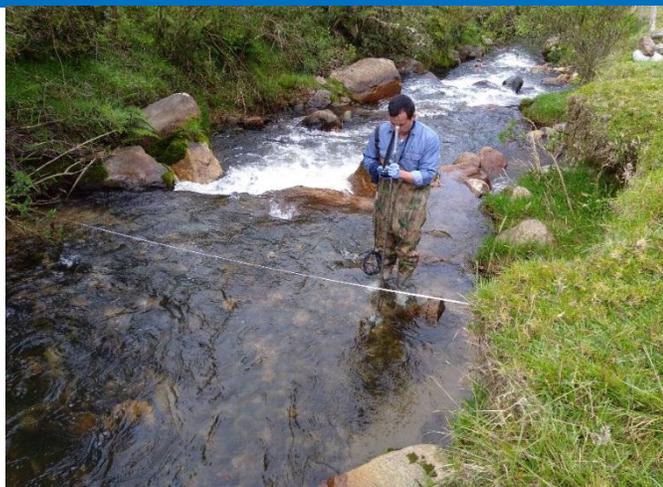




2018

INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA
LA DEFENSA DE LA MESETA DE
BUCARAMANGA – CDMB**

Coordinación de Gestión del Conocimiento e Investigación
Ambiental

**SUBDIRECCIÓN DE
ORDENAMIENTO Y
PLANIFICACIÓN
INTEGRAL DEL
TERRITORIO**

BUCARAMANGA- COLOMBIA

Dr. MARTIN CAMILO CARVAJAL CÁMARO
Director General CDMB

Dr. NELSON ANDRÉS MANTILLA OLIVEROS
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Ing. MARÍA CARMENZA VICINI MARTÍNEZ
Coordinadora Información e Investigación Ambiental

Ing. CARLOS MAURICIO TORRES GALVIS
Profesional Especializado de Información e Investigación Ambiental

Ing. JOHANNA PATRICIA ARDILA LERMA
Profesional Red Hidroclimatológica

Tnlgo. GINA RIVERA SÁNCHEZ
Tecnólogo Red Hidroclimatológica

Febrero 2019, Bucaramanga – Colombia

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
1. INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2018.....	3
1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.3. ALCANCES	3
1.4. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES	3
1.4.1. PARÁMETROS EVALUADOS.....	7
1.4.2. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA.....	9
1.4.2.1. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA	9
1.4.2.2. IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA	10
1.4.2.2.1. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR MINERALIZACIÓN – ICOMI	10
1.4.2.2.2. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA – ICOMO	11
1.4.2.2.3. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR SÓLIDOS SUSPENDIDOS – ICOSUS....	12
1.4.2.2.4. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN TRÓFICO – ICOTRO	12
1.5. RESULTADOS DEL PROGRAMA	13
1.5.1. CALIDAD DE AGUA.....	13
1.5.1.1. RESULTADOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICAS	13
1.5.1.2. RESULTADOS ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DE AGUA – ICO’S	18
1.6. RESULTADOS POR CORRIENTE	22
1.6.1. RÍO SURATA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES.....	22
1.6.2. RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES.....	25
1.6.3. QUEBRADAS DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA	29
1.6.4. RIO LEBRIJA Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES.....	30
1.6.5. RÍOS MANCO Y UMPALA	33
1.6.6. RIO FRIO	35
1.7. CONCLUSIONES	36
CAPITULO II.	38
2. INFORME ANUAL DE LA RED HIDROCLIMATOLOGICA 2018	39
2.1. INTRODUCCIÓN.....	39
2.2. OBJETIVOS.....	39
2.3. DEFINICIONES	39
2.4. RED HIDROCLIMATOLÓGICA CDMB	40
2.4.1. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA AUTOMÁTICA	41
2.4.1.1. LISTADO DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS.....	41

2.5.	RESULTADOS CLIMATOLÓGICOS.....	42
2.5.1.	CUENCA CÁCHIRA DEL SUR	42
2.5.1.1.	ESTACIÓN TURBAY	42
2.5.1.2.	ESTACIÓN LA AGUADA	44
2.5.1.3.	ESTACIÓN BETANIA	45
2.5.1.4.	ESTACIÓN LA NARANJERA.....	46
2.5.1.5.	ESTACIÓN EL SENA	47
2.5.2.	SUBCUENCA RIO NEGRO	49
2.5.2.1.	ESTACIÓN SANTA CRUZ DE LA COLINA	49
2.5.2.2.	ESTACIÓN EL CAIRO.....	50
2.5.3.	SUBCUENCA RIO SALAMAGA.....	52
2.5.3.1.	ESTACIÓN EL DIAMANTE.....	52
2.5.4.	SUBCUENCA RIO SURATÁ.....	54
2.5.4.1.	ESTACIÓN LAGO ALTO	54
2.5.4.2.	ESTACIÓN EL ROBLE	56
2.5.5.	SUBCUENCA RIO LEBRIJA ALTO	57
2.5.5.1.	ESTACIÓN EL PANTANO.....	58
2.5.5.2.	ESTACIÓN EL ABURRIDO	59
2.5.6.	SUBCUENCA RIO DE ORO	61
2.5.6.1.	ESTACIÓN LA JUDÍA.....	61
2.5.6.2.	ESTACIÓN EL RASGÓN.....	62
2.5.6.3.	ESTACIÓN ACAPULCO.....	63
2.5.6.4.	ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE	64
2.5.6.5.	ESTACIÓN FLORIDA.....	65
2.5.6.6.	ESTACIÓN CIUDADELA	66
2.6.	RESULTADOS HÍDRICOS.....	68
CAPITULO III.		74
3.	INFORME ANUAL CALIDAD DE AIRE 2018.....	75
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	75
3.2.	OBJETIVOS.....	75
3.3.	GENERALIDADES	75
3.3.1.	CONTAMINANTES MONITOREADOS	75
3.4.	MARCO NORMATIVO	76
3.5.	SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE	78
3.6.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	79
3.6.1.	EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS DATOS.....	79
3.6.1.1.	PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS DE LOS EQUIPOS.....	79
3.6.1.2.	PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS	80
3.7.	RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE	80
3.7.1.	COMPARACIÓN DE PM10 ESTACIÓN CABECERA CON LA NORMA.....	80
3.7.2.	COMPARACIÓN DE PM10 ESTACIÓN CIUDADELA CON LA NORMA	81
3.7.3.	COMPARACIÓN DE OZONO ESTACIÓN FLORIDABLANCA CON LA NORMA .	82

3.8.	ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE.....	83
3.8.1.	ICA ANUAL.....	83
3.8.2.	ICA MENSUAL	84
3.9.	CONCLUSIONES	85

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad y Cantidad de Agua - CDMB	4
Tabla 2.	Parámetros evaluados en laboratorio de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua.....	8
Tabla 3.	Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua	8
Tabla 4.	Intervalos de Índice de Calidad de Agua - ICA.....	9
Tabla 5.	Rangos establecidos para los Índices de Contaminación del Agua - ICO's	12
Tabla 6.	Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2018	13
Tabla 7.	Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2015, 2016, 2017 y 2018	14
Tabla 8.	Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018.....	16
Tabla 9.	Índices de Contaminación del Agua – ICO's en puntos de monitoreo durante el año 2018.....	18
Tabla 10.	Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización.....	21
Tabla 11.	Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica.....	21
Tabla 12.	Porcentaje de Índice de contaminación por solidos suspendidos	21
Tabla 13.	Índice de contaminación trófico.....	21
Tabla 14.	Listado de estaciones climatológicas de la CDMB	42
Tabla 15.	Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Cáchira del Sur	49
Tabla 16.	Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Rio Negro	52
Tabla 17.	Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Salamaga	54
Tabla 18.	Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Suratá.....	57
Tabla 19.	Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Lebrija Alto	61
Tabla 20.	Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Rio de Oro	68
Tabla 21.	Puntos de monitoreo de cantidad de agua	68
Tabla 22.	Caudales 2018 Río de Oro	70
Tabla 23.	Caudales 2018 Tributarios Río de Oro	70
Tabla 24.	Caudales 2018 Escarpa Occidental.....	70
Tabla 25.	Caudales 2018 Río Lebrija.....	71
Tabla 26.	Caudales 2018 Tributarios Río Lebrija	71
Tabla 27.	Caudales 2018 Río Manco y Umpala	71
Tabla 28.	Caudales 2018 Río Suratá.....	71
Tabla 29.	Caudales 2018 Tributarios Río Suratá.....	72
Tabla 30.	Caudales 2018 Río Frío	72
Tabla 31.	Caudales 2018 Quebradas Sistema Iglesia.....	72
Tabla 32.	Caudales 2018 Quebradas Aranzoque Mensulí	72
Tabla 33.	Caudales 2018 Quebrada La Angula.....	73
Tabla 34.	Caudales 2018 Quebrada La Ruitoca.....	73
Tabla 35.	Caudales 2018 Río Playonero	73
Tabla 36.	Caudales 2018 Quebradas Arenales y Jordán	73
Tabla 37.	Nivel Máximo Permisible de Contaminantes	76
Tabla 38.	Concentración para los niveles de prevención, alerta o emergencia	77
Tabla 39.	Descripción del ICA y Puntos de Corte.....	77
Tabla 40.	Estaciones del SVCA	79
Tabla 41.	Porcentaje de Datos Capturados por Equipos.....	79
Tabla 42.	Porcentaje de Datos Válidos por Estación.....	80

Tabla 43. ICA Anual	84
Tabla 44. ICA Mensual para contaminantes Criterios	84

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Punto de monitoreo de Corrientes RO-O-10	2
Ilustración 2. Mapa de ubicación de los puntos de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Agua	7
Ilustración 3. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018	16
Ilustración 4. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización	21
Ilustración 5. Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica	21
Ilustración 6. Porcentaje de Índice de contaminación por solidos suspendidos	21
Ilustración 7. Índice de contaminación trófico	21
Ilustración 8. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2018	23
Ilustración 9. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2015, 2016, 2017 Y 2018	23
Ilustración 10. Índice de Contaminación del Agua -ICO´s - Río Suratá 2018.....	23
Ilustración 11. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Suratá 2018.....	24
Ilustración 12. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Suratá 2015, 2016, 2017 y 2018.....	24
Ilustración 13. Índice de Contaminación del Agua -ICO´s- Tributarios Río Suratá 2018	24
Ilustración 14. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2018	26
Ilustración 15. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018	27
Ilustración 16. Índice de Contaminación del Agua -ICA- Río de Oro 2018.....	27
Ilustración 17. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2018	27
Ilustración 18. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018	28
Ilustración 19. Índice de Contaminación del Agua –ICO´s- Tributarios Río de Oro 2018	28
Ilustración 20. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2018.....	29
Ilustración 21. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2015, 2016, 2017 y 2018.....	30
Ilustración 22. Índice de Contaminación del Agua -ICO´s- Escarpa Occidental 2018	30
Ilustración 23. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2018.....	31
Ilustración 24. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018.....	31
Ilustración 25. Índice de Contaminación del Agua -ICO´s- Río Lebrija 2018	32
Ilustración 26. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2018.....	32
Ilustración 27. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018	32
Ilustración 28. Índice de Contaminación del Agua -ICO´s- Tributarios Río Lebrija 2018	33
Ilustración 29. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2018	34
Ilustración 30. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2015, 2016, 2017 y 2018	34
Ilustración 31. Índice de Contaminación del Agua –ICO´s- Tributarios Río Manco y Umpalá 2018	34
Ilustración 32. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2018	35
Ilustración 33. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frio 2015, 2016, 2017 y 2018	35
Ilustración 34. . Índice de Contaminación del Agua –ICO´s- Río Frio 2018	36
Ilustración 35. Estación hidroclimatologica Lago Alto- Suratá.....	38
Ilustración 36. Estación climatológica tipo (Fuente: Davis Instruments).....	41
Ilustración 37. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Turbay	43
Ilustración 38. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Turbay.....	43
Ilustración 39. Radiación solar máxima diaria estación Turbay.....	43
Ilustración 40. Precipitación promedio mensual y máxima diaria estación Turbay	43
Ilustración 41. Velocidad y dirección del viento estación Turbay	43
Ilustración 42. Índice UV máximo mensual estación Turbay	43
Ilustración 43. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación La Aguada	44
Ilustración 44. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación La Aguada	44

Ilustración 45. Radiación solar máxima mensual estación La Aguada.....	44
Ilustración 46. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación La Aguada	44
Ilustración 47. Índice UV máximo mensual estación La Aguada	44
Ilustración 48. Velocidad y dirección del viento estación La Aguada	44
Ilustración 49. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria Betania	45
Ilustración 50. Temperatura promedio mensual y máxima diaria Betania.....	45
Ilustración 51. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria Betania	45
Ilustración 52. Radiación Solar máxima mensual Betania.....	45
Ilustración 53. Índice UV máximo mensual Betania.....	45
Ilustración 54. Velocidad y dirección del viento Betania	45
Ilustración 55. Precipitación acumulada mensual estación La Naranjera	46
Ilustración 56. Temperatura promedio y máxima diaria estación La Naranjera	46
Ilustración 57. Radiación solar máxima mensual estación La Naranjera	46
Ilustración 58. Índice UV máximo mensual estación La Naranjera	46
Ilustración 59. Velocidad y dirección del viento estación La Naranjera	46
Ilustración 60. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Sena	47
Ilustración 61. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Sena	47
Ilustración 62. Radiación solar máxima diaria mensual estación Sena.....	47
Ilustración 63. Precipitación acumulada mensual estación Sena	47
Ilustración 64. Índice UV máximo diario estación Sena.....	48
Ilustración 65. Velocidad y dirección del viento estación Sena	48
Ilustración 66. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Santa Cruz de la Colina.....	49
Ilustración 67. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Santa Cruz de la Colina	49
Ilustración 68. Índice UV máximo mensual estación Santa Cruz de la Colina	50
Ilustración 69. Radiación solar máxima mensual estación Santa Cruz de la Colina	50
Ilustración 70. Velocidad y dirección del viento estación Santa Cruz de la Colina	50
Ilustración 71. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Cairo	51
Ilustración 72. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Cairo.....	51
Ilustración 73. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Cairo	51
Ilustración 74. Radiación solar máxima mensual estación El Cairo	51
Ilustración 75. Velocidad y dirección del viento estación El Cairo.....	51
Ilustración 76. Índice UV máximo diario estación El Cairo	51
Ilustración 77. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Diamante.....	53
Ilustración 78. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Diamante	53
Ilustración 79. Radiación solar máxima mensual estación El Diamante	53
Ilustración 80. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Diamante	53
Ilustración 81. Índice UV máximo mensual estación El Diamante.....	53
Ilustración 82. Velocidad y dirección del viento estación El Diamante	53
Ilustración 83. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Lago Alto.....	55
Ilustración 84. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Lago Alto	55
Ilustración 85. Radiación solar diaria máxima estación Lago Alto.....	55
Ilustración 86. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Lago Alto.....	55
Ilustración 87. Índice UV máximo diario estación Lago Alto	55
Ilustración 88. Velocidad y dirección del viento estación Lago Alto	55
Ilustración 89. Precipitación acumulada mensual estación El Roble.....	56
Ilustración 90. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Roble	56
Ilustración 91. Radiación solar máxima estación El Roble	56
Ilustración 92. Índice UV máximo diario estación El Roble.....	56
Ilustración 93. Velocidad y dirección del viento estación El Roble	56
Ilustración 94. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Pantano.....	58
Ilustración 95. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Pantano	58

Ilustración 96. Humedad Relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Pantano	58
Ilustración 97. Radiación solar máxima estación El Pantano	58
Ilustración 98. Velocidad y dirección del viento estación El Pantano	59
Ilustración 99. Índice UV máximo estación El Pantano	59
Ilustración 100. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Aburrido.....	59
Ilustración 101. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Aburrido	59
Ilustración 102. Radiación solar máxima diaria estación El Aburrido	60
Ilustración 103. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Aburrido	60
Ilustración 104. Velocidad y dirección del viento estación El Aburrido	60
Ilustración 105. Índice UV máximo diario estación El Aburrido	60
Ilustración 106. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación La Judía.....	61
Ilustración 107. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación La Judía	61
Ilustración 108. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación La Judía	62
Ilustración 109. Radiación solar máxima diaria estación La Judía	62
Ilustración 110. Índice UV máximo diario estación La Judía	62
Ilustración 111. Velocidad y dirección del viento estación La Judía	62
Ilustración 112. . Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Rasgón	62
Ilustración 113. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Rasgón.....	62
Ilustración 114. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Rasgón	63
Ilustración 115. Radiación solar máxima diaria estación El Rasgón	63
Ilustración 116. Índice UV máximo diario estación El Rasgón	63
Ilustración 117. Velocidad y dirección del viento estación El Rasgón	63
Ilustración 118. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Acapulco	63
Ilustración 119. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Acapulco.....	63
Ilustración 120. Radiación solar máxima diaria estación Acapulco	64
Ilustración 121. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Acapulco	64
Ilustración 122. Velocidad y dirección del viento estación Acapulco	64
Ilustración 123. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Club Campestre	64
Ilustración 124. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Club Campestre.....	64
Ilustración 125. Radiación solar máxima diaria estación Club Campestre	65
Ilustración 126. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Club Campestre.....	65
Ilustración 127. Índice UV máximo diario estación Club Campestre	65
Ilustración 128. Velocidad y dirección del viento de estación Club Campestre	65
Ilustración 129. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Florida	65
Ilustración 130. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Florida	65
Ilustración 131. Radiación solar máxima diaria estación Florida	66
Ilustración 132. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Florida.....	66
Ilustración 133. Velocidad y dirección del viento estación Florida.....	66
Ilustración 134. Índice UV máximo diario estación Florida	66
Ilustración 136. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Ciudadela	66
Ilustración 135. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Ciudadela.....	66
Ilustración 137. Radiación solar máxima diaria estación Ciudadela.....	67
Ilustración 138. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Ciudadela.....	67
Ilustración 139. Velocidad y dirección del viento estación Ciudadela	67
Ilustración 140. Índice UV máxima diaria estación Ciudadela	67
Ilustración 141. Estación de Vigilancia de Calidad de Aire - Cabecera.....	74
Ilustración 142. Comparación de concentración promedio diaria de PM10 de Cabecera con la norma..	81
Ilustración 143. Comparación de concentración promedio diaria de PM10 de Ciudadela con la norma .	82
Ilustración 144. Comparación de concentración del contaminante Ozono con la norma de 8 horas - Estación Florida.....	83

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga –CDMB– como autoridad ambiental dentro del ámbito de su jurisdicción, se encarga de realizar los procesos de análisis, seguimiento a los recursos naturales renovables y la generación del conocimiento, el cual, se ejecuta mediante la implementación de las redes de monitoreo de calidad del agua, hidroclimatológica y de calidad del aire. El desarrollo de los mismos, comprende la toma de muestras, análisis de la información obtenida y la evaluación de los resultados. La red de Cantidad y Calidad del Agua tiene localizada las estaciones de monitoreo en las principales corrientes del área de jurisdicción y en los afluentes de mayor relevancia que durante el año 2018 sumaron un total de 71 puntos, la Red de Calidad del Aire monitorea a través de 3 estaciones automáticas, ubicadas estratégicamente en el área metropolitana de Bucaramanga. La Red Hidroclimatológica, siguiendo el plan operativo realiza el mantenimiento preventivo a las estaciones climatológicas de acuerdo a los procedimientos establecidos, recoge la información para su depuración, análisis y reporte de la misma. El siguiente informe es una síntesis de los monitoreos realizados durante el año 2018, en el cual se evidencia el estado de la Red de Calidad del Agua, Red de Calidad del Aire y la Red Hidroclimatológica.

CAPITULO I



INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2018

1. INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2018

1.1. INTRODUCCIÓN

El monitoreo de corrientes es un programa institucional de la CDMB que permite evaluar la calidad y cantidad del agua de las corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la entidad. El desarrollo del mismo, comprende monitoreos que incluyen aforos de caudales, toma de muestras, análisis de laboratorio y la evaluación de los resultados. La red tiene localizadas las estaciones en las principales corrientes del área de jurisdicción y en los afluentes de mayor relevancia.

Las corrientes que presentan mayor impacto por recepción de aguas residuales domésticas e industriales se encuentran en la cuenca del río Lebrija la cual representa un 77% del área de jurisdicción, en menor proporción se encuentran en las cuencas de los ríos Chicamocha con un 4%, Sogamoso 15% y Chitagá 4%.

Los ríos de Oro, Suratá y Lebrija, son las corrientes que reciben y asimilan las aguas residuales del Área Metropolitana de Bucaramanga, así como de los municipios menores de área de la jurisdicción de la CDMB.

1.2. OBJETIVOS

- Determinar la calidad y cantidad de agua en las principales corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- Proveer un marco ambiental de referencia de las corrientes hídricas superficiales del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- Apoyar el programa de tasa retributiva, en la definición de las metas de reducción establecidas el Acuerdo del Consejo Directivo de la CDMB de Noviembre 29 de 2013.

1.3. ALCANCES

Evaluar la calidad y cantidad de agua de las principales corrientes superficiales de la Cuenca Alto Lebrija y de las Subcuencas de los ríos Manco, Umpalá y Jordán, pertenecientes al área de jurisdicción de la CDMB.

1.4. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

El programa de monitoreo de corrientes para establecer y evaluar la calidad del agua

en corrientes superficiales, comprende:

- Muestreo y aforo: El grupo operativo, realiza el aforo y la toma de muestra que consiste en el desplazamiento hasta los puntos indicados, medir el caudal, realizar el muestreo, preservación y transporte al laboratorio de las muestras en cada día de jornada.
- Análisis de Laboratorio: El laboratorio recibe las muestras y realiza los análisis respectivos.
- Análisis de Información: La información obtenida en campo y los resultados del laboratorio son consolidados y procesados para reportar la calidad de agua.

El programa se desarrolla en la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio bajo la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental la cual se encarga del muestreo y evaluación de información procedente del Laboratorio que realiza el procesamiento y análisis de las muestras.

Los puntos de monitoreo establecidos en el programa son los siguientes:

Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad y Cantidad de Agua - CDMB

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA				
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	MICROCUENCA	FUENTE
1	Rasgón	RO - 06	Oro Alto	Río de Oro
2	Conquistador	RO - 05	Oro Alto	Río de Oro
3	Barroblanco	QG - 01	Oro Alto	Quebrada Grande
4	Villa Paulina	SO - 01	Oro Alto	Quebrada Soratoque o Las
5	La Batea	LT - 01	Río Lato	Río Lato
6	Palogordo	RO - 04	Oro Medio	Río de Oro
7	Bahondo	RO - 4A	Oro Medio	Río de Oro
8	Carrizal	RO - 02	Oro Bajo	Río de Oro
9	Puente Nariño	RO - 01	Oro Bajo	Río de Oro
10	La Esperanza	RF - 03	Río Frío	Río Frío
11	Campestre	ZA - 01	Río Frío	Quebrada Zapamanga
12	El Pórtico	RF - P	Río Frío	Río Frío
13	El Caucho	RF - B	Río Frío	Río Frío
14	Los Totumos	AZ - 1A	Río Frío	Quebrada Aranzoque-Menzulí
15	Caneyes	RF - 1A	Río Frío	Río Frío
16	El Jardín	LF - 01	Oro Bajo	Quebrada La Flora
17	La Floresta	CS - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
18	San Luis	LI - 03	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
19	Coca-Cola	MA - 01	Oro Bajo	Quebrada El Macho
20	Coca-Cola	GY - 01	Oro Bajo	Quebrada La Guacamaya
21	Cenfer	DC - 01	Oro Bajo	Cañada El Carrasco
22	Puente Sena	LI - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
23	El Águila	LA - 04	La Angula	Quebrada La Angula
24	La Batea	LA - 03	La Angula	Quebrada La Angula
25	Chimitá	CA - 01	Oro Bajo	Quebrada La Rosita

26	Parque Industrial	CY - 01	Oro Bajo	Quebrada Cuyamita o Pantano
27	Argelia	AR - 01	Oro Bajo	Quebrada Argelia o Cantera
28	Forjas Navas	LN - 01	Oro Bajo	Quebrada Las Navas
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Oro Bajo	Quebrada Chapinero
30	Trituradora (La Picha)	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá
32	Pánaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá
33	Puente Pánaga	RV - 01	Suratá Alto	Río Vetas
34	La Playa	SA - 05	Suratá Alto	Río Suratá
35	La Playa	RCH - 01	Suratá Bajo	Río Charta
36	Puente Tona	RT – 01A	Tona	Río Tona
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Suratá Bajo	Río Suratá
38	Bavaria	SA - 01	Suratá Bajo	Río Suratá
39	Bocas	RL - 02	El Aburrido	Río Lebrija
40	Embalse	RL - 03	La Honda - Las	Río Lebrija
41	Palmas	LA - 01	La Angula	Quebrada La Angula
42	Conchal	RL - 07	La Honda	Río Lebrija
43	Vanegas	RC - 01	Cáchira	Río Cáchira
44	Vanegas	RL – 08	Lebrija Medio	Río Lebrija
45	Puente San Alonso	PY – 02A	Río Playón	Río Playonero
46	Balsas	PY - 01	Río Playón	Río Playonero
47	Las Olas	RC – 02A	Río Playón	Río Cachiri
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	Río Sílgara
49	El Bambú	SL – 04	Río Salamaga	Río Salamaga
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Samaca	Quebrada Samaca
51	La virgen	SC - 01	Santa Cruz	Río Negro
52	Brisas	RN - 01	Río Negro Bajo	Río Negro
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco
54	Pescadero (Mensuly)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá
56	Platacero	MS - 05	Río Frío	Quebrada Mensulí o La Estancia
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensulí
58	Cañaverál	LR - 03	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
59	El Pilón	LR - 02	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
60	Arenales	QA – 02	Jordán	Quebrada Arenales
61	Berlín	QA - 01	Jordán	Quebrada Arenales
62	Berlín	RJ - 01	Jordán	Río Jordán
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas
64	Loma Redonda	RV – 02	Río Vetas	Río Vetas
65	Loma Redonda (La	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Paez

El punto RT-01 fue reemplazado durante el año 2018 por el punto RT-01A, debido a la construcción del embalse de Tona decidiéndose ubicarlo aguas arriba del mismo.

Adicional, durante el año 2018 se realizó monitoreo en los siguientes puntos, en busca de asistir el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico –PORH- de Río de Oro.

66	Cristales	RO-O-10	Oro Alto	Río de Oro
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Oro Alto	Quebrada El Rasgón
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Oro Alto	Río de Oro
69	Chocóa	RO-O-4N	Oro Medio	Río de Oro
70	Batea Oro	RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro
71	Arriba Embalse Tona	RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro

El plan de monitoreo contempla un recorrido comenzando en los Río Manco (Primavera el Chorro RM-02, Pescadero Mensuli RM-01), Río Umpalá (Pescadero Umpalá UP-01) y los puntos ubicados en el municipio de Piedecuesta: Río de Oro (Rasgón RO-06 y Conquistador RO-05 y Lato (La Batea LT-01) y su principal afluente en la parte alta, la Quebrada Grande (Barroblanco QG-01) adicionando los puntos(RO-O-10 y QRG-O-01), continua con los puntos ubicados en el área de jurisdicción del municipio de Floridablanca, en su corriente principal Río Frío (La Esperanza RF-03, El Pórtico RF-P, El Caucho RF-B y Caneyes RF-1A) y sus afluentes principales: Quebrada Zapamanga Campestre ZA-01 y Aranzoque-Mensuli (Platacero MS-05 , Los Totumos AZ-1A, Autopista AZ-07), Quebrada Soratoque Villa Paulina SO-01 Quebrada la Ruitoca (Cañaveral LR-03, El Pilón LR-02).

Posteriormente se monitorean los puntos del área de influencia del municipio de Girón y Bucaramanga sobre Río de Oro (Palogordo RO-04, Bahondo RO-4A Carrizal RO-02 y Puente Nariño RO-01, adicionando los puntos (RO-O-2PA, RO-O-4N, RO-O-4H Y RO-O-2A)y sus principales afluentes en esta zona como son, Quebrada Ruitoque (LR-02 y LR-03), la Iglesia y sus afluentes (quebradas La Flora LF-01, La Cascada (La Floresta CS-01), El Macho (Coca Cola MA-01), La Guacamaya (Coca Cola GY-01) , El Carrasco (Cenfer DC-01), San Luis (LI-03) y Puente Sena (LI-01). Las corrientes de la escarpa que drenan directamente en la parte baja del río comprenden las quebradas Chimitá CA-01, Cuyamita (Parque Industrial CY-01, Argelia AR-01, Las Navas LN-01, Chapinero CH-01 y La Picha LP-01 y el tercero con los puntos del río Suratá (Uña de Gato SA-07, Panaga SA-06, La Playa SA-05, Zaragoza Bosconia SA-03, Bavaria SA-01) y sus afluentes Ríos Vetas (Puente Panaga RV-01, Borrero RV-05, Loma Redonda RV-02, La Baja LB-01), Charta (La Playa RCH-01) y Tona (Puente Tona RT-01A). Estos puntos se realizan con una frecuencia Trimensual y el tipo de monitoreo es puntual.

Adicionalmente se realizan los muestreos de los Ríonegro (Brisas RN-01), Río Samaca (Brisas de Samaca SM-01), Río Santacruz (La Virgen SC-01), Río Cachira (Vanegas RC-01), Río Cachiri (Las Olas RC-02A) Río Playonero (Puente San Alonso PY-02A, Balsas PY-01), Río Silgara (Puerto Arturo SG- 01A), Río Salamaga (El Bambú SL-04) y Lebrija(Bocas RL-02, Embalse RL-03, El Conchal RL-07, Vanegas RL-08), la quebrada Arenales(Arenales QA-02, Berlín QA-01), Río Jordán (Berlín RJ-01) y La Angula (Palmas LA-01, El Águila LA-04, La Batea LA-03), el río Jordán, , además en la zona minera se realiza el muestreo en la quebrada La Baja y el Río Vetas. En total son 71 puntos, ubicados en 39 corrientes las cuales hacen parte de la jurisdicción de la CDMB.

Tabla 2. Parámetros evaluados en laboratorio de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua

Parámetro	Método
1. Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500- O C
2. Demanda Química de Oxígeno DQO	STANDARD METHODS 5220 C
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	STANDARD METHODS 5210 B DBO5
4. Fósforo Total	STANDARD METHODS 4500 P B,E
5. Nitrógeno Amoniacal	STANDARD METHODS 4500 NH3 B , C
6. Nitrógeno Total Kjeldalh NTK	STANDARD METHODS 4500-org C,
7. Turbidez	STANDARD METHODS 2130 B
8. Nitritos	STANDARD METHODS 4500- NO2 ·B
9. Nitratos	J. RODIER. Análisis de aguas. p. 180
10. Sólidos Totales	STANDARD METHODS 2540 B
11. Conductividad	STANDARD METHODS 2510 B
12. Sólidos Suspendidos	STANDARD METHODS 2540 D
13. Coliformes Totales	STANDARD METHODS 9221 B
14. Coliformes Fecales	STANDARD METHODS 9221 E
15. Nitrógeno Total	CALCULADO
16. Sólidos Sedimentables	STANDARD METHODS 2540 F
17. Alcalinidad Total	STANDARD METHODS 2320 B
18. Dureza	STANDARD METHODS 2340 C
19. Cianuro	STANDARD METHODS 4500 CN ⁻ C.F
20. Mercurio	STANDARD METHODS 3112 B
21. Hierro	STANDARD METHODS 3030 F
22. Cobre	STANDARD METHODS 3030 F
23. Cadmio	STANDARD METHODS 3030 F
24. Cromo	STANDARD METHODS 3030 F
25. Manganeseo	STANDARD METHODS 3030 F
26. Plomo	STANDARD METHODS 3030 F
27. Zinc	STANDARD METHODS 3030 F
28. Niquel	STANDARD METHODS 3030 F
29. Aluminio	STANDARD METHODS 3500 Al B
30. Arsénico	STANDARD METHODS 3114 C

Los parámetros numerados del 19 al 30 de la tabla 2, se miden para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera.

Tabla 3. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua

Parámetro	Método
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
31. Temperatura del Agua y Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparámetros)
32. Lectura Nivel de las corrientes	Mira Limnimétrica
33. Caudal	Aforo con Molinete
34. pH	STANDARD METHODS 4500 H+ B
35. Oxígeno Disuelto	Sonda Multiparámetros
36. Conductividad	Sonda Multiparámetros
37. Presión	Sonda Multiparámetros

1.4.2. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA

La información consolidada e incluida en la base de datos, permite establecer la evaluación de acuerdo al Índice Calidad del Agua y su comparación con el Estatuto Sanitario y el Decreto 1076 de 2015.

1.4.2.1. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

El índice de Calidad del Agua (desarrollado por la National Sanitation Foundation) se determina a partir de 9 parámetros que son el Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Fecales, PH y Temperatura, a los cuales se les asigna un valor que se extrae de la ilustración de calidad respectiva, el cual está en un rango de 0-100.

El Índice de Calidad del Agua ICA es calculado como la multiplicación de todos los nueve parámetros elevados a un valor atribuido en función de la importancia del parámetro, así:

$$I.C.A. = \prod_{i=1}^n C_i^{w_i}$$

Donde:

I.C.A.: Índice de Calidad del Agua, un número entre 0 y 100, adimensional.

C_i: Calidad del iésimo parámetro, un número entre 0 y 100, obtenido del respectivo gráfico de calidad, en función de su concentración o medida.

w_i: Valor ponderado correspondiente al iésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1. La sumatoria de valores w_i es igual a 1, siendo i el número de parámetros que entran en el cálculo.

La relación entre el valor del ICA calculado y la clasificación del agua se presenta a continuación:

Tabla 4. Intervalos de Índice de Calidad de Agua - ICA

Intervalos de Índice de Calidad de Agua -ICA		
Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0-19	Pésima	Rojo
20-36	Inadecuada	Amarillo
37-51	Dudosa	Verde
52-79	Buena	Azul Claro
80-100	Optima	Azul

1.4.2.2. IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO's)

En Colombia el estudio y la formulación de Índices de Calidad del Agua han sido abordados desde 1997 principalmente por Alberto Ramírez González, tal conjunto de Índices denominados ICO's, tuvieron su base en los resultados de análisis multivariados de componentes principales de común utilización en monitoreos en la Industria Petrolera Colombiana y han demostrado enormes ventajas sobre los ICA, debido a que éstos generalmente involucran en un solo parámetro numerosas variables que conllevan a que no exista correspondencia en el puntaje de calidad de agua con el tipo de contaminación en una corriente.

En el desarrollo de las formulaciones de estos índices de contaminación, se tuvieron en cuenta diversas reglamentaciones, tanto Nacionales como Internacionales, para diferentes usos de agua; así como registros de aguas naturales colombianas y relaciones expuestas por otros autores, con el fin de potencializar su uso a diferentes situaciones y lograr en ellos una generalidad en su aplicación.

