	variacion de los 12 meses	Variación por mes
Temperatura (°c)	14,06	13,77	13,89	0,08	0,01
Precipitación (mms)	99,53	38,5	68,89	19,61	1,78
humedad relativa (%)	91,39	89,00	90,43	1,30	0,12
evaporacion (mms)	82,01	66,83	73,74	-8,27	-0,75

Tabla 16 Variaciones de promedios mensuales multianuales de la estación UDCA (1989-2010)

**Nota:** Soporte de datos de las variaciones mensuales multianuales se encuentra en el CD Anexo C (c4)

La variación de los 12 meses se refiere al aumento o descenso que se presenta de la sumatoria de la diferencia del promedio de los 35 años de datos de cada mes, y la variación por mes se refiere a la sumatoria de la diferencia de los datos de dichos meses.

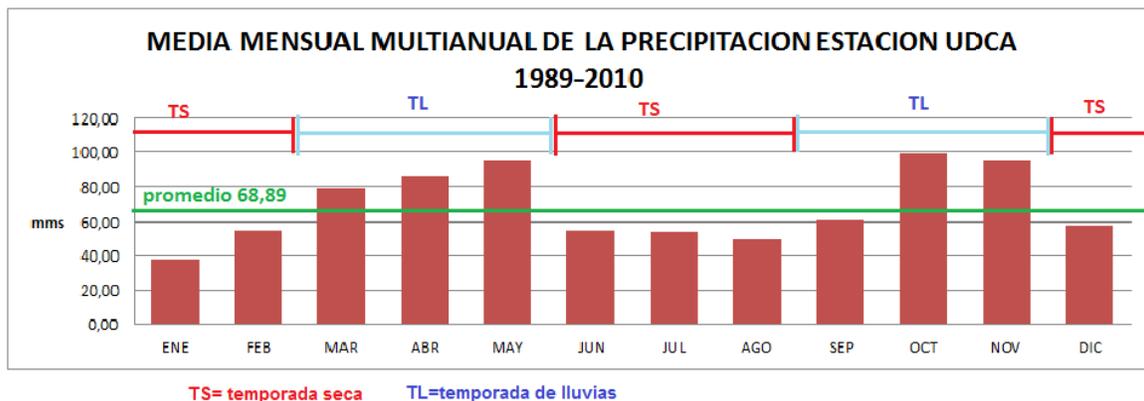


Figura 27 Media mensual multianual de precipitación e. UDCA

En la Figura 27 se observó que las mayores precipitaciones se presentaron en las temporadas de lluvias para Bogotá (marzo, abril, mayo, octubre y noviembre) y las precipitaciones más bajas se presentan en las épocas de estiaje (diciembre a febrero y de junio a septiembre)

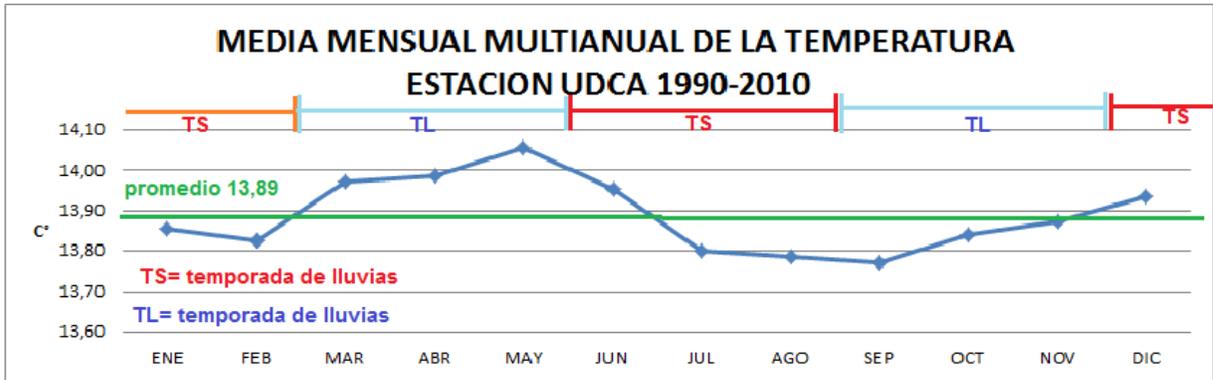


Figura 28 Media mensual multianual de temperatura e. UDCA

En la Figura 28 se observó que la mayor temperatura se presentó en el mes de mayo, el cual es época de lluvia para Bogotá, y las menores temperaturas se presentan en los meses de julio, agosto y septiembre, los cuales son épocas de estiaje. También podemos observar que en cuanto a la media mensual multianual, las temperaturas se manejan entre los 13 y 14 °C.

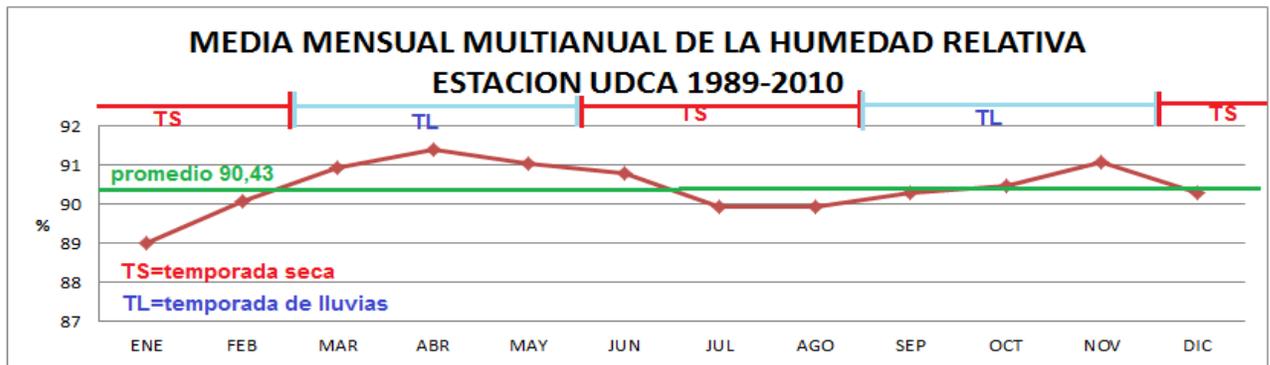


Figura 29 Media mensual multianual de humedad relativa e. UDCA

En la Figura 29 se observó que los mayores porcentajes de humedad se presentaron en los meses de abril, mayo y noviembre, donde se presentan las épocas de lluvias para Bogotá, también se puede observar que se mantiene los ciclos de lluvia y estiaje en los respectivos meses que se deben presentar para la ciudad de Bogotá.

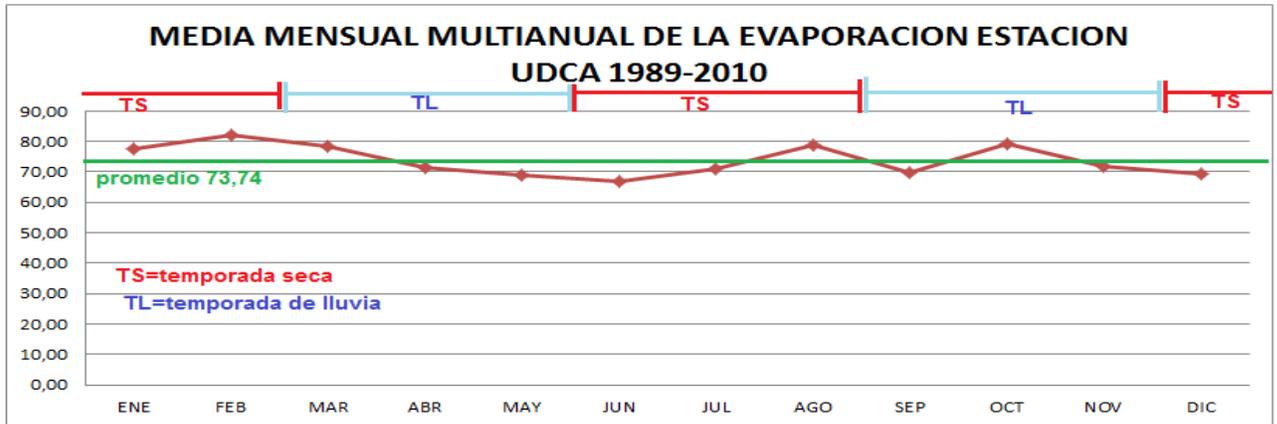


Figura 30 Media mensual multianual de evaporación e. UDCA

En la Figura 30 se observó que la evaporación se mantiene en un rango de 60 y 80 mms sin presentarse variaciones o cambio significativos.

#### 4.1.2.3 Principales variaciones de la estación climatológica UDCA

En la Tabla 17 se presentan las principales variaciones climáticas así como los límites máximos y mínimos que se presentaron para cada parámetro en valores mensuales, valores anuales y valores mensuales multianuales.

	PRINCIPALES VARIACIONES DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA UDCA															
	TEMPERATURA C°				PRECIPITACION (mms)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mms)			
	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion
valores mensuales	15,43	12,73	0,53	0,002	225,03	1,43	188,8	0,72	96,7	71,3	1	0,00431	131,9	5	-0,97	-0,00383
valores anuales	14,4	13,42	-0,09	-0,004	157,4	47,79	96,59	4,6	94,99	79,9	2,8	0,15	89,46	58,37	27,5	1,45
valores mensuales multianuales	14,06	13,77	0,08	0,007	99,53	38,5	19,61	1,63	91,39	89	1,3	0,11	82,01	66,83	-8,27	-0,69

Tabla 17 Principales variaciones de la estación UDCA (1989-2010)

**Nota:** Los soportes de datos de las variaciones por mes se presentan en el Anexo C (c3)

En la Tabla 17 podemos observar que la mayor variación en la estación, se presenta para el parámetro de precipitación, también podemos ver que a pesar de mostrar un aumento en la variación de la precipitación no se presentan alteraciones en las temporadas establecidas para las

épocas de lluvia y estiaje a excepción del año 2010 y 2011 años en los cuales hubo presencia del fenómeno del niño, lo que pudo generar un aumento en la precipitación en el área de ubicación de la estación climatológica. Por otra parte el aumento de la temperatura es menos de 1 °C en la cual en los 21 años de datos se manejan temperaturas entre los 13 y 14 °C, por otra parte en la humedad relativa se presentan aumentos en los valores mensuales, valores anuales y valores multianuales que están entre el 1, y 2,8 % de humedad, cabe destacar que en los 21 años de datos en general se presentan porcentajes de humedad entre el 90 y 95 % lo que hace pensar que en esa zona se presenta gran influencia de lluvias.

**Nota:** El soporte de cálculos de las variaciones así como de gráficos y regresiones lineales para la estación UDCA se encuentra en el CD en el Anexo C.

### 4.1.3 ESTACIÓN INEM DE KENNEDY

#### 4.1.3.1 Análisis climatológico estación INEM de Kennedy promedio anual

En la Tabla 18 se presentan los datos máximos y mínimos que se registraron durante el periodo 1999-2010, también se establece la variación de los parámetros durante dicho periodo, así como también se muestra la variación por año. Para el parámetro de humedad relativa no se pudieron establecer los debidos análisis ya que la cantidad de datos era insuficiente para establecer las variaciones climatológicas.

Parámetro	Variación de parámetros meteorológicos de promedios				
	Periodos				
	1999-2010				
	Máximo	Mínimo	Promedio	variacion del periodo	Variación
Temperatura (°c)	15,79	14,8	15,42	0,79	0,09
Precipitación (mms)	100,01	30,32	59,35	28,63	2,39
Evaporación (mms)	106,56	60,53	86,00	-9,92	-1,24
Brillo Solar (horas)	134,27	71,56	110,50	94,79	9,48

Tabla 18 Variaciones de promedios anuales de la estación INEM de Kennedy (1999-2010)

**Nota:** Las tablas de soporte de datos de la variación anual para los parámetros de temperatura, precipitación, humedad relativa y evaporación se presentan en el CD en el Anexo D (d2), también se presentan los gráficos del comportamiento por periodos de los parámetros meteorológicos en el Anexo D (d6).

Las variaciones son la sumatoria de la diferencia de los 21 años de datos (promedios anuales) lo cual establece el aumento o el descenso del parámetro durante cada periodo de tiempo.

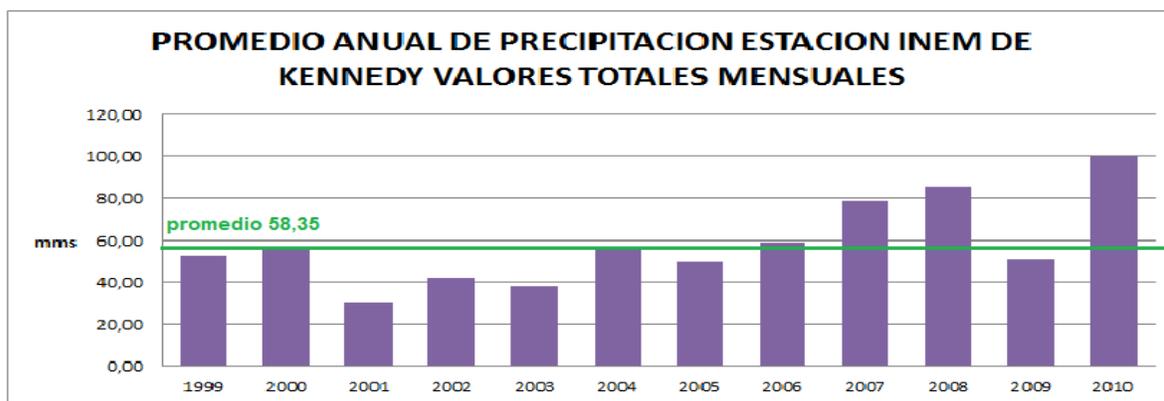


Figura 31 Promedio anual de precipitación e. INEM de Kennedy

**Nota:** Los graficos del comportamiento de los parametros de la estacion INEM de kennedy se presentan en el Anexo D (d5)

En la Figura 31 se estableció que la precipitación se encontraba entre los 20 y los 60 mms, exceptuando los años 2007,2008 y 2010 las cuales presentan precipitaciones entre los 70 y 100 mms.

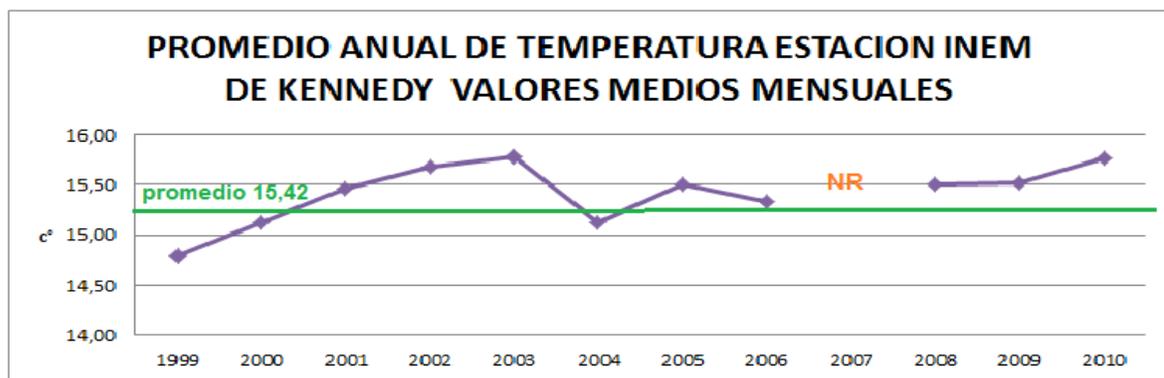


Figura 32 Promedio anual de temperatura e. INEM de Kennedy

**Nota:** En la Figura 32 el NR significa que no se registra dato debido a que en ese año la estación climatológica no tomó datos

En la Figura 32 se observó que en el promedio anual de temperatura se presenta un aumento entre los años 1999- 2003, para los años 2004,2005,2006,2008 y 2009 la temperatura se mantiene entre los 15 y 15,5 °c y para el 2010 se presenta un aumento de 0,25 °c, con lo cual se estableció una temperatura de 17,77 °c.

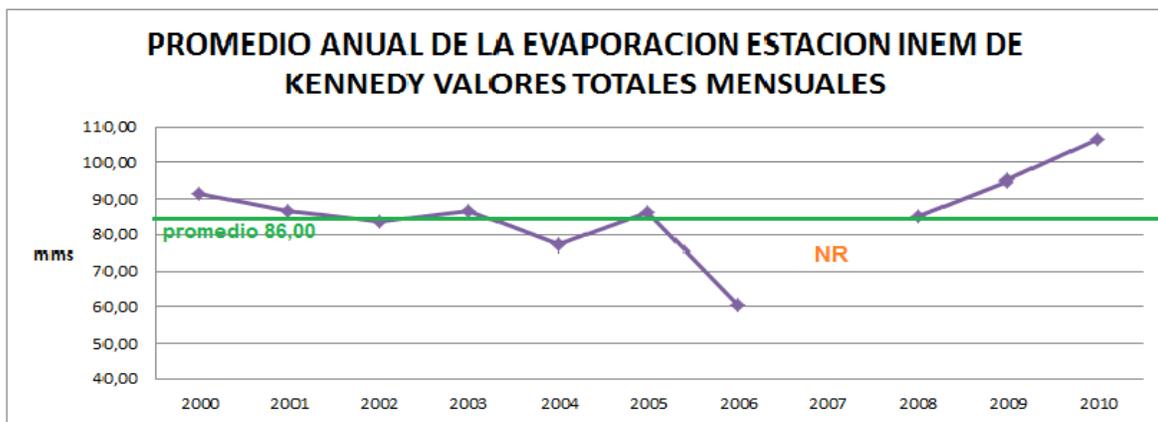


Figura 33 Promedio anual de evaporación e. INEM de Kennedy

**Nota:** En la Figura 33 el NR significa que no se registra dato debido a que en ese año la estación climatológica no tomó datos

En la Figura 33 se observó que en los años 2000,2001,2002,2003, y 2004 la evaporación registró un descenso, para el 2005 se presentó un aumento y para el año 2006 se registró un rápido descenso, para el 2007 no se registra dato debido a problemas técnicos en la estación, y para los años 2008,2009 y 2010 se presenta un aumento el cual llega hasta 125,45 mms en el 2010.

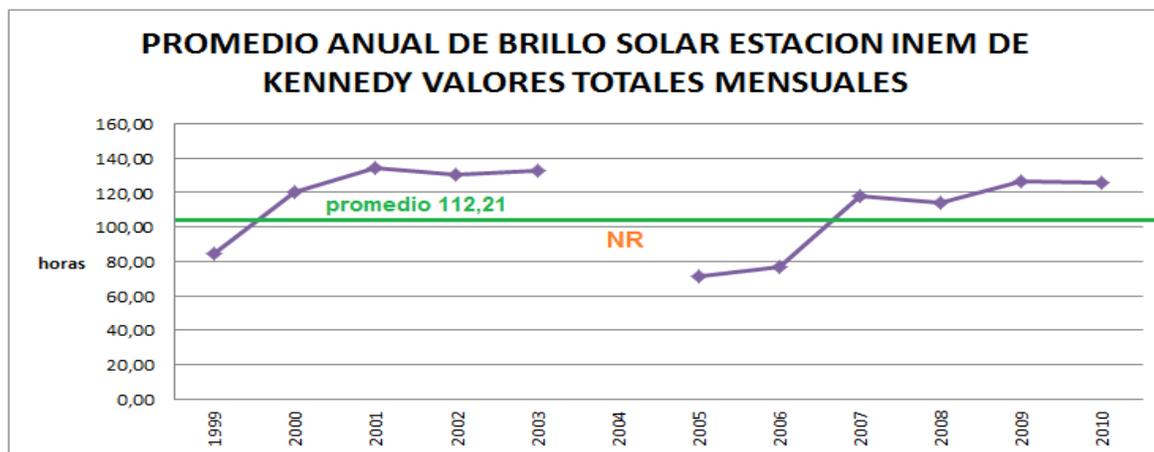


Figura 34 Promedio anual de brillo solar e. INEM de Kennedy

**Nota:** En la Figura 34 el NR significa que no se registra dato debido a que en ese año la estación climatológica no tomó datos

En la Figura 34 se observó que desde el año 1999 hasta el 2003 se presentó un aumento en el brillo solar que va de 84,49 horas hasta 134,27, en el 2004 no se registró dato debido a problemas técnicos con la estación y no había la información suficiente para permutar el dato, para el 2005 y 2006 se presentó un descenso que llega entre los 70 y 78 horas de brillo solar, ya para el año 2007 se registró un aumento que llega hasta los 118,26 horas y la cual en los siguientes años se mantiene en un rango de 100 a 125 horas de brillo solar.

