



# ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Fondo  
Prevención y  
Atención Emergencias

551.69  
E825e  
ej.1  
PPDIS



ÁLVARO URIBE VÉLEZ  
PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

JUAN LOZANO RAMÍREZ  
MINISTRO DE AMBIENTE, VIVIENDA  
Y DESARROLLO TERRITORIAL

CARLOS COSTA POSADA  
DIRECTOR GENERAL DEL IDEAM

ERNESTO RANGEL MANTILLA  
SUBDIRECTOR DE METEOROLOGÍA

HEBERT GONZALO RIVERA  
SUBDIRECTOR DE HIDROLOGÍA

HUGO SAAVEDRA UIMBA  
METEORÓLOGO

LIGIA CONSUELO ACOSTA NIÑO  
JEFE DE COMUNICACIONES

MYRIAM C. TORRES VARGAS  
COMUNICACIONES

CARRERA 10 No. 20 – 30  
PBX. 352 7160  
BOGOTÁ, D.C. – COLOMBIA

HOME PAGE: [WWW.IDEAM.GOV.CO](http://WWW.IDEAM.GOV.CO)  
E-MAIL: [ATENCIONALCIUDADANO@IDEAM.GOV.CO](mailto:ATENCIONALCIUDADANO@IDEAM.GOV.CO)

LUIS EDUARDO GARZÓN  
ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ

DIANA MARCELA RUBIANO  
DIRECTORA DEL FOPAE

GUILLERMO ÁVILA ALVARADO  
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO – INTERVENTOR

DIANA PATRICIA ARÉVALO SÁNCHEZ  
COORDINADORA GRUPO DE ESTUDIOS

JORGE FRANCISCO ROSAS MIELO  
PROFESIONAL GRUPO DE ESTUDIOS

DIAGONAL 47 # 77B-09 – INT. 11  
PBX 429 2801 Fax 429 2833  
BOGOTÁ, D.C. – COLOMBIA

HOME PAGE: [WWW.FOPAE.GOV.CO](http://WWW.FOPAE.GOV.CO)  
E-MAIL: [FOPAE@FOPAE.GOV.CO](mailto:FOPAE@FOPAE.GOV.CO)

PROFESIONALES CONTRATADOS PARA EL  
DESARROLLO DE ESTE ESTUDIO.

GERMÁN HORACIO BERNAL  
METEORÓLOGO  
AUTOR PRINCIPAL

MARÍA CONSTANZA ROSERO  
INGENIERA CIVIL  
(FOTOGRAFÍAS)

MARTHA CECILIA CADENA  
INGENIERA GEÓGRAFA  
(CARTOGRAFÍA)

JORGE ENRIQUE MONTEALEGRE  
INGENIERO AMBIENTAL  
(AUXILIAR DE METEOROLOGÍA)

FABIO SANABRIA  
ADMINISTRADOR CONVENIO

EDICIÓN, DISEÑO, DIAGRAMACIÓN, CORRECCIÓN DE ESTILO E IMPRESIÓN  
MILENIO EDITORES E IMPRESORES

AGRADECEMOS LA COLABORACIÓN DEL INGENIERO FERNANDO RAMÍREZ CORTÉS, QUIEN SE DESEMPEÑÓ COMO DIRECTOR DEL FOPAE, DE LA INGENIERA CAROLINA ROGELIS PRADA, PROFESIONAL GRUPO DE ESTUDIOS DEL FOPAE QUIEN SE DESEMPEÑÓ COMO INTERVENTORA DEL CONVENIO, DEL GEÓLOGO CESAR PEÑA, PROFESIONAL DEL GRUPO DE CONCEPTOS DEL FOPAE, POR SU APORTE EN EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO.

IGUALMENTE, AGRADECEMOS A LA INGENIERA XIOMARA LUCÍA SANGLEMENTE MANRIQUE QUIEN SE DESEMPEÑÓ COMO COORDINADORA DEL PROYECTO, DESDE SU CARGO EN EL IDEAM COMO JEFE DEL PROGRAMA DE OPERACIÓN DE REDES, AL METEORÓLOGO MAXIMILIANO HENRÍQUEZ DAZA QUIEN SE DESEMPEÑÓ COMO SUBDIRECTOR DE METEOROLOGÍA; DE IGUAL FORMA A LA INGENIERA CONSUELO SANCHEZ QUIEN FUE LA ADMINISTRADORA DEL CONVENIO FOPAE – IDEAM.