El procedimiento metodológico para las formulaciones de estos índices correspondió a la descrita en la experiencia citada en el artículo “Cuatro Índices de Contaminación para la caracterización de aguas continentales. Formulación y Aplicación[□]” y argumentada en el documento “Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas De Análisis”[◆], la cual se describe a continuación:

- Asignación de valores de contaminación entre Cero y Uno a la escala de las variables.
- Selección de la ecuación que permita relacionar el valor de la variable y su incidencia en contaminación.

De acuerdo con este mismo autor (Ramírez y Viña, 1998), en primera instancia las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen a cuatro índices de contaminación complementarios e independientes de aplicación verificada conocidos como:

1.4.2.2.1. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR MINERALIZACIÓN – ICOMI

Se expresa en numerosas variables, de las cuales se eligieron: conductividad como reflejo del conjunto de sólidos disueltos, dureza en cuanto recoge los cationes calcio y magnesio, y alcalinidad porque hace lo propio con los aniones carbonatos y bicarbonatos.

El ICOMI es el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas, las cuales se definen en un rango de 0 a 1; índices próximos a cero reflejan muy baja contaminación por mineralización e índices cercanos a 1, lo contrario.

$$\text{ICOMI} = 1/3 * (\text{I}_{\text{Conductividad}} + \text{I}_{\text{Dureza}} + \text{I}_{\text{Alcalinidad}})$$

I_{Conductividad}: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{I}_{\text{Conductividad}} = \text{Log}_{10} * \text{I}_{\text{Conductividad}} = -3.26 + 1.34 * \text{Log}_{10} \square \text{Conductividad} (\square \text{s/cm}) \square$$

$$\text{I}_{\text{Conductividad}} = 10 \text{ Log} \square \text{I}_{\text{Conductividad}} \square$$

Conductividades mayores a 270 (\square s/cm), tienen un índice de conductividad igual a 1.

I_{Dureza}: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{I}_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} * \text{I}_{\text{Dureza}} = -9.09 + 4.40 * \text{Log}_{10} \square \text{Dureza} (\text{mg/l}) \square$$

$$\text{I}_{\text{Dureza}} = 10 \text{ Log} \square \text{I}_{\text{Dureza}} \square$$

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un $\text{I}_{\text{Dureza}} = 1$; Durezas menores a 30 mg/l tienen un $\text{I}_{\text{Dureza}} = 0$

I_{Alcalinidad}: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{I}_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005 * \square \text{Alcalinidad} (\text{mg/l}) \square$$

Alcalinid. mayor a 250 mg/l tiene un $\text{I}_{\text{Alcalinidad}} = 1$; Alcalin. menor a 50 mg/l tiene un $\text{I}_{\text{Alcalinidad}} = 0$

1.4.2.2.2. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA – ICOMO

Al igual que en la mineralización se expresa en diferentes variables fisicoquímicas de las cuales se seleccionaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno, las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica.

El ICOMO, al igual que el ICOMI es el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas, como se observa a continuación:

$$\text{ICOMO} = 1/3 * (\text{I}_{\text{DBO}} + \text{I}_{\text{Coliformes Totales}} + \text{I}_{\text{Oxígeno \%}})$$

I_{DBO}: Se obtiene de la siguiente expresión:

$$\text{I}_{\text{DBO}} = -0.05 + 0.70 \text{ Log}_{10} \text{ DBO} (\text{mg/l})$$

DBO mayores a 30 mg/l tienen $\text{I}_{\text{DBO}} = 1$; DBO menores a 2 mg/l tienen $\text{I}_{\text{DBO}} = 0$

I_{Coliformes Totales}: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{I}_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56 \text{ Log}_{10} \text{ Coliformes Totales} (\text{NMP}/100\text{ml})$$

Colif. Totales mayores a 20.000 (NMP/100ml) tienen $\text{I}_{\text{Coliformes Totales}} = 1$; Colif. Totales menores a 500 (NMP/100ml) tienen $\text{I}_{\text{Coliformes Totales}} = 0$

I%Oxígeno: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I\%Oxígeno = 1 - 0.01\%Oxígeno$$

%Oxígeno mayores a 100 tienen un índice de oxígeno de 0

Es importante señalar, que de manera general en los sistemas loticos porcentajes de saturación mayores a 100% son ventajosos o indicativos de una muy buena capacidad de reaeración de los cursos hídricos.

1.4.2.2.3. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR SÓLIDOS SUSPENDIDOS – ICOSUS

Se determina tan solo mediante la concentración de sólidos suspendidos, los cuales están ligados solo a compuestos inorgánicos. A continuación se presenta la expresión de la cual surge su resultado:

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 * \text{Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Sólidos suspendidos mayores a 340 mg/l tienen

$$ICOSUS = 1 \text{ Sólidos suspendidos menores a } 10 \text{ mg/l}$$

tienen **ICOSUS = 0**

1.4.2.2.4. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN TRÓFICO – ICOTRO

Se determina en esencia por la concentración del Fósforo Total, a diferencia de los índices anteriores, en los cuales se determina un valor particular entre 0 y 1, la concentración del Fósforo Total define por sí misma una categoría, como se describe a continuación:

Oligotrófico < 0.01 (mg/l)	Eutrófico 0.02 - 1 (mg/l)
Mesotrófico 0.01 - 0.02 (mg/l)	Hipereutrófico > 1 (mg/l)

Tabla 5. Rangos establecidos para los Índices de Contaminación del Agua - ICO's

ICO	Grado de Contaminación	Escala de Color
0 - 0,2	Ninguna	
> 0,2 - 0,4	Baja	
> 0,4 - 0,6	Media	
> 0,6 - 0,8	Alta	
> 0,8 - 1	Muy Alta	

Fuente: Ramírez et al. (1999)

1.5. RESULTADOS DEL PROGRAMA

1.5.1. CALIDAD DE AGUA

1.5.1.1. RESULTADOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICAS

En la Tabla 6 se muestran todos los puntos evaluados durante las cuatro campañas realizadas en los meses de Junio, Agosto, Octubre y Noviembre del año 2018, así como el índice de calidad promedio del mismo año.

Tabla 6. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2018

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA MENSUAL 2018				ICA 2018	CALIDAD
			1ra	2da	3ra	4ta		
1	Río Suratá	SA-07	76.95	73.94	62.33	64.77	69.49	BUENA
2	Río Suratá	SA-06	65.88	62.84	57.20	59.65	61.39	BUENA
3	Río Suratá	SA-05	62.56	67.92	55.96	57.35	60.95	BUENA
4	Río Suratá	SA-03	64.22	68.49	54.49	60.96	62.04	BUENA
5	Río Suratá	SA-01	56.26	59.01	42.63	47.74	51.41	DUDOSA
6	Río Vetas	RV-05	58.81	44.20	73.14	55.44	57.90	BUENA
7	Río Vetas	RV-02	59.82	71.01	64.06	53.35	62.06	BUENA
8	Río Vetas	RV-01	69.82	58.09	55.03	47.44	57.59	BUENA
9	Río Tona	RT-01A	61.94	69.66	68.02	63.63	65.81	BUENA
10	Río Charta	RCH-01	74.41	74.05	49.50	57.93	63.97	BUENA
11	Río de Oro	RO-O-10	74.02	79.27	73.32	83.45	77.51	BUENA
12	Río de Oro	RO-06	78.25	69.50	69.33	79.14	74.06	BUENA
13	Río de Oro	RO-05	78.93	77.07	76.92	73.78	76.67	BUENA
14	Río de Oro	RO-O-	41.59	48.12	35.25	50.22	43.80	DUDOSA
15	Río de Oro	RO-04	41.00	48.60	36.55	49.94	44.03	DUDOSA
16	Río de Oro	RO-O-4N	56.47	53.51	37.59	50.41	49.49	DUDOSA
17	Río de Oro	RO-O-4H	53.29	48.19	55.24	55.93	53.16	BUENA
18	Río de Oro	RO-4A	52.44	56.16	39.77	47.72	49.02	DUDOSA
19	Río de Oro	RO-02	32.72	25.19	23.23	20.62	25.44	INADECUAD
20	Río de Oro	RO-O-2A	44.58	34.57	28.24	20.93	32.08	INADECUAD
21	Río de Oro	RO-01	33.51	24.71	35.30	25.17	29.67	INADECUAD
22	Q. El Rasgón	QRG-O-	69.37	75.18	77.25	77.11	74.73	BUENA
23	Q. Grande	QG-01	60.20	70.19	32.94	54.89	54.55	BUENA
24	Q. Soratoque	SO-01	61.80	54.08	38.88	61.62	54.09	BUENA
25	Río Lato	LT-01	52.18	40.79	36.28	58.51	46.94	DUDOSA
26	Q. Chimita	CA-01	19.66	19.67	21.87	15.64	19.21	PESIMA
27	Q. La Cuyamita	CY-01	15.46	44.02	37.63	21.73	29.71	INADECUAD
28	Q. La Argelia	AR-01	19.12	45.81	31.44	29.88	31.56	INADECUAD
29	Q. Las Navas	LN-01	22.00	17.71	27.04	21.72	22.12	INADECUAD
30	Q. La Picha	LP-01	11.51	21.60	20.17	15.92	17.30	PESIMA
31	Q. Chapinero	CH-01	16.52	27.65	22.22	26.38	23.19	INADECUAD
32	Río Lebrija	RL-08	44.97	47.20	48.69	35.39	44.06	DUDOSA
33	Río Lebrija	RL-07	36.14	45.45	47.45	29.96	39.75	DUDOSA
34	Río Lebrija	RL-03	36.64	45.57	48.07	35.59	41.47	DUDOSA

35	Río Lebrija	RL-02	43.78	43.11	47.18	27.06	40.28	DUDOSA
36	Río Negro	RN-01	58.34	61.35	43.72	48.74	53.04	BUENA
37	Río Salamaga	SL-04	67.08	69.52	60.28	65.50	65.59	BUENA
38	Río Cachira	RC-01	54.34	61.43	61.38	42.65	54.95	BUENA
39	Río Cachirí	RC-02A	65.96	66.28	77.48	71.60	70.33	BUENA
40	Q. La Angula	LA-04	65.09	68.95	41.79	70.16	61.50	BUENA
41	Q. La Angula	LA-03	14.76	7.94	22.47	16.25	15.35	PESIMA
42	Q. La Angula	LA-01	67.46	66.51	39.42	67.72	60.28	BUENA
43	Río Playonero	PY-02A	55.92	57.90	70.13	51.54	58.87	BUENA
44	Río Playonero	PY-01	51.67	50.59	57.00	48.89	52.04	BUENA
45	Río Manco	RM-02	56.62	57.07	56.08	39.98	52.44	BUENA
46	Río Manco	RM-01	46.76	54.20	54.56	63.45	54.74	BUENA
47	Q. La Ruitoca	LR-03	64.58	69.37	69.79	73.07	69.20	BUENA
48	Q. La Ruitoca	LR-02	64.89	58.37	50.13	57.29	57.67	BUENA
49	Río Frío	RF-03	61.86	67.51	52.41	71.63	63.35	BUENA
50	Río Frío	RF-P	41.97	52.64	38.26	51.35	46.05	DUDOSA
51	Río Frío	RF-B	26.08	12.25	26.22	16.34	20.22	INADECUAD
52	Río Frío	RF-1A	25.59	34.93	24.48	21.39	26.60	INADECUAD
53	Q. Menzuli	MS-05	64.19	58.32	47.61	69.72	59.96	BUENA
54	Q. Aranzoque-	AZ-07	55.16	45.42	46.95	51.97	49.88	DUDOSA
55	Q. Aranzoque	AZ-1A	59.44	35.91	44.13	48.56	47.01	DUDOSA
56	Q. Zapamanga	ZA-01	53.40	36.82	46.31	44.12	45.16	DUDOSA
57	Q. La Flora	LF-01	50.54	20.44	44.60	37.74	38.33	DUDOSA
58	Q. La Cascada	CS-01	55.35	44.74	46.52	44.49	47.77	DUDOSA
59	Q. La Iglesia	LI-03	13.42	42.68	30.45	20.43	26.75	INADECUAD
60	Q. La Iglesia	LI-01	34.89	26.96	44.97	25.95	33.19	INADECUAD
61	Q. El Macho	MA-01	43.10	56.08	56.30	46.12	50.40	DUDOSA
62	Q. La	GY-01	22.74	47.57	38.92	31.38	35.15	INADECUAD
63	Q. El Carrasco	DC-01	7.62	8.00	13.18	7.74	9.14	PESIMA
64	Q. Samacá	SM-01	59.02	60.25	64.90	62.53	61.67	BUENA
65	Q. Santa Cruz	SC-01	57.17	62.37	55.36	56.01	57.73	BUENA
66	Río Silgará	SG-01A	65.02	70.14	67.74	60.23	65.78	BUENA
67	Río Umpála	UP-01	45.92	73.34	53.07	69.15	60.37	BUENA
68	Q. Arenales	QA-02	75.50	72.75	60.74	73.47	70.61	BUENA
69	Q. Arenales	QA-01	50.31	54.37	57.40	50.85	53.23	BUENA
70	Río Jordán	RJ-01	59.91	64.91	58.35	55.67	59.71	BUENA
71	Q. La Baja	LB-01	71.95	62.31	78.86	63.90	69.25	BUENA

En la Tabla 7 se muestran los promedios anuales de Índices de Calidad de Agua – ICAS de todos los puntos evaluados durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Tabla 7. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2015, 2016, 2017 y 2018

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2015		2016		2017		2018	
			ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad
1	Río Suratá	SA-07	79.7	BUENA	72.6	BUENA	69.6	BUENA	69.4	BUENA
2	Río Suratá	SA-06	80.3	OPTIMA	58.1	BUENA	62.4	BUENA	61.3	BUENA
3	Río Suratá	SA-05	72.9	BUENA	54.1	BUENA	61.5	BUENA	60.9	BUENA

4	Río Suratá	SA-03	73.8	BUENA	57.1	BUENA	63.2	BUENA	62.0	BUENA
5	Río Suratá	SA-01	48.5	DUDOSA	41.1	DUDOSA	55.6	BUENA	51.4	DUDOSA
6	Río Vetas	RV-05	58.0	BUENA	56.6	BUENA	47.6	DUDOSA	57.9	BUENA
7	Río Vetas	RV-02	59.8	BUENA	60.1	BUENA	61.4	BUENA	62.0	BUENA
8	Río Vetas	RV-01	71.4	BUENA	57.9	BUENA	59.0	BUENA	57.5	BUENA
9	Río Tona	RT-01/	75.1	BUENA	79.4	BUENA	74.7	BUENA	65.8	BUENA
10	Río Charta	RCH-01	81.4	OPTIMA	71.7	BUENA	71.8	BUENA	63.9	BUENA
11	Río de Oro	RO-O-10	---						77.5	BUENA
12	Río de Oro	RO-06	83.3	OPTIMA	69.1	BUENA	72.5	BUENA	74.0	BUENA
13	Río de Oro	RO-05	79.8	BUENA	65.1	BUENA	65.8	BUENA	76.6	BUENA
14	Río de Oro	RO-O-	---						43.8	DUDOSA
15	Río de Oro	RO-04	71.0	BUENA	38.2	DUDOSA	50.7	DUDOSA	44.0	DUDOSA
16	Río de Oro	RO-O-4N	---						49.4	DUDOSA
17	Río de Oro	RO-O-4H	---						53.1	BUENA
18	Río de Oro	RO-4A	69.2	BUENA	45.5	DUDOSA	47.5	DUDOSA	49.0	DUDOSA
19	Río de Oro	RO-02	39.9	DUDOSA	30.6	INADECUA	26.9	INADECUA	25.4	INADECUA
20	Río de Oro	RO-O-2A	---						32.0	INADECUA
21	Río de Oro	RO-01	55.0	BUENA	33.2	INADECUA	30.2	INADECUA	29.6	INADECUA
22	Q. El Rasgón	QRG-O-	---						74.7	BUENA
23	Q. Grande	QG-01	74.0	BUENA	64.1	BUENA	63.1	BUENA	54.5	BUENA
24	Q. Soratoque	SO-01	16.7	PESIMA	65.2	BUENA	59.5	BUENA	54.0	BUENA
25	Río Lato	LT-01	66.2	BUENA	50.1	DUDOSA	46.6	DUDOSA	46.9	DUDOSA
26	Q. Chimita	CA-01	23.1	INADECUA	22.9	INADECUA	18.7	PESIMA	19.2	PESIMA
27	Q. La	CY-01	44.9	DUDOSA	30.0	INADECUA	23.8	INADECUA	29.7	INADECUA
28	Q. La Argelia	AR-01	54.0	BUENA	34.2	INADECUA	39.4	DUDOSA	31.5	INADECUA
29	Q. Las Navas	LN-01	38.1	DUDOSA	40.2	DUDOSA	24.6	INADECUA	22.1	INADECUA
30	Q. La Picha	LP-01	23.6	INADECUA	21.9	INADECUA	22.6	INADECUA	17.3	PESIMA
31	Q. Chapinero	CH-01	34.0	INADECUA	41.4	DUDOSA	24.8	INADECUA	23.1	INADECUA
32	Río Lebrija	RL-08	70.6	BUENA	45.5	DUDOSA	53.3	BUENA	44.0	DUDOSA
33	Río Lebrija	RL-07	71.6	BUENA	44.0	DUDOSA	55.8	BUENA	39.7	DUDOSA
34	Río Lebrija	RL-03	62.3	BUENA	44.3	DUDOSA	50.3	DUDOSA	41.4	DUDOSA
35	Río Lebrija	RL-02	53.0	BUENA	41.6	DUDOSA	44.9	DUDOSA	40.2	DUDOSA
36	Río Negro	RN-01	71.7	BUENA	51.9	DUDOSA	59.4	BUENA	53.0	BUENA
37	Río Salamaga	SL-04	83.2	OPTIMA	65.3	BUENA	65.4	BUENA	65.5	BUENA
38	Río Cachira	RC-01	82.8	OPTIMA	56.9	BUENA	55.4	BUENA	54.9	BUENA
39	Río Cachimí	RC-02A	81.3	OPTIMA	67.4	BUENA	58.8	BUENA	70.3	BUENA
40	Q. La Angula	LA-04	65.8	BUENA	57.7	BUENA	71.2	BUENA	61.5	BUENA
41	Q. La Angula	LA-03	15.6	PESIMA	21.1	INADECUA	17.2	PESIMA	15.3	PESIMA
42	Q. La Angula	LA-01	76.5	BUENA	59.4	BUENA	59.2	BUENA	60.2	BUENA
43	Río Playonero	PY-02A	81.8	OPTIMA	59.8	BUENA	60.4	BUENA	58.8	BUENA
44	Río Playonero	PY-01	81.5	OPTIMA	54.9	BUENA	56.9	BUENA	52.0	BUENA
45	Río Manco	RM-02	84.8	OPTIMA	70.6	BUENA	66.6	BUENA	52.4	BUENA
46	Río Manco	RM-01	79.4	BUENA	64.5	BUENA	62.8	BUENA	54.7	BUENA
47	Q. La Ruitoca	LR-03	83.3	OPTIMA	62.8	BUENA	69.6	BUENA	69.2	BUENA
48	Q. La Ruitoca	LR-02	78.8	BUENA	57.2	BUENA	58.2	BUENA	57.6	BUENA
49	Río Frío	RF-03	81.9	OPTIMA	66.9	BUENA	67.1	BUENA	63.3	BUENA
50	Río Frío	RF-P	64.3	BUENA	44.1	DUDOSA	57.0	BUENA	46.0	DUDOSA

51	Río Frío	RF-B	15.4	PESIMA	21.7	INADECUA	21.8	INADECUA	20.2	INADECUA
52	Río Frío	RF-1A	24.5	INADECUA	25.2	INADECUA	23.1	INADECUA	26.6	INADECUA
53	Q. Mensuli	MS-05	82.7	OPTIMA	58.4	BUENA	63.0	BUENA	59.9	BUENA
54	Q. Aranzoque	AZ-07	73.1	BUENA	49.5	DUDOSA	56.8	BUENA	49.8	DUDOSA
55	Q. Aranzoque	AZ-1A	72.2	BUENA	48.2	DUDOSA	56.9	BUENA	47.0	DUDOSA
56	Q. Zapamanga	ZA-01	73.6	BUENA	44.9	DUDOSA	42.3	DUDOSA	45.1	DUDOSA
57	Q. La Flora	LF-01	72.8	BUENA	39.6	DUDOSA	38.6	DUDOSA	38.3	DUDOSA
58	Q. La Cascada	CS-01	65.2	BUENA	48.2	DUDOSA	56.2	BUENA	47.7	DUDOSA
59	Q. La Iglesia	LI-03	22.9	INADECUA	33.5	INADECUA	33.8	INADECUA	26.7	INADECUA
60	Q. La Iglesia	LI-01	40.5	DUDOSA	41.8	DUDOSA	30.0	INADECUA	33.1	INADECUA
61	Q. El Macho	MA-01	53.0	BUENA	42.0	DUDOSA	49.9	DUDOSA	50.4	DUDOSA
62	Q. La	GY-01	26.8	INADECUA	32.8	INADECUA	19.4	PESIMA	35.1	INADECUA
63	Q. El Carrasco	DC-01	10.3	PESIMA	11.9	PESIMA	8.75	PESIMA	9.14	PESIMA
64	Q. Samacá	SM-01	75.4	BUENA	62.4	BUENA	62.6	BUENA	61.6	BUENA
65	Q. Santa Cruz	SC-01	81.2	OPTIMA	62.7	BUENA	65.9	BUENA	57.7	BUENA
66	Río Silgará	SG-01A	82.8	OPTIMA	73.4	BUENA	63.5	BUENA	65.7	BUENA
67	Río Umpála	UP-01	82.5	OPTIMA	59.1	BUENA	68.4	BUENA	60.3	BUENA
68	Q. Arenales	QA-02	71.2	BUENA	71.4	BUENA	74.7	BUENA	70.6	BUENA
69	Q. Arenales	QA-01	72.4	BUENA	54.4	BUENA	64.1	BUENA	53.2	BUENA
70	Río Jordán	RJ-01	64.5	BUENA	65.6	BUENA	69.6	BUENA	59.7	BUENA
71	Q. La Baja	LB-01	65.4	BUENA	57.3	BUENA	65.8	BUENA	69.2	BUENA

Ilustración 3. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018

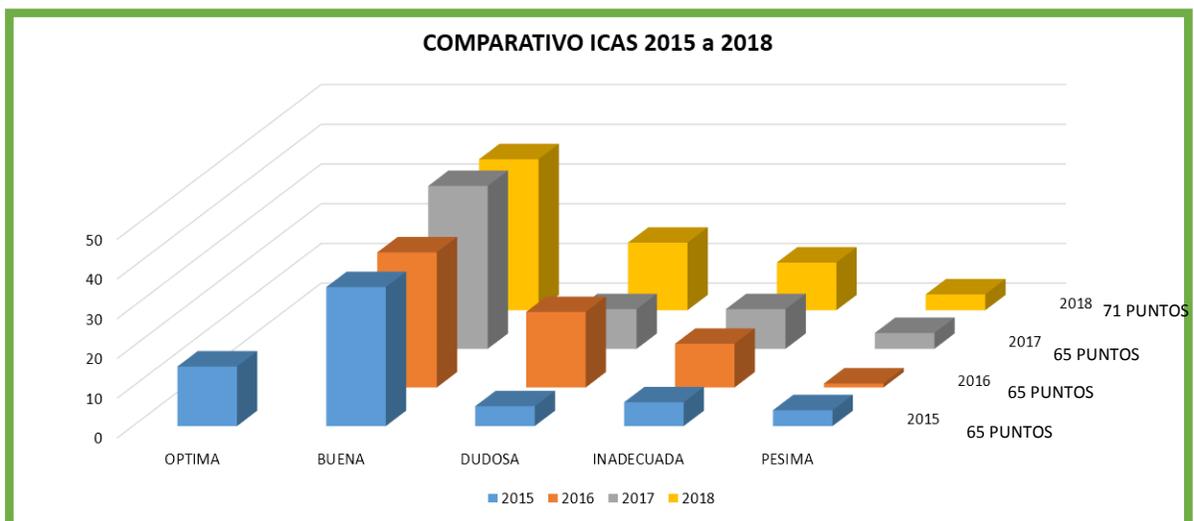


Tabla 8. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018

	2015	2016	2017	2018
OPTIMA	15	0	0	0
BUENA	35	34	41	38
DUDOSA	5	19	10	17
INADECUADA	6	11	10	12
PESIMA	4	1	4	4

En la ilustración 3 y la tabla 8, se observa que

- Predomina el Índice de Calidad de Agua clasificado como “BUENA” manteniéndose a lo largo de los últimos 4 años y que durante el año 2018 este equivale al 53.5% de los índices evaluados; al no haber resultados de Índices de Calidad de Agua con clasificación “OPTIMA” tenemos 46.5% en clasificación “DUDOSA”, “INADECUADA” y “PESIMA”.
- Para Índice de Calidad de Agua en clasificación “OPTIMA” es importante resaltar que desde el año 2015 no se presentan puntos con esta clasificación y que estos puntos se ven reflejado en clasificaciones como “BUENA”.

1.5.1.2. RESULTADOS ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DE AGUA – ICO´S

A continuación se exponen los resultados y análisis de los índices de contaminación en cada una de las corrientes:

Tabla 9. Índices de Contaminación del Agua – ICO´s en puntos de monitoreo durante el año 2018

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminaci	ICOM O	Grado de Contaminaci	ICOSU S	Grado de Contaminaci	ICOTR O	Grado de Contaminaci
1	Río Suratá	SA-07	0.11	Ninguna	0.25	Baja	0.05	Ninguna	0.07	Eutrófico
2	Río Suratá	SA-06	0.15	Ninguna	0.40	Baja	0.06	Ninguna	0.065	Eutrófico
3	Río Suratá	SA-05	0.21	Baja	0.33	Baja	0.15	Ninguna	0.1025	Eutrófico
4	Río Suratá	SA-03	0.23	Baja	0.41	Media	0.15	Ninguna	0.1	Eutrófico
5	Río Suratá	SA-01	0.29	Baja	0.50	Media	0.18	Ninguna	0.2125	Eutrófico
6	Río Vetas	RV-05	0.12	Ninguna	0.24	Baja	0.73	Alta	0.2075	Eutrófico
7	Río Vetas	RV-02	0.11	Ninguna	0.27	Baja	0.32	Baja	0.1075	Eutrófico
8	Río Vetas	RV-01	0.19	Ninguna	0.31	Baja	0.35	Baja	0.34	Eutrófico
9	Río Tona	RT-01A	0.41	Media	0.35	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico
10	Río Charta	RCH-01	0.25	Baja	0.29	Baja	0.15	Ninguna	0.1175	Eutrófico
11	Río de Oro	RO-O-10	0.19	Ninguna	0.14	Ninguna	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico
12	Río de Oro	RO-06	0.08	Ninguna	0.23	Baja	0.01	Ninguna	0.055	Eutrófico
13	Río de Oro	RO-05	0.08	Ninguna	0.23	Baja	0.03	Ninguna	0.05	Eutrófico
14	Río de Oro	RO-O-	0.18	Ninguna	0.62	Alta	0.31	Baja	0.5875	Eutrófico
15	Río de Oro	RO-04	0.23	Baja	0.61	Alta	0.29	Baja	0.5125	Eutrófico
16	Río de Oro	RO-O-4N	0.22	Baja	0.54	Media	0.27	Baja	0.415	Eutrófico
17	Río de Oro	RO-O-4H	0.18	Ninguna	0.54	Media	0.14	Ninguna	0.4825	Eutrófico
18	Río de Oro	RO-4A	0.23	Baja	0.53	Media	0.29	Baja	0.5225	Eutrófico
19	Río de Oro	RO-02	0.48	Media	0.83	Muy Alta	0.27	Baja	2.2825	Hipereutrófico
20	Río de Oro	RO-O-2A	0.45	Media	0.76	Alta	0.34	Baja	1.875	Hipereutrófico
21	Río de Oro	RO-01	0.48	Media	0.78	Alta	0.31	Baja	1.9875	Hipereutrófico
22	Q. El Rasgón	QRG-O-	0.02	Ninguna	0.22	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico
23	Q. Grande	QG-01	0.37	Baja	0.47	Media	0.26	Baja	0.1325	Eutrófico
24	Q. Soratoque	SO-01	0.59	Media	0.51	Media	0.12	Ninguna	0.46	Eutrófico
25	Río Lato	LT-01	0.19	Ninguna	0.58	Media	0.27	Baja	0.31	Eutrófico

26	Q. Chimita	CA-01	0.85	Muy Alta	0.74	Alta	0.91	Muy Alta	5.96	Hipereutrófico
27	Q. La Cuyamita	CY-01	0.76	Alta	0.76	Alta	0.34	Baja	3.6975	Hipereutrófico
28	Q. La Argelia	AR-01	0.86	Muy Alta	0.71	Alta	0.30	Baja	3.1775	Hipereutrófico
29	Q. Las Navas	LN-01	0.64	Alta	0.84	Muy Alta	0.16	Ninguna	3.57	Hipereutrófico
30	Q. La Picha	LP-01	0.94	Muy Alta	0.90	Muy Alta	0.86	Muy Alta	5.375	Hipereutrófico
31	Q. Chapinero	CH-01	0.69	Alta	0.76	Alta	0.63	Alta	3.0175	Hipereutrófico
32	Río Lebrija	RL-08	0.20	Ninguna	0.56	Media	0.56	Media	0.5225	Eutrófico
33	Río Lebrija	RL-07	0.25	Baja	0.58	Media	0.58	Media	0.8575	Eutrófico
34	Río Lebrija	RL-03	0.27	Baja	0.60	Media	0.56	Media	0.855	Eutrófico
35	Río Lebrija	RL-02	0.38	Baja	0.59	Media	0.44	Media	1.215	Hipereutrófico
36	Río Negro	RN-01	0.06	Ninguna	0.43	Media	0.40	Baja	0.1375	Eutrófico
37	Río Salamaga	SL-04	0.05	Ninguna	0.34	Baja	0.13	Ninguna	0.07	Eutrófico
38	Río Cachira	RC-01	0.11	Ninguna	0.43	Media	0.34	Baja	0.12	Eutrófico
39	Río Cachirí	RC-02A	0.15	Ninguna	0.30	Baja	0.15	Ninguna	0.09125	Eutrófico
40	Q. La Angula	LA-04	0.10	Ninguna	0.41	Media	0.08	Ninguna	0.1575	Eutrófico
41	Q. La Angula	LA-03	0.51	Media	0.93	Muy Alta	0.53	Media	5.8975	Hipereutrófico
42	Q. La Angula	LA-01	0.23	Baja	0.44	Media	0.05	Ninguna	0.74	Eutrófico
43	Río Playonero	PY-02A	0.05	Ninguna	0.40	Media	0.15	Ninguna	0.08	Eutrófico
44	Río Playonero	PY-01	0.06	Ninguna	0.45	Media	0.12	Ninguna	0.0925	Eutrófico
45	Río Manco	RM-02	0.04	Ninguna	0.37	Baja	0.25	Baja	20.89	Hipereutrófico
46	Río Manco	RM-01	0.05	Ninguna	0.44	Media	0.43	Media	0.2775	Eutrófico
47	Q. La Ruitoca	LR-02	0.11	Ninguna	0.43	Media	0.02	Ninguna	0.1025	Eutrófico
48	Q. La Ruitoca	LR-03	0.08	Ninguna	0.37	Baja	0.02	Ninguna	0.0525	Eutrófico
49	Río Frío	RF-03	0.05	Ninguna	0.35	Baja	0.28	Baja	0.115	Eutrófico
50	Río Frío	RF-P	0.15	Ninguna	0.50	Media	0.38	Baja	0.2825	Eutrófico
51	Río Frío	RF-B	0.55	Media	0.85	Muy Alta	0.37	Baja	4.3975	Hipereutrófico
52	Río Frío	RF-1A	0.51	Media	0.79	Alta	0.38	Baja	3.095	Hipereutrófico
53	Q. Mensulí	MS-05	0.14	Ninguna	0.42	Media	0.05	Ninguna	0.1425	Eutrófico
54	Q. Mensulí	AZ-07	0.33	Baja	0.57	Media	0.05	Ninguna	0.3775	Eutrófico
55	Q. Aranzoque	AZ-1A	0.30	Baja	0.59	Media	0.09	Ninguna	0.485	Eutrófico
56	Q. Zapamanga	ZA-01	0.45	Media	0.63	Alta	0.01	Ninguna	0.8075	Eutrófico
57	Q. La Flora	LF-01	0.49	Media	0.61	Alta	0.61	Alta	0.9675	Eutrófico

58	Q. La Cascada	CS-01	0.64	Alta	0.57	Media	0.03	Ninguna	0.6025	Eutrófico
59	Q. La Iglesia	LI-03	0.65	Alta	0.78	Alta	0.38	Baja	2.165	Hipereutrófico
60	Q. La Iglesia	LI-01	0.65	Alta	0.66	Alta	0.25	Baja	2.51	Hipereutrófico
61	Q. El Macho	MA-01	0.42	Media	0.55	Media	0.02	Ninguna	0.4275	Eutrófico
62	Q. La Guacamaya	GY-01	0.57	Media	0.73	Alta	0.03	Ninguna	1.1225	Hipereutrófico
63	Q. El Carrasco	DC-01	1.00	Muy Alta	0.96	Muy Alta	0.55	Media	4.1	Hipereutrófico
64	Q. Samacá	SM-01	0.11	Ninguna	0.39	Baja	0.03	Ninguna	0.06	Eutrófico
65	Q. Santa Cruz	SC-01	0.04	Ninguna	0.40	Media	0.15	Ninguna	0.0825	Eutrófico
66	Río Silgará	SG-01A	0.04	Ninguna	0.28	Baja	0.35	Baja	0.0975	Eutrófico
67	Río Umpála	UP-01	0.16	Ninguna	0.39	Baja	0.53	Media	0.2325	Eutrófico
68	Q. Arenales	QA-02	0.10	Ninguna	0.21	Baja	0.01	Ninguna	0.0875	Eutrófico
69	Q. Arenales	QA-01	0.07	Ninguna	0.45	Media	0.02	Ninguna	0.1725	Eutrófico
70	Río Jordán	RJ-01	0.08	Ninguna	0.41	Media	0.03	Ninguna	0.175	Eutrófico
71	Q. La Baja	LB-01	0.51	Media	0.20	Baja	0.07	Ninguna	0.07	Eutrófico

Tabla 10. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización

ICOMI		
Grado de	No.	%
Ninguna	34	49
Baja	14	20
Media	12	17
Alta	6	9
Muy Alta	4	6

Ilustración 4. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización

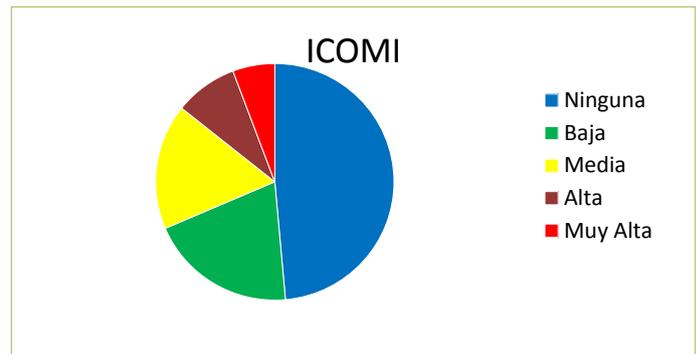


Tabla 11. Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica

ICOMO		
Grado de	No.	%
Ninguna	1	1
Baja	20	29
Media	29	41
Alta	14	20
Muy Alta	6	9

Ilustración 5. Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica

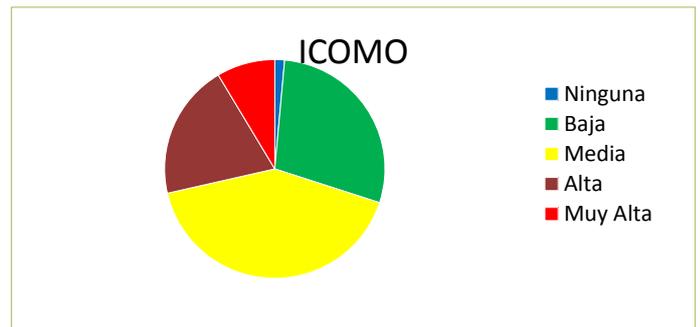


Tabla 12. Porcentaje de Índice de contaminación por sólidos suspendidos

ICOSUS		
Grado de Contaminación	No. Puntos	%
Ninguna	34	49
Baja	23	33
Media	8	11
Alta	3	4
Muy Alta	2	3

Ilustración 6. Porcentaje de Índice de contaminación por sólidos suspendidos

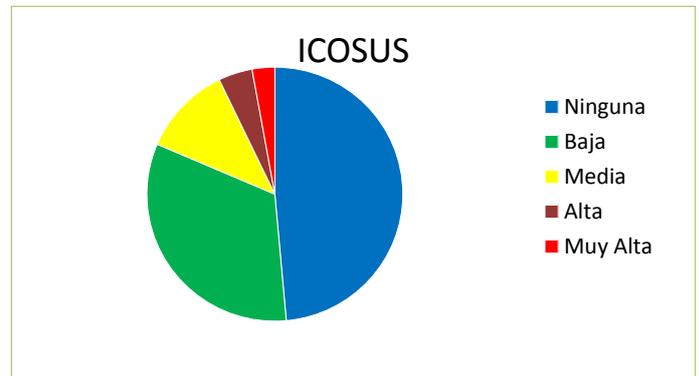
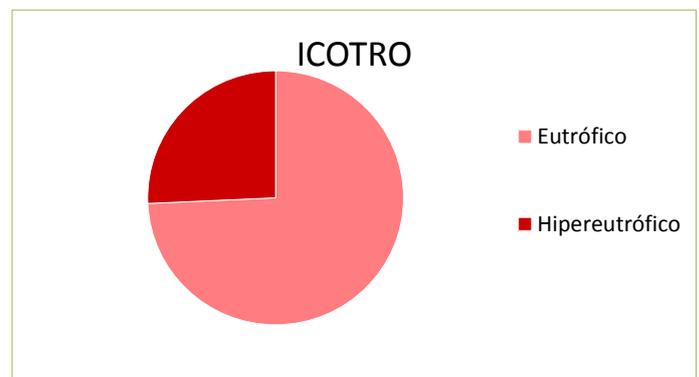


Tabla 13. Índice de contaminación trófico

ICOTRO		
Grado de	No.	%
Oligotrófico	0	0
Mesotrófico	0	0
Eutrófico	52	74
Hipereutrófico	18	26

Ilustración 7. Índice de contaminación trófico



- Índice de contaminación por mineralización- ICOMI

La ilustración 4 y la tabla 10 muestran como el 86% de los puntos de monitoreo el ICOMI se encuentra en grados de contaminación “ninguna”, “baja” y “media” (49%, 20% y 17% respectivamente)

- Índice de contaminación por materia orgánica- ICOMO

Como se observa en la ilustración 5 y tabla 11 para el caso del ICOMO y los porcentajes en general presentados como “ninguna” y “baja” corresponden al 30% (1% y 29% respectivamente). Lo que indica que el número de puntos en donde se presenta contaminación por materia orgánica no es tan significativo

- Índice de contaminación por sólidos suspendidos- ICOSUS

En el caso de los ICOSUS, el porcentaje más significativo corresponde al grado de contaminación “ninguno” y “bajo” con un valor de 82% (49% y 33% y respectivamente) lo cual se explica por el hecho que muchas estaciones se encuentran en corrientes con poco aporte de sólidos suspendidos.