#### 4.1.3.2 Análisis de la media mensual multianual estación INEM de Kennedy

En la Tabla 19 se presentan los máximos y mínimos registrados durante los 12 meses del año promedio de los once años de datos de cada mes (valores medios y totales mensuales). También se presenta el promedio de la media mensual multianual (media de los doce meses promediados de los once años de datos de cada mes), por último se muestran las variaciones durante los doce meses promediados de los once años de datos de cada mes así como su variación por mes.

Parámetro	Variación de parámetros meteorológicos promedio mensual multianual en la estación Inem de Kennedy				
	1999-2010				
	Máximo	Mínimo	Promedio	variacion de los 12 meses	Variación por mes
Temperatura (°c)	15,74	15,10	15,39	0,08	0,01
Precipitación (mms)	82,27	17,79	58,97	-22,10	-2,01
Evaporación (mms)	110,10	74,16	87,10	-1,39	-0,13
Brillo Solar (mms)	155,94	83,43	111,54	-35,44	-3,22

Tabla 19 Variaciones de promedios mensuales multianuales de la estación INEM de Kennedy (1999-2010)

**Nota:** Los soportes de datos de la variación mensual multianual de la estación INEM de Kennedy se presentan en el CD en el Anexo D (d4)

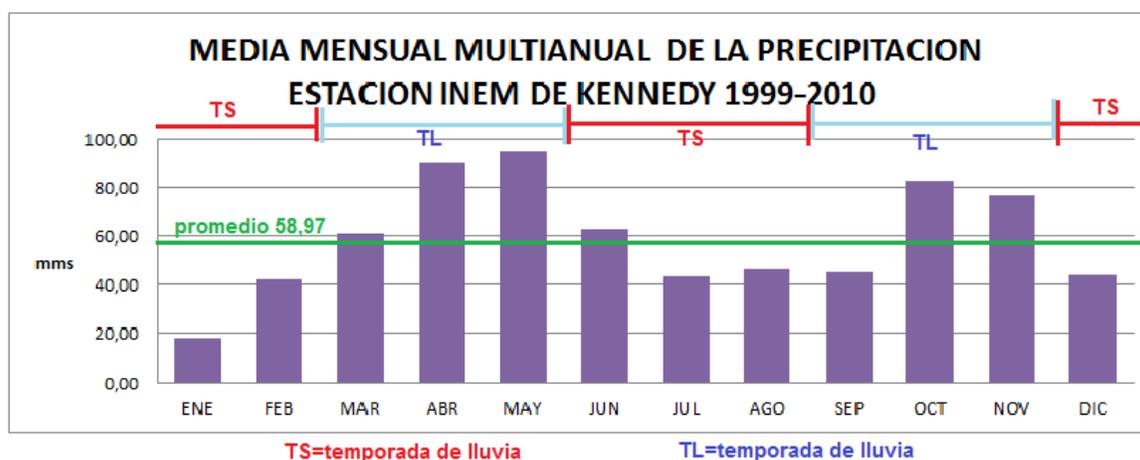


Figura 35 Media mensual multianual de precipitación e. INEM de Kennedy

En la Figura 35 se observó que durante los doce meses promediados del periodo 1999-2010, se muestra que las mayores precipitaciones se presentan en los meses de abril, mayo y octubre y noviembre meses en los cuales se presenta mayor presencia de temporada de lluvias en Bogotá, por otra parte los meses donde se presenta menor precipitación es en los meses de julio agosto sep, diciembre enero y febrero donde se presentan las temporadas de estiaje.

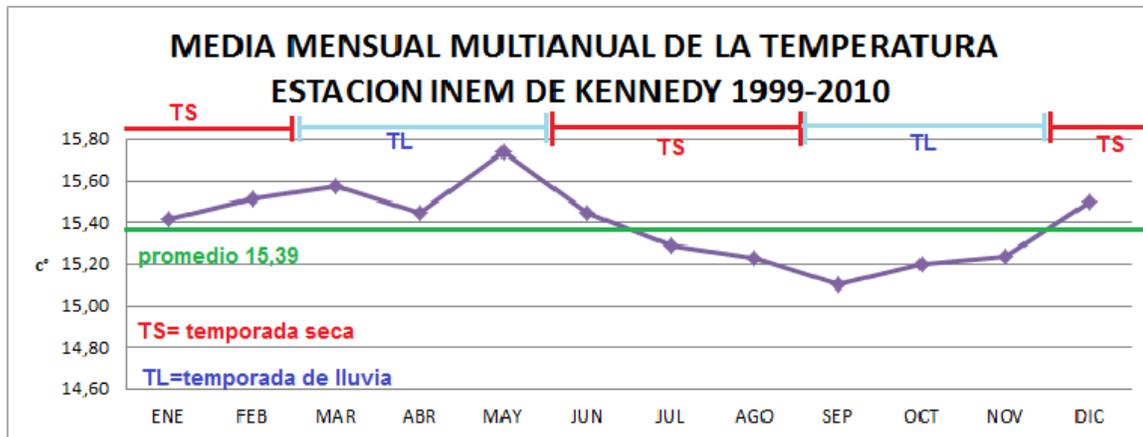


Figura 36 Media mensual multianual de temperatura e. INEM de Kennedy

En la Figura 36 se observó que durante los doce meses promediados del período 1999-2010 de cada mes la temperatura oscila entre los 15 y 16 grados centígrados donde la mayor temperatura se presenta en el mes de mayo con un promedio mensual multianual de 15,74 °C.

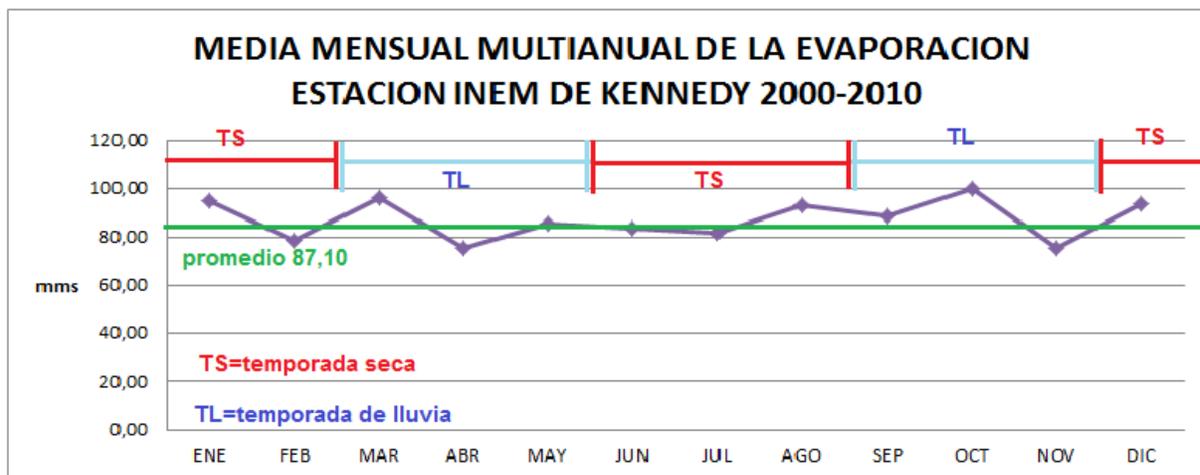


Figura 37 Media mensual multianual de evaporación e. INEM de Kennedy

En la Figura 37 se observó que el rango de evaporación se encuentra entre los 70 y 100 mms de evaporación en un tiempo de once años donde el periodo es de 1999-2010. Las mayores evaporaciones se presentan en los meses de enero, febrero y octubre.

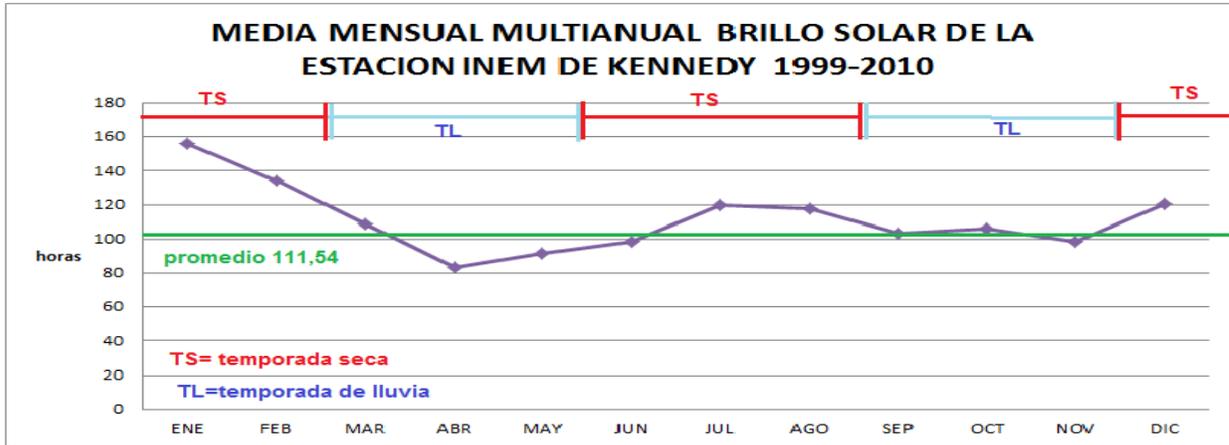


Figura 38 Media mensual multianual de brillo solar e. INEM de Kennedy

En la Figura 38 se observó que durante los doce meses promediados del periodo 1999-2010, se mantiene un ciclo donde las mayores horas de brillo solar se registraron en los meses de enero febrero marzo, julio agosto y diciembre donde se presentaron las temporadas de estiaje en Bogotá, y las menores horas se registraron en los meses de abril, mayo octubre y noviembre meses en los cuales se presentaron las temporadas de lluvias.

#### 4.1.3.3 Principales variaciones de la estación climatológica INEM de Kennedy

En la Tabla 20 se presentan las principales variaciones climáticas así como los límites máximos y mínimos que se presentaron para cada parámetro en valores mensuales, valores anuales y valores mensuales multianuales.

	PRINCIPALES VARIACIONES DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA INEM DE KENNEDY															
	TEMPERATURA C°				PRECIPITACION (mms)				EVAPORACION (mms)				BRILLO SOLAR (mms)			
	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion	MAX	MIN	aumento o disminucion	variacion
valores mensuales	16,63	14,43	0	0	177,8	0,8	77,27	0,52	160,53	35,3	-12,65	-0,13	241	25,33	-5,83	-0,045
valores anuales	15,79	14,8	0,79	0,07182	100,01	30,32	28,63	2,20	106,56	60,53	-9,92	-0,992	134,27	71,56	94,79	7,90
valores mensuales multianuales	14,74	15,1	0,08	0,00667	82,27	17,79	-22,1	-1,84	100,1	15,25	91,88	7,66	155,94	83,43	-121,4	-10,12

Tabla 20 Principales variaciones de la estación INEM de Kennedy (1999-2010)

**Nota:** los Soportes de variaciones por mes así como regresiones se presentan en el CD en el Anexo D (d3)

En los once años de datos se presenta un aumento de 0,1 °C a 1 °C en la temperatura de esta estación, en general las temperaturas se registraron entre los 14 y 15 °C, por otra parte se presenta un aumento en las precipitaciones para los valores anuales y los valores mensuales, las mayores precipitaciones se presentan en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre, meses en los cuales está prevista la temporada de lluvias en Bogotá, en el brillo solar a excepción de los años 1999, 2005 y 2006 las horas de brillo solar en promedio anual van por encima de las 100 horas.

## **4.2 ANÁLISIS DE COMPARACIÓN ENTRE ESTACIONES**

### **4.2.1 Temperatura ambiente**

Para realizar el análisis entre estaciones se tuvo en cuenta el periodo 2000-2010 para las tres estaciones y el periodo 1989-1999 para las estaciones de Jardín Botánico y UDCA conforme a la presentación de los datos obtenidos de cada estación.

En el parámetro de temperatura ambiente se observó (ver anexo 5) una diferencia de aproximadamente 1° C en el promedio entre cada estación en el periodo 2000-2010; de igual manera se observa una diferencia similar en los promedios del periodo 1989-1999 en la estación Jardín Botánico y UDCA con lo que se evidenció la presencia de microclimas locales.

La estación que presenta mayor variación entre décadas (1990-1999)-(2000-2010) es la de Jardín Botánico con valores entre 0.7°C y 1.56°C en los meses de Abril y Febrero respectivamente; la estación UDCA presenta una variación entre décadas (1990-1999)-(2000-2010) con valores entre -0.12°C y 0.41°C en los meses de Diciembre y Abril respectivamente.

Los promedios de temperatura más bajos pertenecen a la estación UDCA en el periodo 2000-2010 con valores entre 13.8°C y 14.26°C en los meses de Octubre y Mayo respectivamente, le sigue la estación INEM de Kennedy con valores entre 15.1°C y 15.74 en los meses de Septiembre

y Mayo respectivamente; y por último la estación Jardín Botánico con los registros de temperatura más altos, con valores entre 15.8°C y 16.35°C en los meses de Noviembre y Febrero respectivamente.

La estación que presentó mayor variación de temperatura entre el periodo (2000-2010) es INEM de Kennedy con valores entre -0.11°C/año y 0.36°C/año en los meses de Enero y Marzo respectivamente; le sigue la estación Jardín Botánico con valores entre -0.15°C/año y 0.192°C/año en los meses de Noviembre y Marzo respectivamente y por último la estación UDCA con valores entre -0.077°C/año y 0.01°C/año en los meses de Diciembre y Mayo respectivamente (estos valores se presentan en el anexo 5 tablas de comparación entre estaciones).

En la Figura 39 se presenta el comportamiento anual de la temperatura que se registró en las últimas décadas para las estaciones climatológicas Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy.

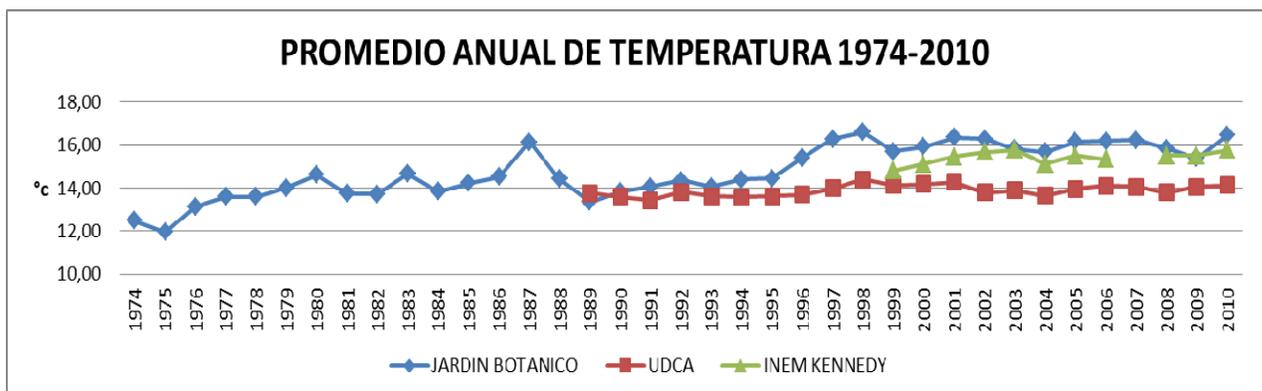


Figura 39 Promedio anual de temperatura estación UDCA, Jardín Botánico, INEM de Kennedy

#### 4.2.2 Precipitación

La estación que presenta mayor precipitación en el periodo 2000-2010 es Jardín Botánico con valores promedios de 56.8mm a 155.1mm correspondiente a los meses de Enero y Mayo respectivamente; le sigue la estación UDCA con valores promedios de 40.54mm a 125.2mm correspondiente a los meses de Enero y Octubre respectivamente; y por último la estación de

INEM de Kennedy con valores promedios de 17.79mm a 94.61mm correspondiente a los meses de Enero y Mayo respectivamente.

En cuanto a variación de la precipitación de la estación de UDCA presenta los mayores datos en el periodo 2000-2010 con valores entre -5.46 mms/año y 14.93 mms/año correspondiente a los meses de Octubre y Abril respectivamente; le sigue la estación Jardín Botánico con valores entre -15.59 mms/año y 14.51mms/año correspondiente a los meses de Febrero y Diciembre respectivamente; y por último se encuentra la estación INEM de Kennedy con valores entre -7.48mm/año y 11.3mm/año correspondiente a los meses de Febrero y Mayo respectivamente.

La estación que presenta mayor diferencia entre décadas (1990-1999)-(2000-2010) es la estación UDCA con valores entre -19.61mms y 62.25 mms correspondiente a los meses de Diciembre y Julio respectivamente; y le sigue la estación Jardín Botánico con valores entre -16.6mm y 47.2mm correspondiente a los meses de Septiembre y Mayo respectivamente.

En la Figura 40 se presenta el comportamiento anual de la precipitación que se registró en las últimas décadas para las estaciones climatológicas Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy.

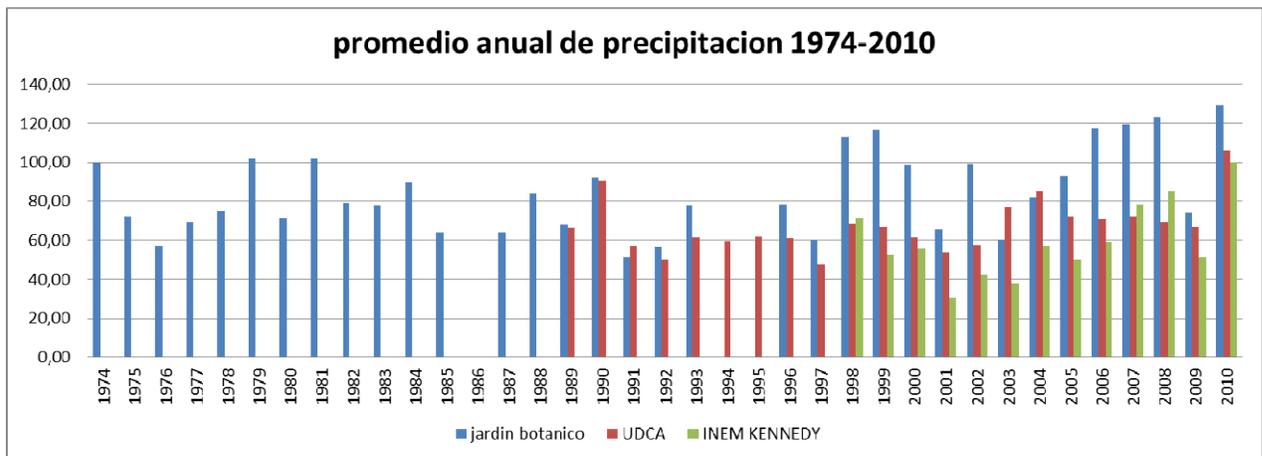


Figura 40 Promedio anual de precipitacion estacion UDCA, Jardín Botánico e INEM de Kennedy

### 4.2.3 Humedad relativa

Para el análisis de la humedad relativa no se tendrá en cuenta la estación INEM de Kennedy por falta de datos.

La estación UDCA presenta mayores datos promedios en ambos periodos (1990-1999) y (2000-2010). En el periodo 2000-2010 presenta valores promedios entre 88.4% y 90.77% correspondiente a los meses de Agosto y Mayo respectivamente; mientras que la estación de Jardín Botánico presenta valores promedios entre 77.8% y 83.6% correspondiente a los meses de Enero y Octubre respectivamente.

En el período 1990-1999 la estación UDCA presenta valores promedios entre 90.54% y 92.36% correspondiente a los meses de Enero y Noviembre respectivamente; mientras que la estación Jardín Botánico presenta valores promedios entre 81.39% y 84.78% correspondiente a los meses de Septiembre y Octubre respectivamente.

La estación Jardín Botánico presenta mayor variación en el periodo 2000-2010 que la estación UDCA con valores entre -1.3%/año y 1.66%/año y la estación UDCA presenta valores entre -1.7%/año y 1.3%/año correspondiente a los meses de Mayo y Enero respectivamente; de igual manera la estación Jardín Botánico presenta mayor variación que la estación UDCA en el periodo 1990-1999 con valores entre -0.36%/año y 2.33%/año correspondiente a los meses de Marzo y Agosto respectivamente; mientras que la estación UDCA tiene valores entre -0.4%/año y 1.5%/año correspondiente a los meses de Febrero y Mayo respectivamente.