© NINGUNA PARTE DE ESTE LIBRO PUEDE SER PRODUCIDA, CONSERVADA EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA DIVULGACIÓN O REPRODUCCIÓN POSTERIOR INCLUYENDO FOTOCOPIAS, XEROCOPIAS O REPRODUCCIONES POR CUALQUIER SISTEMA, SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM, Y EL FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS, FOPAE.

ISBN. 978-958-8067-21-6

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1 ASPECTOS GENERALES .....	11
1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	11
1.1.1 LOCALIZACIÓN.....	11
1.1.2 ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO .....	12
1.1.3 HIDROGRAFÍA.....	12
1.1.4 ASPECTOS ECOLÓGICOS Y DESARROLLO ESPACIAL .....	13
1.2 COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	14
1.2.1 DEFINICIONES .....	14
1.2.2 ANTECEDENTES.....	15
1.2.3 METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	15
2 DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS VARIABLES CLIMATOLÓGICAS.....	17
2.1 TEMPERATURA.....	17
2.1.1 ANÁLISIS TEMPORAL.....	18
2.1.2 ANÁLISIS ESPACIAL .....	20
2.1.3 COMPORTAMIENTO HORARIO DE LA TEMPERATURA MEDIA.....	22
2.2 HUMEDAD .....	23
2.3 BRILLO SOLAR.....	23
2.3.1 ANÁLISIS TEMPORAL.....	25
2.3.2 ANÁLISIS ESPACIAL .....	26
2.3.3 DISTRIBUCIÓN Y COMPORTAMIENTO HORARIO MENSUAL .....	27
2.3.4 DIAGRAMA DE TRAYECTORIA SOLAR PARA BOGOTÁ.....	28
2.4 RADIACIÓN SOLAR .....	29
2.5 EVAPORACIÓN.....	29
2.6 NUBOSIDAD .....	30
2.6.1 ANÁLISIS TEMPORAL.....	31
2.6.2 COMPORTAMIENTO HORARIO MENSUAL DE LA NUBOSIDAD.....	32
2.7 PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....	34
2.7.1 ANÁLISIS TEMPORAL .....	34
2.7.2 VARIACIÓN DIURNA DE LA PRESIÓN.....	34
2.8 PRECIPITACIÓN .....	35
2.8.1 ANÁLISIS TEMPORAL .....	35
2.8.2 ANÁLISIS ESPACIAL .....	37
2.8.3 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS .....	39