- Índice de contaminación trófico - ICOTRO

En el caso de los ICOTRO, en la ilustración 7 y la tabla 13 podemos observar que la concentración de fósforos en todos los puntos de monitoreo son mayores a 0.02 mg/l

1.6. RESULTADOS POR CORRIENTE

1.6.1. RÍO SURATA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

El río Suratá tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que van desde el punto SA-07 ubicado en la Estación conocida como Uña de gato, SA-06 Estación Puente Pánaga, SA-05 Estación La Playa, SA-03 Estación Bosconia y SA-01 Estación Bavaria. El río Suratá tiene a su vez tres afluentes importantes, Río Vetás, Charta y Tona con sus puntos de monitoreo RV-01 Estación conocida como Puente Pánaga 2, RCH-01 Estación La Playa 2, RT-01A Estación Tona.

Ilustración 8. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2018

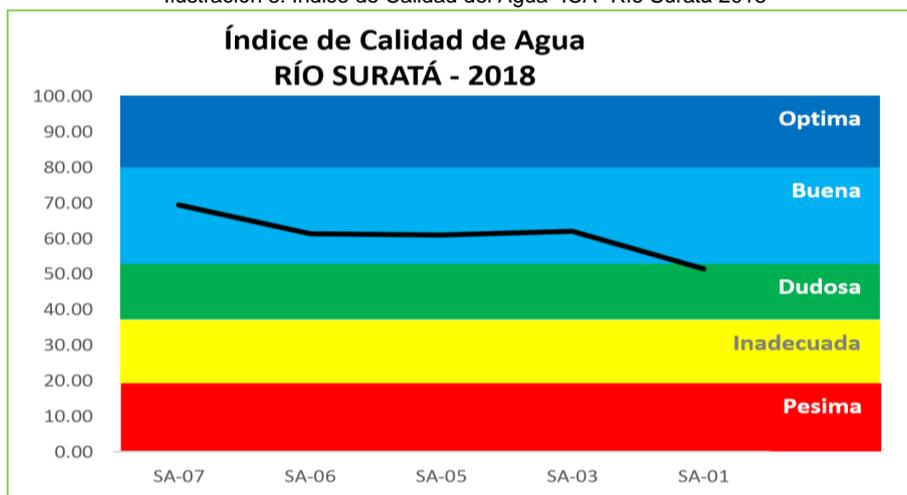


Ilustración 9. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2015, 2016, 2017 Y 2018

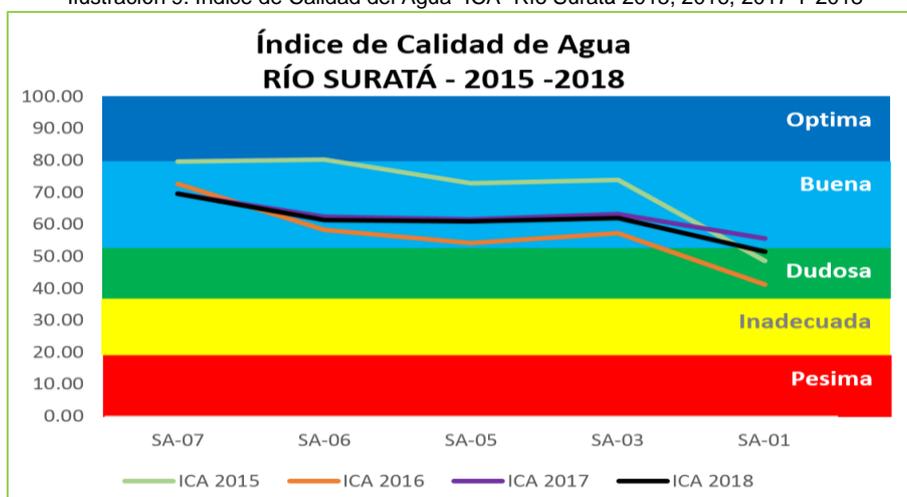


Ilustración 10. Índice de Contaminación del Agua -ICO's - Río Suratá 2018

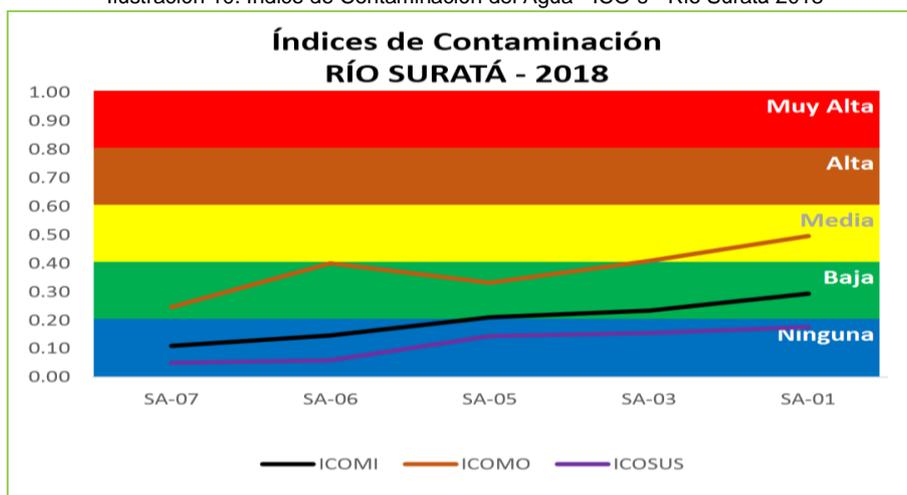


Ilustración 11. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Suratá 2018

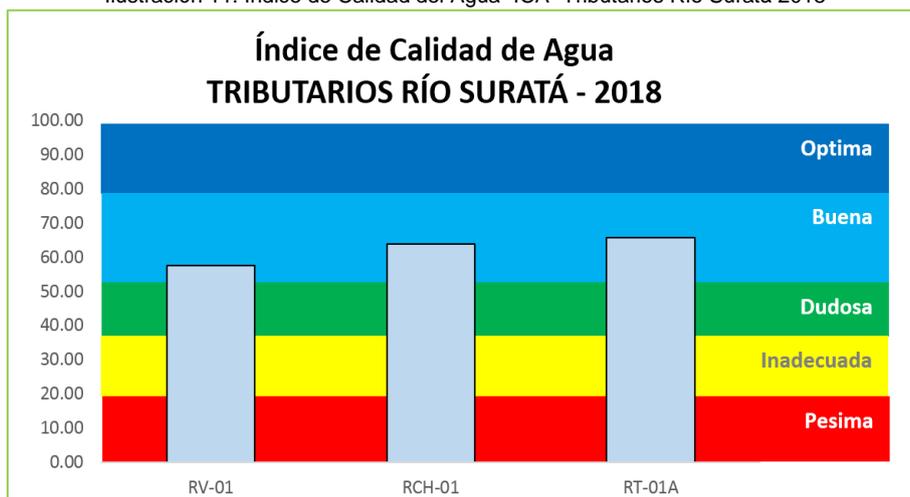


Ilustración 12. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Suratá 2015, 2016, 2017 y 2018

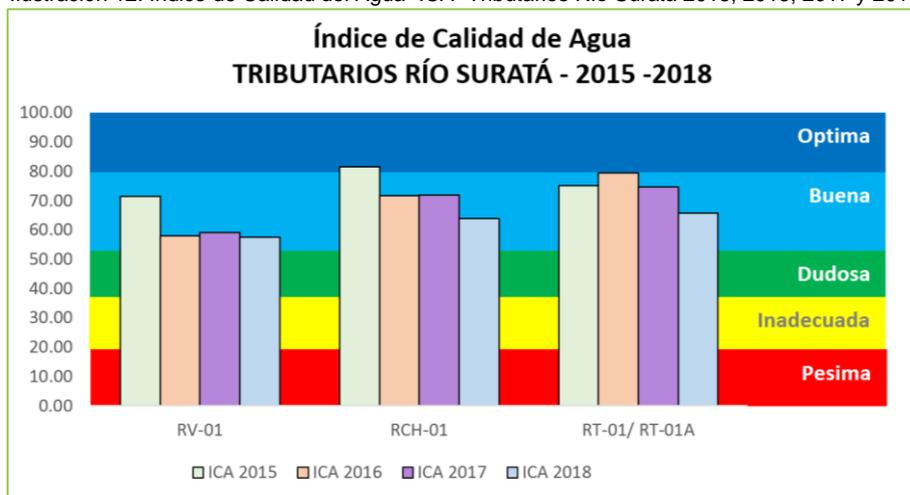
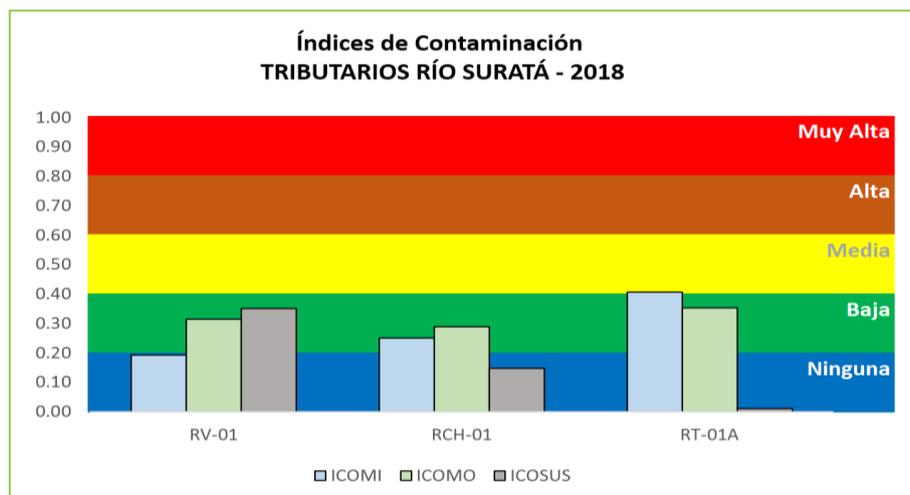


Ilustración 13. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río Suratá 2018



La calidad del Río Suratá va disminuyendo desde su nacimiento hasta su desembocadura, pero siendo de categoría “BUENA” en los primeros cuatro puntos de monitoreo y finalizando en el último punto de monitoreo en calidad “DUDOSA”. Las calidades de los puntos SA-07, SA-06, SA-05 y SA-03 se ubicaron en “BUENA” manteniendo las mismas condiciones que se presentaron en estos sitios de monitoreo en los años 2015, 2016, 2017 y 2018; En la estación SA-01 la calidad del agua se ubicó en “DUDOSA” para los años 2015 y 2016, pasando en las campañas de 2017 a calidad “BUENA” y regresando en el año 2018 a calidad “DUDOSA”

En la ilustración No. 10 analizamos que los índices de contaminación por Sólidos Suspendidos y por Mineralización se encuentran en categoría “BAJA” y “NINGUNA” en los cinco puntos correspondientes al río Suratá, mientras que en el ICOMO se observa un incremento de contaminación en el punto de monitoreo SA-01 (Grado Medio) debido a que en este punto se han realizado aportes de sistemas de alcantarillados de la zona norte de Bucaramanga. Lo anterior se corrobora observando los grados de contaminación de materia orgánica y mineralización. Igualmente en esta ilustración se observa con la proyección de la curva de los ICOS, que el río va perdiendo su calidad a medida que se acerca a su desembocadura

Los afluentes principales del Río Suratá, Río Charta, Río Vetas y Río Tona presentan calidades “BUENAS” y en esta categoría se han presentado los largo de los últimos años.

Los Índices de contaminación en los afluentes del Río Suratá se presentan en rangos de “BAJO” y “NINGUNO” lo que indica que los aportes de materia orgánica son muy bajos comparado con el caudal de dilución de las corrientes hídricas. En cuanto al ICOSUS el grado de contaminación para Río Tona, Río Charta y la quebrada la Baja, es ninguno, lo que significa que hubo poco aporte de sedimentos, mientras que para el Río Vetas aunque la contaminación por sólidos es “baja” se observa un incremento con respecto a los demás tributarios del Río Suratá y el mismo comportamiento se presenta en la contaminación por materia orgánica. Para el punto RT-01A se observa que el índice de contaminación por mineralización está dentro del rango “MEDIO”.

1.6.2. RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

Río de Oro tiene establecido seis puntos de monitoreo anteriores en todo su trayecto, RO-06 y RO-05, ubicados aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocidos como Estación el Rasgón y el Conquistador respectivamente, los puntos RO-04 ubicado en la Estación Palogordo y RO-4A en la Estación Bahondo, y los puntos RO-02 conocido como Estación Carrizal ubicado en el sector del mismo nombre y por último RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño.

Para el año 2018 se adicionaron los puntos RO-O-10, RO-O-2PA, RO-0-4N, RO-O-4H, RO-O-2A y como afluente el punto QRG-O-01.

Las quebradas Grande (QG-01-Estación Barroblanco), Soratoque (SO-01-Estación Villa Paulina) y río Lato (LT-01-Estación la Batea) son los afluentes del Río de Oro ubicados en el municipio de Piedecuesta y en el municipio de Girón la Quebrada la Ruitoca (LR-02-Estación El Pilón y LR-03-Estación Cañaverál). Río Frío uno de los

principales afluentes de Río de Oro, contempla en su recorrido cuatro puntos de monitoreo (RF-03 Estación La Esperanza, RF-P Estación El Pórtico, RF-B Estación El Caucho y RF-1A Estación Caneyes.

Otro afluente principal y significativo para Río de Oro es la Quebrada la Iglesia conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora (LF-01 Estación El Jardín) y La Cascada (CS- 01 Estación La Floresta) conforman la Quebrada La Iglesia, la cual en su trayecto contempla dos puntos de monitoreo LI-03 Estación San Luís y LI-01 Estación Puente Sena. Como quebradas afluentes de la quebrada La Iglesia se encuentran las quebradas La Guacamaya (GY-01) conocida como Estación Coca-Cola 1, El Macho (MA-01) Estación Coca-Cola 2 y El Carrasco (DC-01) Estación Cenfer; estas corrientes son receptoras de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales.

Por último se encuentran como afluentes dentro de las quebradas de la Escarpa de Bucaramanga Chimitá (CA-01) conocida como Estación Chimita, Cuyamita (CY-01) Estación Parque Industrial, La Argelia (AR-01) Estación Argelia, Las Navas (LN-01) Estación Forjas Navas, Chapinero (CH-01) Estación Forjas Chapinero y La Picha (LP-01) Estación Trituradora, en estas corrientes los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con Río de Oro. A continuación se muestran los resultados graficamente:

Ilustración 14. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2018

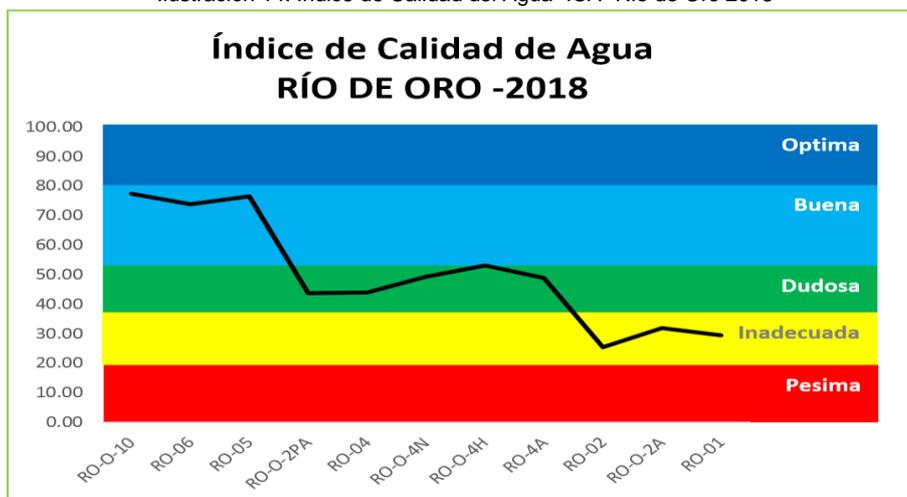


Ilustración 15. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018

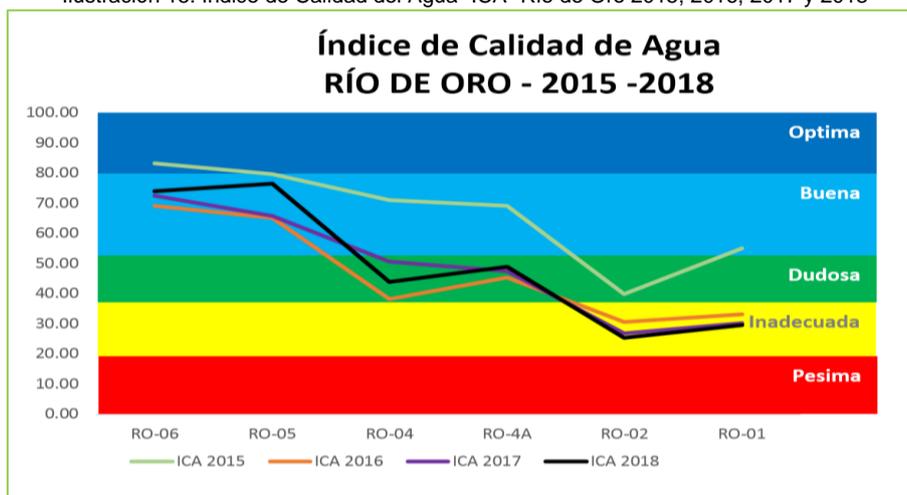


Ilustración 16. Índice de Contaminación del Agua -ICA- Río de Oro 2018

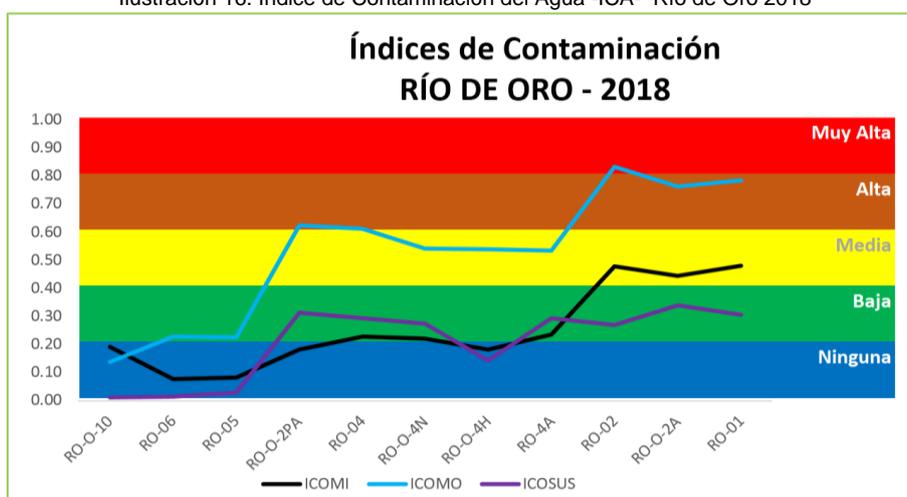


Ilustración 17. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2018

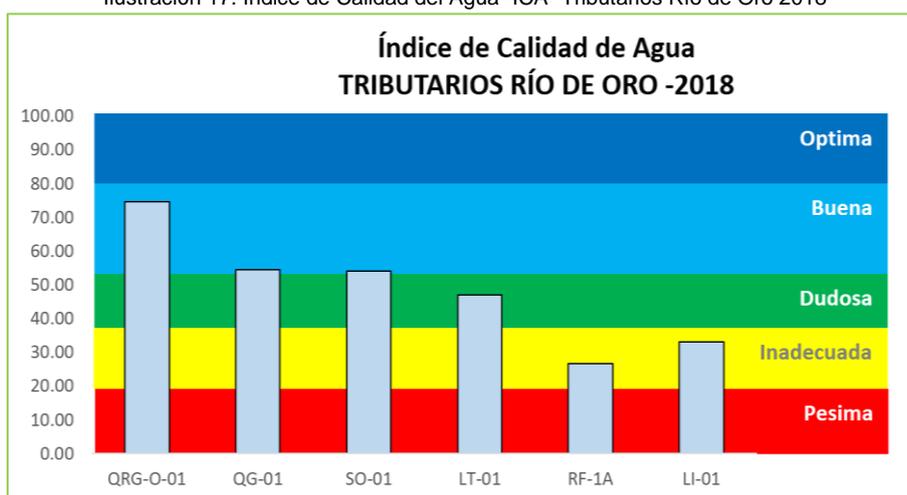


Ilustración 18. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018

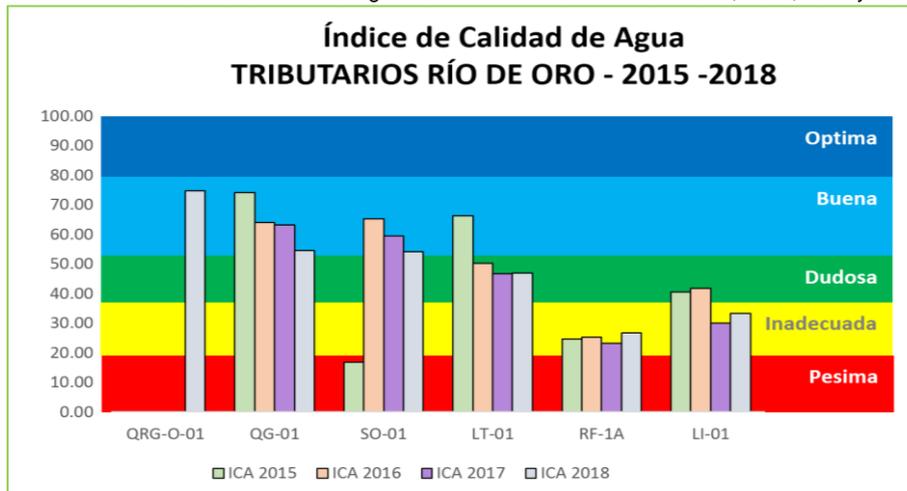
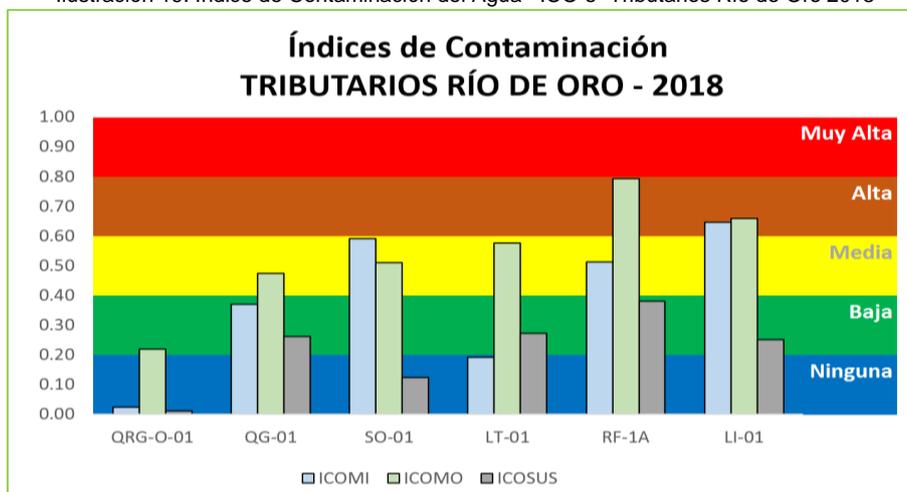


Ilustración 19. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río de Oro 2018



Los primeros puntos aguas arriba de la corriente, RO-O-10, RO-06 y RO-05 se ubican en calidad "BUENA" y no presentan ningún grado de contaminación; para los puntos medios RO-O-2PA, RO-04 y RO-O-4N el Índice de Calidad de Agua ICA se encuentra en Rango "DUDOSA" y también se observa un deterioro en el Índice de Contaminación por Materia Orgánica ubicados en un rango de contaminación "ALTA", producto del vertimiento del sistema de alcantarillado de Piedecuesta, luego se observa un aumento en la calidad en el punto RO-O-4N pero esta calidad vuelve a descender a "DUDOSA" en el punto RO-04A mientras el índice de contaminación por materia orgánica se mantiene en el rango de "MEDIA" Para el punto RO-04A el ICA tiene una calificación de Dudosa, en donde se reporta un deterioro del ICOMO, producto del aporte de materia orgánica proveniente de los vertimientos de los alcantarillados de los cascos urbanos ubicados en la cuenca; para los puntos de monitoreo ubicados en la parte baja de la corriente RO-02, RO-O-2A y RO-01 se presenta un ICA de "INADECUADO", consecuente con el ICOMO en donde tiene una calificación de "ALTA" y "MUY ALTA", producto de los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga.

Para los puntos ubicados en los tributarios al Río de Oro los más críticos son RF-1A y LI-01 (Inadecuado), LT-01 (Dudosa), debido a que se ubican en la zona urbana de

Girón, recibiendo vertimientos que aportan materia orgánica, Sólidos suspendidos y disueltos (por mineralización) como se muestra en las ilustraciones.

La calidad del agua de la quebrada la iglesia de Dudosa en el punto LI-01 se debe a que las quebradas La Guacamaya y El carrasco tienen calificación de calidad de Pésima, con valores alto y muy alto, respectivamente, en Índice de contaminación ICOMO

Es importante resaltar que la quebrada Soratoque mantuvo la calificación de “BUENA” junto con los puntos QRG-O-01 y QG-01.

1.6.3. QUEBRADAS DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA

Las quebradas de la Escarpa comprenden La Quebrada Chimitá (CA-01) conocida como Estación Chimita, Cuyamita (CY-01) Estación Parque Industrial, La Argelia (AR-01) Estación Argelia, Las Navas (LN-01) Estación Forjas Navas, Chapinero (CH-01) Estación Forjas Chapinero y La Picha (LP-01) Estación Trituradora, en estas corrientes los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con Río de Oro.

Ilustración 20. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2018

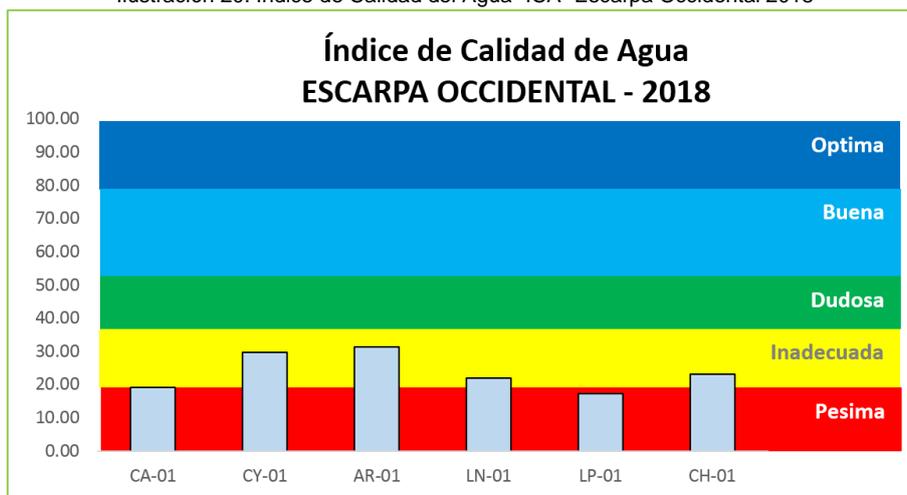


Ilustración 21. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2015, 2016, 2017 y 2018

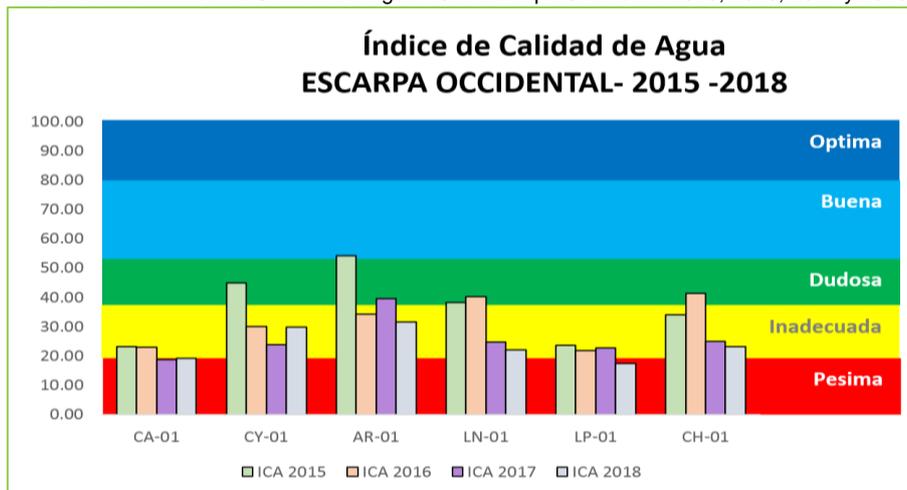
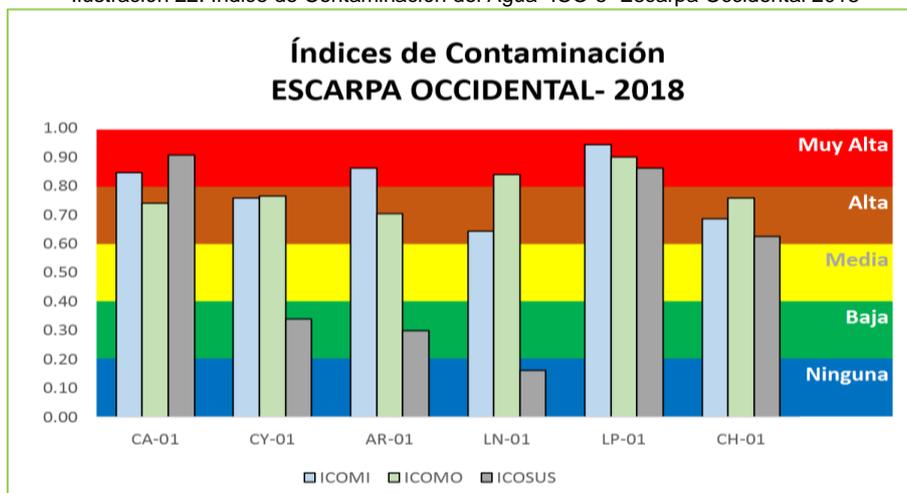


Ilustración 22. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Escarpa Occidental 2018



La quebrada Chimitá nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, receptoras de vertimientos domésticos provenientes de uno de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, su afectación se produce por la influencia de materia orgánica, sólidos suspendidos y mineralización del agua, presentando grados de contaminación por ICOMO, ICOSUS e ICOMI Alta y Muy Alta y un ICA de Calidad “PESIMA”.