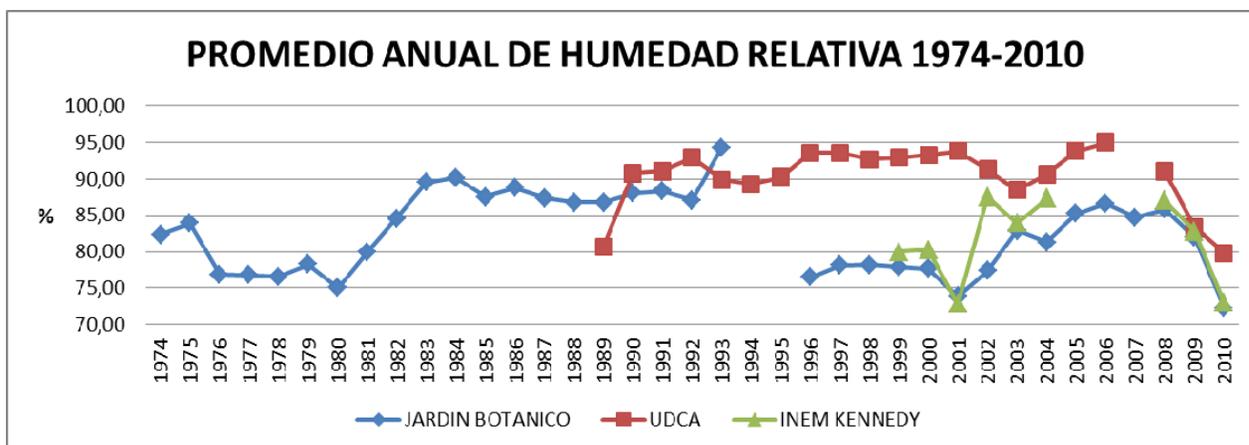


Figura 41 Promedio anual de humedad relativa estación UDCA, Jardín Botánico e INEM de Kennedy

En la Figura 41 se presenta el comportamiento anual de la humedad relativa que se registró en las últimas décadas para las estaciones climatológicas Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy.

#### 4.2.4 Evaporación

En el parámetro de evaporación la estación INEM de Kennedy presenta los datos más altos en el periodo 2000-2010 con valores promedios entre 75.16mm y 100.1mm correspondiente a los meses de Abril y Octubre respectivamente; le sigue la estación UDCA con valores promedios entre 64.27mm y 85.36mm correspondiente a los meses de Junio y Marzo respectivamente; y por último se encuentra la estación Jardín Botánico con valores promedios entre 63.97mm y 78.35mm correspondiente a los meses de Abril y Septiembre respectivamente.

En cuanto a variación la estación INEM de Kennedy en el periodo 2000-2010 presenta los valores más altos con datos entre -9.42mm/año y 10.06mm/año correspondiente a los meses de Noviembre y Abril respectivamente; le sigue la estación UDCA con valores entre -1.537mm/año y 4.74mm/año correspondiente a los meses de Noviembre y Enero respectivamente; y por último la estación Jardín Botánico con valores entre -3.54mm/año y 3.15mm/año correspondiente a los meses de Noviembre y Agosto respectivamente.

En la Figura 42 se muestra el comportamiento del promedio anual de evaporación de las tres estaciones.

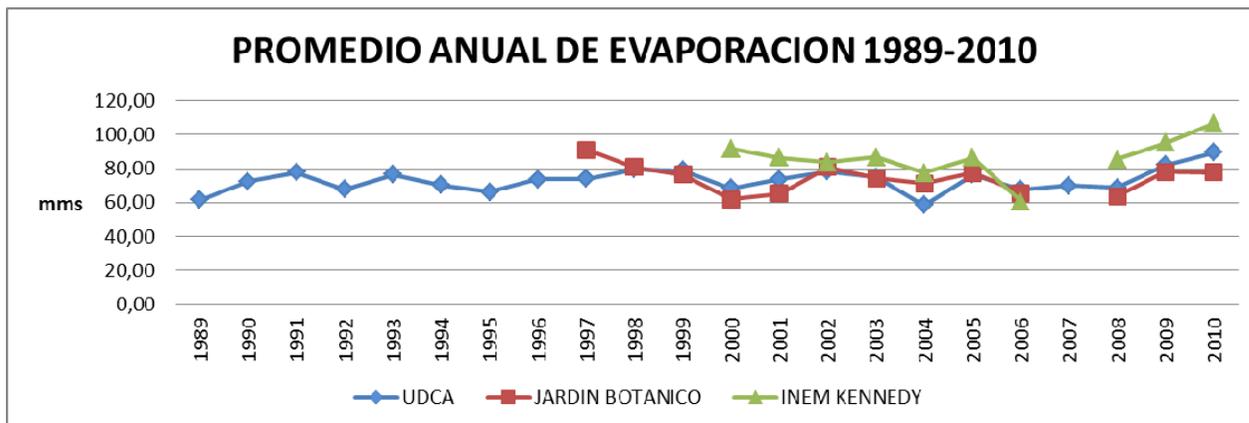


Figura 42 Promedio anual de evaporación estación UDCA, Jardín Botánico e INEM de Kennedy

**Nota:** soporte de gráficos del comportamiento anual, comportamiento mensual multianual se presenta en el CD anexo E (E1), (E2)

#### 4.2.5 Comparación de variaciones de promedios anuales entre las estaciones Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES VARIACIONES CLIMATOLÓGICAS (ANUALES)															
estaciones	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACION (mms)			HUMEDAD RELATIVA (%)			EVAPORACION (mms)			BRILLO SOLAR (horas)		
	variación total	variación por año	promedio	variación total	variación por año	promedio	variación total	variación por año	promedio	variación total	variación por año	promedio	variación total	variación por año	promedio
JB	3,23	0,08	14,87	81,23	2,46	84,22	8,41	0,24	82,56	-1,53	-0,13	72,75	-	-	-
UDCA	13,88	0,003	13,88	96,6	4,2	71,33	2,81	0,12	89,9	27,5	1,3	73,55	-	-	-
INEM DE KENNEDY	0,79	0,07	15,42	28,63	2,2	59,35	-	-	-	-9,92	-0,99	86	94,79	7,9	110,5

Tabla 21. Comparación entre estaciones de variaciones de promedios anuales

##### 4.2.5.1 Análisis de comparación entre estaciones (variaciones de promedios anuales)

- **Temperatura**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con una variación de 0.08°C por año y la menor variación es para la estación UDCA con un valor de 0.003 °C (Ver tabla 21).

- **Precipitación**

La mayor variación la presenta la estación UDCA con un valor de 4.2 mm por año y la estación con menor variación es INEM de Kennedy con un valor de 2.2 mm por año (Ver tabla 21).

- **Humedad relativa**

La mayor variación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.24% por año y la estación con la variación más baja es UDCA con un valor de 0.12% por año. (Ver tabla 21).

- **Evaporación**

La mayor variación la presenta la estación UDCA con un valor de 1.3mm por año y la estación con la variación más baja es INEM de Kennedy con un valor de -0.99mm por año. (Ver tabla 21).

- **Brillo solar**

La estación INEM de Kennedy presenta una variación de Brillo Solar de 7.9 h por año. (Ver tabla 21).

CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES VARIACIONES CLIMATOLÓGICAS																
MES	estaciones	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACION (mms)			HUMEDAD RELATIVA (%)			EVAPORACION (mms)			BRILLO SOLAR (horas)		
		variacion total	variacion por año	promedio	variacion total	variacion por año	promedio	variacion total	variacion por año	promedio	variacion	variacion por año	promedio	variacion total	variacion por año	promedio
ENE	JB	2,59	0,074	15,18	-5,61	-0,17	42,24	7,2	0,21	80,89	24,45	2,03	77,65	-	-	-
	udca	0,12	0,005	13,86	160,87	7,31	38,5	12	0,63	89	49,43	2,35	77,45	-	-	-
	INEM	-0,85	-0,08	15,42	-29,43	-2,45	17,79	-	-	-	46,85	5,21	94,85	270,44	27,04	155,95
FEB	JB	3,44	0,09	14,89	112,54	-3,41	58,17	-2,95	-0,08	81,96	7,53	0,68	76,41	-	-	-
	udca	1	0,04	13,82	27,07	1,17	54,66	-12,12	-0,6	90,09	4,57	0,19	82,01	-	-	-
	INEM	1,48	0,15	15,51	-82,23	-6,85	42,08	-	-	-	4,4	0,49	78,51	180,5	16,41	133,87
MAR	JB	2,7	0,075	14,94	99,08	3	87,73	-2,4	-0,07	83,79	-19,57	-0,2	75,95	-	-	-
	udca	-0,44	-0,02	13,97	34,7	1,5	78,97	-11,62	-0,58	90,93	5,97	0,28	78,46	-	-	-
	INEM	2,53	0,28	15,57	3,57	0,3	60,94	-	-	-	-1,86	-0,19	96,15	79,97	7,27	108,76
ABR	JB	2,93	36	0,08	84,53	2,56	125,42	16	0,47	83,69	-20,42	-1,86	63,97	-	-	-
	udca	0,73	0,03	13,99	180,1	7,83	86,77	-11	-0,55	91,39	13,47	0,64	71,63	-	-	-
	INEM	1,39	0,15	15,45	110,27	9,19	90,44	-	-	-	60,37	7,55	75,16	38,37	3,49	83,43
MAY	JB	2,33	0,06	15,08	189,63	5,74	133,94	9,61	0,28	83,13	-23,77	-2,16	75,91	-	-	-
	udca	0,13	0,005	14,06	35,85	1,62	95,21	2	0,1	91,02	58,44	2,65	68,79	-	-	-
	INEM	0,78	0,09	15,74	124,27	10,36	94,61	-	-	-	-8,23	-1,03	85,16	16,01	1,6	91,66
JUN	JB	2,43	0,069	14,87	133,27	4	66,26	16,34	0,48	82,54	23,56	2,14	73,95	-	-	-
	udca	0,17	0,007	13,95	34,63	1,57	54,97	0,81	0,04	90,79	47,58	2,26	66,83	-	-	-
	INEM	0,56	0,05	15,45	-6,43	-0,54	62,93	-	-	-	10,1	1,26	83,21	109,07	9,92	98,52

Tabla 22 Comparación de variaciones (cruces mensuales) de Enero a Junio

#### 4.2.5.2 Análisis de comparación entre estaciones (variaciones mensuales)

- **Enero**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.074°C /año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación UDCA con un valor de 7.31mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación UDCA con un valor de 0.63%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 5.21mm/año.(Ver tabla 22).

- **Febrero**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 0.15°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación UDCA con un valor de 1.17mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de -0.08%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.68mm/año.(Ver tabla 22).

- **Marzo**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 0.28°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 3mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de -0.07%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación UDCA con un valor de 0.28mm/año.(Ver tabla 22).

- **Abril**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 0.15°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 9.19mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.47%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 7.55mm/año.(Ver tabla 22).

- **Mayo**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de  $0.09^{\circ}\text{C}/\text{año}$ ; la mayor variación de precipitación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de  $10.36\text{mm}/\text{año}$ ; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $0.28\%/\text{año}$  y la mayor variación de evaporación la presenta la estación UDCA con un valor de  $2.65\text{mm}/\text{año}$ .(Ver tabla 22).

- **Junio**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $0.069^{\circ}\text{C}/\text{año}$ ; la mayor variación de precipitación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $4\text{mm}/\text{año}$ ; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $0.48\%/\text{año}$  y la mayor variación de evaporación la presenta la estación UDCA con un valor de  $2.26\text{mm}/\text{año}$ .(Ver tabla 22).

CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES VARIACIONES CLIMATOLÓGICAS																
MES	estaciones	TEMPERATURA (°c)			PRECIPITACION (mms)			HUMEDAD RELATIVA (%)			EVAPORACION (mms)			BRILLO SOLAR (horas)		
		variacion total	variacion por año	promedio	variacion total	variacion por año	promedio	variacion total	variacion por año	promedio	variacion	variacion por año	promedio	variacion total	variacion por año	promedio
JUL	JB	3,26	0,09	14,66	88,26	2,67	51,23	5,3	0,17	81,07	12,82	1,16	72,34	-	-	-
	udca	-0,27	-0,01	13,8	93,9	4,47	54,07	0,81	0,04	89,94	58,72	2,79	71,21	-	-	-
	INEM	0,35	0,03	15,29	16,57	1,27	43,8	-	-	-	-10,9	-0,99	81,67	-13,83	-1,6	119,79
AGO	JB	3,63	0,1	14,61	29,16	0,8	14,61	24,3	0,78	80,76	28,36	2,58	75,27	-	-	-
	udca	0,37	0,01	13,79	1,77	0,08	49,8	8,2	0,45	89,94	21	1	78,81	-	-	-
	INEM	0,55	0,07	15,23	-71,53	-5,5	46,28	-	-	-	-6,48	-0,65	92,96	101,54	7,81	117,91
SEP	JB	1,57	0,04	14,71	93,1	2,82	82,8	22,3	0,71	81,44	22,45	2,04	78,87	-	-	-
	udca	-0,2	0,009	13,77	-113	-5,38	60,95	-6	-0,31	90,29	40,94	2,04	69,71	-	-	-
	INEM	0,43	0,07	15,23	50,27	3,87	46,28	-	-	-	28	4,67	88,68	32	2,46	103,42
OCT	JB	2,73	0,078	14,6	-63,54	-1,92	121,85	27,8	0,89	84,45	23,1	2,1	80,48	-	-	-
	udca	0,27	0,01	13,84	-6,2	-0,29	99,53	-1,2	-0,06	90,45	19,61	0,98	79,05	-	-	-
	INEM	0,7	0,06	15,2	65,37	5,03	82,27	-	-	-	20,4	3,4	100,1	120,07	10,92	106,04
NOV	JB	2	0,057	14,73	473,97	14,36	122,46	37,2	1,24	84,54	-31,92	-2,9	71,17	-	-	-
	udca	-0,33	-0,015	13,87	143,8	6,84	95,18	0	0	91,07	6,6	-0,31	71,71	-	-	-
	INEM	0,41	0,05	15,24	109,12	8,39	76,66	-	-	-	-56,53	-8,08	75,25	12	1,2	98,28
DIC	JB	2,45	0,07	14,72	-33,57	-1,01	71,38	19,92	0,64	83,92	-3,68	-0,37	72,34	-	-	-
	udca	-0,44	-0,02	13,94	-10,12	-0,48	58,1	10,2	0,53	90,3	25,97	1,23	69,18	-	-	-
	INEM	-0,4	-0,05	15,5	124,25	9,56	44,27	-	-	-	-6,57	-1,1	93,46	102,97	9,36	120,5

Tabla 23 Comparación de variaciones (cruces mensuales) de Julio a Diciembre

- **Julio**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.09°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación UDCA con un valor de 4.47mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.17%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación UDCA con un valor de 2.79mm/año.(Ver tabla 23).

- **Agosto**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.1°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.8mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.78%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 2.58mm/año.(Ver tabla 23).

- **Septiembre**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 0.07°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 3.87mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.71%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 4.67mm/año.(Ver tabla 23).

- **Octubre**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.078°C/año; la mayor variación de precipitación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 5.03mm/año; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de 0.89%/año y la mayor variación de evaporación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de 3.4mm/año.(Ver tabla 23).

- **Noviembre**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $0.057^{\circ}\text{C}/\text{año}$ ; la mayor variación de precipitación la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $14.36\text{mm}/\text{año}$ ; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $1.24\%/\text{año}$  y la mayor variación de evaporación la presenta la estación UDCA con un valor de  $-0.31\text{mm}/\text{año}$ .(Ver tabla 23).

- **Diciembre**

La mayor variación en la temperatura la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $0.07^{\circ}\text{C}/\text{año}$ ; la mayor variación de precipitación la presenta la estación INEM de Kennedy con un valor de  $9.56\text{mm}/\text{año}$ ; la mayor variación de humedad relativa la presenta la estación Jardín Botánico con un valor de  $0.64\%/\text{año}$  y la mayor variación de evaporación la presenta la estación UDCA con un valor de  $1.23\text{mm}/\text{año}$  (Ver tabla 23).

### 4.3 EVALUACION AMBIENTAL EN HUMEDALES

La evaluación ambiental en humedales que se presenta a continuación, se realizó bajo la metodología anteriormente mencionada en el capítulo 3 numeral 3.2.4.1. La calificación se basó bajo el criterio de observación durante la visita de campo que se realizó a cada uno de los humedales, asimismo se tuvo en cuenta información bibliográfica pertinente (Personería de Bogotá y Secretaría de Ambiente). Los criterios bajo los cuales se realizó la calificación se encuentran en el Anexo 6.

#### 4.3.1 Evaluación ambiental humedal Santa María del Lago

ELEMENTO A EVALUAR	IMPORTANCIA	MAGNITUD	DURACION	INTENSIDAD	CALIFICACION	AREA DE INFLUENCIA	OBSERVACIONES	DESCRIPCION y ANALISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL HUMEDAL
URBANIZACION	4	4	5	3	16	Zona perimetral e interna del humedal	Cercamiento del humedal para evitar invasión, adentramiento en el humedal por parte del conjunto de apartamentos Sago	En esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel alto ya que dentro del humedal se encuentran construcciones para el esparcimiento (senderos, puntos de encuentro, mini plazoletas) lo cual genera pérdida de área para la reproducción, anidación, y alimentación de la fauna que se encuentra en el humedal. Otra problemática es el adentramiento del conjunto residencial "Sago" el cual por la altura y área de sus edificios puede generar un impacto negativo en el comportamiento de los parámetros meteorológicos como direcciones y velocidades del viento dentro del humedal, bajo estas condiciones se podría considerar al humedal más un parque ecológico o de esparcimiento que un humedal.
CONTAMINACION HIDRICA	3	3	2	2	10	Laguna del humedal	Tres puntos de descarga de aguas lluvia con descargas indirectas de talleres de mecánica, tres puntos de descarga clausurados y un interceptor de aguas residuales, el espejo de agua aparenta buen estado.	En esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel medio, esto debido a que al humedal llegan tres puntos de descarga de aguas lluvias los cuales cuentan con descargas indirectas por parte de los talleres de mecánica y pintura localizados a los alrededores del humedal, aunque el humedal cuenta con espejo de agua y vida acuática, no deja ser preocupante ya que estas descargas pueden llegar a afectar la calidad del agua del humedal.
CONTROL DE INUNDACIONES	3	2	2	2	9	Área inundable de la laguna	Dos obras para control de inundaciones, dos nacedores dentro de la laguna, la laguna cuenta con piezómetro.	En esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel medio, pese a que el humedal posee una buena capacidad de retención de agua se construyeron dos obras (aliviaderos) para controlar posibles inundaciones. En las épocas de lluvias esto puede ser a que la laguna cuenta con dos nacedores.
SOBREEXPLOTACION BIOLOGICA	1	1	1	1	4	Todo el humedal	Presencia de fauna en el humedal (monjitas, colibris, fochas "fulica americana")	En el humedal no se presenta explotación biológica debido a la protección de vigilancia privada con la que cuenta el humedal y su cercamiento perimetral es de gran ayuda para la protección de la avifauna presente en el humedal.

Tabla 24 Evaluación ambiental humedal Santa María del Lago

#### 4.3.1.1 Análisis de la evaluación del humedal Santa María del Lago.

En el humedal Santa María del Lago se destaca la urbanización aledaña de conjuntos residenciales; además la contaminación hídrica por parte de talleres de mecánica circundantes por medio de vertimientos directos.