2.8.4	VARIACIÓN INTERANUAL.....	41
2.8.5	DISTRIBUCIÓN MENSUAL DEL NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA.....	45
2.8.6	DISTRIBUCIÓN HORARIA MENSUAL DE OCURRENCIA DE LLUVIAS .....	46
2.9	VIENTOS.....	48
2.9.1	ANÁLISIS TEMPORAL .....	51
2.9.2	ANÁLISIS ESPACIAL .....	52
2.9.3	COMPORTAMIENTO DE LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO.....	52
2.10	NIVEL CERÁUNICO.....	54
2.10.1	ANÁLISIS TEMPORAL .....	55
2.10.2	ANÁLISIS ESPACIAL .....	56
2.10.3	DISTRIBUCIÓN Y OCURRENCIA POR DIRECCIÓN DE TORMENTAS ELÉCTRICAS EN BOGOTÁ .....	56
2.10.4	DISTRIBUCIÓN Y OCURRENCIA HORARIA MENSUAL DE TORMENTAS ELÉCTRICAS .....	57
2.11	NIEBLAS - NEBLINAS.....	58
2.11.1	DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE NIEBLA Y NEBLINA .....	58
2.11.2	DISTRIBUCIÓN Y OCURRENCIA HORARIA MENSUAL DE NIEBLAS.....	59
2.11.3	DISTRIBUCIÓN Y OCURRENCIA HORARIA MENSUAL DE NEBLINAS.....	60
3	ANÁLISIS DE EVENTOS E INDICADORES CLIMÁTICOS-SINÓPTICOS.....	63
3.1	EVENTOS SIGNIFICATIVOS DE DESBORDAMIENTOS EN EL RÍO TUNJUELO .....	64
3.2	INDICADORES PARA PRONÓSTICOS CLIMATOLÓGICOS DE EVENTOS SIGNIFICATIVOS .....	65
3.3	ASPECTOS CLIMÁTICOS SINÓPTICOS RELACIONADOS CON EL EVENTO DEL 2002.....	68
3.3.1	EVENTO DE DESBORDAMIENTO DEL RÍO TUNJUELO EL DÍA 31 DE MAYO DE 2002.....	69
3.3.2	EVENTO DE DESBORDAMIENTO DEL RÍO TUNJUELO EL DÍA 9 DE JUNIO DE 2002.....	77
4	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA.....	81
4.1	ZONAS SEMISECAS: $C_1$ .....	82
4.2	ZONAS SEMIHÚMEDAS: $C_2$ .....	82
4.3	ZONAS LIGERAMENTE HÚMEDAS: $B_1$ .....	82
4.4	ZONAS MODERADAMENTE HÚMEDAS: $B_2$ .....	83
4.5	ZONAS HÚMEDAS: $B_3$ .....	83
4.6	ZONAS MUY HÚMEDAS: $B_4$ .....	83
4.7	ZONAS SUPERHÚMEDAS: A .....	83
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
6	BIBLIOGRAFÍA.....	89
7	GLOSARIO .....	90
8	MAPAS .....	97

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Comportamiento Mensual de la Temperatura (°C).	19
Figura 2.	Comportamiento de la distribución de la Temperatura vs Elevación, en el área de Bogotá.	20
Figura 3.	Perfil de un efecto de Isla del Calor Urbano.	21
Figura 4.	Comportamiento Horario de Temperatura Media Aeropuerto Eldorado – Bogotá D.C.	22
Figura 5.	Comportamiento Mensual de la Humedad Relativa.	24
Figura 6.	Comportamiento Mensual del Brillo Solar.	25
Figura 7.	Comportamiento horario del Brillo Solar. Aeropuerto Eldorado-Bogotá, D.C.	27
Figura 8.	Diagrama de Trayectoria del sol, Altitud y Acimut para Bogotá.	28
Figura 9.	Comportamiento mensual de la Radiación Solar.	29
Figura 10.	Comportamiento mensual de la Evaporación (mm).	30
Figura 11.	Medida de la Nubosidad.	31
Figura 12.	Comportamiento mensual de la Nubosidad.	33
Figura 13.	Comportamiento mensual de la Presión Atmosférica (hPa). Aeropuerto Eldorado.	34
Figura 14.	Comportamiento horario de la variación de Presión Atmosférica (hPa). Aeropuerto Eldorado	34
Figura 15.	Representación del comportamiento de la Precipitación vs Altitud. Sentido: Oeste – Sureste.	38
Figura 16.	Representación del comportamiento de la Precipitación vs Altitud. Sentido: Centro – Sursureste.	38
Figura 17.	Representación del comportamiento de la Precipitación vs Altitud. Sentido: Centro – SursurOeste	39
Figura 18.	Comportamiento Anual Multianual de la Lluvia.	42
Figura 19.	Comportamiento Anual Multianual de la Lluvia (continuación)	43
Figura 20.	Comportamiento Anual Multianual de la Lluvia (continuación)	43
Figura 21.	Comportamiento Anual Multianual de la Lluvia (continuación)	44
Figura 22.	Comportamiento Anual Multianual de la Lluvia (continuación)	44
Figura 23.	Comportamiento Anual Multianual de la Lluvia (continuación)	45
Figura 24.	Distribución Horaria Mensual de ocurrencia de la Lluvia.	47
Figura 25.	Zona de Calmas Ecuatoriales. (a) Posición de la ZCIT en enero. (b) Posición de la ZCIT en julio	48
Figura 26.	Comportamiento del Viento Enero – Junio. Aeropuerto Eldorado, Bogotá.	49
Figura 27.	Comportamiento del Viento Julio – Diciembre. Aeropuerto Eldorado, Bogotá.	50
Figura 28.	Comportamiento anual del Viento. Aeropuerto Eldorado, Bogotá.	51
Figura 29.	Distribución del nivel Cerámico - Aeropuerto Eldorado Bogotá.	55
Figura 30.	Distribución y ocurrencia por dirección de Tormentas Eléctricas en Bogotá	56
Figura 31.	Comportamiento Mensual de la ocurrencia de Tormentas Eléctricas. Aeropuerto Eldorado, Bogotá.	57
Figura 32.	Distribución Mensual de días con Niebla y Neblina. Aeropuerto Eldorado – Bogotá.	59
Figura 33.	Comportamiento Horario Mensual de la Ocurrencia de Niebla. Aeropuerto Eldorado, Bogotá.	59
Figura 34.	Comportamiento Horario Mensual de la Ocurrencia de Neblina. Aeropuerto Eldorado, Bogotá.	61
Figura 35.	Comportamiento Mensual de Eventos de Desbordamientos del Río Tunjuelo.	64
Figura 36.	Comportamiento Mensual de Eventos de Desbordamientos en Quebradas existentes en Bogotá.	65
Figura 37.	Registro Precipitación Estación San Benito Mayo de 2002	69
Figura 38.	Registro Precipitación Estación Doña Juana, Mayo de 2002	69
Figura 39.	Imagen del canal infrarrojo del satélite GOES-8 para el 31 de mayo de 2002 a las 0:45 HLC.	70