Las quebradas la Cuyamita, Argelia, Las Navas y Chapinero presentaron en promedio calidad Inadecuada, el índice de contaminación más alto lo registró la quebrada La Picha con todos los índices de contaminación en el rango “MUY ALTA”.

1.6.4. RIO LEBRIJA Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES

El Río Lebrija contempla en el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, cuatro puntos de monitoreo RL-02 ubicado en la Estación Bocas, RL-03 en la Estación Embalse, RL-07 en la Estación Palmas y RL-08 en la Estación Vanegas; el primero

localizado aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Suratá antes de la confluencia con río Negro, el segundo aguas abajo del embalse de Bocas y el tercero y cuarto antes y después de la confluencia con Río Cáchira.

Los afluentes del Río Lebrija que se monitorean son Río Negro (RN-01) ubicado en la Estación Brisas; la Quebrada La Angula con tres puntos LA-04 en la Estación El Águila ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija, LA-03 Estación La Batea aguas abajo de los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales del municipio de Lebrija y LA-01 Estación Palmas antes de la confluencia con el Río Lebrija; Río Salamaga SL-04 Estación El Bambú y Río Cáchira RC-01 Estación Vanegas. A continuación se expone las calidades e índices de contaminación:

Ilustración 23. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2018

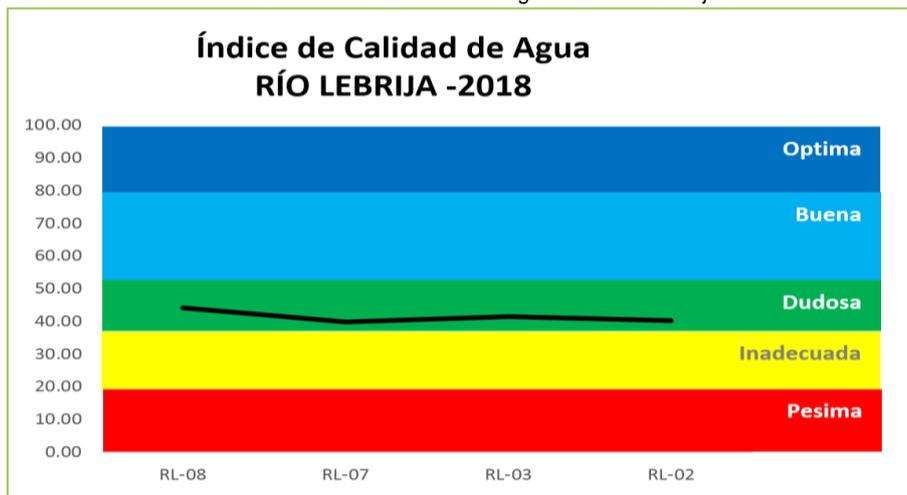


Ilustración 24. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018

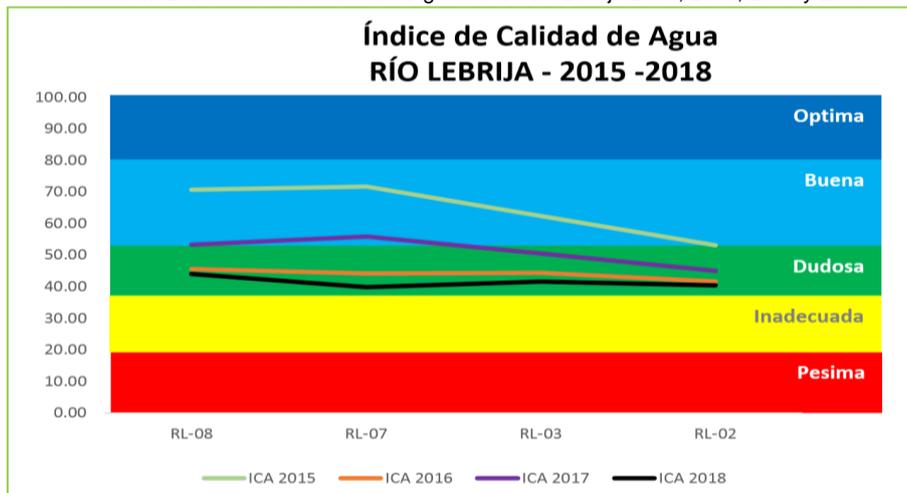


Ilustración 25. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Río Lebrija 2018

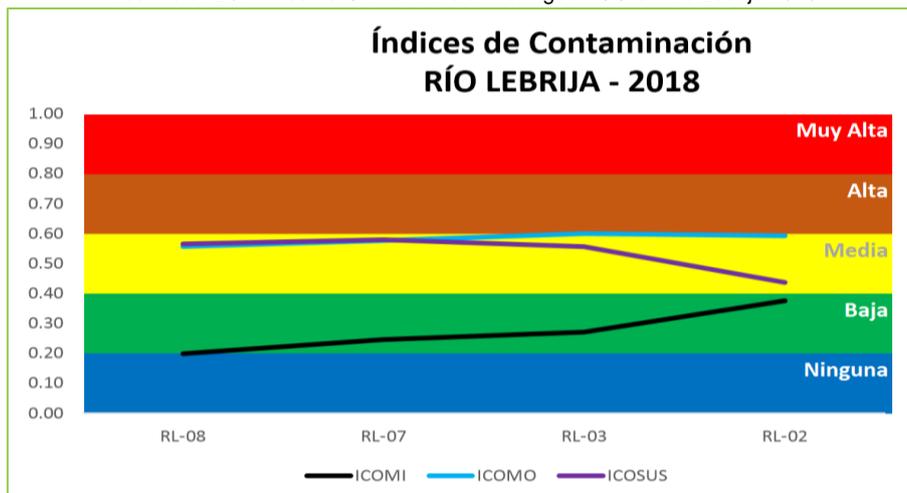


Ilustración 26. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2018

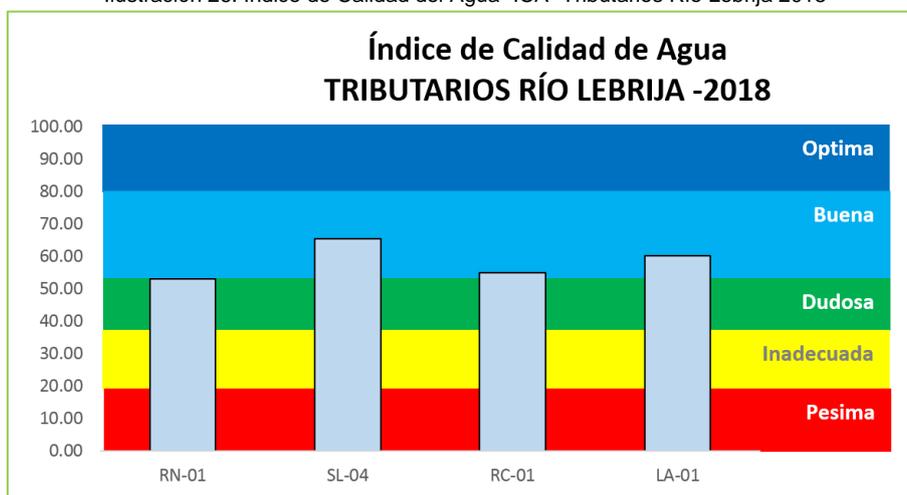


Ilustración 27. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018

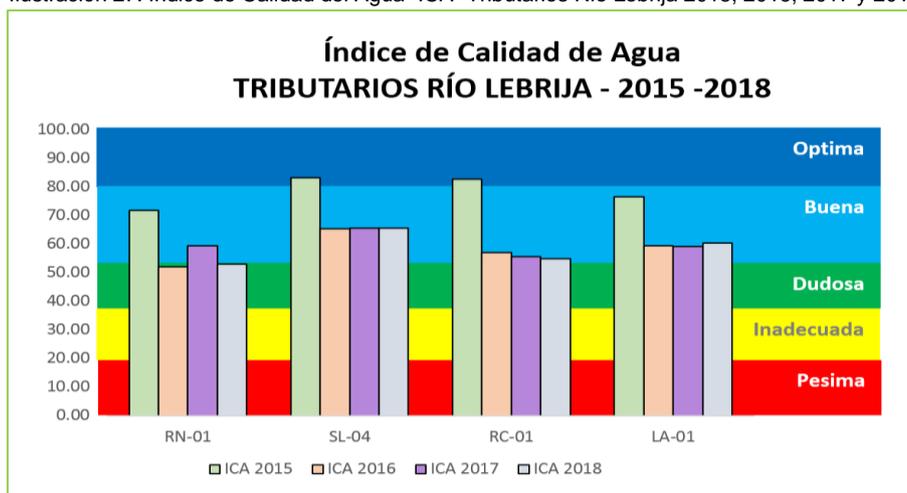
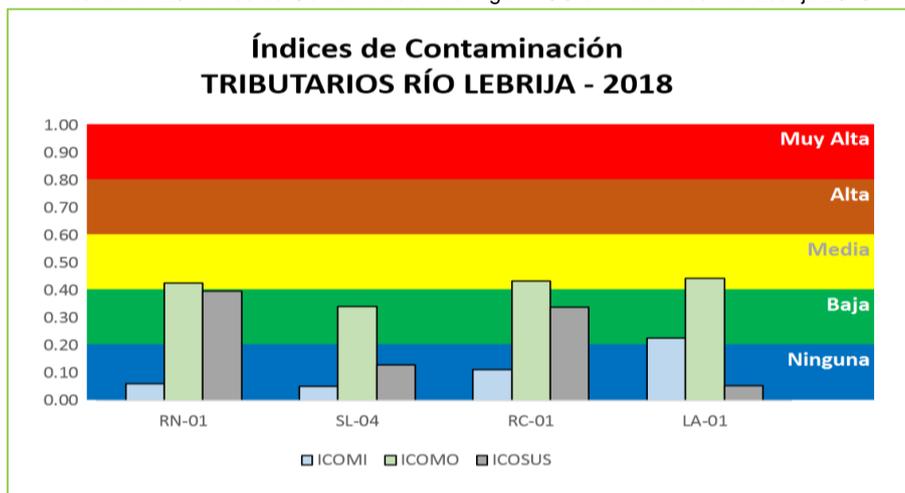


Ilustración 28. Índice de Contaminación del Agua -ICO´s- Tributarios Río Lebrija 2018



Los puntos que conforman el monitoreo de la corriente del río Lebrija presentan calidad de agua “DUDOSA” y sus rangos de contaminación por materia orgánica y sólidos suspendidos son de grado “MEDIO”, el ICA se mantiene durante los años 2016, 2017 y 2018 en los puntos RL-03 y RL-02, mientras que para los puntos RL-08 y RL-07 este índice de calidad desmejora respecto al año 2017.

Para índices de contaminación por mineralización el rango de los puntos de monitoreo se ubicaron en “BAJOS” y “NINGUNO”.

Para las corrientes afluentes a Río Lebrija todas presentaron Calidad “BUENA” y niveles de contaminación “MEDIA” para contaminación por materia orgánica en las corrientes Cáchira, La Angula y Salamaga, y los demás índices para todas las corrientes en los puntos de monitoreo se mantienen entre Baja y Ninguna, evidenciando las buenas condiciones físico-químicas en las que se encuentran estas corrientes.

1.6.5. RÍOS MANCO Y UMPALA

Los Ríos Manco (RM-01 y RM-02) y Umpalá (UP-01) se ubican en las Estaciones Mensuly, Primavera y Umpalá respectivamente, el primero de ellos RM-01 localizado antes de la confluencia con el Río Umpalá, el segundo punto RM-02 situado antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos, en el primer cruce con la vía a Bogotá y el tercero UP-01 antes de la confluencia con el Río Manco. En la siguientes ilustraciones se presenta los Índices de Calidad obtenidos en 2014, así como los Índices de contaminación de estos ríos:

Ilustración 29. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2018

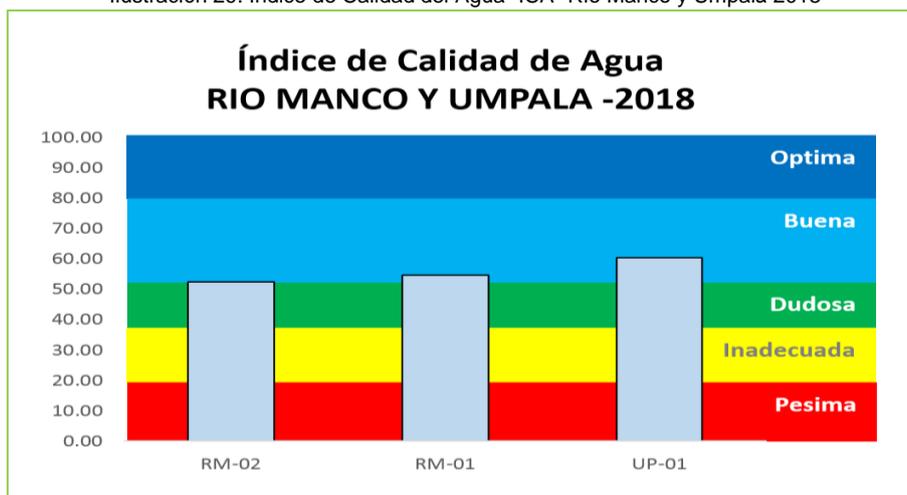


Ilustración 30. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2015, 2016, 2017 y 2018

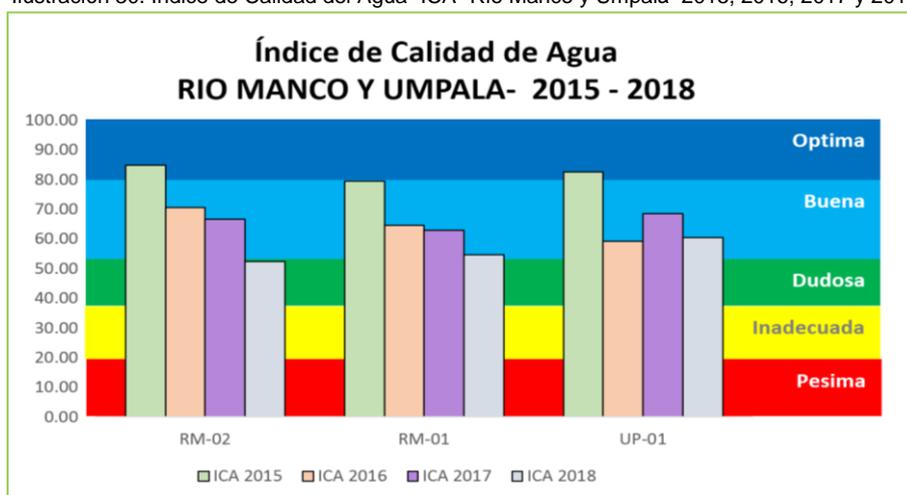
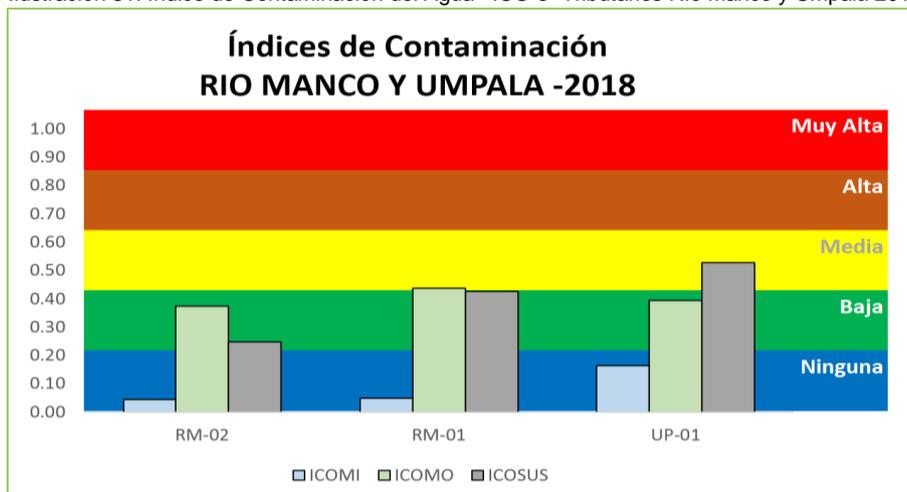


Ilustración 31. Índice de Contaminación del Agua –ICO’s- Tributarios Río Manco y Umpalá 2018



Se observa que las condiciones en estos tres puntos de monitoreo son favorables puesto que se encuentran ubicadas en el rango “BUENA”, pero aun así es notable una disminución de calidad en los últimos cuatro años.

En cuanto a los índices de contaminación en el punto RM-01 los ICO’s por materia orgánica y solidos suspendidos se encuentran en el rango de “MEDIA”, así como el

ICO por solidos suspendidos del punto UP-01.

1.6.6. RIO FRIO

El Río Frío es una afluente importante del Río de Oro, y está conformado por los puntos de monitoreo RF-03 La Esperanza, RF-P El Portico, RF-B El Caucho y RF-1A Caneyes.

Lo importante de resaltar de esta corriente es que en medio del tramo RF-P y RF-B se encuentra ubicada la PTAR que es la planta que trata las aguas residuales del área metropolitana de Bucaramanga.

Debido a la existencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Río Frío, se observa que la calidad del agua desciende considerablemente ubicarse los dos últimos puntos de la corriente RF-B y RF-1A en el rango de calidad "INADECUADO".

Ilustración 32. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2018

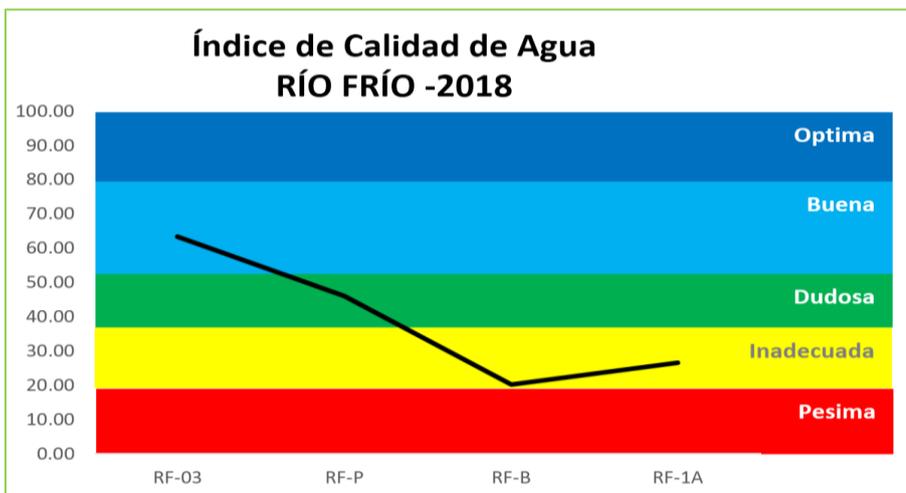


Ilustración 33. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2015, 2016, 2017 y 2018

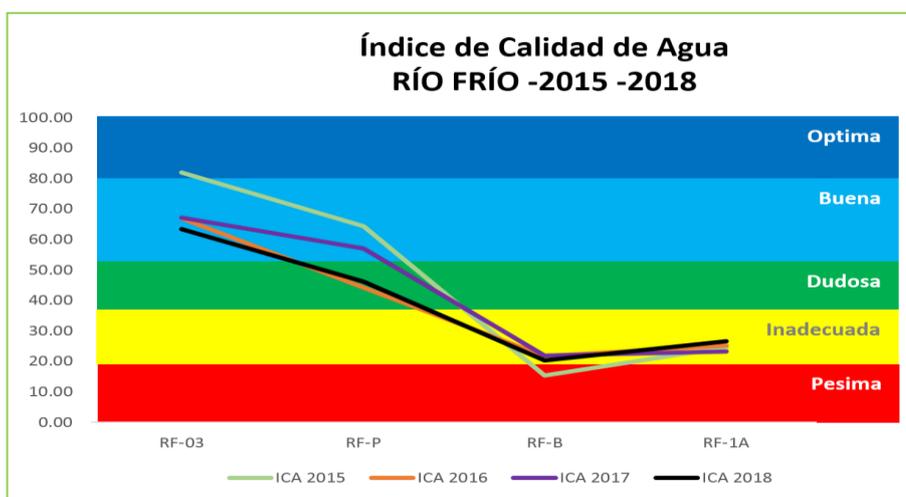
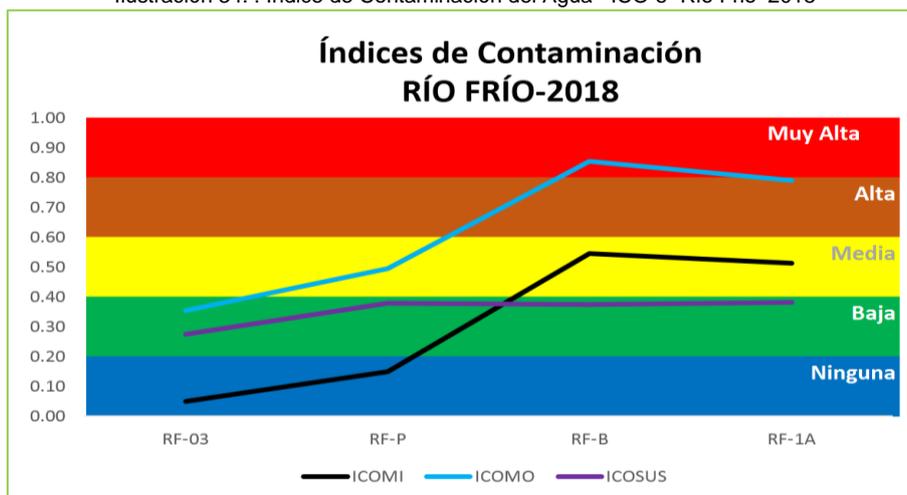


Ilustración 34. . Índice de Contaminación del Agua –ICO’s- Río Frio 2018



1.7. CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje de calidad que reportaron las fuentes hídricas de la red en la jurisdicción de la C.D.M.B fue calidad Buena (53.52%), valor más bajo que en el año 2017 cuyo porcentaje correspondió al 63.08% pero similar al año 2015 y 2016 que reportaron 53% y 52% respectivamente.
- Desde el año 2015 no se han reportado calidades de agua con rango “OPTIMO”
- Se presentó un aumento en el porcentaje con respecto al año 2017 de calidades de agua “DUDOSA” e “INADECUADA” pero así mismo se evidencio una disminución de calidades de rango “PESIMO”
- En términos generales, los puntos ubicados sobre corrientes que reciben vertimientos domésticos provenientes del sistema de alcantarillado y que tienen un bajo caudal en comparación con la descarga que reciben, presentan baja clasificación de la calidad del agua y en los puntos de monitoreo en las quebradas La Picha, La Angula, Chimita y El Carrasco se presenta la clasificación de Pésima.
- Es importante resaltar la calidad que se presenta en el punto conocido como DC-01 ubicado en la Quebrada el Carrasco, la cual recibe el vertimiento generado en la planta de tratamiento de lixiviados del sitio de Disposición de Residuos Sólidos El Carrasco, razón por la cual su clasificación continua siendo “Pésima”, con niveles de Oxígeno Disuelto nulos y los de DBO, SST y DQO son muy elevados. Para corroborar los resultados del ICA se observa que los grados de contaminación que se reporta con los ICO’s son de categoría Muy Alto. Lo anterior denota la poca efectividad del tratamiento de estos lixiviados.
- Para la Quebrada Guacamaya se observa un aumento del índice de calidad pasando de “PÉSIMA” en el año 2017 a “INADECUADA” en el año 2018 con

15.73 puntos de diferencia positiva.

- Se evidenció en los Índices de contaminación del agua que la mayor influencia la ejerce el ICOMO debido a los porcentajes más altos corresponden a las categorías Media, Alta y muy Alta, la cual representa en su sumatoria el 70% del total de puntos de monitoreo, es decir, que solo un 30% de los puntos de la red no presentan contaminación por materia orgánica.
- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como Río Frío (RF-03), Río de Oro (RO-05), Río Suratá (SA-03) y Quebrada La Angula (LA-04), se ubicaron de nuevo en clasificación Buena, aunque los índices de contaminación por materia orgánica se encuentran en rango “MEDIO” en los puntos SA-03 y LA-04.

CAPITULO II.



INFORME ANUAL DE LA RED HIDROCLIMATOLOGICA 2018

2. INFORME ANUAL DE LA RED HIDROCLIMATOLOGICA 2018

2.1. INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB como autoridad ambiental encargada de reportar información ambiental, realiza los procesos de análisis, seguimiento y gestión del conocimiento ambiental de recursos naturales renovables dentro de su área de jurisdicción, para lo cual lleva a cabo mediciones de parámetros climatológicos e hidrométricos mediante la implementación de una red de monitoreo hidroclimatológica.

La red hidroclimatológica se compone actualmente por dieciocho (18) estaciones climatológicas automáticas para la captura y almacenamiento de las variables climatológicas y setenta y un (71) puntos de monitoreo de cantidad y calidad de agua. Las estaciones se encuentran localizadas estratégicamente dentro del área de jurisdicción y abarcan los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Girón, Lebrija, Rionegro, El Playón, Suratá, California, Vetas, Matanza, Charta y Tona.

En el presente informe se pretende abordar la caracterización del comportamiento de las variables hidroclimatológicas por subcuenca del área de jurisdicción de la CDMB donde se cuenta con estaciones y puntos de monitoreo, también identificar los eventos hidroclimatológicos extremos y la tendencia general de las variables a lo largo del tiempo.

Se pretende poner la presente información a disposición de la comunidad en general y demás autoridades, como también a las diferentes subdirecciones de la CDMB; tal que contribuya a realizar una planificación ambiental direccionada al desarrollo sostenible y al óptimo aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

2.2. OBJETIVOS

1. Analizar y caracterizar el comportamiento de las variables climatológicas por cuenca o subcuenca del área de jurisdicción de la CDMB para el año 2018.
2. Identificar eventos extremos climatológicos en el área de jurisdicción de la CDMB durante el 2018.
3. Mostrar el comportamiento de los caudales en los diferentes puntos de monitoreo del área de jurisdicción.
4. Proveer información meteorológica como insumo para la toma de decisiones en las diferentes áreas de la CDMB y a otros interesados.

2.3. DEFINICIONES

- Precipitación Acumulada Mensual: Es el valor resultante de la sumatoria de precipitaciones diarias de un mes en específico.

- Precipitación Acumulada Anual: Es el valor resultante de la sumatoria de precipitaciones mensuales registradas entre diciembre de 2017 – noviembre de 2018.
- Precipitación Máxima Diaria: Es la precipitación acumulada diaria más alta registrada en un mes.
- Temperatura Promedio Mensual: Es el valor resultante de promediar las temperaturas diarias de un mes en específico.
- Temperatura Promedio Anual: Es el valor resultante de promediar las temperaturas promedio mensuales registradas entre diciembre de 2017 – noviembre de 2018.
- Temperatura Máxima Diaria: Es el valor más alto temperatura horaria registrado en un mes.
- Humedad relativa promedio diario: Es el valor resultante de promediar las humedades relativas en 24 horas de un día.
- Humedad Relativa Promedio Mensual: Es el valor resultante de promediar las humedades relativas diarias de un mes.
- Humedad Relativa Máxima Diaria: Es el valor más alto o máximo de las Humedades relativas promedio diarias.
- Humedad Relativa Promedio Anual: Es el valor resultante de promediar las humedades relativas promedios mensuales registradas entre diciembre de 2017 – noviembre de 2018.
- Radiación solar máxima mensual: Es el valor más alto de las radiaciones solares diaria registrada en un mes.
- Velocidad y Dirección del Viento: Valores representados mediante una rosa de vientos, el cual muestra la dirección del viento y la velocidad según un color clasificado en unos rangos establecidos en la ilustración.
- Velocidad del viento predominante: Es el rango de velocidades que más se repite en una serie de datos horarios registraron entre diciembre de 2017 – noviembre de 2018.
- Dirección Viento Predominante: Es la dirección que más se repite en una serie de datos horarios registraron entre diciembre de 2017 – noviembre de 2018.
- Índice UV máximo mensual: Es el valor más alto de la intensidad de radiación ultravioleta diaria registrada en un mes.

2.4. RED HIDROCLIMATOLÓGICA CDMB

La red hidroclimatológica de la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga –CDMB-, tiene sus orígenes como red encargada de reportar información ambiental desde el año 1982. En sus inicios estaba compuesta por 8 estaciones climatológicas ordinarias, 28 estaciones limnimétricas y limniilustraciones y 4 estaciones pluviolustraciones.

Desde el 2011 se llevó a cabo un proceso de mejoramiento de la red Hidroclimatológica de la CDMB, actualizando las estaciones pluviométricas por estaciones climatológicas automáticas, que a la fecha suman un total de 18 estaciones climatológicas algunas equipadas con transmisión de datos en tiempo real y sistema autónomo de energía y 71 puntos de monitoreo de calidad y cantidad de agua, utilizando diferentes técnicas de aforo.

2.4.1. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA AUTOMÁTICA

Las estaciones climatológicas automáticas utilizadas por la CDMB son del tipo Davis Vantage PRO2 (Ver Ilustración 36), compuestas por 5 sensores en una sola estación, lo cual permite que la instalación y operación sea sencilla.

Los parámetros medidos por la estación Vantage PRO2 son: presión barométrica, humedad exterior y punto de rocío, lluvia diaria y anual, velocidad y dirección del viento, factor de enfriamiento, temperatura exterior, temperatura y humedad interior, la lluvia actual, radiación solar, índice de rayos UV.

Adicionalmente se presentan datos significativos y adicionales como:

- ✓ Lluvia: Acumulado de 15 minutos, por hora, por mes, y precipitación de los últimos cuatro períodos de lluvia.
- ✓ Velocidad del Viento: Promedio de 10 minutos, dirección de la ráfaga y la dirección del viento dominante a 10 minutos.
- ✓ Temperatura Aparente: Índice de Calor (el efecto combinado de la temperatura y humedad) y, con la adición del sensor de radiación solar, obtendrá el índice de temperatura-humedad-sol-viento.
- ✓ Máximas y mínimas (y/o las lecturas totales o promedio) para casi todas las condiciones del clima de los últimos 24 días (dando la hora del día a la que aconteció), meses (con fecha), o años.



Ilustración 36. Estación climatológica tipo (Fuente: Davis Instruments)

2.4.1.1. LISTADO DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS

Al finalizar el 2018 la CDMB cuenta con 18 estaciones climatológicas automáticas operando en los diferentes municipios del área de jurisdicción, las cuales tienen como función la captura y almacenamiento de los datos climatológicos tales como precipitación, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar e índice UV. La tabla 14 relaciona el nombre, la ubicación, las coordenadas, la elevación, el año de instalación de cada estación y su estado actual.

Tabla 14. Listado de estaciones climatológicas de la CDMB

Cuenca	Nombre	Coordenadas		Elevación [msnm]	Año de instalación	Estado	Municipio
		Norte	Este				
Cuenca Cáchira del Sur	BETANIA	1.327.686	1.100.572	1005	2011	FUNCIONANDO	EL PLAYON
	LA NARANJERA	1.318.507	1.097.833	577	2012	FUNCIONANDO	EL PLAYON
	SENA	1.321.359	1.095.129	510	2011	FUNCIONANDO	EL PLAYON
	TURBAY	1.324.106	1.114.983	2236	2013	FUNCIONANDO	SURATA
	LA AGUADA	1.318.657	1.108.114	1445	2013	FUNCIONANDO	EL PLAYON
Subcuenca Rio Negro	EL CAIRO	1.304.690	1.100.860	1059	2012	FUNCIONANDO	RIONEGRO
	SANTA CRUZ	1.308.473	1.108.727	1430	2012	FUNCIONANDO	MATANZA
Subcuenca Salamaga	DIAMANTE	1.298.389	1.097.379	1054	2013	FUNCIONANDO	RIONEGRO
Subcuenca Suratá	LAGO ALTO	1.314.018	1.122.312	2600	2011	FUNCIONANDO	SURATA
	EL ROBLE	1.295.190	1.123.241	2270	2011	FUNCIONANDO	CHARTA
Subcuenca Lebrija Alto	EL ABURRIDO	1.292.166	1.106.906	1548	2013	FUERA DE	BUCARAMANGA
	EL PANTANO	1.266.513	1.094.149	1290	2011	FUNCIONANDO	GIRON
Subcuenca Rio de Oro	LA JUDIA	1.272.896	1.115.513	2165	2013	FUNCIONANDO	PIEDECUESTA
	EL RASGON	1.270.464	1.119.338	2148	2013	FUNCIONANDO	PIEDECUESTA
	ACAPULCO	1.265.648	1.102.787	1001	2013	FUNCIONANDO	GIRON
	PORTUGAL	1.284.205	1.088.385	1270	2013	FUNCIONANDO*	LEBRIJA
	CIUDADELA	1.277.632	1.105.369	938	2012	FUNCIONANDO	BUCARAMANGA
	FLORIDA	1.273.904	1.107.315	861	2012	FUNCIONANDO	FLORIDABLANCA
	CLUB	1.273.072	1.106.399	940	2011	FUNCIONANDO	FLORIDABLANCA

*La estación El Aburrido estuvo en funcionamiento hasta septiembre de 2018 y la estación Portugal inició funcionamiento en noviembre de 2018.

2.5. RESULTADOS CLIMATOLÓGICOS

Los siguientes resultado se presentan para el periodo comprendido entre diciembre de 2017 y noviembre de 2018, en caso contrario se precisa el periodo donde se registraron la mediciones.