Se destaca de este humedal la presencia de avifauna autóctona como las ‘Fochas’(Ver Figura 43) y además el trabajo de recuperación de avifauna hecho en este humedal, pues de los tres humedales visitados, éste es el que presenta mejor estado y mayor trabajo de recuperación; además sirve de muestra pedagógica para estudiantes que deseen aprender sobre la dinámica de estos ecosistemas. A continuación se presenta la tabla de jerarquización de aspectos a evaluar en donde se ordenan teniendo en cuenta su influencia en el humedal. (Ver tabla 24)

#### 4.3.1.2 Registro fotográfico del humedal Santa María del Lago



Figura 43 Fotos humedal Santa María del Lago  
Registro fotográfico anexo D CD humedal santa maría del lago

El proceso de pérdida de área de los humedales debido a la creciente expansión urbana en los últimos 50 años ha sido muy similar en todos los humedales de Bogotá. Un ejemplo que mostraremos de cómo se ha presentado esta problemática en los humedales, es en el humedal de Santa María del Lago, en el cual mostraremos como eran sus condiciones originales y como se vio afectada mediante la continua expansión urbana, éste proceso cronológico fue probado por la secretaria distrital de ambiente en un estudio del estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyección de escenarios a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

#### **4.3.2 Pérdida de área del humedal Santa María del Lago**

El humedal de Santa María del Lago conformo una pequeña micro cuenca cuya función era regular las crecidas de los cauces menores que llegaban a ella para posteriormente entregar su aporte hídrico al río Juan Amarillo, actualmente corresponde a un área de terreno de menor área, con capacidad de almacenar agua en forma permanente dadas las características de topografía del vaso inundable, encerramiento por construcciones, vías y el punto de aporte hídrico continuo de aguas residuales y lluvias localizado sobre el sector sur occidental.

La descripción de la evolución cronológica del humedal de Santa María del Lago se hace a través de registros aerofotográficos dados a partir de 1938 los cuales hacen parte de tomas aéreas de los sectores aledaños a Santa fe de Bogotá, teniendo en cuenta que para esta época el área se encontraba totalmente despoblada limitándose a fincas y zonas agrícolas, estas aerofotografías fueron obtenidas por parte del instituto geografico agustin codazzi.<sup>28</sup>

##### **4.3.2.1 Condiciones del humedal en 1938**

El humedal de Santa María del Lago caracterizado así, pero que para este periodo correspondió a una laguna, presenta características especiales, se encuentra cubierto con espejo de agua en su totalidad, extendiéndose en sentido noreste – suroeste en una longitud aproximada

---

<sup>28</sup> Secretaria distrital de ambiente: estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyecciones a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

de 700 metros y hacia el sureste – noroeste con un ancho máximo de 150 metros. En el sector suroriental se observa otra laguna de forma elongada en sentido noroeste, la cual posiblemente formo parte del cuerpo total de la laguna de Santa María, estas pequeñas lagunas se encuentran separadas por un cauce que recolecta aguas de estas dos lagunas y drena hacia el rio Juan Amarillo, estas lagunas se encuentran alimentadas por el aporte hídrico de las acequias cercanas. Teniendo en cuenta la fecha en que se tomaron las aerofotografías no se observan áreas de sedimentación estando el cuerpo de agua libre de vegetación, solamente hacia el costado sur occidental se observa una pequeña franja de tonalidad clara, la cual correspondió a zonas antiguamente inundadas pero que para esa fecha ya tiende a convertirse en zona de pastos, esto a causa de la apertura de una vía destapada la cual corto el extremo mas sur occidental de la laguna.

Los sectores aledaños al cuerpo de la laguna no han sufrido afectación alguna para la adecuación de infraestructura excepto por el carretable del costado sur occidental, el uso del suelo tiende a ser agropecuario e intervenido con pequeñas viviendas unifamiliares pertenecientes a las fincas aledañas.<sup>29</sup>

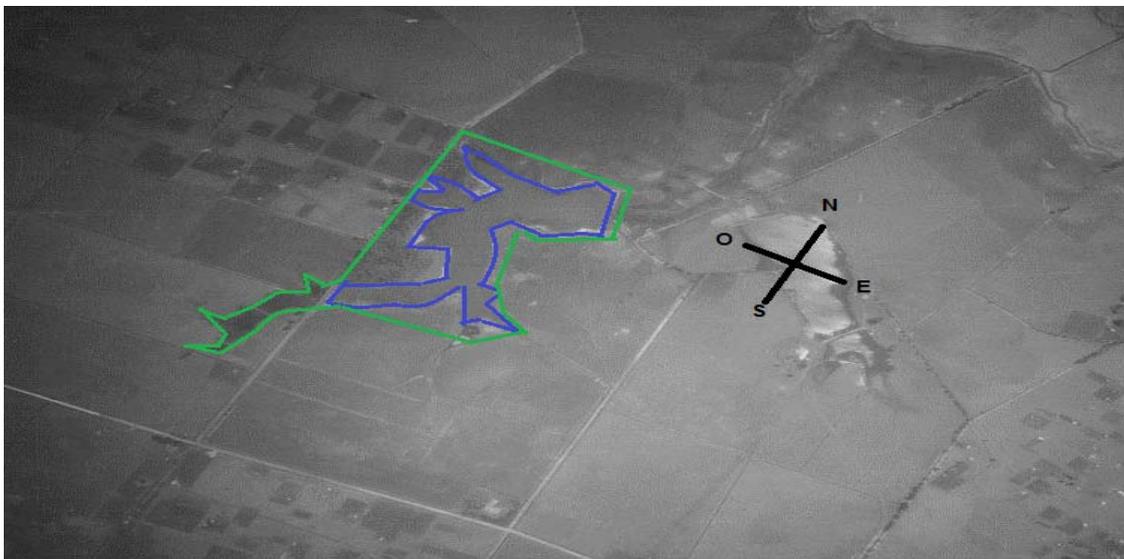


Figura 44. Fotografía aérea estado humedal Santa María del Lago 1938  
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

<sup>29</sup> Secretaria distrital de ambiente: estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyecciones a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

#### 4.3.2.2 Condiciones en 1977

Se observan diferencias en la disminución del espejo de agua y el aumento de la vegetación de macrofitas sobre los costados nororiental y occidental principalmente, los puntos de aporte hídrico correspondientes a las acequias ya no se observan por la intervención a que fueron sometidos durante la adecuación de viviendas y vías urbanas.

Sobre el costado norte hacia la parte externa del humedal de Santa María del Lago, se presenta la terminación de la calle 80, el uso del suelo para este sector no presenta mayores modificaciones continuando el patio de vehículos de transporte urbano (trolebuses). Hacia el costado oriental se presenta la adecuación de la avenida Boyacá y el proceso urbanístico del barrio Santa María localizado entre la avenida y el cuerpo del humedal. Los costados occidentales y sur continúan la actividad de desarrollo de los barrios La Granja y Tabora.<sup>30</sup>



Figura 45. Fotografía aérea estado humedal Santa María del Lago 1977  
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

<sup>30</sup> Secretaria distrital de ambiente: estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyecciones a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

#### 4.3.2.3 Condiciones en 1981

La forma de la parte interna del cuerpo de almacenamiento hídrico se conserva, para este año se observa un aumento en el espejo de agua principalmente sobre la parte central del cuerpo del humedal el cual puede estar dado por la época en que fueron tomadas las aerofotografías, se observa vegetación acuática sobre los costados noroccidental y sur. La zona de ronda no ha sido invadida por urbanizaciones excepto por pequeños depósitos de escombros localizados sobre el costado suroriental. Los sectores aledaños al cuerpo del humedal presentan un uso netamente residencial excepto el costado nororiental que es utilizado como patio de vehículos de transporte urbano (trolebuses), quedando como única área verde el sector oriental más cercano al cuerpo del humedal de Santa María. Sobre la avenida Boyacá y la calle 80 se observa flujo normal de vehículos lo cual indica un desarrollo urbanístico sobre las áreas de influencia directa de estas vías.<sup>31</sup>



Figura 46. Fotografía aérea estado del humedal Santa María del Lago 1981  
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

#### 4.3.2.4 Condiciones en 1991

La forma del cuerpo del humedal se conserva, se presenta una disminución del 30% del área cubierta por espejo de agua con respecto a la descrita para el año de 1981 en los sectores

---

<sup>31</sup> Secretaria distrital de ambiente: estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyecciones a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

nororiental y central principalmente, aumentando en forma considerable la vegetación acuática tanto en área como en densidad.

El costado oriental de la parte externa más cercana al cuerpo del humedal, ha sido modificado mediante la adecuación del conjunto residencial Sago conformado por nueve bloques de apartamentos, los demás costados del cuerpo del humedal localizados entre este y las vías más cercanas continúan cubiertas por pastos libres de invasiones, excepto sobre el sector sur occidental el cual ha sido intervenido por la depositación de escombros y desechos de construcción fácilmente observables dada la escala de las aerofotografías, para esta fecha no se presenta aun el encerramiento en malla del humedal siendo vulnerable para este tipo de intervención negativa.<sup>32</sup>



Figura 47. Fotografía aérea estado del humedal Santa María del Lago 1991  
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

#### 4.3.2.5 Condiciones en 1994

Para esta temporada el humedal no ha sufrido mayores cambios en su parte interna, el espejo de agua continua en las proporciones descritas para 1991, al igual que los sectores cubiertos con vegetación acuática.

Los sectores aledaños más cercanos al humedal continúan con las características descritas anteriormente, se presenta solamente un cambio sobre el sector nororiental donde se localizaba el

---

<sup>32</sup> Secretaria distrital de ambiente: estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyecciones a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

patio de vehículos urbanos (trolebuses) el cual se encuentra intervenido para la construcción de conjuntos residenciales.

#### 4.3.2.6 Condiciones en 1997

Los cambios presentes en esta temporada obedecen mas para la conservación de este ecosistema que para su deterioro, la parte interna continua con espejo de agua el cual se encuentra principalmente sobre el sector sur occidental, punto de entrada de la fuente hídrica, se destaca el sector norte y central como áreas de mayor contenido de vegetación acuática.

Las áreas aledañas al cuerpo del humedal no han sufrido mayores cambios, se presenta el encerramiento total del humedal en malla la cual favorece a la conservación y preservación de este ecosistema aislándolo de manera objetiva a la intervención humana (accesos incontrolados, caza de aves, áreas de escombros, adecuación de viviendas para indigentes, etc.). Sobre el sector nororiental para esta fecha ya se presenta la construcción total del conjunto residencial San Francisco.<sup>33</sup>



Figura 48. Fotografía aérea estado del humedal santa maria del lago 1997  
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazz

<sup>33</sup> Secretaria distrital de ambiente: estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyecciones a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del acuerdo 19/94.

### 4.3.3 Evaluación humedal Guaymaral

ELEMENTO A EVALUAR	IMPORTANCIA	MAGNITUD	DURACION	INTENSIDAD	CALIFICACION	AREA DE INFLUENCIA	OBSERVACIONES	DESCRIPCION y ANALISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL HUMEDAL
CONTAMINACION HIDRICA	4	4	5	4	17	humedal	pesima calidad del cuerpo de agua,no presenta espejo de agua,presencia de basuras en el cuerpo de agua.posee dos afluentes con una aparente condicion optima de calidad del agua,en la parte baja del humedal hay presencia de aves acuaticas domesticas (patos), posee dos puntos de descarga el primero proveniente de un alcantarillado que descarga en la quebrada y el segundo proveniente de el centro comercial bima ( zona de carts)	en esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel alto ya que el el cuerpo de agua del humedal se encuentra en precarias condiciones, la quebrada principal que atraviesa el humedal posee crecimiento excesivo de lentaja y buchon de agua lo que indica presencia de nitratos y sulfatos en el cuerpo de agua, asi mismo afectando la laguna del humedal. el humedal cuenta con dos pequeños arroyos los cuales aparentan un estado optimo en la calidad del agua y que descargan en la quebrada principal pero por ser muy pequeño su caudal no favorece a dilucion de los contaminantes.
URBANIZACION	3	3	4	4	14	alrededores del humedal	cercamiento perimetral del humedal,afectacion directa por parte de lotes y fincas privadas aledañas al humedal, fragmentacion del humedal por parte de la autopista norte	en esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel medio alto,ya que las fincas aledañas al humedal lo estan usando para el ganado vacuno, asu vez el centro comercial bima tiene un punto de descarga de agua residual que llega a la quebrada principal del humedal, este humedal posee un cercamiento perimetral en casi toda su area.
CONTROL DE INUNDACIONES	2	2	3	2	9	area inundable	no posee construcciones hidraulicas para retencion de agua, se presentan pendientes pronunciadas alrededor de la laguna	en esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel medio, este humedal posee una pendiente pronunciada en los alrededores de la laguna, asu vez la quebrada y la laguna cuenta con una buena diferencia en la cota de terreno lo que favorece a una mejor capacidad para la retencion de agua, por otra parte hay presencia de basuras la cual obstruye el paso del agua en algunas areas de la laguna y la quebrada lo que de cierta forma afecta la capacidad de retencion de agua del humedal
SOBREEXPLOTACION BIOLOGICA	2	2	2	2	8	zona bosque	presencia de animales domesticos (perros),explotacion del suelo para ganado, posible uso de los cuerpos de agua por parte de fincas aledañas,gran presencia de insectos en el humedal (arañas,mariposas,libelulas etc)	en esta variable el humedal cuenta con impacto de nivel medio, en la parte acuatica la presencia de fauna es inexistente,aunque en el area de bosque hay bastante presencia de insectos,arañas y aves pequeñas asu vez en la parte baja del humedal se encontro presencia de patos domesticos posiblemente provenientes del club guaymaral el cual se encuentra cerca al humedal, asu vez pudimos observar que en el area de bosque del humedal aun se cuenta con buenas condiciones para procecos de reproduccion y anidacion ya que se encontraron fuentes de alimento utiles para la fauna del humedal y se encontraron dos quebrada con buenas condiciones para el habitat de aves pequeñas.

Tabla 25 Evaluacion ambiental humedal de Guaymaral

#### 4.3.3.1 Análisis de la evaluación del humedal Guaymaral

En el análisis de la evaluación del humedal de Guaymaral se destaca la alta contaminación hídrica por parte de urbanizaciones cercanas como clubs, centros comerciales, centros recreativos y demás.

También se destaca el uso del suelo como pastoreo en varias partes del humedal y la presencia de ganado vacuno que afecta directamente la estructura ecológica del humedal. Otro aspecto a destacar es la explotación de recursos como el agua, y la madera en pequeña escala y la falta de control de inundaciones; lo que lo hace vulnerable en época de lluvias y susceptible a inundaciones severas. (Ver tabla 25).

Como se observa en el registro fotográfico (figura 49), se presenta contaminación del recurso hídrico, a gran escala, presencia de avifauna en algunos sectores y variedad de vegetación presente en el humedal. Además se observa el cercamiento del humedal pero no cuenta con ningún aviso que informe a la comunidad de la presencia del ecosistema en este sector.

#### 4.3.3.2 Registro fotográfico del humedal Guaymaral



Figura 49 Fotos humedal Guaymaral Registro fotográfico  
Anexo D CD humedal Guaymaral

### 4.3.4 Evaluación humedal de Burro

ELEMENTO A EVALUAR	IMPORTANCIA	MAGNITUD	DURACION	INTENSIDAD	CALIFICACION	AREA DE INFLUENCIA	OBSERVACIONES	DESCRIPCION y ANALISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL HUMEDAL
CONTAMINACION HIDRICA	4	4	5	4	17	cuerpo de agua del humedal	pese al alto grado de contaminacion del cuerpo de agua hay presencia de aves acuaticas, no presenta espejo de agua ,6 puntos de descarga de agua residual y presencia de basuras en el cuerpo de agua	en esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel alto ya que el cuerpo de agua de la laguna cuenta con 6 puntos de descarga de agua residual provenientes del alcantarillado de las zonas residenciales aledañas, tambien se encontro presencia de basuras en el cuerpo de agua
URBANIZACION	4	4	4	4	16	zona perimetral del humedal	construccion de edificios de gran altura en los alrededores del humedal, cercamiento perimetral del humedal gragmentacion del humedal por la avenida ciudad de cali	en esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel alto ya que en los alrededores del humedal se estan construyendo edificios de gran altura lo cual podria afectar las condiciones de direccion y velocidad del viento que a su vez podria afectar otros parametro climatologicos como la evaporacion y humedad dentro del humedal, por otra parte el humedal esta fragmentado en dos partes por la avenida ciudad de cali y pese a que el humedal posee cercamiento en las dos areas es posible que la parte de menor area fragmentada por la avenida ciudad de cali tienda a desaparecer
CONTROL DE INUNDACIONES	4	3	4	3	14	area inundable del humedal	posee construcciones hidraulicas, reduccion de area inundable natural del humedal, poca capacidad de retencion natural de agua por parte del humedal	en esta variable el humedal cuenta con un impacto de nivel medio, ya que presenta una reduccion del area inundable del humedal y cuenta con poca capacidad de retencion de agua, debido a esta problemática se tubieron que construir dos jarillones para retener el agua en epocas de lluvia
SOBREEXPLOTACION BIOLOGICA	1	1	1	1	4	humedal	pese al alto grado de contaminacion del cuerpo de agua hay presencia de aves acuaticas ( tingua pico rojo, monnjitas etc), poca area de bosque, presencia de insectos	en esta variable el humedal cuenta un impacto de nivel bajo, pese al alto grado de contaminacion del cuerpo de agua el humedal este aun tiene presencia de aves acuaticas como la tingua de pico rojo ( entre otras) las cuales lograron adaptarse a las condiciones actuales del humedal, tambien hay presencia de insectos y aves pequeñas una de las problematicas que pudimos observar es que hay poca area de bosque lo cual no favorece a las aves para sus procesos de anidacion y reproduccion.

Tabla 26 Evaluacion ambiental humedal de burro

#### 4.3.4.1 Descripción y análisis de la evaluación del humedal de Burro

Lo que mas se destaca en la evaluación del humedal de burro es la contaminación del recurso hídrico por parte de viviendas aledañas, también el grado de urbanización es alto alrededor del humedal. El humedal cuenta con obras de control de inundaciones a partir de la presencia de dos diques a lo largo del humedal.

Como se observa en el registro fotográfico, observamos la presencia de los diques para el control de inundaciones, el vertimiento de aguas residuales y la construcción de edificios de gran altura que afectan el clima local. (Figura 50).

#### 4.3.4.2 Registro fotográfico humedal de Burro



Figura 50. Fotos humedal de Burro Registro fotográfico

#### 4.4 PÉRDIDA DE ÁREA DE HUMEDALES

Una de las principales problemáticas que han sufrido los humedales en los últimos 50 años es la expansión urbana, el crecimiento a sido tan rápido y agresivo que las áreas de los humedales sufrieron una gran reducción, con la expansión urbana dirigiéndose hacia las áreas de los humedales se presentaron otras problemáticas como la contaminación de cuerpos de agua ya que las descargas provenientes de la creciente expansión urbana y la cual provenía de las viviendas y la industria, descargaban en las quebradas y lagunas de los humedales. Otro aspecto que se presentó durante estos 50 años fue la sobrexplotación biológica por parte de las comunidades que habitaban alrededor de los humedales dando caza a especies como el curí (*Cavia porcellus anolaimae*) la cual hoy se encuentra relegada a zonas pantanosas y la cual es inexistente en los humedales del tinto. Todos estos aspectos y sumado las variaciones climatológicas de las últimas décadas conllevaron a que se presentara una gran disminución de la diversidad biótica de los humedales bogotanos y a la extinción de una gran cantidad de especies endémicas, así como grandes afectaciones a aves migratorias.

En la tabla 26 se presenta las áreas de los humedales a inicios de la década de los cincuenta así como su área actual y porcentaje de pérdida de área, también se presenta el área de su ronda hidráulica actual y la cuenca a la que pertenece.

HUMEDALES	AREA INICIAL DEL HUMEDAL	AREA TOTAL	PORCENTAJE DE PERDIDA DE AREA	AREA RONDA HIDRAULICA	PERIMETRO	CUENCA	AREA CUENCA SAN.
	Ha	Ha.	%	Ha	m.		Ha.
CAPELLANIA	37	27,03	<b>26,95</b>	21,19	3966,3	FUCHA	13183,9
CONEJERA	-	58,89	-	45,73	8785,99	CONEJERA	
CORDOBA	-	40,51	-	31,69	5946,14	SALITRE	12144,9
EL BURRO	54	18,84	<b>56,11</b>	14,3	3070,36	TINTAL	2280,3
GUAYMARAL	215	49,66	<b>76,9</b>	41,51	5466,43	TORCA	9848,8
JABOQUE	-	148	-	127,98	13390,4	JABOQUE	
JUAN AMARILLO	-	222,76	-	201,37	14333,46	SALITRE	12144,9
SANTA MARIA DEL LAGO	43,04	10,86	<b>74,76</b>	8,48	1647,96	SALITRE	12144,9
MEANDRO DEL SAY	-	26	-	84,13	10686,88	FUCHA	13183,9
TECHO	23	11,67	<b>27,52</b>	9,23	1672,95	TINTAL	2280,3
TIBANICA	277	21,63	<b>92,19</b>	17,84	2613,05	TUNJUELO	
TORCA	215	30,27	<b>85,92</b>	24,48	3950,76	TORCA	9848,8
VACA A	-	5,73	-	3,44	1588,52	TINTAL	2280,3
VACA B	-	2,245	-	1,17	777,67	TINTAL	2280,3
<b>TOTAL</b>		<b>674,09</b>					

Tabla 27 Área de los humedales <sup>34</sup>

<sup>34</sup> Secretaria distrital de ambiente : Pérdida de área de humedales de Bogotá

#### 4.5 PRINCIPALES EFECTOS AMBIENTALES DEBIDO A LA VARIACIÓN CLIMÁTICA.

El estado actual de los humedales nos muestra que la intervención del hombre en los ecosistemas tiene un gran impacto en el bienestar de los mismos.