Figura 40. Líneas de Corriente para Niveles Isobáricos .....	71
Figura 41. Líneas de Corriente y Velocidad Vertical (mb/h) 31 de mayo de 2002 01 HCL (06 UTC).....	72
Figura 42. Imágenes Infrarrojo y Vapor de Agua del Satélite GOES-8, para el 31 de mayo de 2002 a las 6:45 HLC	73
Figura 43. Líneas de Corriente y Velocidad Vertical (mb/h) 31 de mayo de 2002 12UTC (7 HLC) (mb/h).....	74
Figura 44. Líneas de Corriente y Velocidad Vertical (mb/h) 31 de mayo de 2002 13 HCL (18 UTC).....	75
Figura 45. Sección Vertical de la Humedad Relativa (%) de la Atmósfera (29/05/02 y el 02/06/02) .....	76
Figura 46. Sección Vertical del Contenido de Agua Líquida (g/kg) en la Atmósfera (29/05/02 y el 02/06/02) .....	76
Figura 47. Sección Vertical de la Cantidad de Agua Precipitable (pulgadas) en la Atmósfera (29/05/02 y el 02/06/02) .....	77
Figura 48. Imagen del Canal Infrarrojo del Satélite GOES para el 9 de junio de 2002 a las 0:45 HLC .....	78
Figura 49. Líneas de Corriente Isobáricas, 9 de Junio de 2002 13HLC (18 UTC).....	79
Figura 50. Sección Vertical de la Humedad Relativa (%) de la Atmósfera entre el 7 y 11 de junio de 2002 .....	80
Figura 51. Sección Vertical de la Cantidad de Agua Precipitable (pulgadas) en la Atmósfera (7 y 11 de jun/02) ....	80

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS REPRESENTATIVAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
Tabla 2. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA (°C) .....	18
Tabla 3. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE HUMEDAD RELATIVA (%) .....	23
Tabla 4. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE BRILLO SOLAR (HORAS).....	25
Tabla 5. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE EVAPORACIÓN (mm) .....	29
Tabla 6. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA NUBOSIDAD (AEROPUERTO ELDORADO).....	32
Tabla 7. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE PRECIPITACIÓN (mm).....	35
Tabla 8. VALORES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMOS EN 24 HORAS (mm) .....	41
Tabla 9. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DEL NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA.....	46
Tabla 10. DISTRIBUCIÓN MENSUAL A NIVEL HORARIO DE LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO .....	53
Tabla 11. VELOCIDAD PROMEDIO HORARIO DEL VIENTO.....	54
Tabla 12. COMPORTAMIENTO MENSUAL DE OCURRENCIA DIARIA DE LLUVIAS .....	66