2.5.1. CUENCA CÁCHIRA DEL SUR

Para la cuenca Cáchira del Sur las variables climatológicas son monitoreadas por cinco (5) estaciones las cuales son:

2.5.1.1. ESTACIÓN TURBAY

Se encuentra ubicada en la vereda de San Isidro cercana al caserío de Turbay del municipio de Surata, a una elevación de 2264 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta de la cuenca Cáchira del Sur y de la microcuenca Romeritos, sobre la corriente del Rio Romerito.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Turbay

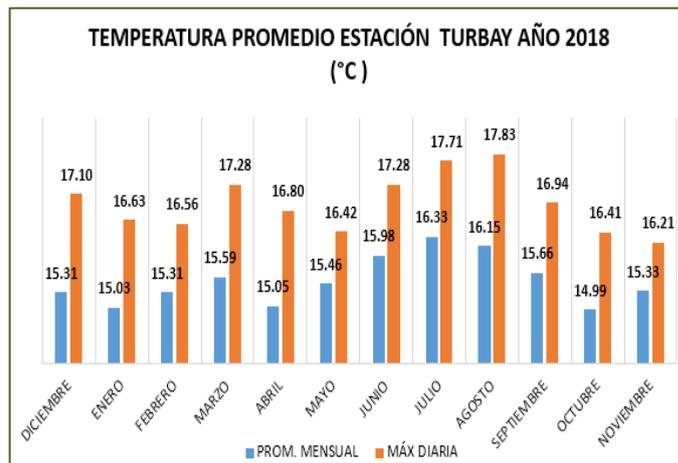
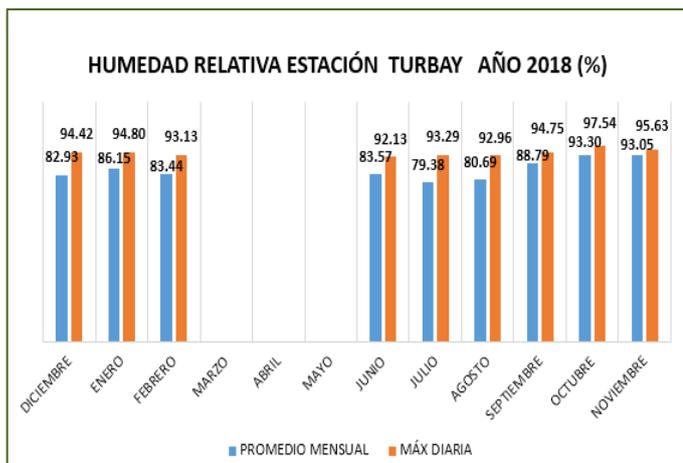


Ilustración 38. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Turbay

Ilustración 37. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Turbay

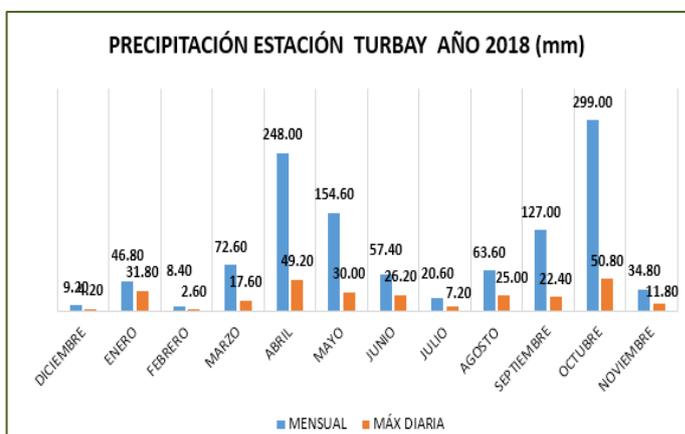
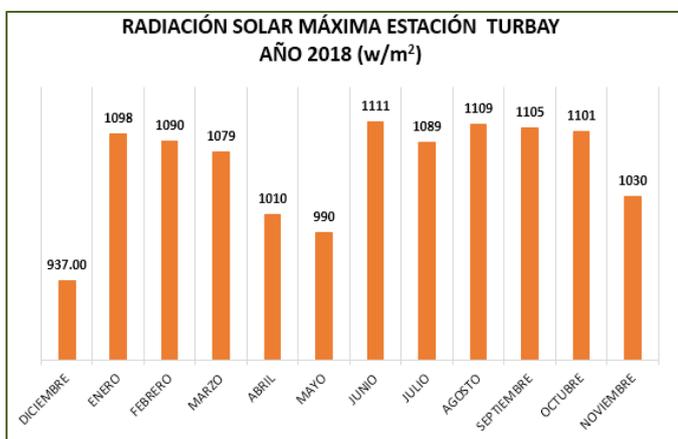


Ilustración 39. Radiación solar máxima diaria estación Turbay

Ilustración 40. Precipitación promedio mensual y máxima diaria estación Turbay

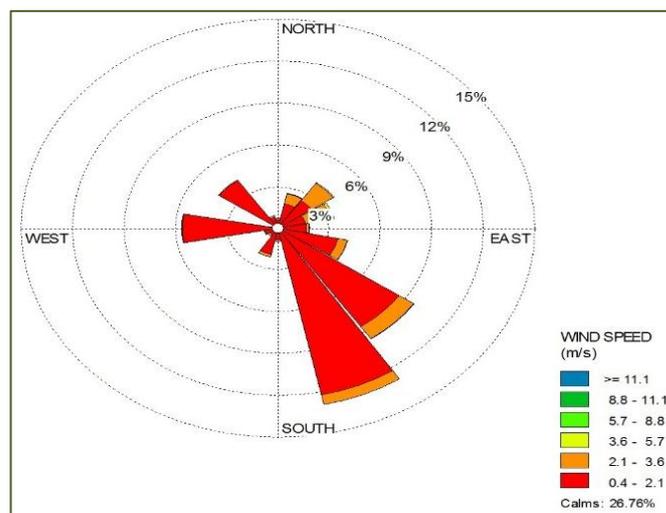
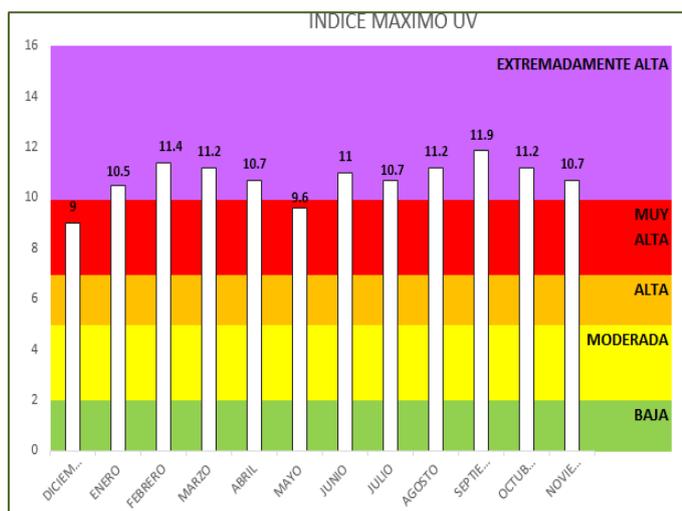


Ilustración 42. Índice UV máximo mensual estación Turbay

Ilustración 41. Velocidad y dirección del viento estación Turbay

2.5.1.2. ESTACIÓN LA AGUADA

Ubicada en la vereda La Aguada, del municipio El Playón, a una elevación de 1445 msnm se encarga de realizar el monitoreo de la parte media de la cuenca Cáchira del Sur y de la micro cuenca Cachiri Bajo, sobre la corriente del Rio Cachiri, aguas abajo de la confluencia con la tributaria Rio Romerito.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación La Aguada

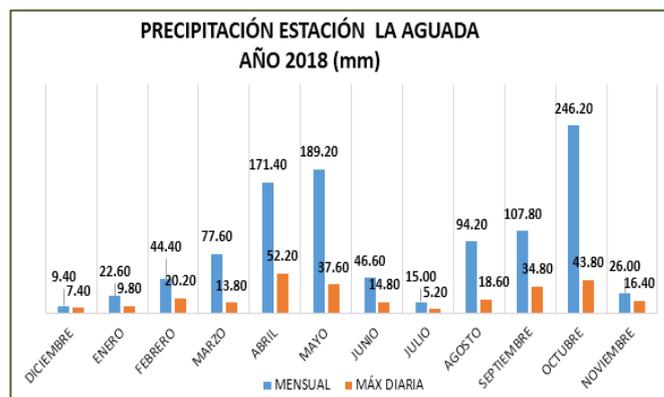
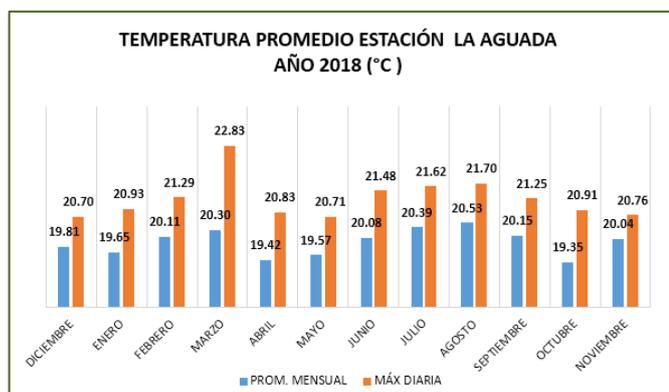


Ilustración 43. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación La Aguada

Ilustración 44. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación La Aguada

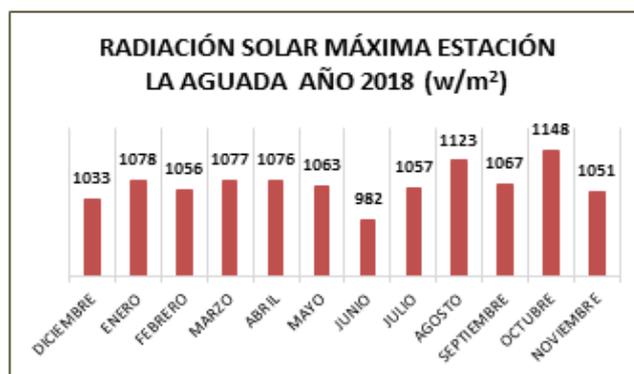
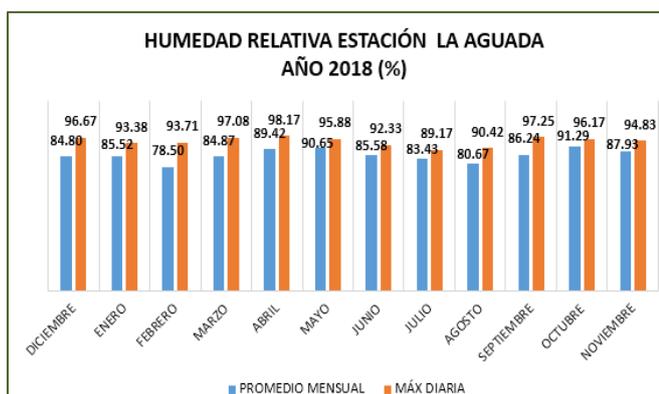


Ilustración 46. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación La Aguada

Ilustración 45. Radiación solar máxima mensual estación La Aguada

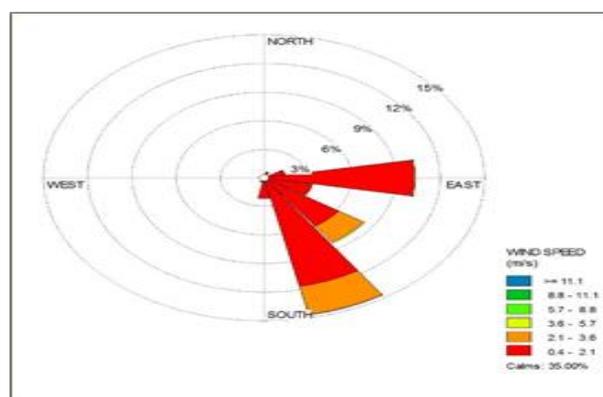
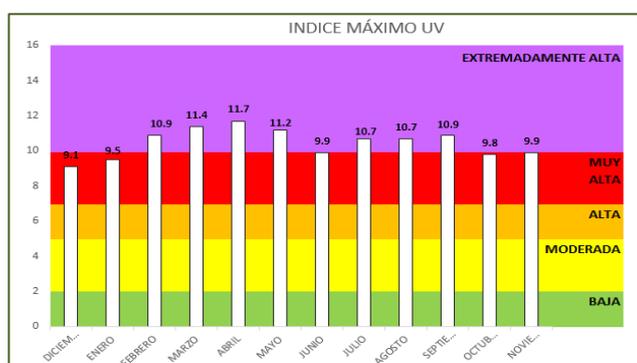


Ilustración 47. Índice UV máximo mensual estación La Aguada

Ilustración 48. Velocidad y dirección del viento estación La Aguada

2.5.1.3. ESTACIÓN BETANIA

Ubicada en el corregimiento Betania, municipio El Playón, a una elevación de 1005 msnm se encarga del monitoreo en la parte media de la cuenca Cáchira del Sur, como también de la microcuenca El Pino, sobre la corriente del Rio Betania.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Betania

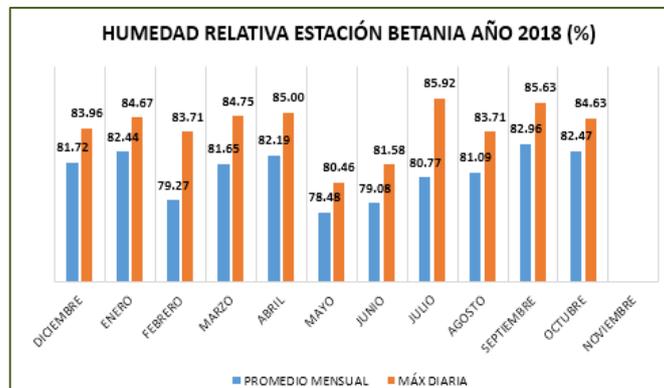
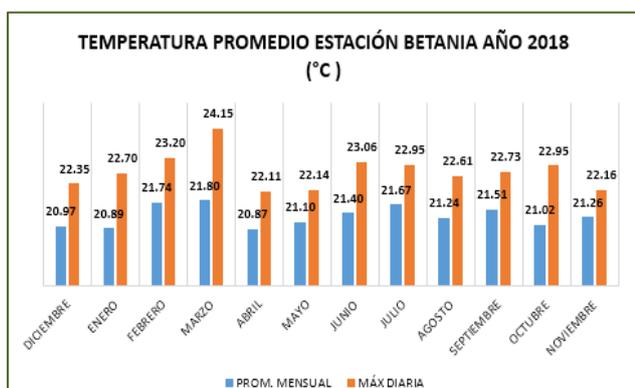


Ilustración 50. Temperatura promedio mensual y máxima diaria Betania

Ilustración 49. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria Betania

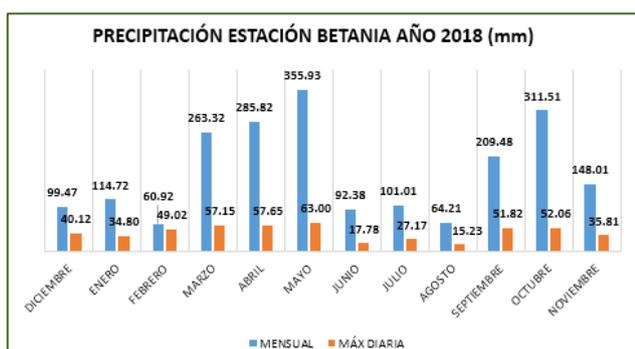


Ilustración 51. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria Betania

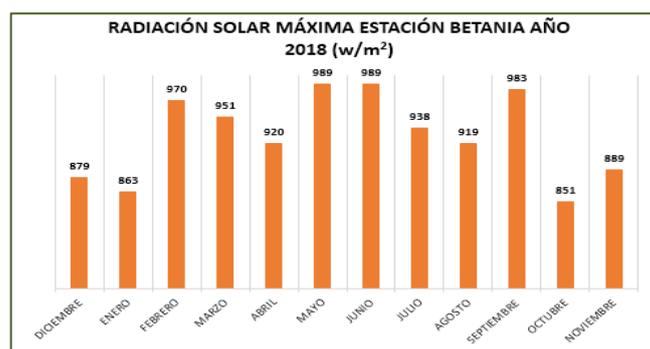


Ilustración 52. Radiación Solar máxima mensual Betania

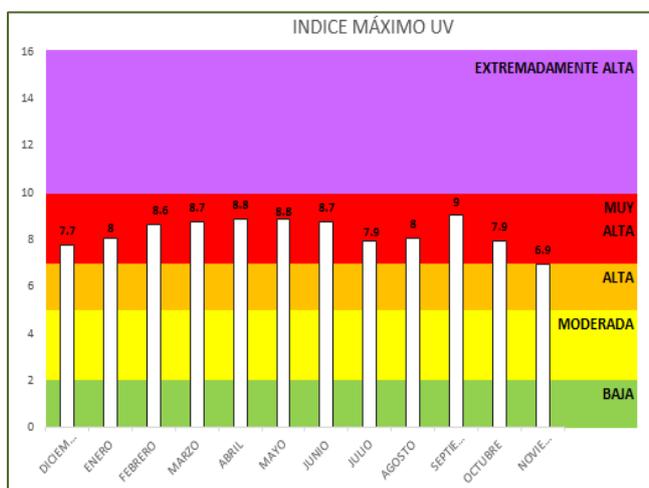


Ilustración 53. Índice UV máximo mensual Betania

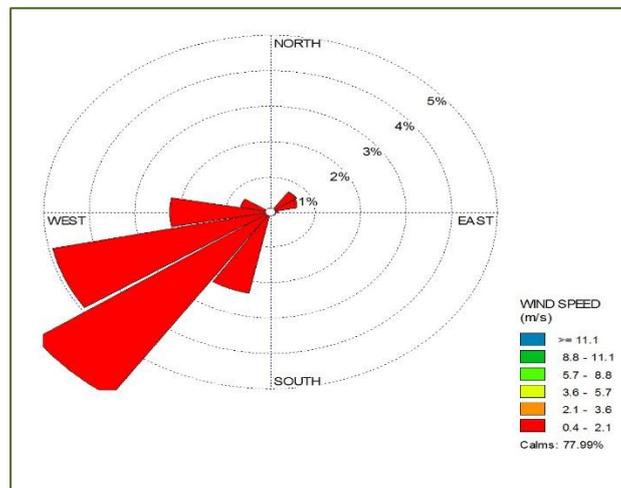


Ilustración 54. Velocidad y dirección del viento Betania

2.5.1.4. ESTACIÓN LA NARANJERA

Ubicada en el municipio de El playón, a una distancia de 1 Km aproximadamente de la cabecera municipal de este municipio, a una elevación de 577 msnm. Se encargada del monitoreo de la parte media de la cuenca Cáchira del Sur y de la microcuenca Playonero, sobre la corriente quebrada La Naranjera.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación La Naranjera

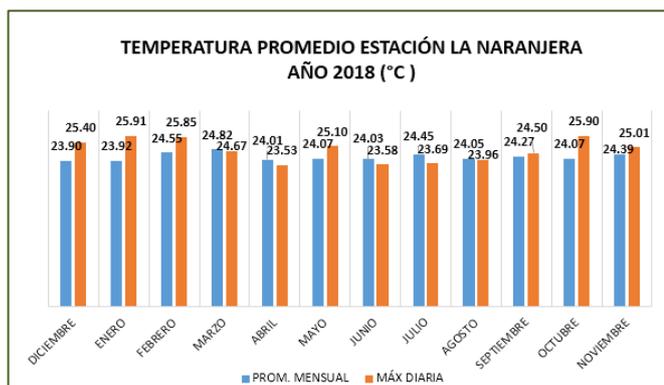


Ilustración 56. Temperatura promedio y máxima diaria estación La Naranjera

Ilustración 55. Precipitación acumulada mensual estación La Naranjera

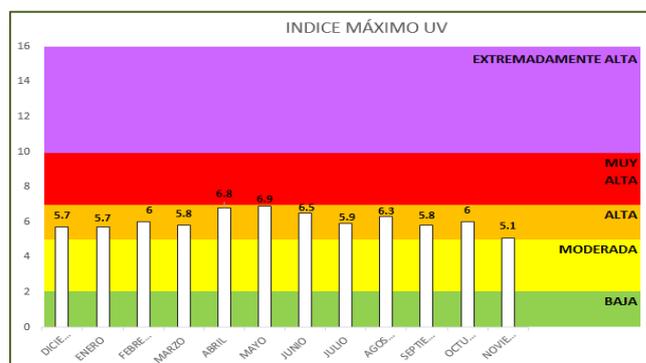
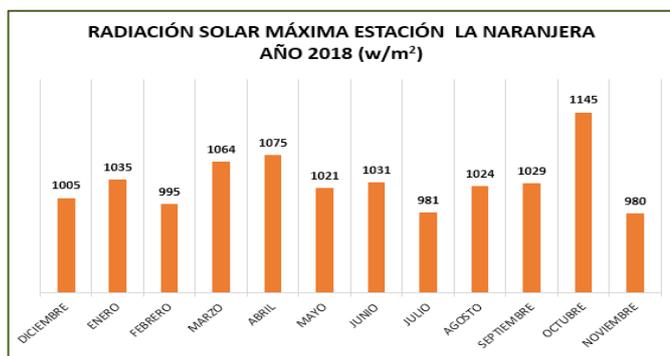


Ilustración 57. Radiación solar máxima mensual estación La Naranjera

Ilustración 58. Índice UV máximo mensual estación La Naranjera

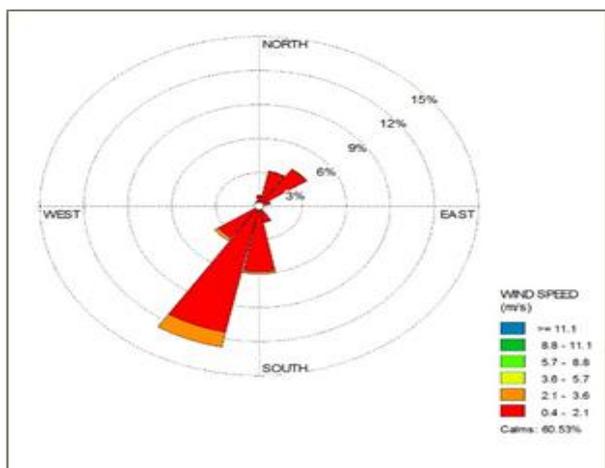


Ilustración 59. Velocidad y dirección del viento estación La Naranjera

2.5.1.5. ESTACIÓN EL SENA

Ubicada en la institución educativa del SENA en el municipio El playón, a una elevación de 510 msnm, se encarga del monitoreo de la parte baja de la cuenca Cáchira del Sur y de la microcuenca Playonero, sobre la corriente del Rio Playonero

Reporte de las variables Meteorológicas Estación El Sena

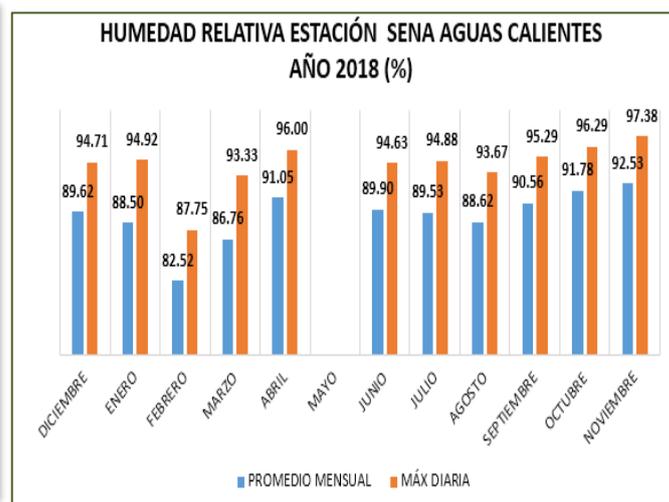
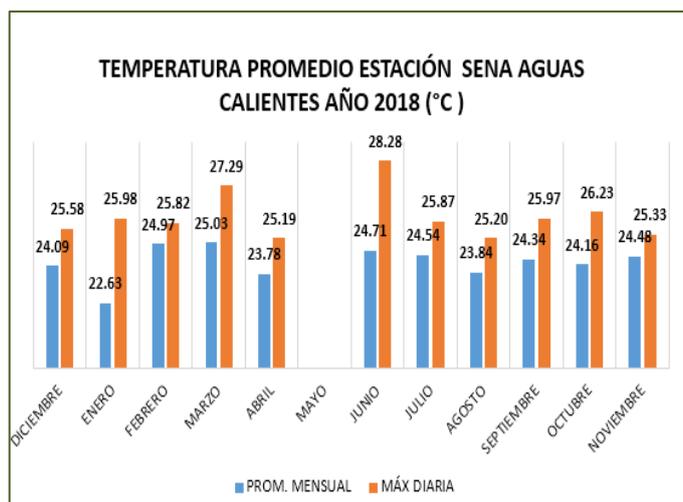


Ilustración 60. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Sena

Ilustración 61. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Sena

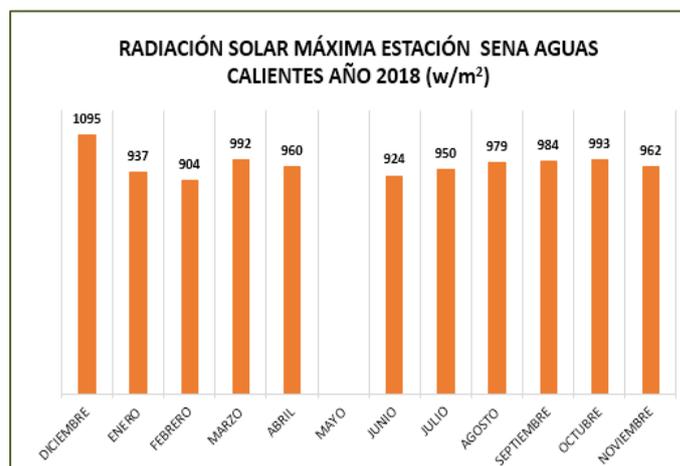
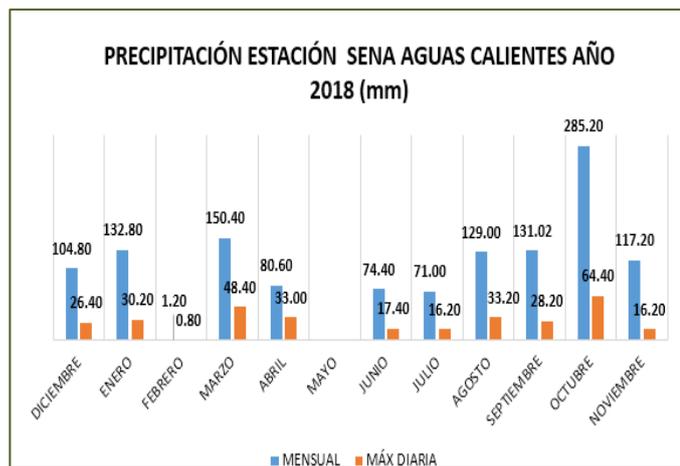


Ilustración 63. Precipitación acumulada mensual estación Sena

Ilustración 62. Radiación solar máxima diaria mensual estación Sena

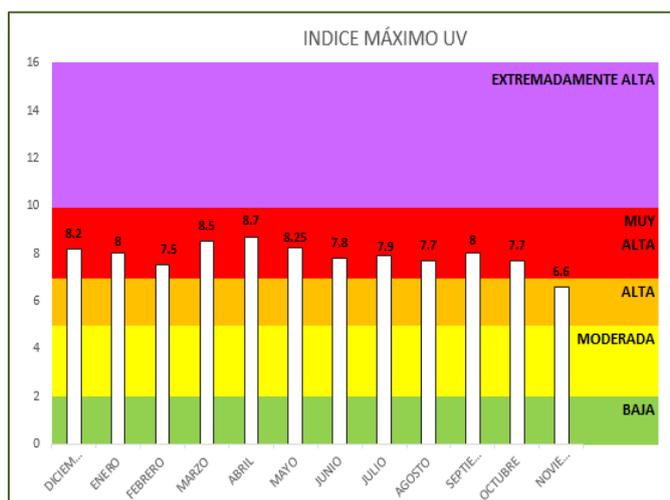


Ilustración 64. Índice UV máximo diario estación Sena

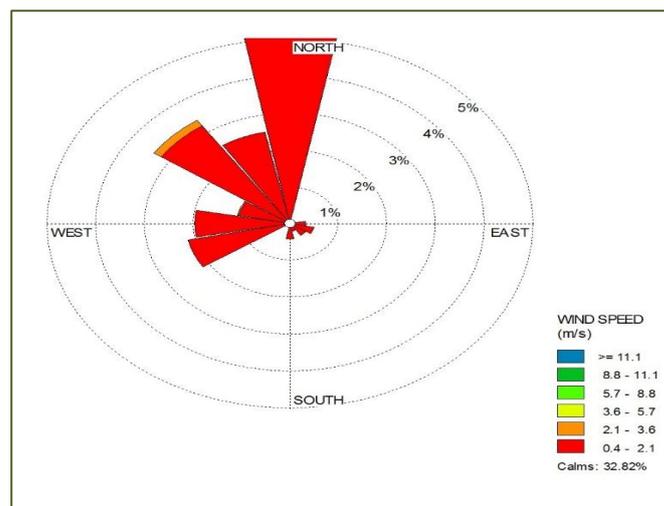


Ilustración 65. Velocidad y dirección del viento estación Sena

De acuerdo a los registros climatológicos de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, índice UV, velocidad y dirección del viento, la cuenca Cáchira del Sur para el año 2018 presentó el siguiente comportamiento:

- Las velocidades del viento predominantes fueron en el rango de 0.4 m/s a 2.10 m/s, en las siguientes direcciones según la elevación de la cuenta: parte alta al Sureste, parte media al Suroeste y parte baja al Norte.
- La temperatura promedio anual registrada en la parte alta de la cuenca fue de 15.52°C, en la parte media de 20.6°C y en la parte baja de la cuenca 24.25°C.
- El parámetro humedad relativa registrada entre diciembre y noviembre en el área de la Cuenca sólo pudo ser registrado en las estaciones Betania, Sena y La Aguada por daño del sensor en las otras estaciones. La humedad relativa promedio anual presentado en el área de la cuenca fue de 85.35%.
- Se registró precipitación acumulada anual de 2192.4mm en la parte alta de la subcuenca, de 2104.78mm en la parte media y de 3384.4mm en la parte baja de la misma.
La pluviosidad más alta se presentó en los meses de marzo a mayo y octubre; los meses de enero y septiembre una pluviosidad media y en los meses de febrero, junio, julio y septiembre la pluviosidad más bajas.
La estación que registró mayores lluvias durante el año es Betania y la estación que registró menos lluvias fue La Aguada.
- La radiación solar máxima mensual en el área de la subcuenca estuvo entre 851 W/m² y 1148 W/m². La radiación solar se presentan con mayor intensidad en la estación La Aguada y con menor intensidad en la estación Betania.
- El índice UV máximo mensual durante este periodo en el área de la subcuenca estuvo entre alta en la estación La Naranjera y extremadamente alta en la estación Turbay, guardando la relación entre mayor elevación mayor intensidad de radiación UV.

Eventos climatológicos máximos Cuenca Cáchira del Sur

Tabla 15. Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Cáchira del Sur

ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2018																
CUENCA CÁCHIRA DEL SUR																
Estación	Precipitación [mm]			Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]		Radiación Solar [W/m ²]		Índice UV		Dirección del Viento [°]		Velocidad del Viento [m/s]		
	Máx. Diaria	Día	No. días con lluvia	Máx. Diaria	Día	Máx. Diaria	Día	Máx. Horaria	Día	Máx. Horario	Día	Predominante	Viento Calma	0.4 – 2.1	2.1 – 3.6	
BETANIA	63	06 - MAY	265	24.15	12 - MAR	85.92	31 - JUL	989	24 - MAY	9	19 - SEP	247.5°	WSW	77.99%	18.49%	0.04%
SENA - AGUAS CALIENTES	64.4	18 - ABR	187	28.28	07 - JUN	97.38	09 - NOV	1095	30 - DIC - 2017	8.7	07 - ABR	0°	N	32.82%	9.96%	0.08%
LA NARANJERA	47.2	28 - MAR	240	27.10	12 - MAR	--	--	1145	05 - OCT	6.9	12 - SEP	202.5°	SSW	60.53%	30.25%	1.83%
LA AGUADA	52.2	28 - ABR	179	22.83	12 - MAR	98.17	12 - ABR	1148	25 - OCT	11.7	12 - AGO	157.5°	SSE	35.00%	23.00%	3.28%
TURBAY	50.8	10 - ENE	220	17.83	06 - AGO	97.54	21 - OCT	1111	04 - JUN	11.9	29 - SEP	157.5°	SSE	26.76%	28.66%	4.38%

2.5.2. SUBCUENCA RIO NEGRO

En la subcuenta Rio Negro las variables climatológicas son monitoreadas por dos (2) estaciones las cuales son:

2.5.2.1. ESTACIÓN SANTA CRUZ DE LA COLINA

Ubicada en el corregimiento Santa Cruz de la colina, vereda la Plazuela del municipio de Matanza, a una elevación de 1430 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta de la sub cuenca Rio Negro, sobre la corriente de la quebrada Agua Fría.