La contaminación, la expansión urbana y la sobreexplotación de los recursos naturales afectan directamente el buen estado de los ecosistemas. Pero además de la intervención directa del hombre también encontramos el comportamiento climático que de una u otra manera también afecta la integridad de un ecosistema.

Un cambio en la temperatura afecta directamente la permanencia de fauna y vegetación; pero no solo la temperatura, también encontramos otros parámetros importantes como la precipitación y la evaporación.

Las condiciones ambientales actuales de los humedales tienen una relación directa con los efectos producidos por la variación climática; esta relación nos ayuda a determinar la vulnerabilidad de los humedales a dichos efectos. En la Tabla 28 se muestra la relación de las condiciones ambientales de los humedales con las condiciones provocadas por la variación climática.

RELACION ENTRE EVALUACION AMBIENTAL Y EFECTOS DE LA VARIACION CLIMATICA			
CONDICION	RELACION	EFECTO	CONDICION
CONTROL DE INUNDACIONES	LAS OBRAS DE CONTROL CONTRIBUYEN EN PREVENIR EVENTOS DE INUNDACIONES	INUNDACIONES	EXCESO O ESCASEZ DE LLUVIAS
	LAS OBRAS DE CONTROL CONTRIBUYEN EN LA EVAPORACION DEL CUERPO DE AGUA	SEQUIAS	AUMENTO DE EVAPORACION
URBANIZACION	LA URBANIZACION ALEDAÑA CONTRIBUYE EN LOS CAMBIOS MICROCLIMATICOS	CAMBIOS CLIMATICOS	IMPERMEABILIZACION DEL SUELO
CONTAMINACION HIDRICA	LA CONTAMINACION HIDRICA CONTRIBUYE EN LA EMIGRACION E INMIGRACION DE ESPECIES TANTO DE VEGETACION COMO DE FAUNA	INMIGRACION Y EMIGRACION DE ESPECIES	VARIACION DE TEMPERATURA
SOBREEXPLOTACION BIOLOGICA	LA SOBREEXPLOTACION DE LOS RECURSOS CONTRIBUYE EN LA EMIGRACION E INMIGRACION DE ESPECIES TANTO DE VEGETACION COMO DE FAUNA		

Tabla 28. Relación de evaluación ambiental y efectos de variación climática.

Como se pudo observar en la Tabla 30, las obras de control de inundaciones ayudan a prevenir inundaciones que pudieran ser provocadas por un aumento en las precipitaciones; pero no solo contribuyen en la prevención de inundaciones, también influye en la dilución de cargas orgánicas en el agua, pues al tener un volumen de agua menor, generado por diques u otras estructuras, las concentraciones de carga orgánica serán mucho mayores que teniendo un volumen de agua mayor.

También las obras de control de inundaciones influyen en la evaporación de la lámina de agua del humedal, pues al tener el mismo menor volumen de agua, esta es susceptible a evaporarse con mayor facilidad que teniendo un volumen mayor.

Por otra parte la urbanización se relaciona con cambios en los microclimas debido a la impermeabilización de los suelos y a la desaparición de vegetación durante este proceso; entonces se podría afirmar que entre mayor sea el nivel de urbanización mal planificada, mayor será el efecto en el microclima local.

Además de estas dos condiciones, también encontramos la contaminación hídrica que se relaciona directamente con la presencia de fauna y vegetación; la emigración e inmigración de especies provocada por una variación en la temperatura puede darse siempre y cuando las condiciones del agua sean aptas para que dichas especies puedan subsistir en nuevos ambientes; entonces teniendo esto en cuenta se puede afirmar que dada una emigración o inmigración de especies provocada por cambios en la temperatura no podría ser presenciada si las condiciones ambientales del agua no son las mejores para que dichas especies subsistan.

Pero no solo la calidad del agua es importante para la supervivencia de especies autóctonas o introducidas; también se encuentra la sobreexplotación de recursos naturales de los humedales que se relaciona con la inmigración y emigración de especies, pues estas necesitan de los recursos naturales del humedal para poder sobrevivir. Dicho esto se podría afirmar que una variación de temperatura que provocara una emigración o inmigración de especies, también éstas necesitarían un ambiente con los recursos suficientes para su subsistencia.

Dicho todo lo anterior se realizó la Tabla 29 que muestra la vulnerabilidad de cada humedal a efectos producidos por variaciones climáticas teniendo en cuenta la condición ambiental actual de cada uno realizada en la evaluación ambiental (Numeral 4.3).

#### 4.5.1 Vulnerabilidad de los humedales a efectos de variaciones de parámetros meteorológicos.

Condicion ambiental	Nivel de impacto	Humedal			Parametro	Efecto	Nivel de Vulnerabilidad	Humedal		
		Santa María del Lago	Guaymaral	Burro				Santa María del Lago	Guaymaral	Burro
Contaminacion Hídrica	B / MB / M / MA / A*	M	A	A	Temperatura	Inmigración de especies	B / MB / M / MA / A	MA	M	MB
Sobreexplotacion de recursos	B / MB / M / MA / A	B	MB	B		Emigracion de esoecies	B / MB / M / MA / A	MB	M	MA
Control de inundaciones	B / MB / M / MA / A	M	M	MA	Precipitación	Inundaciones	B / MB / M / MA / A	MB	MA	B
					Evaporacion	Sequías	B / MB / M / MA / A	M	MB	MA
Urbanizacion	B / MB / M / MA / A	MA	MA	MA		Cambios en el microclima	B / MB / M / MA / A	MA	MB	A

\*B=Bajo/MB=Medio Bajo/M=Medio/MA=Medio Alto/A=Alto.

Tabla 29. Vulnerabilidad de los humedales a efectos de parámetros meteorológicos

- **Inmigración de Especies**

En cuanto a una inmigración de especies que pudiera ser provocada por variaciones en la temperatura, el humedal Santa María del Lago tiene un nivel medio alto de vulnerabilidad, debido a que sus condiciones en cuanto a calidad de agua y disponibilidad de recursos es buena, a pesar de que su área no es tan grande, lo que lo hace un medio apto para la supervivencia de nuevas especies. Mientras que el humedal Guaymaral tiene un nivel medio de vulnerabilidad debido a que las condiciones de calidad de agua no son muy buenas aunque posee un nivel medio bajo de sobreexplotación de recursos, pero a pesar de esto el humedal posee mayor área que

los otros dos humedales, esto lo convierte en un medio no tan apto para la supervivencia de nuevas especies; y por último el humedal de Burro tiene un nivel medio bajo de vulnerabilidad debido a la alta contaminación hídrica y su escasa área. Aunque la explotación de recursos es baja no es un medio muy apto para la supervivencia de especies.

- **Emigración de especies**

En cuanto a una emigración de especies que pudiera ser provocada por variaciones en la temperatura, el humedal Santa María del Lago posee un nivel medio bajo de vulnerabilidad debido que sus condiciones ambientales y de recursos son aceptables para la supervivencia de las especies que allí habitan, por lo cual es poco probable que dichas especies emigren a otros ecosistemas. Referente al humedal de Guaymaral; éste posee un nivel medio de vulnerabilidad debido a sus malas condiciones en cuanto a calidad del agua, pero a su buena disponibilidad de recursos y de área; y por último el humedal de Burro presenta un nivel de vulnerabilidad alto, debido a su fuerte nivel de contaminación hídrica, pero poca disponibilidad de área. Cabe precisar que existen especies que se adaptan a los cambios sufridos en sus ecosistemas y logran subsistir en sus nuevos ambientes.

- **Inundaciones**

En cuanto a inundaciones que se pudieran presentar por un aumento en las precipitaciones, el humedal de Santa María del Lago posee un nivel medio bajo de vulnerabilidad ante este suceso, debido a la presencia de obras de control de inundaciones como lo son los aliviaderos; estas obras desvían los excesos de agua a tuberías de alcantarillado pluvial. Mientras que el humedal Guaymaral presenta un nivel de vulnerabilidad medio alto debido a la falta de obras de control, lo que hace que el humedal retenga los excesos de agua solo por su capacidad natural de retención, que se ha visto afectada por la construcción de la Autopista Norte y urbanizaciones pequeñas aledañas.

- **Sequías**

En cuanto a sequías que se pudieran presentar debido a un aumento en la evaporación, el humedal Santa María del Lago presenta un nivel medio, pues una gran parte del exceso de agua no es retenida y otra pequeña parte es almacenada por el humedal entonces la lamina de agua es medianamente susceptible a la sequia. El humedal de Guaymaral presenta un nivel de vulnerabilidad medio bajo, pues este posee un área inundable mucho mayor que almacena en gran parte el exceso de agua de manera natural para prevenir eventos de sequias; y por último el humedal de Burro que presenta un nivel de vulnerabilidad medio alto, puesto que la mayor parte del exceso de agua es retenida por obras de control como diques, los cuales dejan el espejo de agua susceptible a evaporarse con mayor facilidad.

- **Cambios en el microclima**

En cuanto a cambios en el microclima generados por la urbanización, el humedal Santa María del Lago presenta un nivel medio alto de vulnerabilidad debido al nivel de urbanización presente alrededor del mismo, pero a pesar de su pequeña área este humedal presenta las mejores condiciones ambientales de los tres humedales trabajados. El humedal de Guaymaral presenta un nivel de vulnerabilidad medio bajo, pues presenta pequeñas urbanizaciones como la Autopista Norte y algunos centros comerciales pero gran parte de su área permanece casi intacta; y por último el humedal de Burro presenta un nivel de vulnerabilidad alto, puesto que el nivel de urbanización alrededor de este humedal es fuerte y su área esta casi extinta.asu vez variaciones en la humedad relativa pueden influir en cambios de los microclimas presentes en dichos humedales, un claro ejemplo es el de la sensibilidad que presentan los insectos a los cambios de humedad para procesos sus incubacion

## 5. CONCLUSIONES

- Según los análisis hechos a los parámetros meteorológicos (temperatura ambiente, precipitación, humedad relativa y evaporación), se puede afirmar que la estación Jardín Botánico presenta una variación de promedios anuales de temperatura de  $0.092^{\circ}\text{C}/\text{año}$ , una variación de precipitación de  $2.32\text{mm}/\text{año}$ , una variación de humedad de  $0.41\%/\text{año}$  y una variación de evaporación de  $-0.0043\text{mm}/\text{año}$ .
- La estación UDCA presenta una variación de promedios anuales de temperatura de  $-0.004^{\circ}\text{C}/\text{año}$ , una variación de precipitación de  $4.6\text{mm}/\text{año}$ , una variación de humedad de  $0.15\%/\text{año}$  y una variación de evaporación de  $1.15\text{mm}/\text{año}$ .
- La estación Inem de Kennedy presenta una variación de promedios anuales de temperatura de  $0.071^{\circ}\text{C}/\text{año}$ , una variación de precipitación de  $2.20\text{mm}/\text{año}$  y una variación de evaporación de  $0.992\text{mm}/\text{año}$ .
- La variación de la temperatura puede traer consigo efectos negativos en la tolerancia de factores ambientales que poseen la vegetación y la fauna, lo que la obligaría a migrar a ecosistemas con temperaturas más óptimas para su desarrollo; y a su vez recibir especies exóticas provenientes de otros ecosistemas.
- Teniendo en cuenta las evaluaciones ambientales de los humedales se puede concluir que el mayor impacto negativo sobre estos ecosistemas está dado por la intervención del hombre, ya sea a partir de la contaminación hídrica por vertimientos directos, por urbanizaciones y reducciones de área o por sobreexplotación de recursos naturales; y en menor medida se encuentra el impacto por variación climática.
- La reducción de área es la principal afectación de los humedales, lo que provoca la desaparición y extinción de muchas especies de fauna y cambios microclimáticos, afectando así la integridad propia del ecosistema y llevándolo al deterioro absoluto.

- La urbanización es una causa importante de la variación climática; pues la impermeabilización de los suelos a partir de construcciones, aumenta la vulnerabilidad de los ecosistemas, haciéndolos más frágiles a la desaparición.
- El uso del suelo para actividades agrícolas en el humedal de Guaymaral en áreas inundables causa un deterioro significativo en el ecosistema, provocando la extinción del mismo y aumentando así su vulnerabilidad.
- El humedal Santa María del Lago es el que presenta mejores condiciones ambientales de los tres humedales trabajados, a pesar de que el nivel de urbanización ha sido considerable.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las instituciones encargadas del manejo y preservación de los humedales de la capital, a evitar o en su defecto disminuir, los vertimientos de aguas residuales en los ecosistemas de humedal, con el fin de lograr una mejoría en su medio ambiente.
- Se recomienda un aumento en el control de emisiones atmosféricas que conlleve a una disminución considerable de contaminantes y por ende al control de la temperatura, a su vez a la mejora del comportamiento climático a nivel local, nacional e internacional
- Se recomienda realizar urbanizaciones bien planificadas que no aumenten la vulnerabilidad de los ecosistemas ni modifiquen los climas locales, y que se tenga en cuenta el entorno donde están.
- Se recomienda aumentar trabajos de recuperación de la flora y fauna autóctona de los humedales.
- Se recomienda respetar y conservar el uso del suelo como área protegida en los humedales, tanto en las zonas perimetrales como en las zonas de espejo de agua de dichos ecosistemas. Esto permitiría conservar dichas áreas para la regulación hídrica y las especies de flora y fauna que allí se encuentran.
- Se recomienda el uso de obras para el control de inundaciones en los humedales con el fin de evitar dichos efectos y la afectación a la población aledaña a estos ecosistemas.

## 7. REFERENCIAS

- Adriana Patricia Cabrera . *Calentamiento global las dos caras del efecto invernadero* ED. Lonseller.S.A. 2003
- Álvarez Luis Alfredo, *Cambio climático I*, Editorial Brujas. 2004
- Al Gore, *Una verdad incómoda para futuras generaciones. Los peligros del calentamiento global explicados a los jóvenes*, Editorial Gedisa, 2007.
- G.G. Jairo Alberto, *Relaciones entre la aparición de casos de malaria y el clima en Colombia*, Innovación y Ciencia, Volumen 11, N° 3 y 4, Bogotá.
- Henry. J. Glyan y Heinke. Gary. W. *Ingeniería Ambiental*. Prentice Hall, Mexico 1999. Editorial Assistant.
- Hidrogeología y geotecnia ambiental Ltda., *Estudio del estado actual y situación Jurídica de cinco humedales del Distrito Capital y la proyección de escenarios a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del Acuerdo 19/94, DAMA*.
- Pabón J. Daniel, *¿Es posible pronosticar el cambio climático?*, Innovación y Ciencia, Volumen 11, N° 3 y 4, Bogotá.
- Pabón J. Daniel, *El cambio climático y sus manifestaciones en Colombia*, Innovación y Ciencia, Volumen 11, N° 3 y 4, Bogotá.
- Personería de Bogotá D.C., *Los humedales en Bogotá*, 2003
- Revista Diners, *El cambio climático en Colombia*, <http://www.revistadiners.com.co/nuevo/internaedicion>. Jueves 9 de Septiembre de 2010.

- Slidshare, [www.slidshare.net/llica/el-cambio-climatico-en-bogot-regn](http://www.slidshare.net/llica/el-cambio-climatico-en-bogot-regn)., *El cambio climático en Bogotá*, Pabón J.D., Miércoles 22 de Septiembre de 2010

### PAGINAS WEB

- Figura 1. *Gráfico de humedales*. <http://www.bogota.gov.co/>. Junio de 2011
- Figura 2. *Especies de avifauna de humedales*. <http://www.go2peru.info/> Agosto de 2011
- Figura 2. *Especies de avifauna de humedales*. [www.colombia.travel/](http://www.colombia.travel/). Agosto de 2011
- Figura 3. *Especies acuaticas de humedales de Bogotá*. [www.acuaristasperu.net/](http://www.acuaristasperu.net/). Octubre de 2011
- Figura 3. *Especies acuaticas de humedales de Bogotá*. [web.claustromoderno.edu.co](http://web.claustromoderno.edu.co). Octubre de 2011
- Figura 4. *Tingua de pico rojo*. [www.panoramio.com/](http://www.panoramio.com/) Octubre de 2011.
- Figura 5. *Avifauna de humedal de Techo, Burro, Capellanía y Vaca*. [www.retamatour.com/](http://www.retamatour.com/). Octubre de 2011.
- Figura 5. *Avifauna de humedal de Techo, Burro, Capellanía y Vaca*. [www.natureblink.com/](http://www.natureblink.com/). Octubre de 2011.
- Figura 6. *Especie curí (Cavia porcellus anolaimae)*. [redalyc.uaemex.mx/](http://redalyc.uaemex.mx/). Noviembre de 2011.
- Figura 7. *Especies (Nycticorax y Ixobrychus exilis bogotensis)*. [monacoeye.com/](http://monacoeye.com/). Noviembre de 2011.

- Figura 8. *Especies Anas discors y Tringa solitaria.* [sdakotabirds.com/](http://sdakotabirds.com/). Noviembre de 2011.
- Figura 9. *Especies Forpus conspicilatus, Caprimulgus longirostris y Icterus crysater.* [www.avespampa.com.ar](http://www.avespampa.com.ar). Diciembre de 2011.
- Figura 10. *Especie Senecio Carbonelli.* [www.golatoski.de](http://www.golatoski.de). Febrero de 2012.
- Figura 11. *Efecto invernadero.* [www.portalplanetasedna.com.ar](http://www.portalplanetasedna.com.ar). Febrero de 2012

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Fichas Chicago

<b>REPORTE DE CONSULTA DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA</b> <b>FICHA TIPO CHICAGO Versión 2006</b>			
<b>TITULO DEL TEXTO</b>	Los humedales en Bogotá		
<b>TIPO DE TEXTO</b>	Libro de consulta		
<b>AUTOR</b>	Personería de Bogotá		
<b>IDIOMA DE PUBLICACION</b>	Castellano	<b>EDITORIAL</b>	
<b>NUMERO DE REFERENCIA</b>	-	<b>PAIS</b>	Colombia
<b>FECHA DE PUBLICACION</b>		<b>NUMERO PAGINAS</b>	
<b>CONTENIDO TEMATICO</b>	Descripción de los humedales de Bogotá		
<b>DATOS DE CONSULTA</b>			
<p>Del texto se extrajo la siguiente información: <b>Importancia y función de los humedales, Clasificación de los humedales naturales, Humedales en el Distrito Capital y Flora y fauna de los humedales de Bogotá.</b></p>			
<b>FECHA DE CONSULTA</b>	Octubre de 2011		
<b>UBICACIÓN</b>	Bogotá D.C.		

Tabla A.1.1 Ficha chicago

<b>REPORTE DE CONSULTA DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA</b> <b>FICHA TIPO CHICAGO Versión 2006</b>			
<b>TITULO DEL TEXTO</b>	Estudio del estado actual y situación jurídica de cinco humedales del distrito capital y la proyección de escenarios a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del Acuerdo 19/94		
<b>TIPO DE TEXTO</b>	Libro de consulta		
<b>AUTOR</b>	Hidrogeología y geotecnia ambiental Ltda.		
<b>IDIOMA DE PUBLICACION</b>	Castellano	<b>EDITORIAL</b>	
<b>NUMERO DE REFERENCIA</b>	-	<b>PAIS</b>	Colombia
<b>FECHA DE PUBLICACION</b>		<b>NUMERO PAGINAS</b>	
<b>CONTENIDO TEMATICO</b>	Estudio del estado actual y situación jurídica de cinco humedales del Distrito Capital		
<b>DATOS DE CONSULTA</b>			
<p>Del texto se extrajo la siguiente información: <b>Análisis Cronológico del humedal Santa Maria del Lago.</b></p>			
<b>FECHA DE CONSULTA</b>	Marzo de 2012		
<b>UBICACIÓN</b>	Bogotá D.C.		