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización General del Área de estudio .....	99
Mapa 2. Distribución de estaciones Meteorológicas representativas en el Área de estudio.....	100
Mapa 3. Distribución de Temperatura Media Mensual .....	101
Mapa 4. Distribución del Brillo Solar.....	102
Mapa 5. Distribución Espacio – Temporal de la Precipitación Media Mensual .....	103
Mapa 6. Distribución de la Precipitación Media Anual .....	104
Mapa 7. Distribución de la Precipitación Media Mensual Enero .....	105
Mapa 8. Distribución de la Precipitación Media Mensual Febrero .....	106
Mapa 9. Distribución de la Precipitación Media Mensual Marzo.....	107
Mapa 10. Distribución de la Precipitación Media Mensual Abril.....	108

Mapa 11.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Mayo .....	109
Mapa 12.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Junio.....	110
Mapa 13.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Julio .....	111
Mapa 14.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Agosto .....	112
Mapa 15.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Septiembre .....	113
Mapa 16.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Octubre.....	114
Mapa 17.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Noviembre .....	115
Mapa 18.	Distribución de la Precipitación Media Mensual Diciembre .....	116
Mapa 19.	Distribución Espacial del Comportamiento del Flujo del Viento en Bogotá.....	117
Mapa 20.	Caracterización de la Clasificación Climática del Área de Estudio.....	118

## INTRODUCCIÓN

A través del Convenio Interadministrativo N° 198/2004/01 (IDEAM) (550/04 FOPAE) celebrado entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales “IDEAM” y el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá “FOPAE”, el cual tiene por objeto “Aunar esfuerzos técnico-administrativos para mejorar el conocimiento del clima y ampliar la Red de Monitoreo Hidrometeorológico de Bogotá D.C.”, se establece la importancia de realizar la caracterización climática del Distrito Capital; la presente investigación se desarrolla con el propósito de implementar una herramienta confiable sobre el comportamiento del clima en Bogotá D.C.

El presente estudio pretende dar a conocer la situación actual y los aspectos concernientes con el clima y las condiciones meteorológicas existentes en el área de estudio, así como las condiciones, seguimientos, generalidades de las diferentes variables y parámetros que influyen en el comportamiento del clima en el área de Bogotá y la cuenca alta del río Tunjuelo.

El desarrollo de este estudio ha sido un proceso investigativo, en el cual se ha tenido en cuenta el análisis de las diferentes variables climatológicas, para ello se realizaron procesos estadísticos dirigidos a establecer el comportamiento de cada uno de estos elementos, se realizó un análisis de los eventos significativos de desbordamiento del río Tunjuelo, para luego establecer la Clasificación Climática de la zona de estudio. Finalmente en un anexo se presentan veinte (20) mapas los cuales son resultado de esta investigación; éstos han sido realizados en una escala adecuada; sin embargo, se muestran en este documento como referencia y si es de interés para el lector, pueden ser consultados en las Bibliotecas de las entidades participantes en la presente publicación.

## OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto consiste en conocer el comportamiento de las diferentes variables meteorológicas y climatológicas de la ciudad y la cuenca alta del río Tunjuelo. El cual se logrará con el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Presentar el análisis y las distribuciones de las principales variables que determinan el clima para el área de la ciudad de Bogotá y la cuenca alta de río Tunjuelo, con el fin de apoyar la producción del Atlas Climatológico del Distrito Capital.
- Dar a conocer la caracterización, distribución y ocurrencia a nivel espacio-temporal de variables como temperatura, humedad, brillo solar, presión atmosférica, vientos y precipitación.
- Conocer y analizar la distribución del nivel cerámico, las nieblas y aspectos generales de nubosidad.
- Establecer las distribuciones horarias para algunas variables a fin de ajustar y fortalecer las tendencias y pronósticos climatológicos de ocurrencia de lluvia en el área de estudio.
- Realizar análisis sinópticos sobre eventos significativos en la cuenca del río Tunjuelo.
- Apoyar el desarrollo futuro de proyectos específicos, con base en el conocimiento del comportamiento de los elementos y variables climatológicas en el área descrita.