Reporte de las variables Meteorológicas estación Santa Cruz de la Colina

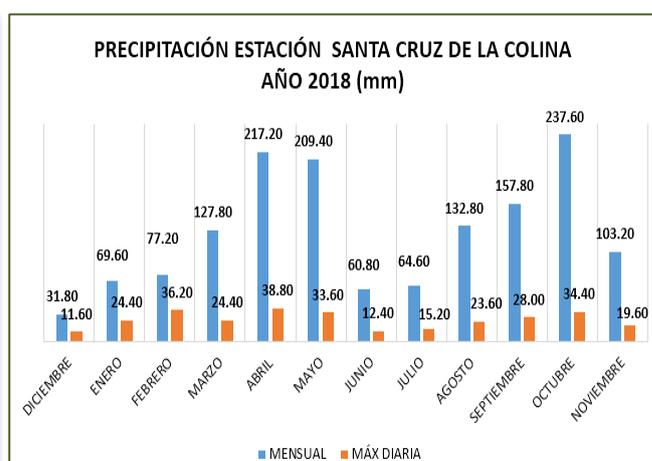
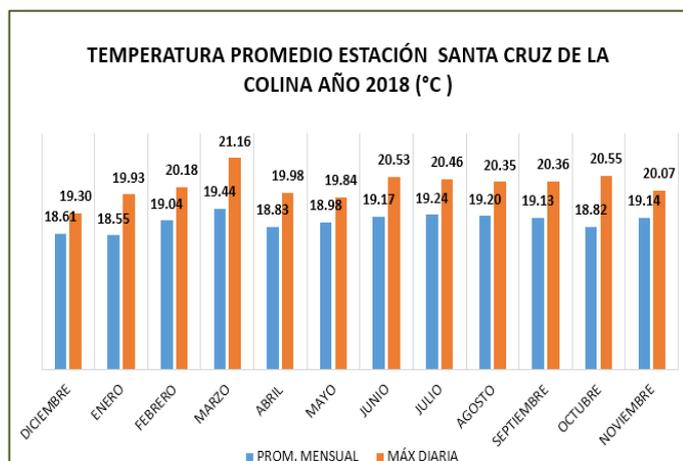


Ilustración 67. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Santa Cruz de la Colina

Ilustración 66. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Santa Cruz de la Colina

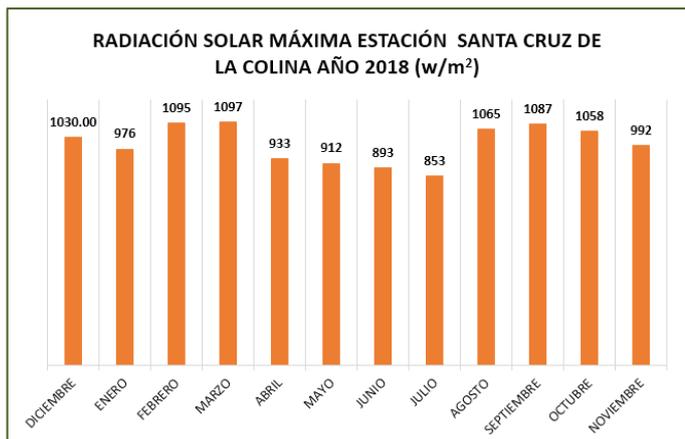


Ilustración 69. Radiación solar máxima mensual estación Santa Cruz de la Colina

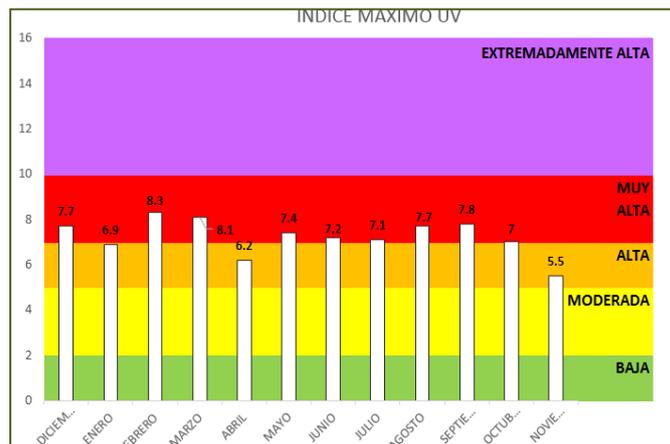


Ilustración 68. Índice UV máximo mensual estación Santa Cruz de la Colina

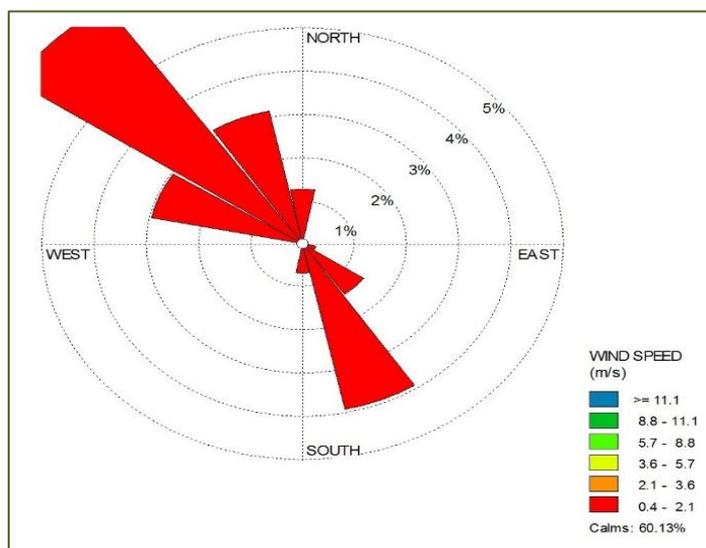


Ilustración 70. Velocidad y dirección del viento estación Santa Cruz de la Colina

2.5.2.2. ESTACIÓN EL CAIRO

Ubicada en la vereda El Cairo del municipio de Rionegro, a una elevación 1059 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la parte baja de la sub cuenca Rio Negro.

Reporte de las variables Meteorológicas estación El Cairo

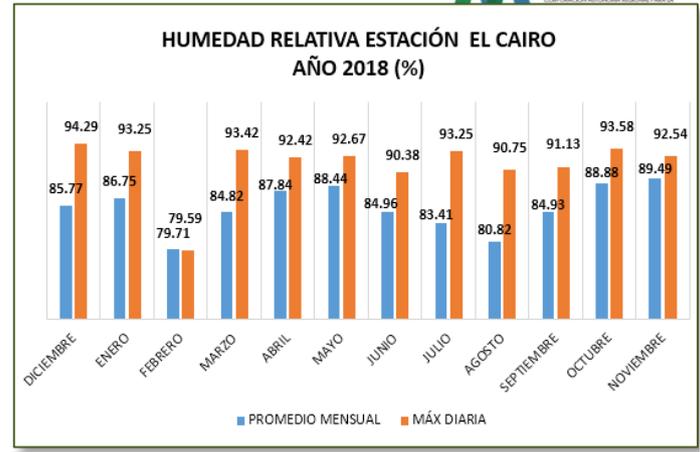
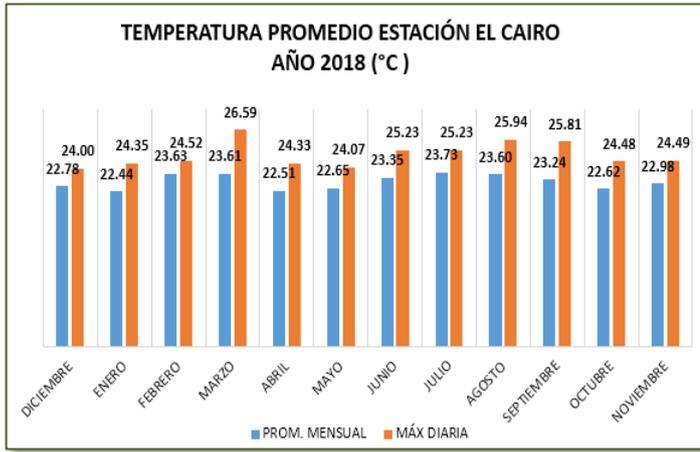


Ilustración 72. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Cairo

Ilustración 71. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Cairo

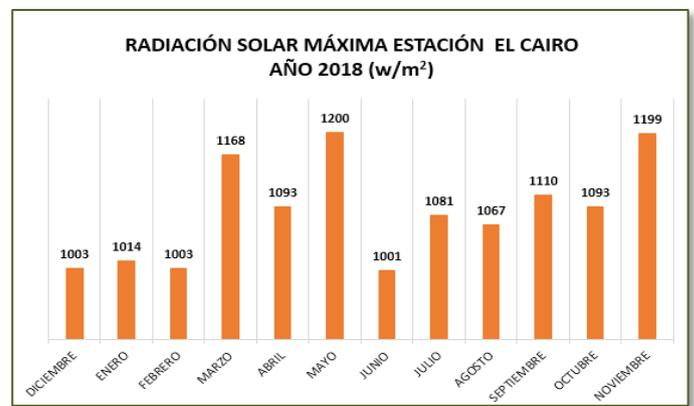
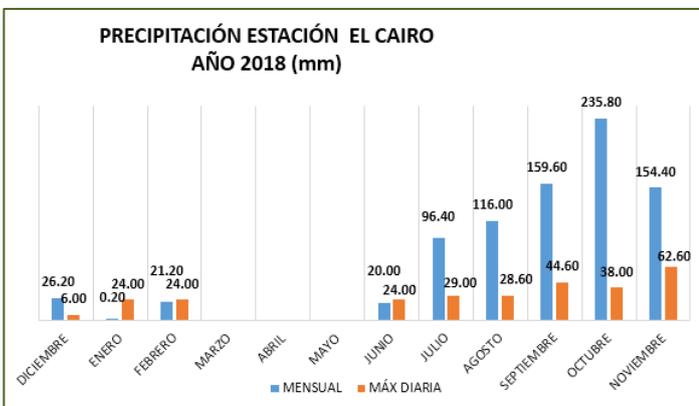


Ilustración 73. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Cairo

Ilustración 74. Radiación solar máxima mensual estación El Cairo

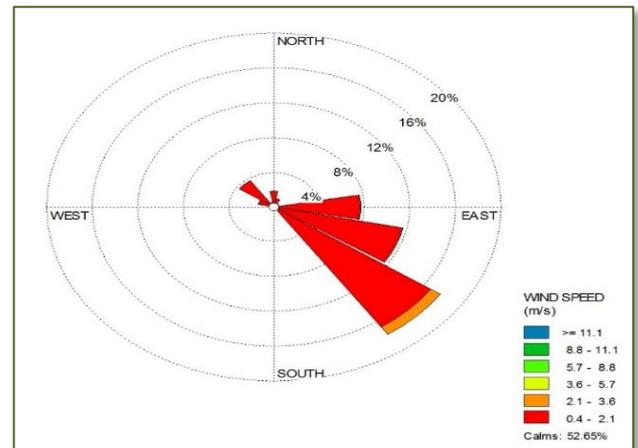
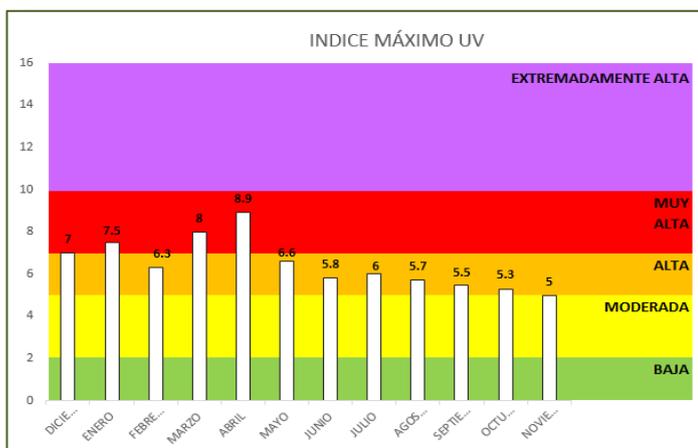


Ilustración 75. Velocidad y dirección del viento estación El Cairo

Ilustración 76. Índice UV máximo diario estación El Cairo

De acuerdo a los registros climatológicos de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, índice UV, velocidad y dirección del viento, la subcuenca Rio Negro para el año 2018 presentó el siguiente comportamiento:

- Se registraron velocidades del viento predominantes en el rango de 0.4 m/s a 2.10 m/s, con dirección del viento Noreste en la parte alta y baja de la subcuenta al Sureste.
- La temperatura promedio en la parte alta de la subcuenca de 19.1°C, y en la parte baja de la subcuenca de 23.1°C.
- La humedad relativa solo pudo ser registrado en la estación en El Cairo por daño del sensor en la estación Santa Cruz. La humedad relativa promedio anual fue de 85.5%.
- Se presentó daño en el sensor de la estación El Cairo durante los meses de marzo a mayo. Se registró precipitación acumulada de 1489.8 mm en la parte alta de la subcuenca y de 830 mm en la parte baja de la misma.

La pluviosidad más alta se presentó en los meses de abril, mayo y octubre de 2018; los meses de marzo, agosto, septiembre y noviembre de 2018 una pluviosidad media y en los meses de diciembre de 2017, enero, febrero, junio, julio y septiembre de 2018 la pluviosidad más bajas.

- La radiación solar máxima registrada entre diciembre y noviembre en el área de la subcuenca Rio Negro estuvo entre 853 W/m² y 1200 W/m²
- El índice UV máximo mensual durante este periodo en el área de la subcuenca estuvo entre alta y muy alta.

Eventos climatológicos máximos Subcuenca Rio Negro

Tabla 16. Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Rio Negro

ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2018																
SUBCUENCA RIO NEGRO																
Estación	Precipitación [mm]			Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]		Radiación Solar [W/m ²]		Índice UV		Dirección del Viento [°]		Velocidad del Viento [m/s]		
	Máx. Diaria	Día	No. días con lluvia	Máx. Diaria	Día	Máx. Diaria	Día	Máx. Horaria	Día	Máx. Horario	Día	Predominante	Viento Calma	0.4 – 2.1	2.1 – 3.6	
EL CAIRO	62.6	05 – NOV	121	26.59	12/03/18	94.29	02/12/17	1200	09/05/18	8.9	07/04/18	135	SE	52.65%	45.48%	1.22%
S. C. COLINA	38.8	28 – ABR	254	21.16	12/03/18	94.13	25/11/18	1097	17/05/18	8.3	13/02/18	135	SE	60.13%	15.70%	

2.5.3. SUBCUENCA RIO SALAMAGA

2.5.3.1. ESTACIÓN EL DIAMANTE

En la subcuenta Río Salamaga las variables climatológicas son monitoreadas por la Estación El Diamante, ubicada en la vereda El Diamante del municipio de Rionegro, a una elevación de 1054 msnm.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación El Diamante

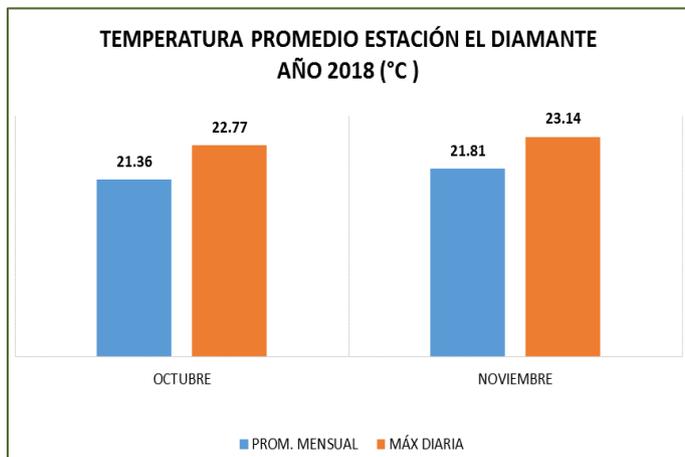


Ilustración 77. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Diamante

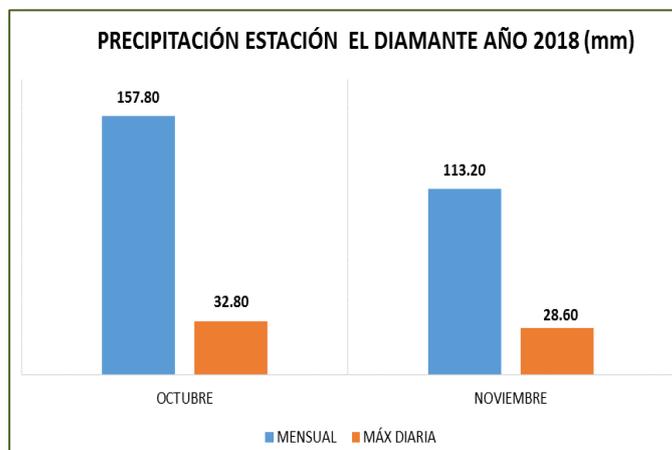


Ilustración 78. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Diamante

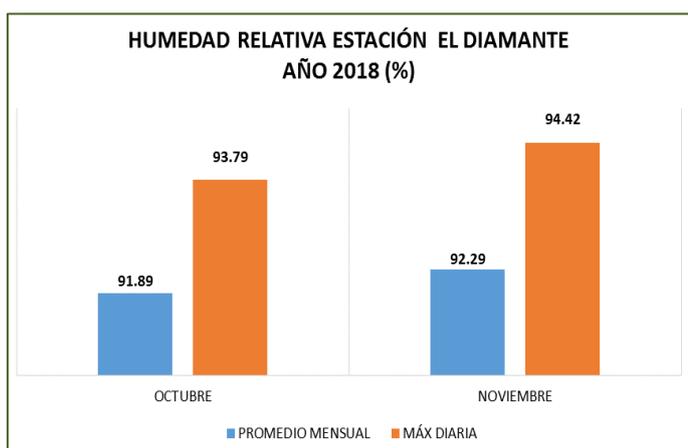


Ilustración 80. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Diamante

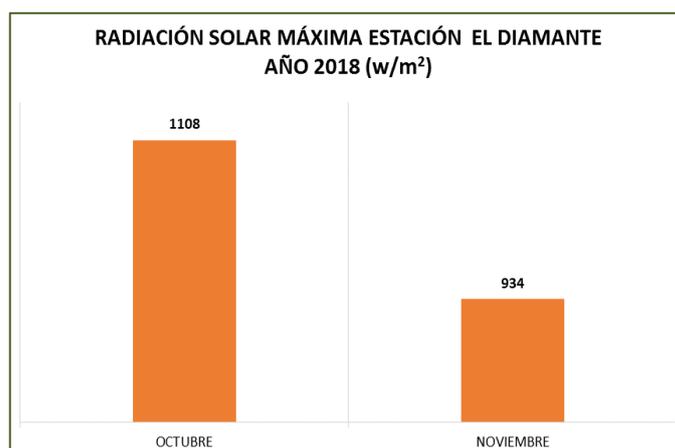


Ilustración 79. Radiación solar máxima mensual estación El Diamante

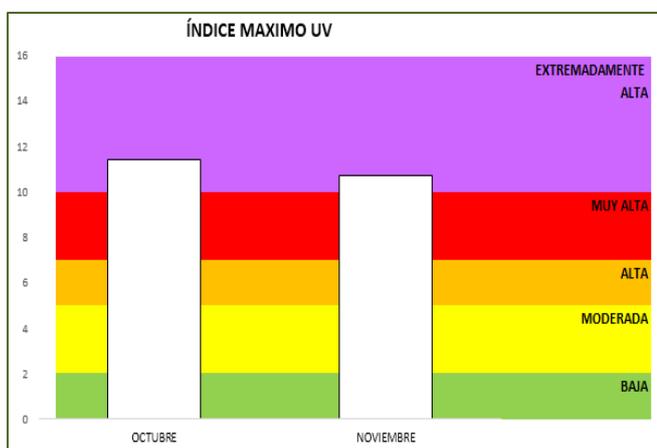


Ilustración 81. Índice UV máximo mensual estación El Diamante

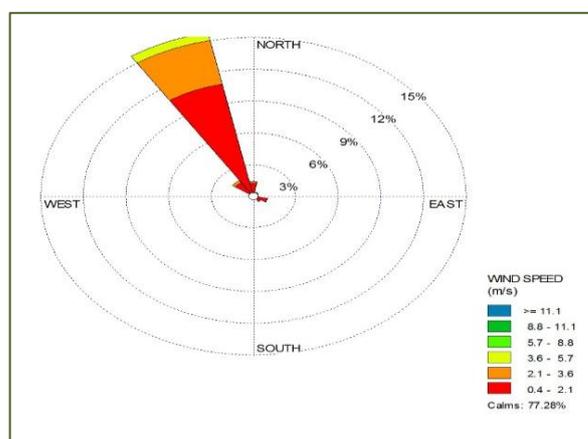


Ilustración 82. Velocidad y dirección del viento estación El Diamante

De acuerdo a los registros climatológicos de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, índice UV, velocidad y dirección del viento, la subcuenca Rio Salamaga presentó el siguiente comportamiento en los meses de octubre a noviembre ya que a partir de esta fecha se reactivó la operación de la estación:

- Se registraron velocidades del viento en mayor cantidad en el rango de 0.4 m/s a 2.10 m/s, en la dirección nornoroeste.
- La temperatura promedio en el área de la subcuenca Salamaga fue de 21.6°C.
- La humedad relativa promedio en el área de la subcuenca fue de 92.8%.
- Durante los meses octubre y noviembre se presentó una precipitación acumulada de 252.4mm en la subcuenca. El registro más alto de pluviosidad se presentó en el mes de octubre.
- La radiación solar máxima durante este periodo en el área de la subcuenca estuvo entre 934 W/m² y 1108 W/m²
- El índice UV máximo mensual durante este periodo en el área de la subcuenca estuvo en extremadamente alta.

Eventos climatológicos máximos Subcuenca Rio Salamaga

Tabla 17. Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Salamaga

ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2018																
SUBCUENCA SALAMAGA																
Estación	Precipitación [mm]			Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]		Radiación Solar [W/m ²]		Índice UV		Dirección del Viento [°]		Velocidad del Viento [m/s]		
	Máx. Diaria	Día	No. días con lluvia	Máx. Diaria	Día	Máx. Diaria	Día	Máx. Horaria	Día	Máx. Horario	Día	Predominante	Viento Calma	0.4 – 2.1	2.1 – 3.6	
EL DIAMANTE	32.8	14/01/18	40	23.14	01-NOV	94.42	28-NOV	1108	16-OCT	11.45	13-OCT	337.5	NNW	77.29%	17.30%	5.30%

2.5.4. SUBCUENCA RIO SURATÁ

En la subcuenta Rio Suratá las variables climatológicas son monitoreadas por dos (2) estaciones las cuales son:

2.5.4.1. ESTACIÓN LAGO ALTO

Ubicada en la vereda Agua Blanca del municipio de Suratá, a una elevación de 2600 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta de la subcuenca Surata y de la micro cuenca Suratá Alto, sobre la corriente del Rio Suratá.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Lago Alto

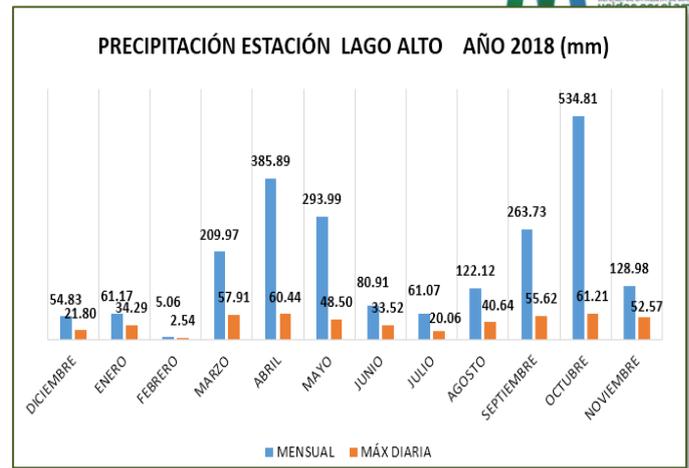
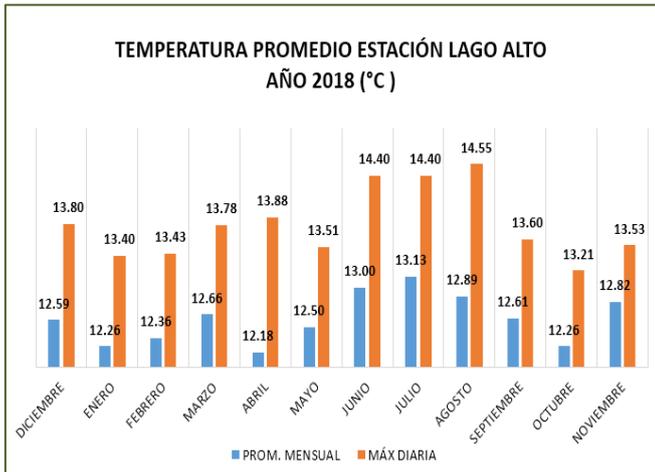


Ilustración 83. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Lago Alto

Ilustración 84. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Lago Alto

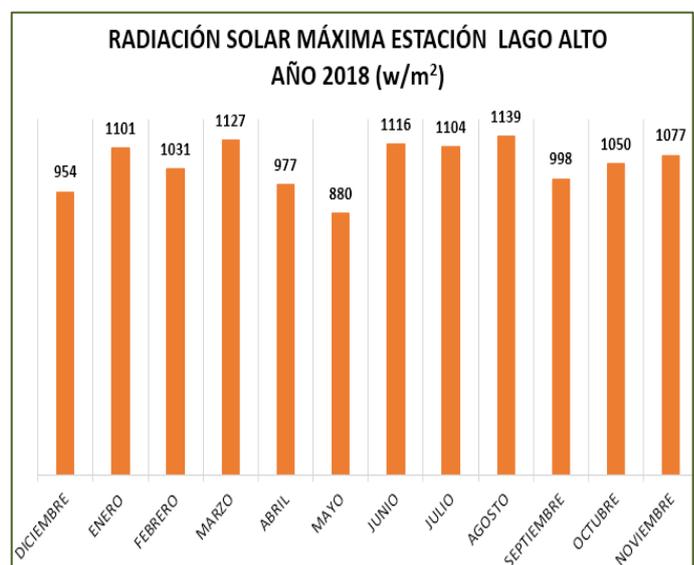
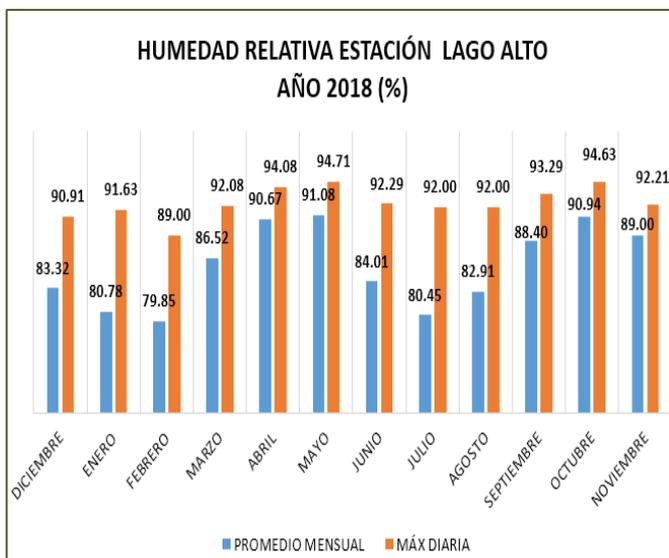


Ilustración 86. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Lago Alto

Ilustración 85. Radiación solar diaria máxima estación Lago Alto

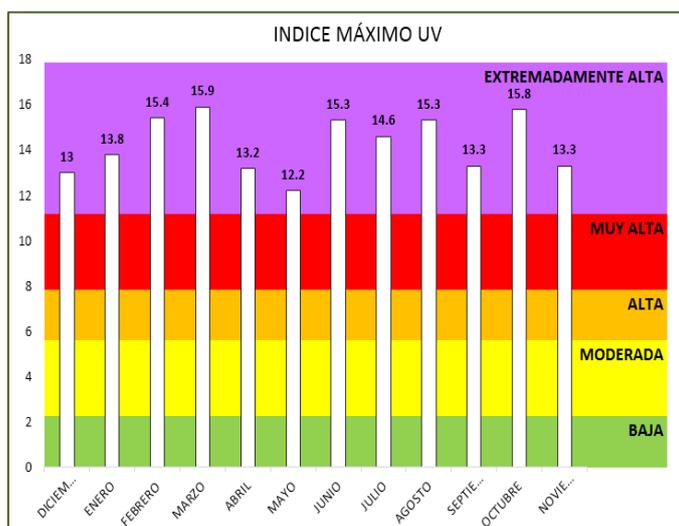


Ilustración 87. Índice UV máximo diario estación Lago Alto

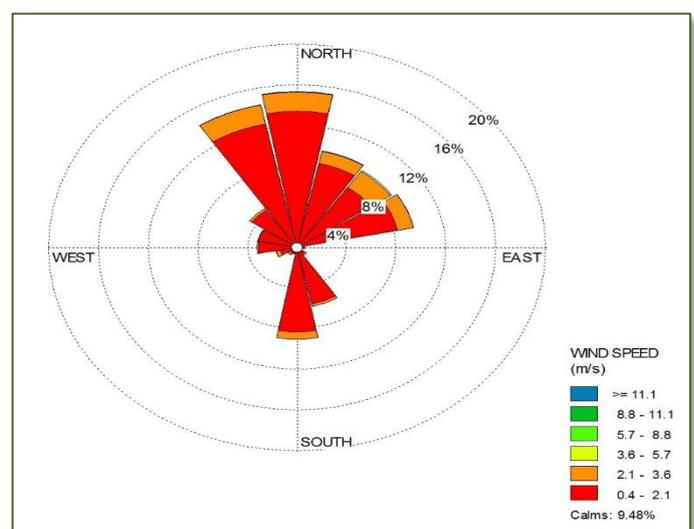


Ilustración 88. Velocidad y dirección del viento estación Lago Alto

2.5.4.2. ESTACIÓN EL ROBLE

Ubicada en la vereda El Roble del municipio de Charta, a una elevación de 2270 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la subcuenca Suratá, y de la micro cuenca río Charta.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación El Roble

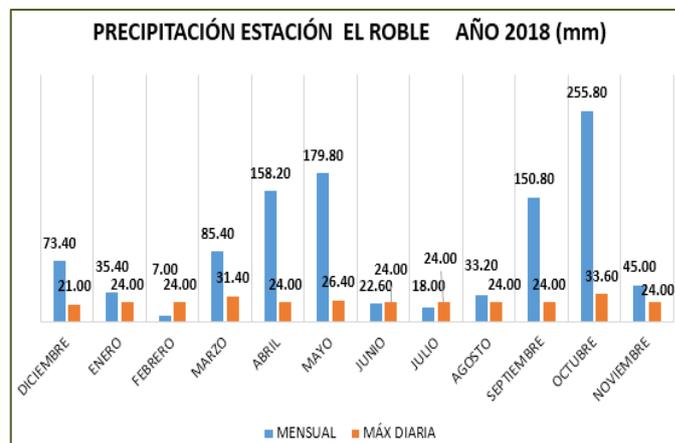
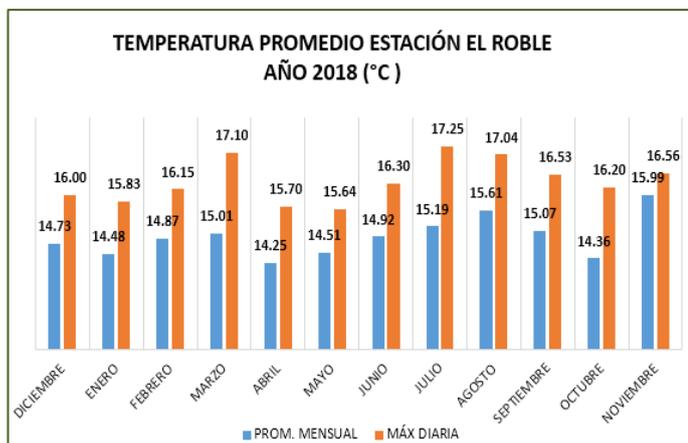


Ilustración 90. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Roble

Ilustración 89. Precipitación acumulada mensual estación El Roble

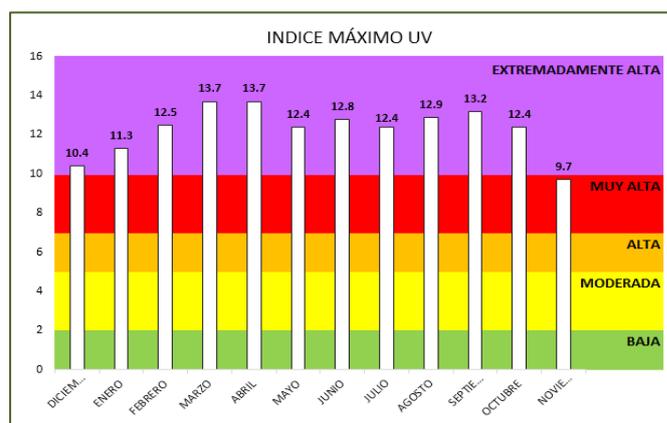
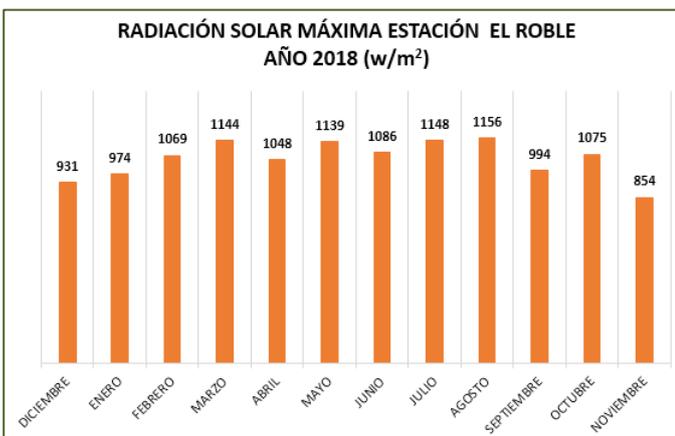


Ilustración 91. Radiación solar máxima estación El Roble

Ilustración 92. Índice UV máximo diario estación El Roble

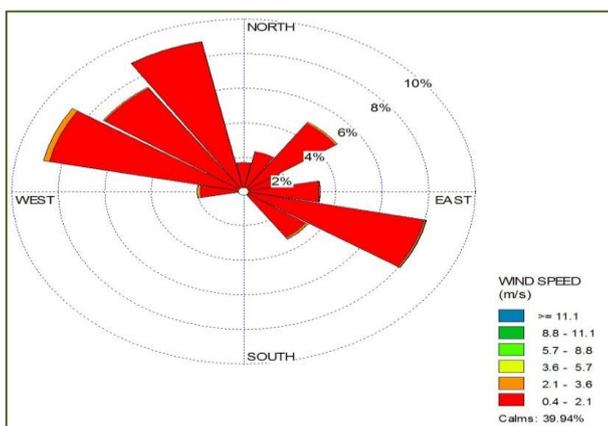


Ilustración 93. Velocidad y dirección del viento estación El Roble

De acuerdo a los registros climatológicos de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, índice UV, velocidad y dirección del viento, la subcuenca Rio Surata presentó para el año 2018 el siguiente comportamiento:

- Se registraron velocidades del viento en mayor cantidad en el rango de 0.4 m/s a 2.10 m/s, con dirección del viento en la parte alta al Norte y en la parte baja de la subcuenta al Noroeste.
- La temperatura promedio registrada entre diciembre y noviembre en el área de la subcuenca Surata fue de 13 °C en la parte alta de la subcuenca y de 15°C en la parte baja de la subcuenca.
- La humedad relativa registrada entre diciembre y noviembre en el área de la subcuenca Surata solo pudo ser registrado en la estación Lago Alto por daño en el sensor en la estación El Roble. La humedad relativa promedio durante el año 2018 fue de 86%
- La precipitación acumulada registrada entre diciembre de 2017 y noviembre de 2018 en el área de la subcuenca Surata fue de 2202.53 mm en la parte alta de la subcuenca y de 1064.60 mm en la parte baja de la misma.
La pluviosidad más alta se presentó en los meses de abril, mayo y octubre; los meses de marzo y septiembre una pluviosidad media y en los meses de diciembre de 2017, enero, febrero, junio, julio, agosto y noviembre la pluviosidad más baja.
- La radiación solar máxima registrada entre diciembre y noviembre en el área de la subcuenca Surata se muestra en la ilustración 20. La radiación solar máxima diaria durante el año en el área de la subcuenca estuvo entre 854 W/m² y 1156 W/m²
- El índice UV máximo mensual durante este periodo en el área de la subcuenca estuvo entre alta y extremadamente alta.