Tabla A.1.2 Ficha chicago

<b>REPORTE DE CONSULTA DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA</b> <b>FICHA TIPO CHICAGO Versión 2006</b>			
<b>TITULO DEL TEXTO</b>	Calentamiento global. Las dos caras del efecto invernadero.		
<b>TIPO DE TEXTO</b>	Libro de consulta		
<b>AUTOR</b>	Adriana Patricia Cabrera		
<b>IDIOMA DE PUBLICACION</b>	Castellano	<b>EDITORIAL</b>	longseller
<b>NUMERO DE REFERENCIA</b>	-	<b>PAIS</b>	-
<b>FECHA DE PUBLICACION</b>		<b>NUMERO PAGINAS</b>	107
<b>CONTENIDO TEMATICO</b>	El efecto invernadero		
<b>DATOS DE CONSULTA</b>			
<p>Del texto se extrajo la siguiente informacion: <b>Efecto invernadero y principales contaminantes.</b></p>			
<b>UBICACIÓN</b>	Mayo de 2012 Bogotá D.C.		

Tabla A.1.3 Ficha Chicago

<b>REPORTE DE CONSULTA DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA</b> <b>FICHA TIPO CHICAGO Versión 2006</b>			
<b>TITULO DEL TEXTO</b>	Una verdad incómoda para futuras generaciones. Los peligros del calentamiento global explicados a los jóvenes.		
<b>TIPO DE TEXTO</b>	Libro de consulta		
<b>AUTOR</b>	Al Gore		
<b>IDIOMA DE PUBLICACION</b>	Castellano	<b>EDITORIAL</b>	gedisa
<b>NUMERO DE REFERENCIA</b>	-	<b>PAIS</b>	-
<b>FECHA DE PUBLICACION</b>	2007	<b>NUMERO PAGINAS</b>	107
<b>CONTENIDO TEMATICO</b>	Cambio climático		
<b>DATOS DE CONSULTA</b>			
<p>Del texto se extrajo la siguiente informacion: <b>Cambio climático</b></p>			
<b>UBICACIÓN</b>	Abril de 2012 Bogotá D.C.		

Tabla A.1.4 Ficha Chicago

## Anexo 2. Estación climatológica Jardín Botánico

PRECIPITACION (mms) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1974	NR	NR	NR	NR	NR	NR	106,93	91,13	171	31,8	NR	NR	100,22
1975	3,9	52,5	92,33	128	101,1	42,63	56,7	59,6	65,1	76,03	86,13	96,23	71,69
1976	44	94,2	85,8	119,4	95	69,6	10,6	9,1	20,8	118,6	115,4	16,53	56,97
1977	11,1	24,6	107,9	85,5	46,9	21	70,8	56	111,3	158,5	93,1	42,7	69,12
1978	27,6	44,2	117,1	168,1	124,7	64	37,33	18,5	95,6	91,5	79	34,9	75,21
1979	44,4	29,1	63,7	160,7	145,3	131,63	60,3	89,33	99,9	132,4	233,5	31,6	101,82
1980	17,5	69,1	10,3	79,5	100,5	103	12	44,8	61,1	130,215	93,7	133	71,23
1981	10,75	61,05	67,93	173,33	339,33	44,03	22,6	47,43	52	128,03	217,5	55,63	101,63
1982	4	53	101,6	267,5	144,1	14,8	23,6	22	16,6	112,8	122,2	64,5	78,89
1983	9,7	28,3	177	204,4	134	57,33	31,3	26,83	34,7	101	56	71,4	77,66
1984	84,83	86	84,3	100,03	136,73	107,8	42,8	116,93	95,1	87	122,63	11,7	89,65
1985	17,1	5,4	56,7	69,1	124,1	22	43	52,6	128,5	106,7	80,6	59,6	63,78
1986	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
1987	52,8	35,5	26,5	136,8	108,3	15,9	53,8	35,5	65,4	159,8	43,5	30,3	63,68
1988	0	34,7	9	124,7	163,9	44,5	44,8	92,4	81,3	138,7	175,4	97,3	83,89
1989	16,5	66,4	179,9	52,4	87,3	56,3	24,73	39,7	81,1	101,7	79,83	27,2	67,76
1990	62,5	44,9	58,2	143,3	104,4	10,4	33,2	39,6	90,9	219,9	130,4	165,6	91,94
1991	37,8	3,9	75,2	106,5	64,2	6,8	22,53	26	43,13	20,63	145,9	64,53	51,43
1992	19,6	24,5	34,67	53,6	60,5	14,1	37,33	44,1	81,53	58,8	173,4	76,4	56,54
1993	47,9	50,03	78,3	137,7	149,7	19,5	55,3	30,6	50,8	41,7	198,7	71,2	77,62
1994	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
1995	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
1996	38,84	77,37	132,82	74,6	132,9	58,7	83,1	74	84,9	111,5	39,7	30,1	78,21
1997	108,3	17,3	51,8	90,4	64,7	97,7	29,3	18,2	65,3	57,8	104,6	9,9	59,61
1998	26,8	63,5	88	112,5	191,3	53,6	65,7	101,63	199,7	141,03	132,33	179	112,92
1999	82,9	171,8	135,33	82,73	95,13	137	59,83	61,33	139,1	212,63	135,2	86,93	116,66
2000	66,83	200,2	124,9	85,5	87,6	103,33	106,5	45,9	121,2	136,93	74,03	30,50	98,62
2001	70,43	33,9	105,1	21,23	119,03	49,3	41,03	26,43	105	30,7	118,8	50,63	65,54
2002	62,5	68,6	72,53	306,3	121,6	139,3	34,5	19,53	68,3	106,63	91,2	98,23	99,18
2003	6,1	43,63	50,43	50,43	141,2	24,7	67,3	41,5	79,4	74,8	81,53	129,73	60,09
2004	23,17	55,06	50,33	116,03	136,9	72,4	42,53	35,83	85,73	190,33	140,23	33,43	81,83
2005	55,13	63,53	68,33	110,6	227,2	49,8	20,03	44	62,3	225,4	81,2	109,9	93,12
2006	119,1	43,3	179,13	262,9	208,6	117,4	30,3	41,8	35,4	195,8	142,6	34,01	117,53
2007	41,97	49,93	85,73	83,32	210,75	133,94	17,23	266,9	140	144,6	192,98	64,32	119,31
2008	73,9	67	144,1	112,5	212,9	135,3	135,13	86,5	48,3	183	185,8	94,63	123,27
2009	78,13	112,7	149,8	89,7	17,4	68,9	29,3	34,2	28	140,3	60,4	78,2	73,92
2010	27,96	44,3	30,2	229,6	222,9	99,8	190,4	55	82,3	175,7	213,6	175,63	128,95
normal	42,24	58,17	87,73	125,42	133,94	66,26	51,23	55,73	82,08	121,85	122,46	71,38	

Tabla A.2.1 Datos estación Jardín Botánico precipitación

TEMPERATURA °c VALORES MEDIO MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1974	NR	NR	NR	NR	NR	NR	12,7	12,9	13	11,5	12,53	12,27	12,48
1975	12	11,9	12,28	12,5	11,9	11,8	11,8	11,6	11,8	11,23	11,78	12,93	11,96
1976	12,3	12,7	13,3	13,1	13,5	13,2	13,1	13,1	13,6	13,5	13,4	12,93	13,14
1977	13,1	13,5	14,3	14,1	13,6	13,7	13,6	13	13,2	13,9	13,7	13,6	13,61
1978	13	14,1	13,7	13,93	14	13,53	13,33	13	13,4	13,5	13,9	13,7	13,59
1979	13,53	13,7	13,63	14,53	14,53	13,73	13,93	13,73	13,83	14,23	14,33	14,53	14,02
1980	14,73	14,93	15,13	15,03	15,33	14,23	14,63	13,53	14,83	14,23	14,58	14,08	14,61
1981	14,28	13,98	14,08	13,68	13,78	13,03	13,53	13,28	13,98	13,63	14,23	13,43	13,74
1982	14,08	13,7	14,13	13,7	13,9	13,9	13,53	13,33	13,73	13,33	13,73	13,73	13,73
1983	14,5	14,43	14,6	14,83	15,03	15	15,03	14,73	14,73	14,33	14,13	14,63	14,66
1984	14,48	14,33	14,23	14,13	14,33	13,4	13,43	13,83	13,4	13,3	13,43	13,93	13,85
1985	13,7	13,63	15,43	14,63	14,73	14,2	13,93	14,13	13,8	14,3	13,9	14,3	14,22
1986	14,23	14,03	14,33	15,03	14,83	15	14,03	14,5	14,48	14,4	14,8	14,5	14,51
1987	15,3	15,23	16,03	16,03	16,2	17,1	17,1	16,4	16,4	16	16,28	15,7	16,15
1988	15,8	14,63	14,7	14,93	14,6	14,5	14,33	13,73	14	13,93	14,13	13,9	14,43
1989	13,9	13,4	13,13	13,63	13,33	13,3	13,13	12,9	12,9	13,53	13,83	13,43	13,37
1990	13,63	13,63	14,2	14,03	14	13,7	13,8	13,7	14,13	13,7	14	13,63	13,85
1991	13,5	13,7	13,9	14,33	14,8	14,5	14,1	13,9	14,03	14,03	13,83	14,03	14,05
1992	14,1	13,9	13,98	16	15,4	14,8	14,1	13,9	13,7	14,23	13,93	14,2	14,35
1993	14	14,03	13,9	14,33	14,2	14,2	14,03	13,7	13,9	14,1	14,1	14,3	14,07
1994	14,38	14,28	14,38	14,68	14,68	14,48	14,28	14,08	14,28	14,48	14,38	14,38	14,40
1995	14,48	14,38	14,48	14,68	14,68	14,58	14,38	14,18	14,28	14,38	14,48	14,48	14,46
1996	14,48	14,6	14,53	15,18	15,73	16,03	15,43	15,83	16,03	15,73	15,73	15,73	15,42
1997	15,33	15,83	16,33	15,83	16,33	16,33	15,73	16,13	16,83	17,13	16,83	16,83	16,29
1998	17,83	17,83	17,93	18,13	16,23	16,03	15,63	15,83	16,23	15,63	16,23	15,73	16,61
1999	15,93	15,7	15,63	15,63	16,1	15,73	16,03	15,83	15,33	14,93	15,53	15,93	15,69
2000	15,53	15,63	15,33	15,43	16,63	16,53	15,33	16,43	15,33	16,13	16,33	16,28	15,91
2001	15,73	15,93	16,13	16,53	16,53	16,43	16,53	16,23	15,83	16,93	16,5	16,93	16,35
2002	16,63	16,8	16,23	16,4	16,3	16,1	16,5	16,03	16,03	16,03	16,03	16,23	16,28
2003	16,93	16,83	16,13	15,93	16,03	15,43	15,33	15,53	15,73	15,13	15,48	15,48	15,83
2004	15,88	15,88	15,88	15,88	15,83	15,23	15,13	15,83	15,93	15,33	15,73	15,73	15,69
2005	16,53	16,53	17,13	16,63	16,33	16,33	16,08	16,13	16,03	15,83	15,33	15,13	16,17
2006	15,93	16,93	15,63	15,53	16,13	16,08	16,13	16,43	16,93	16,13	15,83	16,63	16,19
2007	16,06	16,53	16,13	16,53	16,53	16,23	16,43	16,13	16,38	15,93	16,33	15,73	16,25
2008	15,77	16,13	15,53	15,83	15,93	16,03	15,87	15,88	15,98	15,78	15,88	15,60	15,85
2009	15,43	15,93	14,33	14,91	14,53	15,93	15,73	16,43	15,60	15,33	15,0	15,48	15,39
2010	16,02	16,73	17,25	16,13	16,23	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	16,47
normal	14,81	14,89	14,94	15,06	15,08	14,87	14,66	14,61	14,71	14,60	14,73	14,72	

Tabla A.2.2 Datos estación Jardín Botánico temperatura

HUMEDAD RELATIVA (%) VALORES MEDIO MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1974	NR	NR	NR	NR	NR	NR	88	79	82	81	83,3	80,65	82,33
1975	78	81	85	83	85	86	85	83	85	86,3	84,3	85,3	83,87
1976	78	79	81	83	79	76	71	69	71	81	76	78,3	76,86
1977	76	79	76	79	81	74	72	75	75	79	80	76	76,83
1978	74	73	78	83,3	78	76,3	74,3	74,3	73	78	79	78	76,60
1979	76,3	74	81,3	77,3	78,3	81,3	74,3	76,3	78,3	82,3	83,3	76,3	78,28
1980	73,3	74,3	71,3	75,3	73,3	77,3	71,3	76,3	72,3	74,3	82,3	79,3	75,05
1981	77,8	78,3	77,3	81,15	79,8	87,3	78,3	78,3	76,3	81,3	81,3	82,3	79,95
1982	82,3	82,3	83,3	87	86,3	83,3	83,3	80,3	80,3	86,3	89,3	90,3	84,53
1983	88	88,3	89,3	92,3	91,3	90,3	90,3	91,3	87,3	87,3	89,3	89,3	89,53
1984	87,5	92,3	92,3	89,3	89,3	91	89,3	88,3	92	92,3	91,3	87,3	90,18
1985	87	86,3	87,3	87,3	86,3	86	87,3	88,3	87	90	89	88	87,48
1986	89,3	90,3	89,3	89,3	89,3	89	86,3	86	87,15	91	88	90	88,75
1987	89,1	86,3	86,3	86,3	88,1	85,3	87,3	88	87,3	89,1	89,65	86	87,40
1988	87	91,3	91	87,3	82	82	83,3	85,3	84,1	89,3	91,3	87,3	86,77
1989	86,1	86,1	87,3	85,3	85,3	88,3	86,1	85,3	86,1	87,3	88,3	89,3	86,73
1990	87,3	89,3	87,3	90,3	90,1	89,1	86,1	87,1	85,3	88,3	88,1	88,3	88,05
1991	89,1	90,1	91,1	90,3	87,1	88,1	87,1	87,1	87,3	86,3	89,3	87,3	88,35
1992	87,1	87,1	87,48	77	86	90	88,3	85,3	86,3	88,3	90,3	92,3	87,09
1993	90,1	91,3	93,1	94,3	96,1	96,3	94,3	96,1	95	94,1	95	96,1	94,32
1994	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
1995	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
1996	74,98	75,85	86,3	75,60	75,3	74,3	77,3	70,3	73,3	79,3	76,3	79,3	76,51
1997	85,3	83,3	78,3	81,3	78,3	80,3	79,3	74,3	71,3	71,3	79,3	75,3	78,13
1998	74,3	75,3	76,3	76,3	83,3	78,3	78,3	77,3	76,3	86,3	76,3	80,3	78,22
1999	76,3	79,1	78,3	78,3	77,1	78,3	71,3	75,3	76,3	84,3	82,3	78,3	77,93
2000	75,3	79,3	81,3	79,3	78,3	74,3	77,3	74,3	81,3	77,3	76,3	77,68	77,67
2001	73,3	70,3	76,3	72,3	76,3	72,3	71,3	71,3	76,3	73,3	76,3	77,3	73,88
2002	74,3	73,3	81,3	80,3	79,3	79,3	73,3	75,3	76,3	76,3	80,3	79,3	77,38
2003	72,3	75,3	86,3	88,3	79,3	82,3	86,3	88,3	86,3	91,3	80,03	79,29	82,94
2004	80,73	82,39	81,20	76,08	80,3	78,3	80,3	75,3	80,3	87,3	85,3	88,3	81,32
2005	80,3	85,3	81,3	87,3	90,3	83,3	85,68	82,3	84,3	89,3	86,65	86,3	85,19
2006	87,3	95,3	95,3	91,3	88,3	81,3	74,3	78,3	82,3	88,3	90,3	87,27	86,63
2007	85,29	83,3	87,3	90,3	86,3	79,3	76,3	82,3	83,8	85,3	87,3	89,3	84,67
2008	84,3	79,3	90,3	85,3	86,3	89,3	NR	NR	NR	NR	NR	NR	85,80
2009	75,79	83,3	85,3	81	81,3	85,3	NR	NR	NR	NR	NR	NR	82,00
2010	67,28	66,3	68,80	84,3	74,81	73,14	NR	NR	NR	NR	NR	NR	72,30
normal	80,89	81,96	83,79	83,69	83,13	82,54	81,07	80,76	81,44	84,45	84,53	83,92	

Tabla A.2.3 Datos estación Jardín Botánico humedad relativa

EVAPORACION (mms) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1997	NR	NR	NR	NR	86,23	87,89	86	78,4	84,6	114,1	81,13	110,3	91,08
1998	95,3	87,1	74,8	74,2	90,8	76,5	72,9	70,95	77,01	73,1	87,79	90,9	80,95
1999	72,4	63	91,3	63,2	94,6	92,7	72,4	60,1	73,4	79,39	85,38	69,36	76,44
2000	80,8	97,7	86,43	46,43	46,83	62,15	62,93	37,23	43,43	57,17	67,37	52,66	61,76
2001	56,07	47,23	65,73	75,7	56,43	44,87	56,83	90,13	92,43	67,23	70,93	60,63	65,35
2002	86,66	68,8	68,63	74,33	90,23	82,83	74,33	70,43	93,43	95,33	82,83	81,43	80,77
2003	97,84	69,43	78,32	45,13	80,83	69,6	88,63	101,03	84,63	62,03	52,73	62,09	74,36
2004	81,67	77,43	84,86	37,83	65,73	79,93	68,63	74,0	84,23	73,93	61,53	65,14	71,24
2005	72,31	79,48	65,85	78,83	74,13	79,73	81,22	88,03	83,83	85,83	70,33	68,19	77,31
2006	74,86	81,53	46,83	57,08	67,33	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	65,53
2007	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
2008	59,23	NR	NR	NR	NR	56	62,44	66,85	58,5	84,7	65,50	58	63,67
2009	50,5	77,83	82,13	77,13	79,03	78,83	74,83	87,93	96,83	77,93	77,43	77,03	78,12
2010	104,12	90,93	90,53	73,83	78,73	76,33	66,93	78,13	74,13	95,03	51,03	NR	77,56
normal	77,65	76,41	75,95	63,97	75,91	73,95	72,34	75,27	78,87	80,48	71,17	72,34	

Tabla A.2.4 Datos estación Jardín Botánico evaporación

### Anexo 3. Estación climatológica UDCA

PRECIPITACION (mms) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1989	11,6	59,93	135,70	35,8	98,13	56,69	NR	NR	NR	NR	NR	NR	66,31
1990	72,32	49,57	60,15	86,33	103,49	10,45	54,3	78,93	237	73,5	108,2	152,42	90,56
1991	41	41	113,1	28,5	80,23	25,4	69,1	77,4	28,2	41,23	87,93	53,5	57,22
1992	14,6	42,63	29,5	87,6	49,4	19,6	28,4	34,2	20,53	9,83	109	152,33	49,80
1993	44	37,03	45,4	142	59,1	26,93	61,13	38,13	45,6	44,6	138,4	56,90	61,60
1994	19,6	78,93	101,8	65,73	79,23	51,7	48,2	60,3	38,3	72,4	86,4	12,3	59,57
1995	19,85	27,4	56,1	75,6	57,5	96,9	39,1	87,2	13,4	70,6	110,1	88,5	61,85
1996	32,8	68,7	117,3	64,5	88,4	43,6	63	45,4	51,1	100,6	36,23	24,90	61,38
1997	95,73	50,3	58,9	69,6	38,4	90	26,5	36,8	22,3	36,9	45,5	2,6	47,79
1998	14,9	20,2	50,3	75,4	138,9	41,9	86,2	41,5	85,5	101,8	70	94,1	68,39
1999	32,6	51,9	107,3	51,6	52,48	39,52	18,5	50,5	119,1	121,9	119,2	39,3	66,99
2000	22,33	78,3	90,5	36,1	72,3	45,2	43	39,2	91,3	165,3	48,9	5,4	61,49
2001	1,43	43,8	56,9	14,8	109,8	41	38	69,9	92,2	35,3	86,7	51,83	53,47
2002	26,44	31,2	81,2	83,6	127,7	71	30,1	48,4	41,3	46,1	30,3	72,5	57,49
2003	8,6	85,2	74,5	118,7	34,2	62,6	49	22,8	67,3	123,7	177,4	96,93	76,74
2004	20,43	37,7	54,93	225,03	166,63	60,43	64,6	48,03	61,5	158,73	107,9	17,03	85,25
2005	47,6	81,6	44,3	58,4	190,4	30,03	59,83	22,33	54,63	162,93	67,2	41,7	71,75
2006	58,3	57	108,93	70,83	158,8	93,13	33,4	36,83	34,32	97,40	79,67	22,63	70,94
2007	25,97	29,3	100,2	109,3	50,1	57,3	17,6	49	11,3	224,5	121,4	68,77	72,06
2008	16,13	30,6	82,2	46,73	140,6	86,7	91,6	65,3	46,6	85,3	108,7	29,7	69,18
2009	53,7	115,3	76,5	52,6	45,1	62,3	41,2	24,2	22,3	206,8	78	28,4	67,20
2010	43,3	26,3	16,9	196,6	153,8	97	172,7	69,4	96,2	110,7	181,7	108,4	106,08
2011	162,2	113,4	153,6	200,4	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	157,40
normal	38,50	54,66	78,97	86,77	95,21	54,97	54,07	49,80	60,95	99,53	95,18	58,10	