▪ Eventos climatológicos máximos Subcuenca Surata

Tabla 18. Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Surata

ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2018																
SUBCUENCA SURATÁ																
Estación	Precipitación [mm]			Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]		Radiación Solar [W/m ²]		Índice UV		Dirección del Viento [°]		Velocidad del Viento [m/s]		
	Máx. Diaria	Día	No. días con lluvia	Máx. Diaria	Día	Máx. Diaria	Día	Máx. Horaria	Día	Máx. Horario	Día	Predominante		Viento Calma	0.4 – 2.1	2.1 – 3.6
LAGO ALTO	61.21	10 - OCT	226	14.55	06 - AGO	94.71	08 - MAY	1139	20 - AGO	15.9	20 - MAR	0°	N	9.58%	73.64%	9.66%
EL ROBLE	33.6	21 - OCT	214	17.25	14 - JUL	92.33	29 - NOV	1156	17 - AGO	13.7	08 - ABR	315°	NO	39.94%	44.65%	0.73%

2.5.5. SUBCUENCA RIO LEBRIJA ALTO

En la subcuenta Rio Lebrija Alto las variables climatológicas son monitoreadas por dos (2) estaciones las cuales son:

2.5.5.1. ESTACIÓN EL PANTANO

Ubicada en la vereda El Pantano del municipio de Girón, a una elevación de 1290 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la parte baja de la subcuenca Lebrija Alto y de la corriente quebrada La Angula.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación El Pantano

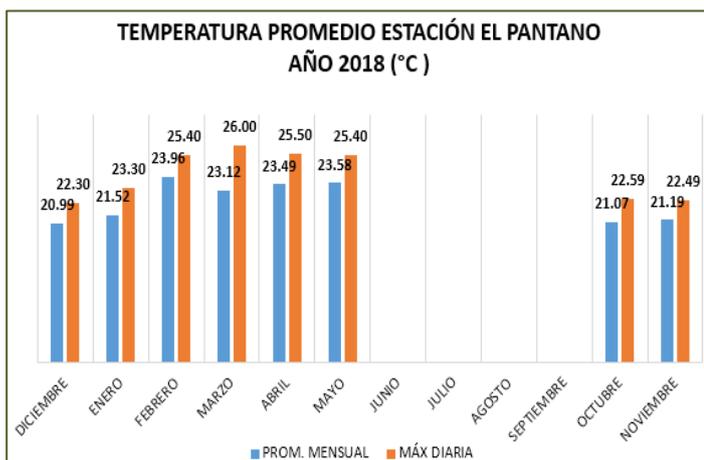


Ilustración 94. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Pantano

Ilustración 95. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Pantano

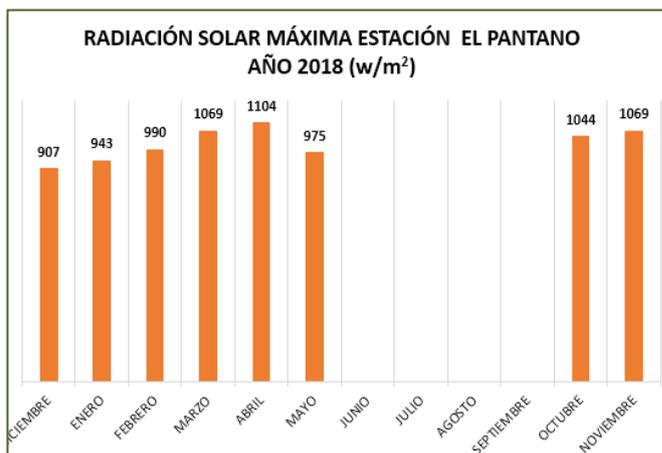
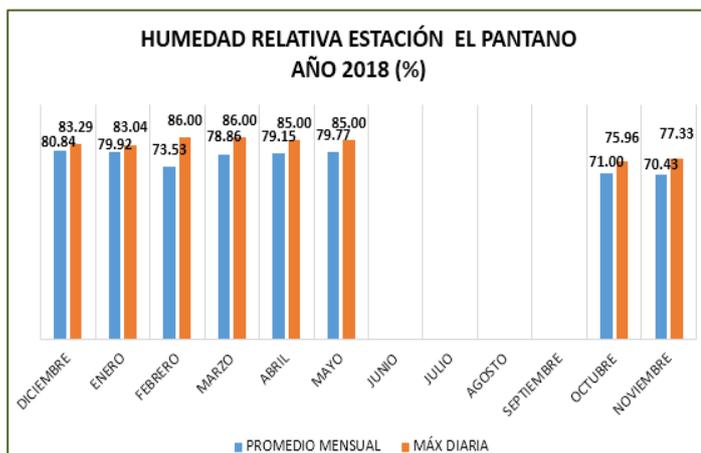


Ilustración 96. Humedad Relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Pantano

Ilustración 97. Radiación solar máxima estación El Pantano

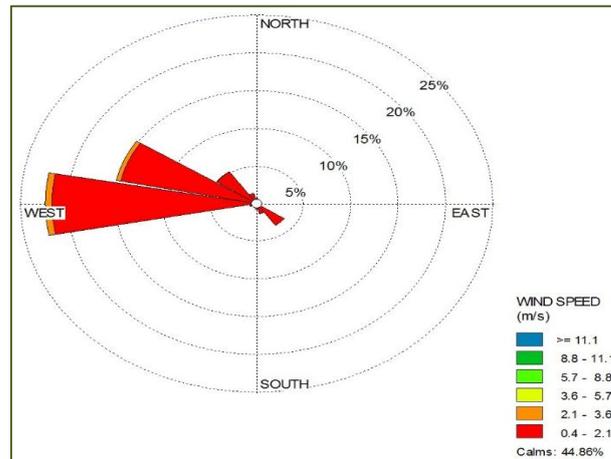
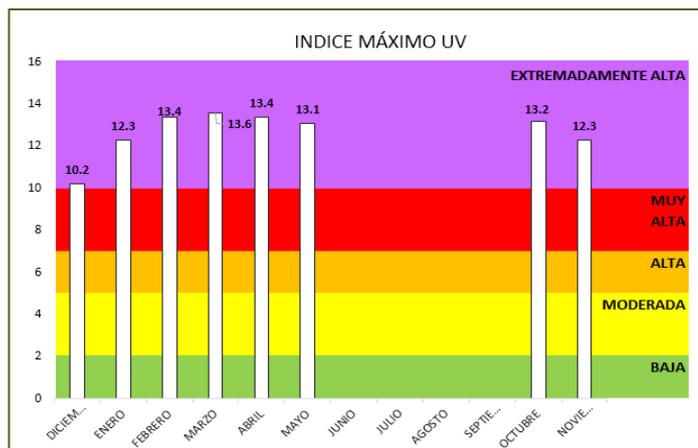


Ilustración 99. Índice UV máximo estación El Pantano

Ilustración 98. Velocidad y dirección del viento estación El Pantano

2.5.5.2. ESTACIÓN EL ABURRIDO

Ubicada en la vereda El Aburrído del municipio de Bucaramanga, a una elevación de 1548 msnm, se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta la subcuenca Lebrija Alto.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación El Aburrído

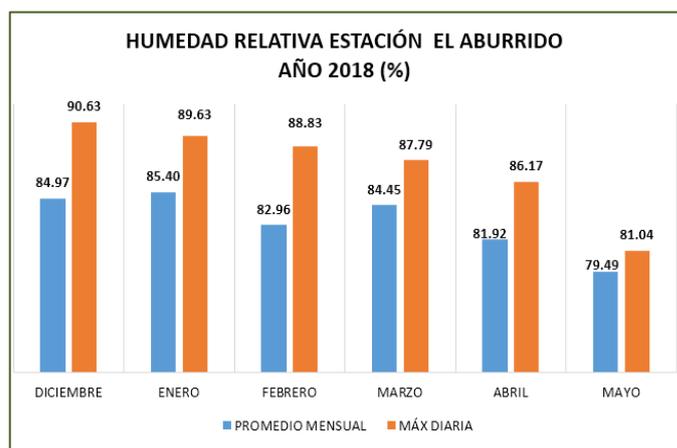
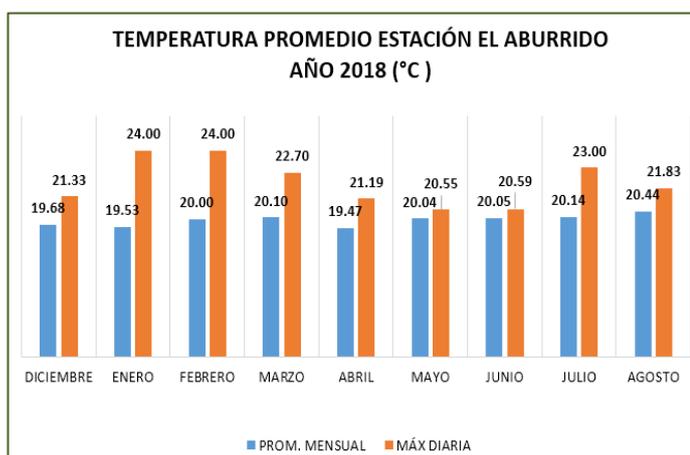


Ilustración 100. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Aburrído

Ilustración 101. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Aburrído

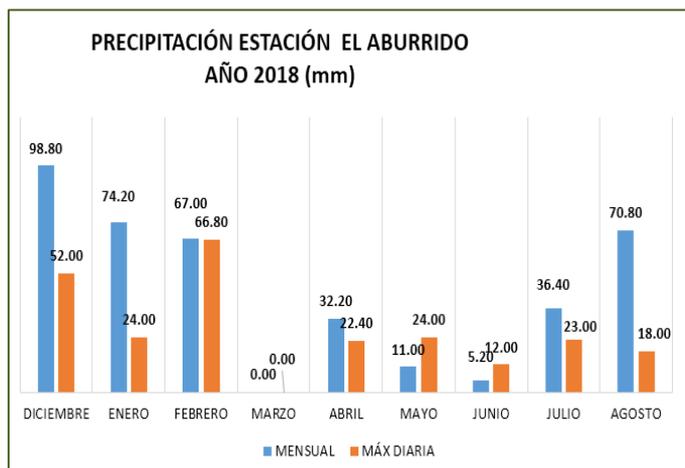


Ilustración 103. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Aburrido

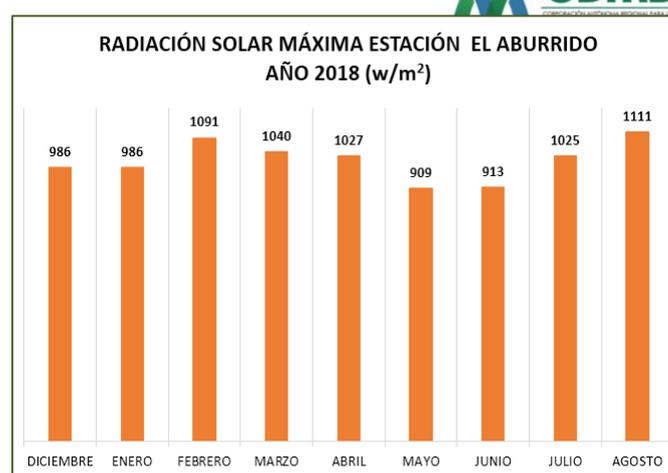


Ilustración 102. Radiación solar máxima diaria estación El Aburrido

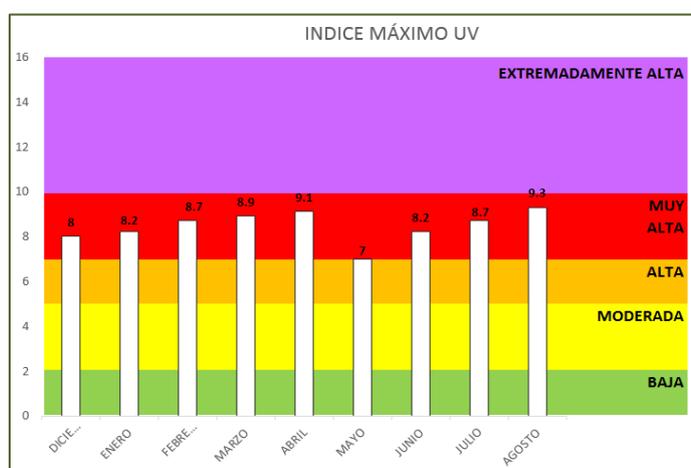


Ilustración 105. Índice UV máximo diario estación El Aburrido

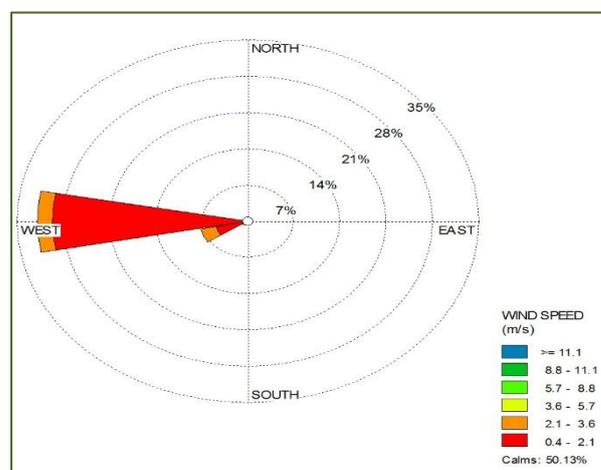


Ilustración 104. Velocidad y dirección del viento estación El Aburrido

De acuerdo a los registros climatológicos de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, índice UV, velocidad y dirección del viento, la subcuenca Lebrija Alto presentó el siguiente comportamiento, sin embargo no hay registros en la estación El Pantano en los meses de junio a septiembre por daño en el equipo transmisor y en la estación El Aburrido a partir de septiembre por pérdida de la estación:

- Se registraron velocidades del viento en mayor cantidad en el rango de 0.4 m/s a 2.10 m/s, con dirección del viento en la parte alta y baja de la subcuenta al Oeste.
- La temperatura promedio registrada fue de 20°C en la parte alta de la subcuenta y de 22.4°C en la parte baja de la subcuenta.
- La humedad relativa promedio registrada durante el año 2018 presentado en el área del cauce de la subcuenta fue de 80%
- Una precipitación acumulada de 395.6mm en la parte alta de la subcuenta de diciembre de 2017 a agosto de 2018 y de 194.80 mm en la parte baja de la misma diciembre de 2017 a mayo de 2018 y de octubre y noviembre de 2018. Los registros más altos de pluviosidad se presentaron entre los meses de enero

y febrero, en agosto y octubre.

- La radiación solar máxima diaria estuvo entre 909 W/m² y 1111 W/m².
- El índice UV máximo mensual durante este periodo en el área de la subcuenca estuvo entre muy alta y extremadamente alta.

Eventos climatológicos máximos Subcuenca Lebrija Alto

Tabla 19. Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Lebrija Alto

ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2018																
SUBCUENCA LEBRIJA ALTO																
Estación	Precipitación [mm]			Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]		Radiación Solar [W/m ²]		Índice UV		Dirección del Viento [°]		Velocidad del Viento [m/s]		
	Máx. Diaria	Día	No. días con lluvia	Máx. Diaria	Día	Máx. Diaria	Día	Máx. Horaria	Día	Máx. Horario	Día	Predominante	Viento Calma	0.4 – 2.1	2.1 – 3.6	
EL PANTANO	37.8	23 - OCT	41	26	11-MAR	83.04	07-ENE	1104	08-ABR	13.6	25-MAR	270	W	44.86%	50.67%	1.27%
EL ABURRIDO	66.8	04 - FEB	57	22.7	12-MAR	90.63	11-DIC-2017	1111	09-AGO	9.3	09-AGO	270	W	50.13%	37.50%	4.57%

2.5.6. SUBCUENCA RIO DE ORO

Para la subcuenca Rio de Oro las variables climatológicas son monitoreadas por seis (6) estaciones automática las cuales son:

2.5.6.1. ESTACIÓN LA JUDÍA

Se encuentra ubicada en la vereda Casiano Alto del municipio de Floridablanca, a una elevación de 2165 msnm; se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta de subcuenca Rio de Oro, cerca de la corriente Rio Lato.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación La Judía

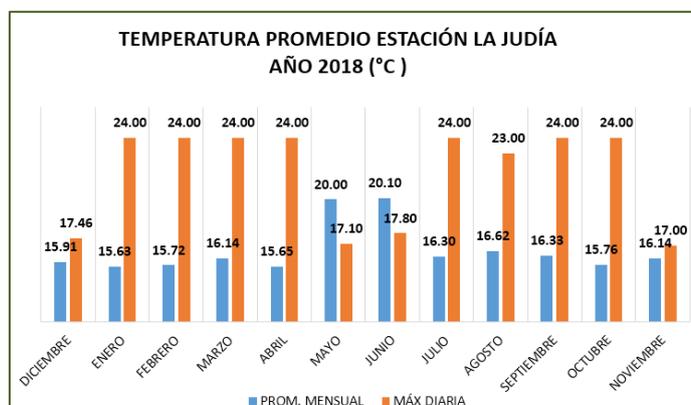


Ilustración 106. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación La Judía

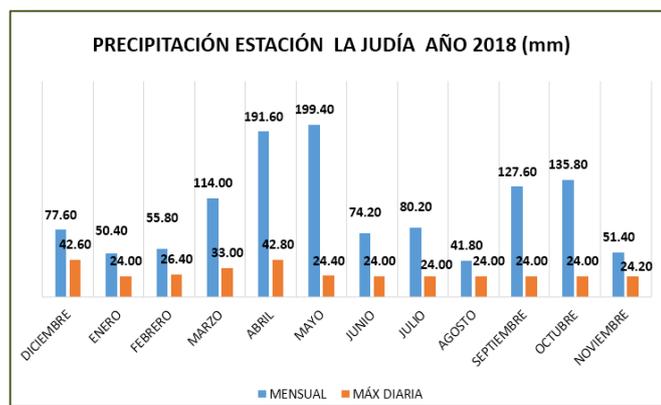


Ilustración 107. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación La Judía

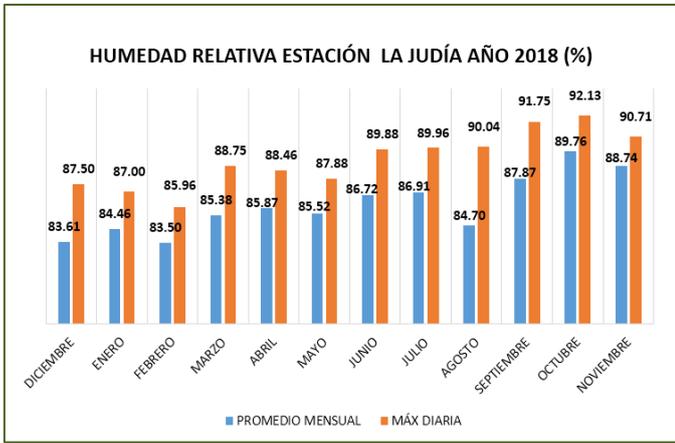


Ilustración 108. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación La Judía

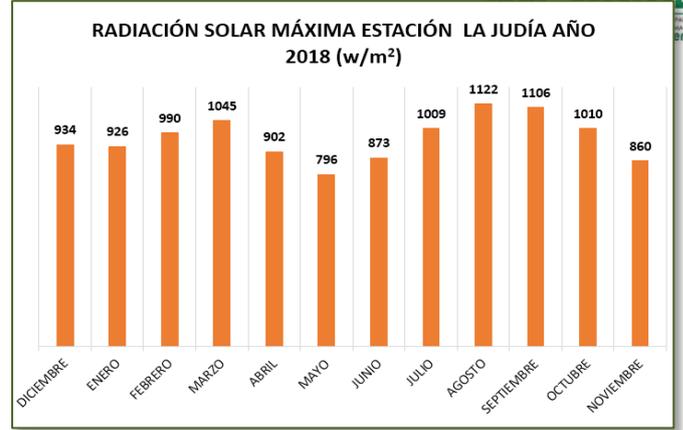


Ilustración 109. Radiación solar máxima diaria estación La Judía

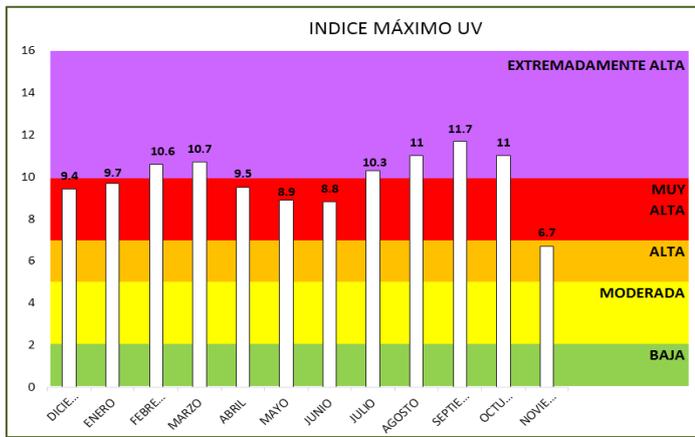


Ilustración 110. Índice UV máximo diario estación La Judía

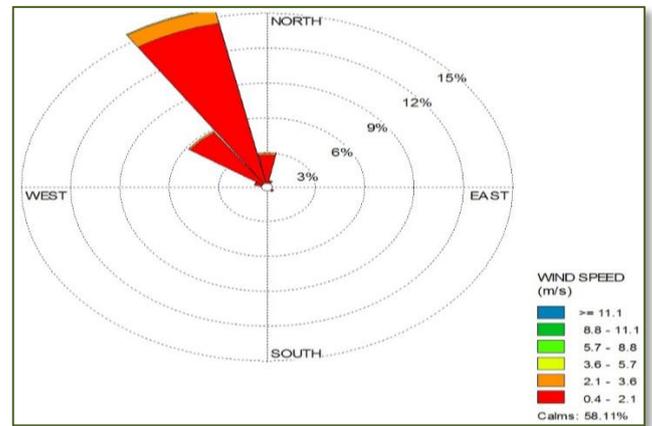


Ilustración 111. Velocidad y dirección del viento estación La Judía

2.5.6.2. ESTACIÓN EL RASGÓN

Se encuentra ubicada en la vereda Cristales del municipio de Piedecuesta, a una elevación de 2148 msnm; se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta de subcuenca Rio de Oro.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación El Rasgón

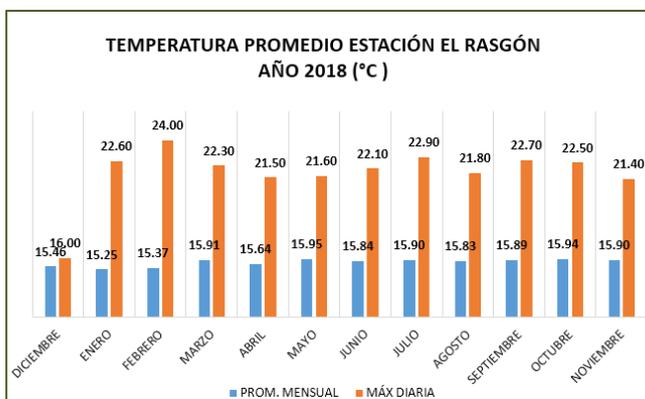


Ilustración 113. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación El Rasgón



Ilustración 112. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación El Rasgón



Ilustración 114. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación El Rasgón



Ilustración 115. Radiación solar máxima diaria estación El Rasgón

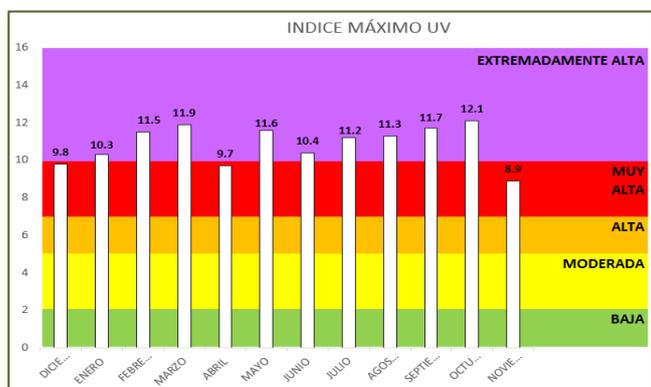


Ilustración 116. Índice UV máximo diario estación El Rasgón

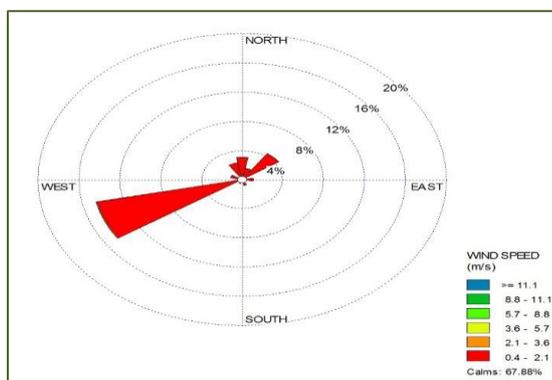


Ilustración 117. Velocidad y dirección del viento estación El Rasgón

2.5.6.3. ESTACIÓN ACAPULCO

Se encuentra ubicada en la vereda Acapulco del municipio de Girón, a una elevación de 1000 msnm, encargada del monitoreo de la parte media la subcuenca Rio de Oro.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Acapulco

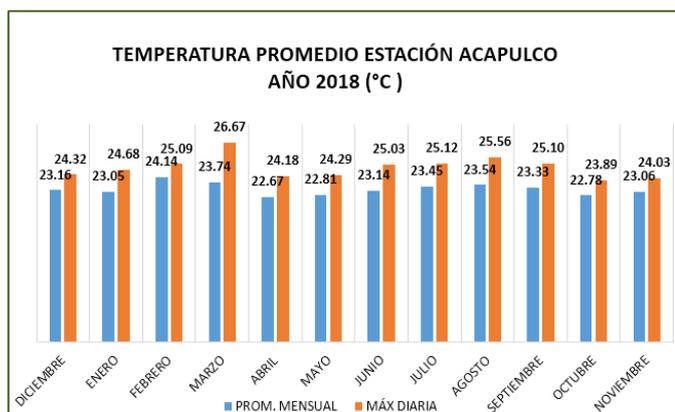


Ilustración 119. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Acapulco

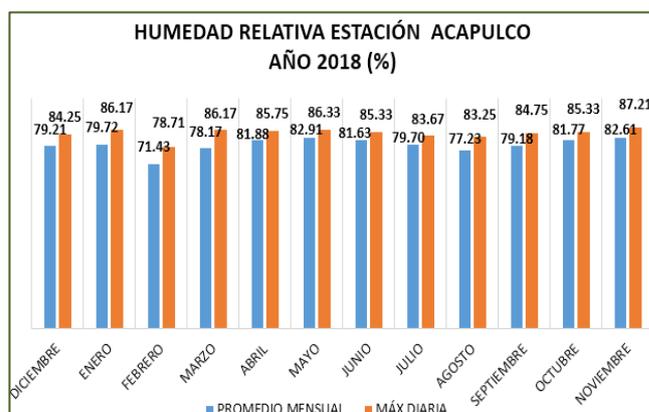


Ilustración 118. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Acapulco



Ilustración 121. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Acapulco

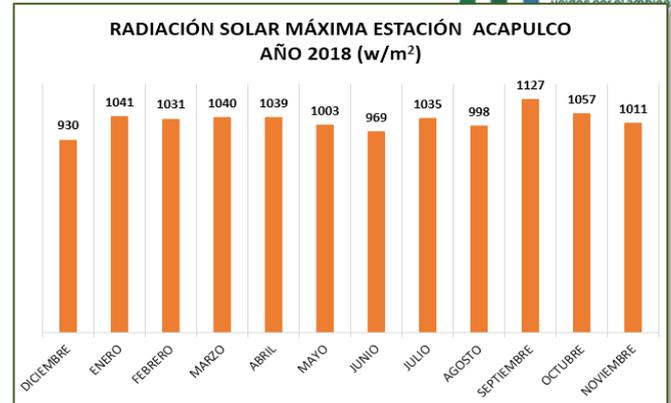


Ilustración 120. Radiación solar máxima diaria estación Acapulco

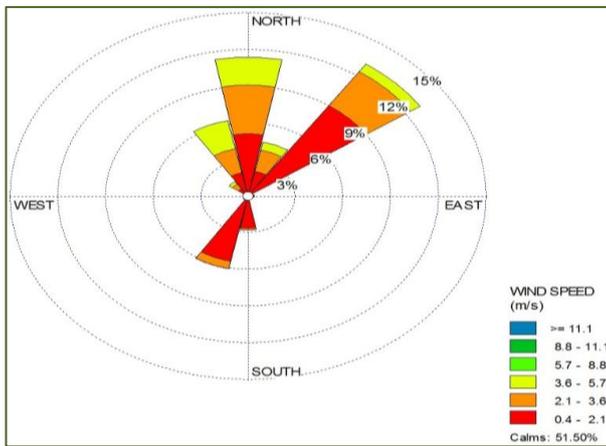


Ilustración 122. Velocidad y dirección del viento estación Acapulco

2.5.6.4. ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE

Ubicada en el municipio de Floridablanca, en el Hotel Club Campestre, a una elevación de 940 msnm. Monitorea la parte baja de la subcuenca del Río de Oro.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Club Campestre

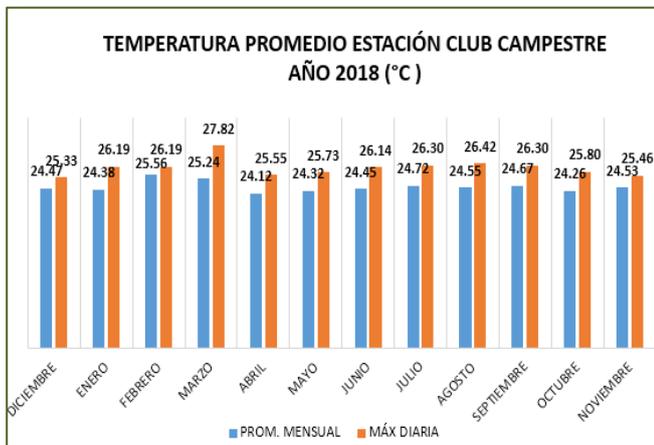


Ilustración 123. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Club Campestre

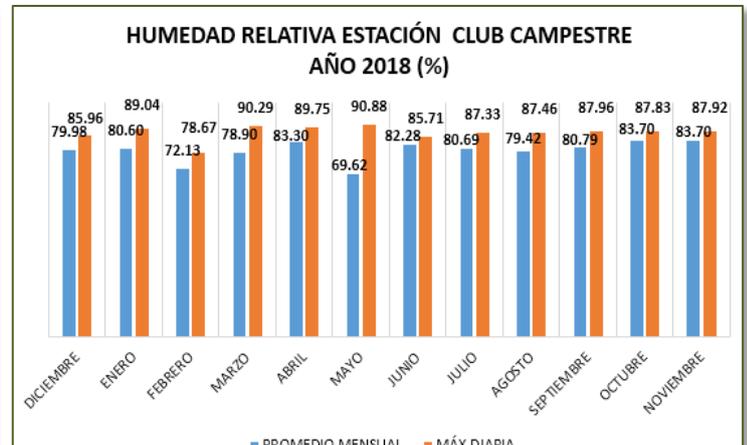


Ilustración 124. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Club Campestre

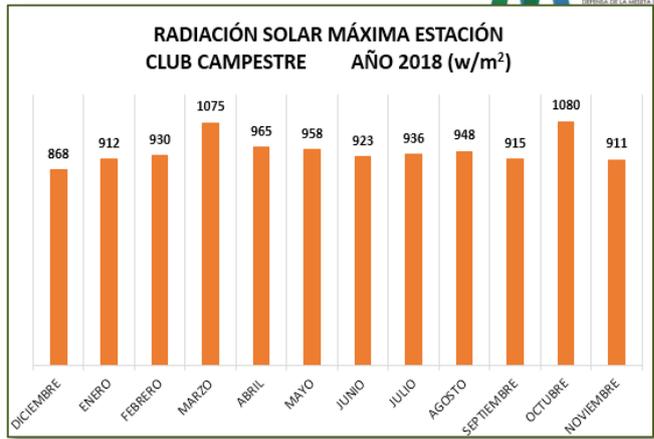


Ilustración 126. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Club Campestre

Ilustración 125. Radiación solar máxima diaria estación Club Campestre

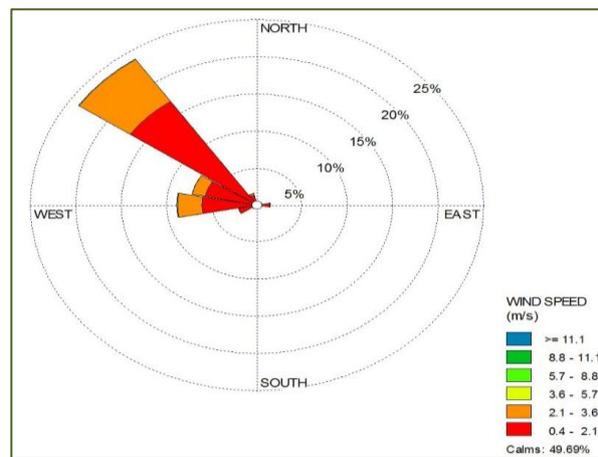
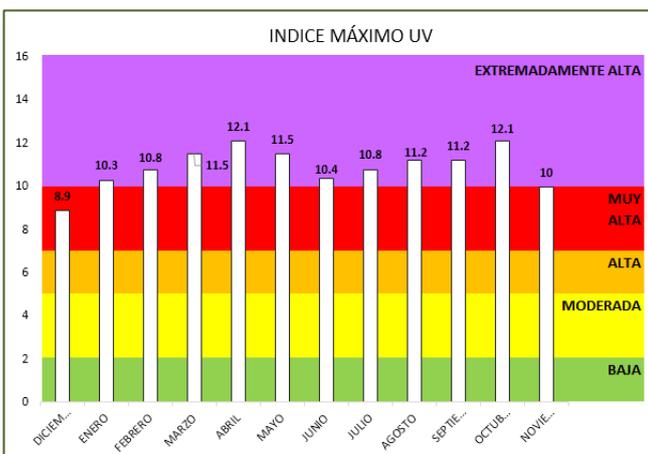


Ilustración 127. Índice UV máximo diario estación Club Campestre

Ilustración 128. Velocidad y dirección del viento de estación Club Campestre

2.5.6.5. ESTACIÓN FLORIDA

Ubicada en el municipio de Floridablanca, más exactamente en el edificio de Telebucaramanga, a una elevación de 861 msnm. Monitorea la parte baja de la subcuenca del Río de Oro. Es una estación integrada a la red de calidad del aire.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Florida