Tabla A.3.1 Datos estación UDCA precipitación

TEMPERATURA C° VALORES MEDIO MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1989	NR	NR	NR	13,6	14	13,74	13,83	NR	NR	NR	NR	NR	13,78
1990	13,38	13,36	13,90	12,73	14,03	14,13	13,43	13,13	13,63	13,73	13,83	13,8	13,59
1991	13,4	13,1	13,43	13,13	13,13	13,13	13,2	13,03	13,83	13,7	13,73	14,23	13,42
1992	13,8	14,13	14,73	14,6	13,63	13,8	13,43	13,53	13,3	13,63	13,53	13,83	13,83
1993	13,73	13,7	13,7	13,63	13,83	13,8	13,43	13,3	13,5	13,5	13,5	13,83	13,62
1994	13,03	13	13,2	13,6	13,8	13,6	13,53	13,7	13,6	13,8	13,73	14,23	13,57
1995	13,32	13,32	13,45	13,65	13,75	13,7	13,7	13,73	13,73	13,64	13,72	13,72	13,62
1996	13,6	13,63	13,7	13,7	13,7	13,8	13,6	13,6	13,6	13,8	13,7	13,96	13,70
1997	13,73	13,73	13,8	13,93	13,9	13,9	14,03	14	14,1	14,23	14,2	14,2	13,98
1998	14,3	14,4	14,63	14,5	14,6	14,53	14,53	14,4	14,23	14,43	14,2	14,1	14,40
1999	14,2	14,53	14,03	14,43	14,03	14,11	13,93	13,9	13,73	14,4	14,2	14,13	14,14
2000	14,23	13,8	14,2	14,23	14,53	14,33	14,1	14,13	14,03	14,03	14,43	14,1	14,18
2001	14,03	14,13	14,3	14,53	14,73	14,23	14,43	14	14,03	14,4	14,13	14,33	14,27
2002	14,23	13,9	14,2	13,73	13,86	14,23	13,53	13,43	13,63	13,73	13,23	13,83	13,79
2003	13,83	13,93	13,93	14,03	14,33	13,62	13,64	13,65	13,43	13,83	14,13	14,23	13,88
2004	14,33	13,53	13,83	13,83	14,23	13,93	13,83	14,03	12,93	13,03	13,63	12,63	13,65
2005	13,33	14,03	13,93	14,33	14,13	14,03	14,33	14,13	14,23	13,53	13,93	13,63	13,96
2006	14,03	14,03	14,03	14,13	14,05	14,15	14,20	14,23	14,18	14,05	14,13	14,49	14,11
2007	13,93	13,6	13,9	14,03	14,43	14,33	14,23	14,13	14,23	14,33	13,93	13,65	14,06
2008	13,63	13,83	13,93	13,93	13,83	13,83	13,73	13,73	13,53	13,43	13,63	14,53	13,80
2009	15,43	13,6	13,93	14,53	14,1	13,93	13,23	14	14	13,83	14,13	13,9	14,05
2010	13,83	15,23	15,03	14,73	14,63	14,13	13,73	13,73	13,73	13,63	13,73	13,33	14,12
2011	13,53	13,63	13,63	14,13	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	10,98
normal	13,86	13,82	13,97	13,99	14,06	13,95	13,80	13,79	13,77	13,84	13,87	13,94	

Tabla A.3.2 Datos estación UDCA temperatura

HUMEDAD RELATIVA (%) VALORES MEDIO MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1989	NR	NR	NR	NR	79,3	82,1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	80,70
1990	89,40	94,91	92,92	95,3	91,3	88,3	87,3	87,3	91,3	91,3	88,3	91,1	90,73
1991	86,1	84,1	86,3	91,3	93,3	93,3	94,3	95,3	93,3	93,1	92,3	90,3	91,08
1992	91,1	92,3	93,3	93,1	93,3	93	93,3	92,3	93	93,3	94,3	92,3	92,88
1993	92,3	92,1	91,1	91,3	93,3	90,1	90,3	85,1	86,3	86,1	90,1	90,3	89,87
1994	89,3	89,1	89,1	90,1	91,1	90,1	89,3	88,1	90,1	89,1	89,3	86,3	89,25
1995	90,2	87,3	89,3	90	89,1	90	89,3	91,1	90	91,1	93,3	92,3	90,25
1996	91,1	92,3	93,1	92,1	93,1	93,1	94,1	95,1	94,1	94,1	94,1	96,70	93,58
1997	93,3	93,3	93,3	93,3	93,1	94,1	93,3	93,1	93,3	95,3	95,3	92,3	93,58
1998	90,3	91,3	92,3	93,3	93,3	94,3	93,3	92,1	91,3	93,3	93,3	94,3	92,70
1999	92,3	91,3	93,3	93,3	93,3	93,27	94,3	92,3	93,3	91,1	93,3	93,3	92,86
2000	91,2	94,1	93,3	94,3	93,3	92,3	94,3	92,3	93,3	94,3	93,3	93,3	93,28
2001	91,3	92,3	93,3	94,3	92,3	95,3	93,3	95,3	94,3	95,3	94,3	94,3	93,80
2002	93,3	94,3	94,3	94,46	92,65	94,3	88,3	89,3	88,3	90,3	90,3	85,3	91,26
2003	88,3	92,3	91,3	90,3	84,20	86,30	86,74	88,3	90,3	88,3	86,3	89,3	88,50
2004	89,3	91,3	92,3	84,3	90,3	91,3	91,3	92,3	91,3	91,3	93,3	89,3	90,63
2005	89,3	93,67	93,79	95,91	93,3	94,3	94,3	92,3	94,3	95,3	95,3	95,02	93,80
2006	95,30	94,75	95,3	94,3	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	95,3	94,99
2007	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
2008	NR	NR	NR	NR	95,3	93,66	NR	NR	91,3	84,3	90,3	NR	90,97
2009	NR	88,46	95,3	91,3	92,3	85,3	79,3	77,1	74,1	79,3	80,3	74,3	83,37
2010	71,3	73,3	74,3	83,3	83,3	81,3	82,3	80,3	82,3	82,3	83,3	80,3	79,80
2011	76,3	79,3	81,3	82,3	NR	NR	80,3	NR	NR	NR	NR	NR	79,90
normal	89	90,09	90,93	91,39	91,02	90,79	89,94	89,94	90,29	90,45	91,07	90,30	

Tabla A.3.3 Datos estación UDCA humedad relativa

EVAPORACION (mms) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1989	80,3	66,83	NR	NR	37,63	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	61,59
1990	88,22	83,13	NR	NR	53,23	56,03	64,78	73,53	NR	NR	76,73	84,13	72,47
1991	96,13	99,43	97,53	58,53	68,83	62,03	71,63	84,63	73,73	83,83	71,63	65,13	77,76
1992	79,43	63,58	47,73	59,315	70,9	80,2	50,5	89,9	69,3	61,9	69,73	69,83	67,69
1993	96,23	94,83	72,63	72,63	73,13	64,73	65,33	82,53	58,93	82,03	91,03	62,73	76,40
1994	NR	77,73	74,03	64,93	64,73	78,13	62,63	69,03	74,83	89,93	62,03	55,63	70,33
1995	NR	72,2	71,8	62,1	77	42,1	70,9	70,3	82,9	70,2	53	54,1	66,05
1996	75,4	78,2	64,7	94	47,2	73,1	77,9	80	80,4	86,9	62	64,4	73,68
1997	75,3	74,5	55	77,3	63,7	70,8	85,5	63,9	79,3	90,9	75,5	74,7	73,87
1998	75,2	85,4	76,3	84,6	88	74,7	85,9	69,1	76	74,4	87	78,6	79,60
1999	56,8	71,3	83,5	63,9	94,40	94,74	102,3	87,7	64,5	75	85,5	68,6	79,02
2000	59,83	84,53	77,33	71,23	72,13	61,63	69,43	84,2	52,96	63,39	84,9	40,53	68,51
2001	44,93	70,93	78,83	75,83	89,23	77,1	74,7	93,23	61,53	88,93	57,93	69,93	73,59
2002	83,61	97,23	79,63	68,43	55,03	69,83	71,63	90,3	63	90,6	70	98,73	78,17
2003	82,03	85,73	87,7	89,6	61,53	61,2	81	87,3	77,13	64,13	57,63	62,92	74,83
2004	75,63	67,7	72,1	49,8	66,73	78,9	22,3	63,4	5	79,9	65,1	53,83	58,37
2005	57,1	77,8	84,7	77,2	75,8	75,2	72,35	63,9	81,96	84,82	94,3	72,13	76,44
2006	67,8	63,43	75,8	70,90	66,01	46,8	62,1	71,6	69,43	72,38	78,65	68,49	67,78
2007	67,24	107,2	80,4	68,6	70,6	47,8	77,2	74,1	56,9	59,95	63	64,85	69,82
2008	66,7	80,3	88,5	74,2	62,75	51,3	65,8	74	68,6	70,7	61,6	58,15	68,55
2009	54,71	100,3	80,03	74,13	81,1	66,7	70,8	91,4	94,7	99,3	69,2	103,3	82,14
2010	131,9	99,4	102	67,73	73,8	70,5	90,63	91,03	103,13	91,83	69,53	82,03	89,46
2011	111,93	84,63	97,33	79,33	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	93,31
normal	77,45	82,01	78,46	71,63	68,79	66,83	71,21	78,81	69,71	79,05	71,71	69,18	

Tabla A.3.4 Datos estación UDCA evaporación

#### Anexo 4. Estación climatológica INEM de Kennedy

PRECIPITACION (mms) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1998	NR	NR	NR	NR	NR	NR	102,23	117,03	19,33	54,13	80,28	55,25	71,37
1999	30,23	100,73	27,33	67,53	34,83	97,13	10,03	44,13	79,53	83,03	28,9	30,93	52,86
2000	15,83	112,3	95,4	57,1	77,4	58,6	48	50	56,1	57,8	25,1	14,6	55,69
2001	11,3	14	20,8	10,1	82,9	24,9	32,53	9,8	39,4	18,53	48,2	51,4	30,32
2002	10,5	15,5	59,1	54,23	66,83	37,1	13,4	21,83	83,6	62,2	54,1	31,1	42,46
2003	1,7	12,1	48,93	50,73	20,1	44,7	31,7	13,2	24,3	100,6	88,53	20,23	38,07
2004	16,53	52,33	40,83	140,23	121,03	61,3	11,7	30,30	51,10	87,13	60,2	13,9	57,21
2005	15,63	29,43	38,53	63,4	119,2	26,8	35,3	45,3	53,8	86,9	44	40	49,86
2006	22,73	10,43	97,53	109,23	114	102,7	22,66	30,2	41,33	76,1	65,83	14,1	58,90
2007	22,32	30,53	90,93	138,68	141,17	68,03	40,23	104,67	34,08	83,82	124,56	59,67	78,22
2008	16,03	48,43	84,33	168,13	168,33	108,83	75,9	57,13	26,83	91,53	126,03	54,23	85,48
2009	49,84	60,63	96,7	48,1	30,4	34,33	26,93	32,5	14	148,2	61,5	10,6	51,14
2010	0,8	18,5	30,9	177,8	159,1	90,7	118,8	45,5	69,6	119,5	189,4	179,5	100,01
normal	17,79	42,08	60,94	90,44	94,61	62,93	43,80	46,28	45,62	82,27	76,66	44,27	

Tabla A.4.1 Datos estación INEM DE KENNEDY precipitación

TEMPERATURA °c VALORES MEDIO MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1999	15,03	15,03	14,73	15,13	15,23	14,73	14,88	14,78	14,44	13,93	14,75	14,90	14,80
2000	14,97	14,93	15,13	14,90	15,73	15,93	14,73	15,03	14,43	15,03	15,41	15,24	15,12
2001	15,07	15,23	15,3	15,83	15,73	15,03	15,33	15,43	15,23	15,83	15,53	15,9	15,45
2002	15,6	16,23	15,5	15,43	15,83	15,53	15,93	15,63	15,5	15,73	15,13	16,13	15,68
2003	16,33	16,33	15,7	15,93	16,53	15,43	15,63	15,53	15,43	15,63	15,13	15,83	15,79
2004	15,59	15,20	16,13	14,43	15,73	15,11	15	15,13	14,88	14,63	15,23	14,53	15,13
2005	14,93	15,73	15,83	16,03	15,67	15,19	15,31	15,23	NR	NR	NR	NR	15,51
2006	15,03	NR	NR	NR	NR	NR	15,63	15,33	NR	NR	NR	NR	15,33
2007	NR	NR	NR	NR	NR	15,53	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
2008	NR	15,23	NR	NR	NR	15,78	NR	NR	NR	15,4	15,39	15,74	15,51
2009	16,23	15,23	15,2	15,43	15,43	16,03	15,43	15	15,8	15,4	15,32	15,7	15,52
2010	15,38	16,01	16,63	15,92	15,77	15,63	15,03	NR	NR	NR	NR	NR	15,77
normal	15,42	15,51	15,57	15,45	15,74	15,45	15,29	15,23	15,10	15,20	15,24	15,50	

Tabla A.4.2 Datos estación INEM DE KENNEDY temperatura

EVAPORACION (mms) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
2000	91,55	71,33	101,93	79,93	87,53	101,6	89,8	126	73,13	83,63	91,83	101,6	91,66
2001	119,43	112,1	76,4	87,1	84,4	72,43	63,24	80,73	81,45	88,56	79,73	93	86,55
2002	98,7	63,83	78,1	59,68	67,13	67,63	87,2	72,19	75,79	126,33	88,5	117,5	83,55
2003	160,53	60,40	92,4	56,94	78,93	65,93	112,8	85,70	81,34	104,53	60,49	81,93	86,83
2004	71,60	78,88	97,03	65,43	73,52	103,53	80	83,9	76,9	68,3	70,53	58,03	77,30
2005	66,53	69,04	95,43	88,83	85,53	94,73	80,33	72,45	101,13	104,03	85,11	95,03	86,51
2006	NR	40,63	91,1	NR	NR	NR	75,08	NR	NR	NR	35,3	NR	60,53
2007	NR	NR	NR	NR	NR	NR	69,83	NR	NR	NR	NR	NR	
2008	57,13	NR	111,53	NR	NR	NR	84,93	87,83	NR	NR	NR	NR	85,36
2009	59,19	87,63	97,03	55,93	105,23	71,43	76,29	134,9	131	125,33	90,5	107,13	95,13
2010	129	122,73	120,5	107,4	99	88,4	78,9	NR	NR	NR	NR	NR	106,56
normal	94,85	78,51	96,15	75,16	85,16	83,21	81,67	92,96	88,68	100,10	75,25	93,46	

Tabla A.4.3 Datos estación INEM DE KENNEDY evaporación

BRILLO SOLAR (HORAS) VALORES TOTALES MENSUALES													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	normal
1998	NR	NR	NR	NR	NR	NR	125,43	89,63	75,93	62,23	NR	NR	91,73
1999	NR	65,53	95,73	NR	NR	62,03	119,23	113,83	65,63	61,23	75,03	102,13	84,49
2000	132,43	136,03	127,63	90,73	89,1	128,8	148,8	160,2	101,8	123,23	111,23	94	120,33
2001	199,23	133,43	108,5	117,33	112,5	111,53	161,4	127,83	130,6	165,53	125,1	118,3	134,27
2002	188,93	161,73	120,5	75,43	109,63	132,23	153,53	155	120,9	125,93	77,93	140,83	130,21
2003	218,1	148,03	133,83	96,03	97,68	99,33	157,73	151,6	85,03	NR	NR	138,93	132,63
2004	NR	NR	NR	NR	NR	NR	31,03	NR	NR	NR	NR	NR	NR
2005	56,23	69,63	106,93	55,83	77,1	51,03	95,93	75,93	81,1	67,43	68,13	53,43	71,56
2006	75,43	114,83	25,33	33,33	69,23	75,93	92,53	75,33	72,53	78,13	95,58	112,63	76,73
2007	144,63	198,33	102,83	84,63	86,03	84,03	112,13	127,2	121,7	123,8	123,43	110,43	118,26
2008	130,33	152,83	135,53	103,73	82,63	95,63	128	103,13	114,53	103,4	90,53	128,14	114,03
2009	104,53	148,73	90,7	88,4	108,2	120,43	119,94	119,73	167,23	131,73	138,6	207,1	126,34
2010	241	167,63	148,8	88,9	84,53	122,8	111,6	115,5	104	123,8	77,23	119,6	125,45
2011	224,5	109,7	NR	NR	NR	NR	167,10						
normal	155,94	133,87	108,76	83,43	91,66	98,52	119,79	117,91	103,42	106,04	98,28	120,50	

Tabla A.4.4 Datos estación INEM DE KENNEDY brillo solar

Los datos de color rojo fueron permutados con la formula de continuidad, esta es una normal de una variable hidrológica la cual es el promedio de dicha variable en un delta de tiempo establecido para un gran número de años preferiblemente más de 20

La formula se expresa de la siguiente forma

$$P_x = NX/m (P1/N1 + P2/N2 + P3/N3 + Pn/Nn)$$

NX= Normal de la estación

m= N° de estaciones vecinas

N1= Normal de la estación 1

P1= Valoración de la precipitación

Otra parte es el NR° en el cual no se registra datos y no se puede permutar debido a la falta de datos para dicha permutación

NR= no registra datos

## ANEXO 5. COMPARACIÓN ENTRE ESTACIONES POR MES

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>ENERO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	1,53	0,306	12,79	1,71	40,5	8,1	26,2	-2,51	-1,7	-0,34	76,46	8,28	-	-	-	-	-	-	-	
1980-1989	-1,73	-0,173	14,5	0,27	-36,7	-3,05	23,69	29,39	12,8	1,28	84,74	-1,68	-	-	-	-	-	-	-	
1990-1999	2,3	0,23	14,77	1,27	29,46	2,946	53,08	3,8	4,12	0,68	83,06	-5,2	-	-	-	-	-	-	-	
2000-2010	0,49	0,049	16,04		-38,87	-3,88	56,8		-8,02	-0,8	77,8		24,45	2,44	77,65	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,82	0,091	13,65	0,38	21	2,1	36,27	4,26	2,9	0,322	90,54	-3,25	-2,67	-0,381	80,33	-5,05	-	-	-	-
2000-2011	-0,7	-0,064	14,03		139,87	12,71	40,54		9,1	1,3	87,29		52,1	4,74	75,28		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
2000-2010	-0,85	-0,11	15,42	-	-29,43	-2,68	17,79	-	-	-	-	-	46,85	6,69	94,85	-	270,44	33,81	149,08	-

Tabla A.5.1 Variaciones del mes de Enero de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>FEBRERO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	1,8	0,18	13,8	0,43	-23,4	-2,34	48,92	-0,09	-7	-1,4	77,2	8,38	-	-	-	-	-	-	-	
1980-1989	-1,53	-0,153	14,23	0,56	-32,8	-3,28	48,83	7,83	11,8	1,18	85,58	-1,66	-	-	-	-	-	-	-	
1990-1999	2,07	0,207	14,79	1,56	99,56	9,956	56,66	14,4	5,25	0,87	83,92	-4,5	-	-	-	-	-	-	-	
2000-2010	1,1	0,11	16,35		-155,9	-15,59	71,1		-13	-1,3	79,4		7,53	0,836	76,41	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	1,17	0,13	13,69	0,25	-8,03	-0,8	47,96	12,85	-3,61	-0,401	90,8	-1,42	4,47	0,447	78,83	6,1	-	-	-	-
2000-2011	-0,17	-0,015	13,94		35,1	3,19	60,81		-8,51	-1,064	89,38		0,1	0,009	84,93		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	1,48	0,19	15,51	-	-82,23	-7,48	42,08	-	-	-	-	-	4,4	0,63	78,51	-	180,5	20,06	136,07	-

Tabla A.5.2 Variaciones del mes de febrero de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>MARZO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	1,35	0,27	13,44	<b>1,14</b>	-28,63	-5,726	93,37	<b>-14,12</b>	-3,07	-0,74	80,26	<b>5,21</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-2	-0,2	14,58	<b>0,35</b>	199,8	19,98	79,25	<b>2,54</b>	16	1,6	85,47	<b>-0,7</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	1,43	0,143	14,93	<b>1,04</b>	22,61	2,261	81,79	<b>14,6</b>	-2,2	-0,36	84,77	<b>-1,6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	1,92	0,192	15,97		-94,7	-9,47	96,4		-12,5	-1,25	83,2		-19,57	-2,17	75,95	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,13	0,014	13,86	<b>0,21</b>	-28,4	-2,84	79,6	<b>-1,21</b>	0,389	0,042	91,4	<b>-0,95</b>	-14,03	-1,754	71,47	<b>13,89</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,57	-0,052	14,07		63,1	5,73	78,39		-12	-1,5	90,45		20	1,818	85,36		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	2,53	0,36	15,57	-	3,57	0,32	60,94	-	-	-	-	-	-1,86	-0,23	96,15	-	79,97	8,89	108,76	-

Tabla A.5.3 Variaciones del mes de marzo de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>ABRIL</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	2,03	0,406	13,63	<b>0,93</b>	32,7	6,54	132,34	<b>1,86</b>	-5,7	-1,42	81,12	<b>4,93</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-1,4	-0,14	14,56	<b>0,72</b>	-94,8	-9,48	134,2	<b>-34,03</b>	10	1	86,06	<b>-3,13</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	1,6	0,16	15,28	<b>0,7</b>	2,53	0,253	100,17	<b>33,3</b>	6,7	1,12	82,93	<b>0,3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	0,7	0,07	15,98		144,1	14,41	133,5		5	0,5	83,3		-20,42	-2,26	63,97	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,83	0,083	13,77	<b>0,41</b>	15,8	1,58	71,15	<b>29,94</b>	-2	-0,22	92,31	<b>-1,83</b>	5,37	0,671	70,81	<b>1,44</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,1	-0,009	14,18		164,3	14,93	101,09		-9	-1,125	90,48		8,1	0,736	72,25		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	1,39	0,2	15,45	-	110,27	10,02	90,44	-	-	-	-	-	60,37	10,06	75,16	-	38,37	4,8	83,43	-

Tabla A.5.4 Variaciones del mes de abril de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>MAYO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	2,63	0,526	13,51	1,1	44,2	8,84	102,6	46,1	-6,7	-1,67	80,26	4,84	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-2	-0,2	14,61	0,61	79,2	11,31	148,7	-40,84	12	1,33	85,1	-0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	2,1	0,21	15,215	0,9	7,53	1,255	107,85	47,2	7,8	1,3	84,16	-2,3	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	-0,4	-0,04	16,1		133,15	13,315	155,1		-3,49	-0,349	81,9		-23,77	-2,64	74,97	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,03	0,003	13,85	0,41	-45,65	-4,56	76,84	36,74	14	1,556	91,23	-0,46	56,77	5,677	67,16	3,27	-	-	-	-
2000-2011	0,1	0,01	14,26		81,5	8,15	113,58		-12	-1,714	90,77		1,67	1,67	70,43		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,78	0,11	15,74	-	124,27	11,3	94,61	-	-	-	-	-	-8,23	-1,37	85,16	-	16,01	2	91,66	-

Tabla A.5.5 Variaciones del mes de mayo de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>JUNIO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERIODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	1,93	0,386	13,19	1,17	89	17,8	65,77	-14,03	-4,7	-1,17	78,72	7,26	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-0,93	-0,093	14,37	0,67	-40,6	-5,8	51,74	-2,02	11	1,22	85,98	-1,64	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	2,03	0,203	15,04	1	87,4	14,57	49,73	40,7	11,2	1,86	84,34	-4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	-0,6	-0,06	16,04		-3,53	-0,353	90,4		-1,16	-0,11	79,8		23,56	2,61	72,68	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,37	0,037	13,84	0,23	-17,17	-1,71	45,7	18,55	11,17	1,24	91,06	-0,61	38,71	4,3	69,66	-5,39	-	-	-	-
2000-2011	-0,2	-0,02	14,07		51,8	5,18	64,24		-10,36	-1,48	90,45		8,87	0,89	64,27		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,56	0,06	15,45	-	-6,43	-0,58	62,93	-	-	-	-	-	10,1	1,68	83,21	-	109,07	12,12	98,52	-

Tabla A.5.6 Variaciones del mes de junio de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>JULIO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	2,13	0,426	13,15	<b>1,12</b>	3,6	0,72	47,15	<b>-13,96</b>	-10,7	-2,67	75,32	<b>8,96</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-1,5	-0,15	14,27	<b>0,48</b>	1,93	0,27	33,18	<b>15,11</b>	14,8	1,64	84,28	<b>-1,53</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	2,23	0,223	14,75	<b>1,3</b>	-1,17	-0,195	48,29	<b>16,6</b>	2,2	0,36	82,75	<b>-4,7</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	0,4	0,04	16		83,9	8,39	64,9		-1	-0,14	78,1		12,82	1,42	71,1	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,1	0,01	13,69	<b>0,21</b>	-35,8	-3,97	-3,98	<b>62,25</b>	11,17	1,24	91,06	<b>-0,61</b>	37,52	4,17	73,74	<b>-4,83</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,37	-0,037	13,91		129,7	11,79	58,28		-10,36	-1,48	90,45		21,2	2,12	68,9		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,35	0,04	15,29	-	16,57	1,38	43,8	-	-	-	-	-	-10,9	-1,09	81,67	-	-13,83	-1,15	119,79	-

Tabla A.5.7 Variaciones del mes de julio de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>AGOSTO</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	2,13	0,426	12,89	<b>1,15</b>	29,73	5,946	46,51	<b>6,63</b>	-6,7	-1,67	75,52	<b>9,22</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-0,63	-0,063	14,04	<b>0,67</b>	12	1,71	53,13	<b>-3,7</b>	9	1	84,74	<b>-3,14</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	2,13	0,213	14,71	<b>1,4</b>	-21,67	-3,61	49,43	<b>14</b>	14	2,33	81,6	<b>-3,2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	-1,1	-0,12	16,1		9,1	0,91	63,4		8	1,14	78,4		28,36	3,15	74,98	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,77	0,086	13,63	<b>0,29</b>	-28,43	-3,97	55,04	<b>-10</b>	5	0,625	91,18	<b>-2,78</b>	14,17	1,574	77,06	<b>3,34</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,4	-0,04	13,93		-15	-1,5	45,04		3,2	0,533	88,4		6,83	0,683	80,41		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,55	0,08	15,23	-	-71,53	-5,96	46,28	-	-	-	-	-	-6,48	-1,08	92,96	-	101,54	10,15	117,91	-

Tabla A.5.8 Variaciones del mes de agosto de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>SEPTIEMBRE</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	2,03	0,406	13,17	<b>1,06</b>	34,8	6,96	78,54	<b>-10,12</b>	-6,7	-1,67	76,46	<b>7,52</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-1,93	-0,193	14,23	<b>0,65</b>	83,1	11,87	68,42	<b>26</b>	13,8	1,53	83,99	<b>-2,6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	1,2	0,12	14,87	<b>1,1</b>	14,1	2,35	94,42	<b>-16,6</b>	12,7	2,11	81,39	<b>0,01</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	0,27	0,03	16		-38,9	-3,89	77,8		2,5	0,35	81,4		22,45	2,49	78,35	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,1	0,011	13,73	<b>0,09</b>	-117	-11,7	68,39	<b>-15,63</b>	2	0,222	91,6	<b>-2,77</b>	-9,23	-1,154	73,32	<b>-6,56</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,3	-0,03	13,81		4,9	0,49	52,77		-8	-1,143	88,83		50,17	4,56	66,76		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,43	0,09	15,1	-	50,27	4,19	3,87	-	-	-	-	-	28	5,6	88,68	-	32	3,2	103,42	-

Tabla A.5.9 Variaciones del mes de septiembre de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>OCTUBRE</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	3	0,6	13,27	<b>0,83</b>	56,37	11,27	115,41	<b>3,03</b>	-4	-1	81,32	<b>5,5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-0,7	-0,07	14,1	<b>0,74</b>	-81,615	-11,65	118,44	<b>-10,44</b>	13	1,4	86,82	<b>-2,05</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	1,23	0,123	14,83	<b>1</b>	-77,07	-12,84	108	<b>37,8</b>	10,8	1,8	84,78	<b>-1,2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	-0,088	-0,0097	15,9		38,77	3,87	145,8		8	1,14	83,6		23,06	2,56	77,42	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,67	0,074	13,89	<b>-0,08</b>	48,4	5,38	76,24	<b>48,9</b>	-0,2	-0,022	91,78	<b>-2,81</b>	-8,83	-1,104	79,45	<b>-0,73</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,4	-0,04	13,8		-54,6	-5,46	125,15		-1	-0,143	88,97		28,44	2,844	78,72		-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,7	0,12	15,2	-	65,37	5,45	82,27	-	-	-	-	-	20,4	4,08	100,1	-	120,07	13,34	106,04	-

Tabla A.5.10 Variaciones del mes de octubre de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>NOVIEMBRE</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	2,55	0,51	13,42	<b>0,88</b>	147,37	29,47	121,43	<b>-11,27</b>	7,3	2,43	79,58	<b>8,4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-0,75	-0,075	14,3	<b>0,6</b>	23,23	3,31	110,15	<b>22,38</b>	6	0,66	87,98	<b>-3,36</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	1,53	0,153	14,9	<b>0,9</b>	163,8	27,3	132,53	<b>-6,9</b>	12,9	2,15	84,61	<b>-1,8</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	-1,35	-0,15	15,8	<b>0,9</b>	139,57	13,95	125,7	<b>-6,9</b>	11	1,57	82,8	<b>-1,8</b>	-31,92	-3,54	70,26	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,37	0,041	13,83	<b>0,08</b>	11	1,22	91,1	<b>7,8</b>	5	0,556	92,36	<b>-2,73</b>	8,77	0,974	73,42	<b>-3,25</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,7	-0,07	13,91	<b>0,08</b>	132,8	13,28	98,9	<b>7,8</b>	-5	-0,714	89,63	<b>-2,73</b>	-15,37	-1,537	70,17	<b>-3,25</b>	-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	0,41	0,07	15,24	-	109,12	9,09	76,66	-	-	-	-	-	-56,53	-9,42	75,25	-	12	1,5	98,28	-

Tabla A.5.11 Variaciones del mes de noviembre de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DEL MES DE <b>DICIEMBRE</b> DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																				
JARDÍN BOTÁNICO																				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)			
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS
1975-1979	1,6	0,32	13,54	<b>0,63</b>	-64,63	-12,92	44,39	<b>16,79</b>	-9	-2,25	78,78	<b>8,13</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1980-1989	-0,65	-0,065	14,16	<b>0,76</b>	-76,5	-10,92	61,18	<b>24,28</b>	10	0,12	86,91	<b>-2,26</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-1999	2,3	0,23	14,92	<b>1</b>	-37,57	-6,26	85,46	<b>-3,7</b>	6,8	1,13	84,65	<b>-1,6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2000-2010	-0,81	-0,09	15,9	<b>1</b>	145,13	14,51	81,7	<b>-3,7</b>	11,62	1,66	83,1	<b>-1,6</b>	-3,68	-0,368	68,54	-	-	-	-	-
UDCA																				
1989-1999	0,33	0,037	14	<b>-0,12</b>	-113,12	-12,57	67,68	<b>-19,61</b>	2,2	0,244	91,92	<b>-3,43</b>	-15,53	-1,726	67,79	<b>2,66</b>	-	-	-	-
2000-2011	-0,77	-0,077	13,88	<b>-0,12</b>	103	10,3	48,08	<b>-19,61</b>	8	1,143	88,49	<b>-3,43</b>	41,5	4,15	70,44	<b>2,66</b>	-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																				
1999-2010	-0,4	-0,07	15,5	-	124,25	10,35	44,27	-	-	-	-	-	-6,57	-1,31	93,46	-	102,97	11,44	120,5	-

Tabla A.5.12 Variaciones del mes de diciembre de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

PRINCIPALES VARIACIONES DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS ORDINARIAS																					
JARDÍN BOTÁNICO																					
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACIÓN (mm)				HUMEDAD RELATIVA (%)				EVAPORACION (mm)				BRILLO SOLAR (h)				
	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	AUMENTO O DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	VARIACIÓN	PROMEDIO	DIFERENCIA DE DÉCADAS	
1975-1979	2,06	0,51	13,26	1,06	30,13	7,53	74,96	2,61	-5,6	-1,4	78,49	7,15	-	-	-	-	-	-	-	-	
1980-1989	-1,24	-0,14	14,33	0,59	-3,36	-0,48	77,57	3,04	11,68	1,3	85,64	-2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	
1990-1999	1,85	0,21	14,92	1,1	24,13	4,02	80,62	15,9	7,69	1,28	83,58	-2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000-2010	0,56	0,06	16		30,33	3,03	96,5		-5,37	-0,54	80,9		-1,53	-0,15	72,75	-	-	-	-	-	-
UDCA																					
1989-1999	0,36	0,036	13,79	0,18	0,68	0,068	62,86	16,23	12,16	1,22	90,68	-1,56	6,55	0,73	73,69	-0,26	-	-	-	-	-
2000-2011	-0,45	-0,04	13,97		95,91	8,72	79,09		-9,36	-1,04	89,12		20,95	2,1	73,42		-	-	-	-	-
INEM DE KENNEDY																					
1999-2010	0,79	0,09	15,42	-	28,63	2,39	59,35	-	-	-	-	-	-9,92	-1,24	86	-	94,79	9,48	110,5	-	

Tabla A.5.13 Variaciones de los promedios anuales de Jardín Botánico, UDCA e INEM de Kennedy

## ANEXO 6 CRITERIOS DE EVALUACION AMBIENTAL PARA HUMEDALES

En las tablas se establecen los criterios con los cuales se realizo la calificacion para las variables control de inundaciones, contaminacion hidrica sobreexplotacion biologica y urbanizacion, de los humedales en estudio.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
CONTROL DE INUNDACIONES				
ASPECTO	PUNTAJE MÍNIMO	CONDICIONES EN CAMPO	PUNTAJE MÁXIMO	CONDICIONES EN CAMPO
IMPORTANCIA	1	NO AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL	5	AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL
MAGNITUD	1	EL HUMEDAL NO POSEE NINGUNA OBRA DE CONTROL DE INUNDACIONES PERO LAS CONDICIONES DEL TERRENO NATURAL SON APTAS PARA LA RETENCION DE AGUA	5	EL HUMEDAL POSEE MAS DE TRES OBRAS PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES
DURACIÓN	1	LA PRESENCIA DE LAS OBRAS DE CONTROL DE INUNDACIONES AFECTA EL HUMEDAL DURANTE TRES MESES O MENOS DURANTE EL AÑO	5	LA PRESENCIA DE LAS OBRAS DE CONTROL DE INUNDACIONES AFECTAN AL HUMEDAL LOS DOCE MESES DEL AÑO
INTENSIDAD	1	EL HUMEDAL RETIENE EL AGUA GRACIAS A SUS CONDICIONES NATURALES	5	GRACIAS A LAS OBRAS DE CONTROL SE EVITAN POSIBLES INUNDACIONES EN EPOCAS DE LLUVIA

Tabla A.6.1 Criterios de evaluación control de inundaciones

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
URBANIZACIÓN				
ASPECTO	PUNTAJE MÍNIMO	CONDICIONES EN CAMPO	PUNTAJE MÁXIMO	CONDICIONES EN CAMPO
IMPORTANCIA	1	NO AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL	5	AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL
MAGNITUD	1	EL HUMEDAL NO POSEE GRANDES URBANIZACIONES A SU ALREDEDOR, PERO ES ATRAVESADO POR UNA VÍA O POR SENDEROS PAVIMENTADOS	5	EL HUMEDAL POSEE GRANDES URBANIZACIONES A SU ALREDEDOR, COMO CONJUNTOS RESIDENCIALES, EDIFICIOS DE GRAN ALTURA Y DEMAS
DURACIÓN	1	LAS URBANIZACIONES AFECTAN EL HUMEDAL TRES MESES O MENOS DURANTE EL AÑO	5	LAS URBANIZACIONES AFECTAN AL HUMEDAL DURANTE LOS DOCE MESES DEL AÑO
INTENSIDAD	1	EL ÁREA DEL HUMEDAL NO HA SIDO MUY INTERVENIDA POR URBANIZACIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO	5	EL ÁREA DEL HUMEDAL HA SIDO MUY INTERVENIDA POR URBANIZACIONES A TRAVES DEL TIEMPO, LLEVANDOLO A SU CASI DESAPARICIÓN

Tabla A.6.2 Criterios de evaluación urbanización

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
CONTAMINACIÓN HÍDRICA				
ASPECTO	PUNTAJE MÍNIMO	CONDICIONES EN CAMPO	PUNTAJE MÁXIMO	CONDICIONES EN CAMPO
IMPORTANCIA	1	NO AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL	5	AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL
MAGNITUD	1	EL CUERPO DE AGUA DEL HUMEDAL POSEE UN VERTIMIENTO DIRECTO DE AGUAS RESIDUALES	5	EL CUERPO DE AGUA DEL HUMEDAL POSEE MAS DE TRES VERTIMIENTOS DIRECTOS DE AGUAS RESIDUALES
DURACIÓN	1	LAS CONDICIONES DEL AGUA AFECTAN EL HUMEDAL TRES MESES O MENOS DURANTE EL AÑO	5	LAS CONDICIONES DEL AGUA AFECTAN EL HUMEDAL DURANTE LOS DOCE MESES DEL AÑO
INTENSIDAD	1	LAS CONDICIONES ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA SON ACEPTABLES EN CUANTO A COLOR Y OLOR	5	LAS CONDICIONES ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA SON PESIMAS EN CUANTO A COLOR Y OLOR

Tabla A.6.3 Criterios de evaluación contaminación hídrica

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
SOBREEXPLOTACIÓN BIOLÓGICA				
ASPECTO	PUNTAJE MÍNIMO	CONDICIONES EN CAMPO	PUNTAJE MÁXIMO	CONDICIONES EN CAMPO
IMPORTANCIA	1	NO AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL	5	AFECTA DIRECTAMENTE AL HUMEDAL
MAGNITUD	1	SE OBSERVA ALGÚN TIPO DE USO DE RECURSOS NATURALES DEL HUMEDAL, COMO USO DEL SUELO, EXPLOTACIÓN FORESTAL, ACTIVIDADES DE CAZA O USO DEL RECURSO HÍDRICO	5	SE OBSERVA TRES TIPOS O MÁS DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DEL HUMEDAL COMO USO DEL SUELO, EXPLOTACIÓN FORESTAL, ACTIVIDADES DE CAZA Y USO DEL RECURSO HÍDRICO
DURACIÓN	1	LA SOBREEXPLOTACIÓN AFECTA EL HUMEDAL TRES MESES O MENOS DURANTE EL AÑO	5	LA SOBREEXPLOTACIÓN AFECTA EL HUMEDAL DURANTE LOS DOCES MESES DEL AÑO
INTENSIDAD	1	EL TIPO DE EXPLOTACIÓN VISTA EN EL HUMEDAL PUEDE SER RENOVADA NATURALMENTE POR EL HUMEDAL	5	EL TIPO DE EXPLOTACIÓN VISTA EN EL HUMEDAL NO PUEDE SER RENOVADA NATURALMENTE POR EL HUMEDAL

Tabla A.6.4 Criterios de evaluación sobreexplotación biológica

**ANEXO 7. PLANO DE UBICACIÓN DE LOS HUMEDALES Y LAS ESTACIONES  
CLIMATOLÓGICAS DEL IDEAM EN ESTUDIO.**