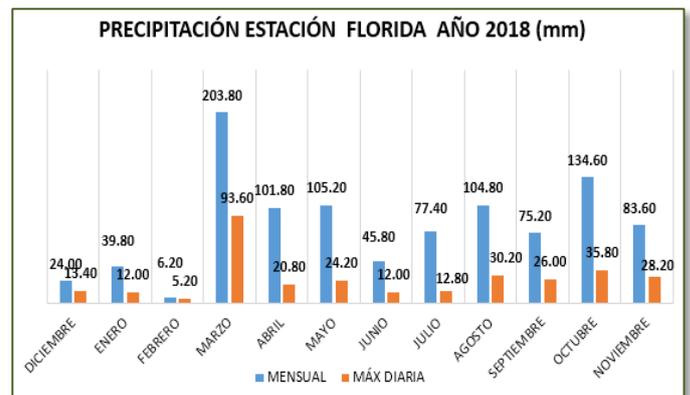
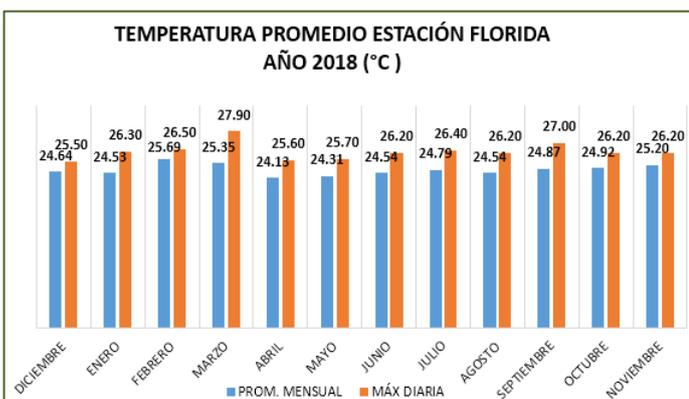


Ilustración 130. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Florida

Ilustración 129. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Florida

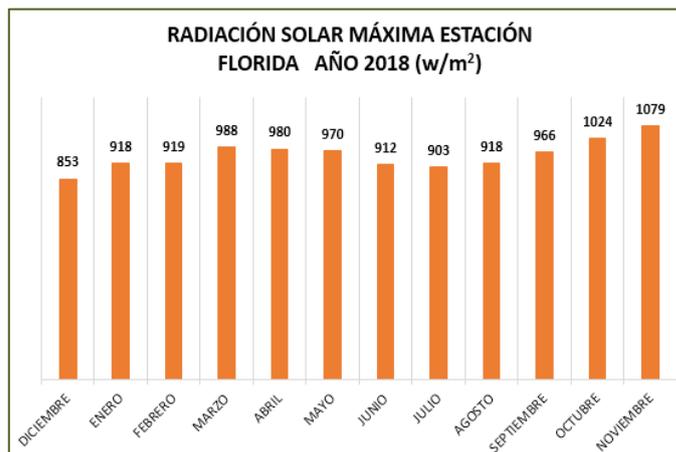
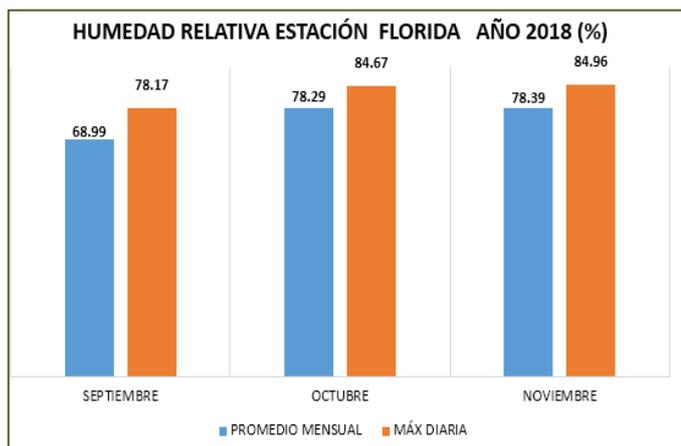


Ilustración 132. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Florida

Ilustración 131. Radiación solar máxima diaria estación Florida

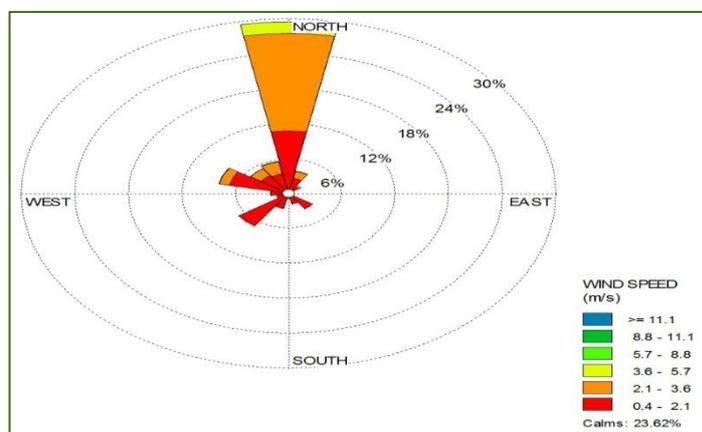
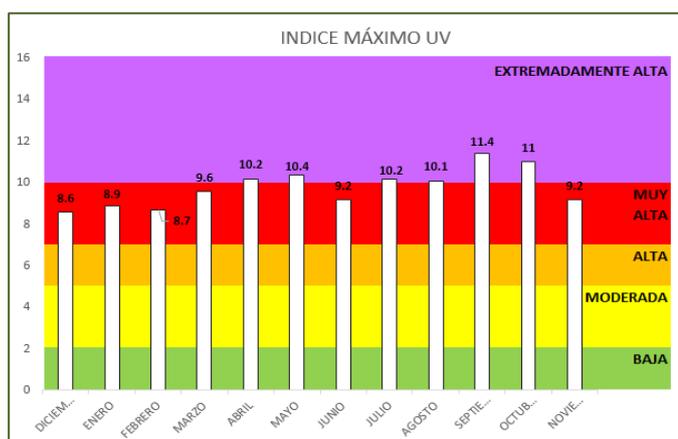


Ilustración 134. Índice UV máximo diario estación Florida

Ilustración 133. Velocidad y dirección del viento estación Florida

2.5.6.6. ESTACIÓN CIUDADELA

Ubicada en la calle de los estudiantes, en la Ciudadela Real de Minas del municipio de Bucaramanga, a una elevación de 938 msnm. Monitorea la parte baja de la subcuenca del Río de Oro. Esta también es una estación integrada a la red de calidad del aire.

Reporte de las variables Meteorológicas Estación Ciudadela

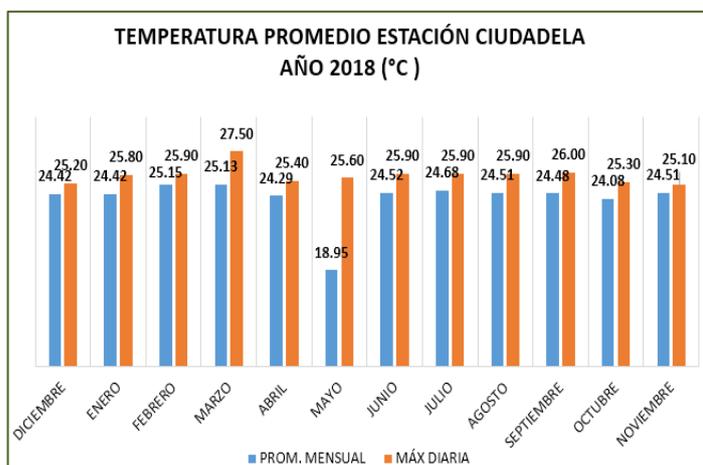


Ilustración 135. Temperatura promedio mensual y máxima diaria estación Ciudadela

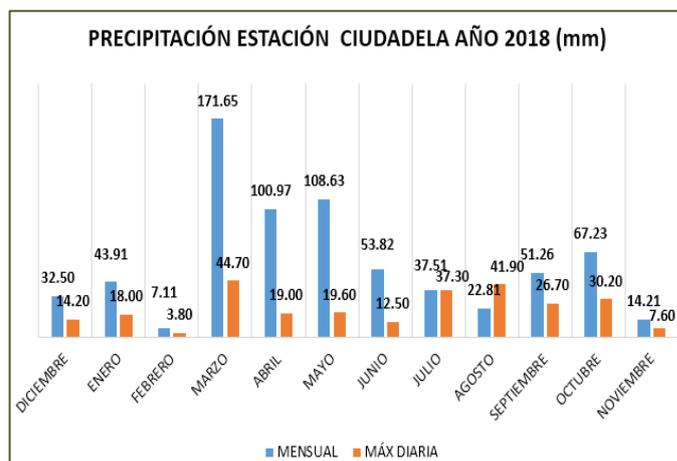


Ilustración 136. Precipitación acumulada mensual y máxima diaria estación Ciudadela

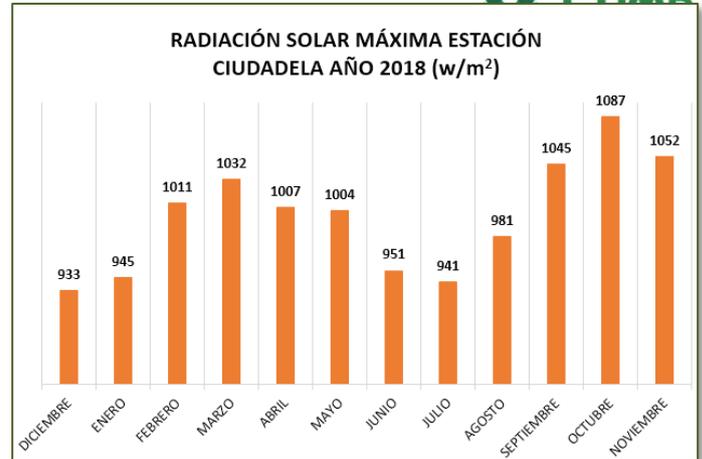
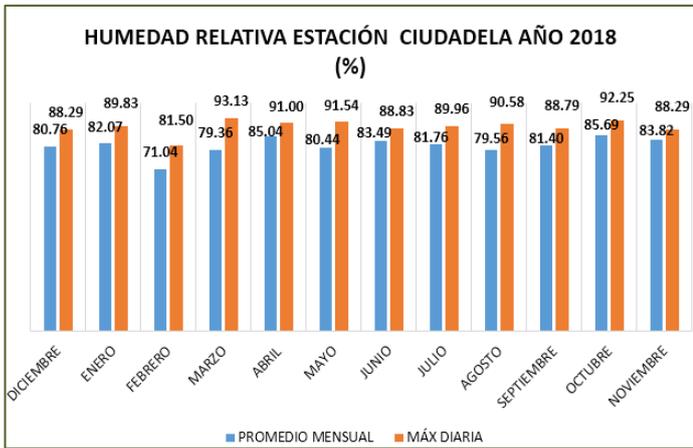


Ilustración 138. Humedad relativa promedio mensual y máxima diaria estación Ciudadela

Ilustración 137. Radiación solar máxima diaria estación Ciudadela

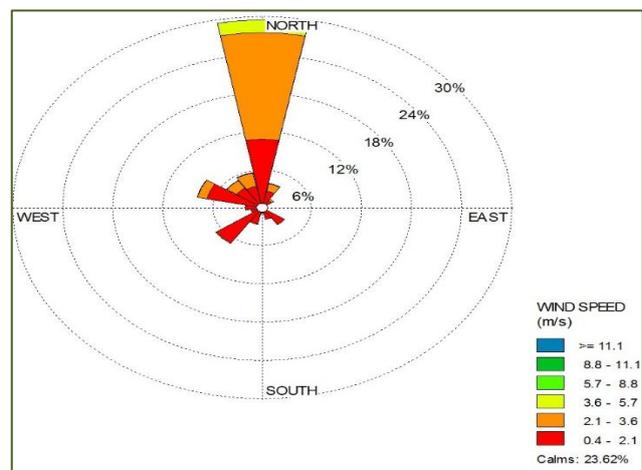
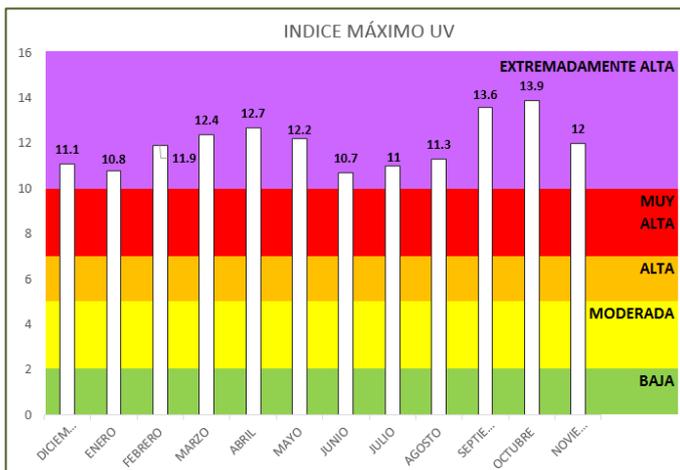


Ilustración 140. Índice UV máxima diaria estación Ciudadela

Ilustración 139. Velocidad y dirección del viento estación Ciudadela

De acuerdo a los registros climatológicos de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, índice UV, velocidad y dirección del viento, la subcuenca Rio de Oro presentó para el año 2018 el siguiente comportamiento:

- Se registraron velocidades del viento en mayor cantidad en el rango de 0.4 m/s a 2.10 m/s, con dirección del viento en la parte alta al oeste, en la parte media al Noreste y en la parte baja de la subcuenta al Norte.
- La temperatura promedio registrada entre diciembre y noviembre en el área de la subcuenca Rio de Oro fue de 16.2°C en la parte alta de la subcuenta, de 23.4°C en la parte media y de 24.5°C en la parte baja de la subcuenta.
- La humedad relativa promedio durante el año 2018 presentado en el área del cauce de la subcuenta fue de 80%
- La precipitación registrada entre diciembre y noviembre en el área de la subcuenca Rio de Oro de 2216 mm en la parte alta de la subcuenta, de 755 mm en la parte media y de 2494.8 mm en la parte baja de la misma.

La pluviosidad más alta se presentó en los meses de marzo a mayo y octubre; los meses de agosto y septiembre una pluviosidad media y en los meses de diciembre de 2017, enero, febrero, junio, julio, y noviembre de 2018 la pluviosidad más baja.

- La radiación solar máxima diaria estuvo entre 796 W/m² y 1122 W/m².
- El índice UV máximo mensual durante este periodo en el área de la subcuenta estuvo entre muy alta y extremadamente alta.

Eventos climatológicos máximos Subcuenca Rio de Oro

Tabla 20. Eventos climatológicos 2018 Subcuenca Rio de Oro

ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2018																
SUBCUENCA RIO DE ORO																
Estación	Precipitación [mm]			Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]		Radiación Solar [W/m ²]		Índice UV		Dirección del Viento [°]		Velocidad del Viento [m/s]		
	Máx. Diaria	Día	No. días con lluvia	Máx. Diaria	Día	Máx. Diaria	Día	Máx. Horaria	Día	Máx. Horario	Día	Predominante	Viento Calma	0.4 – 2.1	2.1 – 3.6	
LA JUDIA	42.8	06 – ABR	242	24	01 – NOV	92.13	05 – OCT	1122	31 – AGO	96.5	31 – AGO	337.5	NNW	58.11%	20.72%	1.38%
ACAPULCO	63.6	15 – MAY	171	26.67	12 – MAR	87.21	19 – NOV	1127	04 – SEP	8.2	07 – MAR	45	NE	51.50%	27.89%	15.50%
EL RASGÓN	29.6	03 – MAR	210	24	01 – FEB	94.08	27 – OCT	1062	14 – MAR	12.1	04 – OCT	247.5	WSW	67.88%	31.54%	0.30%
CLUB CAMPESTRE	40.8	23 – AGO	183	27.82	12 – MAR	90.88	04 – MAY	1080	14 – OCT	12.1	09 – ABR	315	NW	49.69%	38.47%	11.38%
FLORIDA	93.6	03 – MAR	176	27.9	12 – MAR	84.96	13 – NOV	1079	25 – NOV	11.4	29 – SEP	0	N	41.80%	34.59%	9.13%
CIUDADELA	44.7	03 – MAR	171	27.5	12 – MAR	93.13	29 – MAR	1087	12 – OCT	13.9	12 – OCT	0	N	12.62%	45.30%	22.96%
LA JUDIA	42.8	06 – ABR	242	24	01 – NOV	92.13	05 – OCT	1122	31 – AGO	96.5	31 – AGO	337.5	NNW	58.11%	20.72%	1.38%

2.6. RESULTADOS HÍDRICOS

En los monitoreos de calidad y cantidad de agua se realizan aforos de los caudales que nos permiten saber la cantidad de metros cúbicos por segundo (m³/s) que transporta la corriente en ese momento. Actualmente se cuentan con 71 puntos de monitoreo ubicados en el área de jurisdicción de la CDMB.

Tabla 21. Puntos de monitoreo de cantidad de agua

PUNTOS MONITOREO RED DE CANTIDAD DEL AGUA				
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	MICROCUENCA	FUENTE
1	Rasgón	RO - 06	Oro Alto	Río de Oro
2	Conquistador	RO - 05	Oro Alto	Río de Oro
3	Barroblanco	QG - 01	Oro Alto	Quebrada Grande
4	Villa Paulina	SO - 01	Oro Alto	Quebrada Soratoque o Las Cruces
5	La Batea	LT - 01	Río Lato	Río Lato
6	Palogordo	RO - 04	Oro Medio	Río de Oro
7	Bahondo	RO - 4A	Oro Medio	Río de Oro
8	Carrizal	RO - 02	Oro Bajo	Río de Oro
9	Puente Nariño	RO - 01	Oro Bajo	Río de Oro
10	La Esperanza	RF - 03	Río Frío	Río Frío
11	Campestre	ZA - 01	Río Frío	Quebrada Zapamanga
12	El Pórtico	RF - P	Río Frío	Río Frío
13	El Caucho	RF - B	Río Frío	Río Frío
14	Los Totumos	AZ - 1A	Río Frío	Quebrada Aranzoque-Menzulí

15	Caneyes	RF - 1A	Río Frío	Río Frío
16	El Jardín	LF - 01	Oro Bajo	Quebrada La Flora
17	La Floresta	CS - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
18	San Luis	LI - 03	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
19	Coca-Cola	MA - 01	Oro Bajo	Quebrada El Macho
20	Coca-Cola	GY - 01	Oro Bajo	Quebrada La Guacamaya
21	Cenfer	DC - 01	Oro Bajo	Cañada El Carrasco
22	Puente Sena	LI - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
23	El Águila	LA - 04	La Angula	Quebrada La Angula
24	La Batea	LA - 03	La Angula	Quebrada La Angula
25	Chimitá	CA - 01	Oro Bajo	Quebrada La Rosita
26	Parque Industrial	CY - 01	Oro Bajo	Quebrada Cuyamita o Pantano
27	Argelia	AR - 01	Oro Bajo	Quebrada Argelia o Cantera
28	Forjas Navas	LN - 01	Oro Bajo	Quebrada Las Navas
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Oro Bajo	Quebrada Chapinero
30	Trituradora (La Picha)	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá
32	Pánaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá
33	Puente Pánaga	RV - 01	Suratá Alto	Río Vetas
34	La Playa	SA - 05	Suratá Alto	Río Suratá
35	La Playa	RCH - 01	Suratá Bajo	Río Charta
36	Puente Tona	RT - 01A	Tona	Río Tona
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Suratá Bajo	Río Suratá
38	Bavaria	SA - 01	Suratá Bajo	Río Suratá
39	Bocas	RL - 02	El Aburrido	Río Lebrija
40	Embalse	RL - 03	La Honda - Las Lajas	Río Lebrija
41	Palmas	LA - 01	La Angula	Quebrada La Angula
42	Conchal	RL - 07	La Honda	Río Lebrija
43	Vanegas	RC - 01	Cáchira	Río Cáchira
44	Vanegas	RL - 08	Lebrija Medio	Río Lebrija
45	Puente San Alonso	PY - 02A	Río Playón	Río Playonero
46	Balsas	PY - 01	Río Playón	Río Playonero
47	Las Olas	RC - 02A	Río Playón	Río Cachiri
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	Río Sílgara
49	El Bambú	SL - 04	Río Salamaga	Río Salamaga
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Samaca	Quebrada Samaca
51	La virgen	SC - 01	Santa Cruz	Río Negro
52	Brisas	RN - 01	Río Negro Bajo	Río Negro
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco
54	Pescadero (Mensuly)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá
56	Platacero	MS - 05	Río Frío	Quebrada Mensulí o La Estancia
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensulí
58	Cañaverál	LR - 03	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
59	El Pilón	LR - 02	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
60	Arenales	QA - 02	Jordán	Quebrada Arenales
61	Berlín	QA - 01	Jordán	Quebrada Arenales
62	Berlín	RJ - 01	Jordán	Río Jordán
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas
64	Loma Redonda	RV - 02	Río Vetas	Río Vetas
65	Loma Redonda (La Baja)	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Paez
66	Cristales	RO-O-10	Oro Alto	Río de Oro
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Oro Alto	Quebrada El Rasgón

68	Batea Oro	RO-O-2PA	Oro Alto	Río de Oro
69	Chocóa	RO-O-4N	Oro Medio	Río de Oro
70	Río de Oro	RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro
71	Río de Oro	RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro

En las siguientes tablas se presenta por cada corriente y sus tributarios, los puntos de monitoreo, la respectiva fecha en la cual se realizó la medición y el caudal registrado en metro cúbico por segundo (m³/s).

Tabla 22 Caudales 2018 Río de Oro

RIO DE ORO							
RO-O-10		RO-O-06		RO-O-05		RO-O-2PA	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)						
13/06/2018	0.715	13/06/2018	0.926	13/06/2018	1.077	13/06/2018	1.416
14/06/2018	0.348	14/08/2018	0.639	18/08/2018	0.878	17/08/2018	1.597
23/10/2018	1.34	29/10/2018	1.728	29/10/2018	2.006	23/10/2018	13.81
24/11/2018	0.938	24/11/2018	1.291	24/11/2018	2.329	24/11/2018	3.096
RO-O-04		RO-O-4N		RO-O-4H		RO-O-4A	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)						
13/06/2018	2.135	13/06/2018	2.018	14/06/2018	2.791	13/06/2018	2.446
17/08/2018	2.345	17/08/2018	2.298	15/08/2018	3.376	17/08/2018	2.417
23/10/2018	14.97	23/10/2018	9.569	29/10/2018	4.208	23/10/2018	21.1
24/11/2018	2.721	24/11/2018	2.664	24/11/2018	2.788	24/11/2018	2.845
RO-O-02		RO-O-2A		RO-O-01			
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)		
13/06/2018	5.823	14/06/2018	4.5645	13/06/2018	6.663		
17/08/2018	5.207	15/08/2018	14.42	17/08/2018	7.482		
29/10/2018	9.959	29/10/2018	9.37	29/10/2018	7.511		
24/11/2018	5.883	24/11/2018	6.997	24/11/2018	5.614		

Tabla 23 Caudales 2018 Tributarios Río de Oro

TRIBUTARIOS RIO DE ORO							
QRG-01		QG-01		SO-01		LT-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
13/06/2018	0.506	13/06/2018	0.245	13/06/2018	0.117	13/06/2018	0.837
14/08/2018	0.29	14/08/2018	0.547	14/08/2018	0.067	14/08/2018	0.443
29/10/2018	0.698	23/10/2018	3.881	23/10/2018	0.365	23/10/2018	4.183
24/11/2018	0.887	24/11/2018	0.229	24/11/2018	0.0596	24/11/2018	1.0114
RF-1A		LI-01					
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)				
20/06/2018	4.3866	14/06/2018	0.119				
22/08/2018	0.843	15/08/2018	0.17				
22/10/2018	2.223	24/10/2018	0.1605				
26/11/2018	1.745	26/11/2018	0.578				

Tabla 24 Caudales 2018 Escarpa Occidental

ESCARPA OCCIDENTAL							
CA-01		CY-01		AR-01		LN-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
14/06/2018	0.37	14/06/2018	0.038	14/06/2018	0.027	14/06/2018	0.163
15/08/2018	0.539	15/08/2018	0.027	15/08/2018	0.02	15/08/2018	0.087
24/10/2018	0.9284	24/10/2018	0.027	24/10/2018	0.027	24/10/2018	0.142
24/11/2018	0.813	26/11/2018	0.029	26/11/2018	0.03	26/11/2018	0.114
LP-01		CH-01					
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)				
14/06/2018	0.05	14/06/2018	0.208				
15/08/2018	0.021	15/08/2018	0.123				
24/10/2018	0.034	24/10/2018	0.099				
26/11/2018	0.056	26/11/2018	0.193				

Tabla 25 Caudales 2018 Río Lebrija

RIO LEBRIJA							
RL-08		RL-07		RL-03		RL-02	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
18/06/2018	41.85	18/06/2018	20.34	18/06/2018	13.65	18/06/2018	14.66
16/08/2018	22.74	16/08/2018	13.96	16/08/2018	2.756	16/08/2018	10.71
29/10/2018	105.271	29/10/2018	104.518	29/10/2018	35.371	29/10/2018	31.68
25/11/2018	45.02	25/11/2018	38.26	25/11/2018	22.84	25/11/2018	27.94

Tabla 26 Caudales 2018 Tributarios Río Lebrija

TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA							
RN-01		SL-04		RC-01		LA-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
19/06/2018	9.613	19/06/2018	0.1978	18/06/2018	13.89	18/06/2018	0.65
21/08/2018	3.813	21/08/2018	1.785	16/08/2018	9.896	16/08/2018	0.209
09/11/2018	5.475	30/10/2018	2.387	30/10/2018	15.2	25/10/2018	4.8059
25/11/2018	5.957	25/11/2018	2.035	25/11/2018	18.95	25/11/2018	0.64
RC-02A		SC-01		SG-01A		SM-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
18/06/2018	13.89	19/06/2018	6.253	19/06/2018	2.9908	19/06/2018	0.915
16/08/2018	9.896	21/08/2018	2.791	21/08/2018	1.767	21/08/2018	0.347
30/10/2018	15.2	09/11/2018	8.472	30/10/2018	4.954	25/10/2018	1.495
25/11/2018	18.95	23/11/2018	7.113	25/11/2018	2.34	23/11/2018	0.7403

Tabla 27 Caudales 2018 Río Manco y Umpala

RIO MANCO Y UMPALA					
RM-02		RM-01		UP-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
20/06/2018	3.063	20/06/2018	4.299	20/06/2018	5.585
22/08/2018	2.001	22/08/2018	2.198	22/08/2018	3.431
22/10/2018	5.495	22/10/2018	6.757	22/10/2018	7.407
25/11/2018	2.727	25/11/2018	3.605	25/11/2018	8.466

Tabla 28. Caudales 2018 Río Suratá

RIO SURATÁ					
SA-07		SA-06		SA-05	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
12/06/2018	1.904	12/06/2018	1.458	12/06/2018	4.618
13/08/2018	1.373	13/08/2018	1.498	13/08/2018	2.144
06/11/2018	8.753	06/11/2018	9.057	06/11/2018	13.11
23/11/2018	3.034	23/11/2018	3.643	23/11/2018	5.502
SA-03		SA-01			
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)		
12/06/2018	7.456	12/06/2018	7.456		
21/08/2018	3.459	21/08/2018	3.459		
06/11/2018	16.05	06/11/2018	16.05		
23/11/2018	15.29	23/11/2018	15.29		

Tabla 29 Caudales 2018 Tributarios Río Suratá

TRIBUTARIOS RÍO SURATÁ					
RV-01		RCH-01		RT-01A	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
12/06/2018	2.086	12/06/2018	1.853	19/06/2018	0.8
13/08/2018	1.456	13/08/2018	0.73	21/08/2018	0.252
06/11/2018	6.38	06/11/2018	3.541	09/11/2018	2.5157
23/11/2018	2.451	23/11/2018	1.952	23/11/2018	1.813
QLB-01		RV-02			
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)		
12/06/2018	0.614	12/06/2018	1.448		
13/08/2018	0.626	13/08/2018	1.208		
06/11/2018	1.624	06/11/2018	3.005		
23/11/2018	0.909	23/11/2018	1.407		

Tabla 30 Caudales 2018 Río Frío

RIO FRÍO							
RF-03		RF-P		RF-B		RF-1A	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)						
20/06/2018	3.523	20/06/2018	2.0655	20/06/2018	2.6581	20/06/2018	4.3866
22/08/2018	0.952	22/08/2018	0.694	22/08/2018	1.093	22/08/2018	0.843
22/10/2018	2.633	22/10/2018	1.21	22/10/2018	2.025	22/10/2018	2.223
26/11/2018	1.32	26/11/2018	0.801	26/11/2018	1.728	26/11/2018	1.745

Tabla 31 Caudales 2018 Quebradas Sistema Iglesia

SISTEMA IGLESIA							
ZA-01		LF-01		GY-01		CS-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
20/06/2018	0.2494	20/06/2018	0.01312	14/06/2018	0.001	20/06/2018	0.0369
22/08/2018	0.231	22/08/2018	0.008	15/08/2018	0.037	22/08/2018	0.023
22/10/2018	0.176	24/10/2018	0.0219	25/10/2018	0.018	24/10/2018	0
26/11/2018	0.143	26/11/2018	0.279	26/11/2018	0.008	26/11/2018	0
LI-03		DC-01		LI-01		MA-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
14/06/2018	0.0162	14/06/2018	0.000483	14/06/2018	0.119	16/06/2018	0.000976
15/08/2018	0.004	15/08/2018	0.000572	15/08/2018	0.17	15/08/2018	0.007
24/10/2018	0.0488	24/10/2018	0.00845	23/10/2018	0.1605	24/10/2018	0.00282
26/11/2018	0.401	26/11/2018	0.000533	24/11/2018	0.578	26/11/2018	1.026

Tabla 32 Caudales 2018 Quebradas Aranzoque Mensulí

ARANZOQUE - MENSULÍ					
AZ-07		AZ-1A		MS-05	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
20/06/2018	0.307	20/06/2018	0.4586	20/06/2018	0.097
22/08/2018	0.139	22/08/2018	0.314	16/08/2018	0.007
22/10/2018	0.346	22/10/2018	0.847	22/10/2018	0.135
25/11/2018	0.282	26/11/2018	0.426	25/11/2018	0.0034

Tabla 33 Caudales 2018 Quebrada La Angula

QUEBRADA LA ANGULA			
LA-03		LA-04	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
14/06/2018	0.148	14/06/2018	0.066
15/08/2018	0.071	15/08/2018	0.112
25/10/2018	0.7676	25/10/2018	0.6656
24/11/2018	0.149	24/11/2018	0.072

Tabla 34 Caudales 2018 Quebrada La Ruitoca

QUEBRADA LA RUITOCA			
LR-02		LR-03	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
20/06/2018	0.133	20/06/2018	0.019
22/08/2018	0.079	22/08/2018	0.035
22/10/2018	0.208	22/10/2018	0.104
25/11/2018	0.058	25/11/2018	0.074

Tabla 35 Caudales 2018 Río Playonero

RIO PLAYONERO			
PY-01		PY-02A	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
19/06/2018	9.069	19/06/2018	7.305
21/08/2018	5.954	21/08/2018	5.727
30/10/2018	10.330	30/10/2018	12.670
25/11/2018	8.221	25/11/2018	4.915

Tabla 36 Caudales 2018 Quebradas Arenales y Jordán

QUEBRADA ARENALES Y JORDAN					
QA-01		QA-02		RJ-01	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
19/06/2018	0.721	19/06/2018	0.370	19/06/2018	0.882
21/08/2018	0.465	21/08/2018	0.166	21/08/2018	0.493
23/10/2018	2.245	23/10/2018	0.456	23/10/2018	2.026
23/11/2018	1.172	23/11/2018	0.389	23/11/2018	1.479

CAPITULO III.



Ilustración 141. Estación de Vigilancia de Calidad de Aire - Cabecera

INFORME ANUAL CALIDAD DE AIRE 2018

3. INFORME ANUAL CALIDAD DE AIRE 2018

3.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe presenta el resultado de la calidad del aire del área metropolitana de Bucaramanga durante el año 2018 mediante el análisis de las mediciones de los contaminantes criterios Material Particulado inferior a 10 micras (PM10) y Ozono Troposférico (O3) registrados a través del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire - SVCA que opera la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB.

A partir de las mediciones recopiladas los profesionales de la CDMB se encargan de validar los datos, comparar la concentración de los contaminantes del aire por cada punto de monitoreo y verificar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles dispuestos en la norma de calidad del aire, Resolución No. 2254 del 01 de noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS.

Finalmente se pretende reportar el número de veces que se ha excedido la norma, determinar el índice de Calidad del Aire– ICA para el año 2018 y por último clasificar la Calidad del Aire de los municipios del área metropolitana de Bucaramanga donde están ubicadas las estaciones.

3.2. OBJETIVOS

- Determinar el cumplimiento de la norma de calidad del aire.
- Observar el comportamiento anual de los contaminantes criterios.
- Clasificar la calidad del aire en el área metropolitana de Bucaramanga.

3.3. GENERALIDADES

3.3.1. CONTAMINANTES MONITOREADOS

Ozono (O3): El oxidante que se encuentra en mayor concentración en la atmósfera contaminada es el ozono y su presencia persiste durante una parte considerable del día. El 90% del ozono total existente en la atmósfera, se encuentra y se forma en la estratosfera, a una altura entre los 12 a 40 Km sobre la superficie terrestre, siendo este el que protege a la Tierra de las radiaciones ultravioletas del sol. El resto del ozono que existe en la atmósfera se encuentra y se forma en la troposfera y se considera un contaminante atmosférico secundario, es decir, que no es emitido directamente a la atmósfera, sino que se forma a través de reacciones activadas por la luz solar (fotoquímicas) entre otros contaminantes primarios. Los principales precursores del ozono son los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, que se emiten de forma natural o a consecuencia de las actividades humanas. Estas especies químicas,

al reaccionar en unas condiciones meteorológicas determinadas de altas temperaturas y radiación solar intensa, producen el consiguiente aumento de concentración de ozono. El tráfico son las principales fuentes de emisión de óxidos de nitrógeno; precursores del ozono.

Material Particulado: Es el término utilizado para definir una mezcla de partículas sólidas y líquidas encontradas en el aire. Algunas de estas partículas son grandes y oscuras que pueden ser vistas, tales como el hollín y el humo. Otras son tan pequeñas que solamente pueden ser detectadas mediante la utilización de un microscopio electrónico. Estas partículas, que se producen en una gran variedad de tamaños (“finas” cuando son menores a 2,5 micras en diámetro y de mayor tamaño cuando son mayores a 2,5 micras), son originadas por diferentes fuentes móviles y estacionarias, así como por fuentes naturales. Las partículas de mayor tamaño (PM10) son generalmente emitidas por fuentes tales como vehículos que se desplazan en carreteras, manipulación de materiales, operaciones de compactación y trituración, así como del polvo levantado por el viento. Algunas partículas son emitidas directamente por sus fuentes, como chimeneas industriales y exostos de vehículos.

3.4. MARCO NORMATIVO

Resolución 2254 de 2017

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estableció mediante la Resolución 2254 de 2017 la Norma de Calidad del Aire para el territorio nacional colombiano, en la cual estableció nuevos niveles máximos permisibles de concentración en el aire de los contaminantes criterio que causan riesgos sobre la salud humana que empezó a regir a partir del 1 de enero de 2018.

En la Tabla 37 se relaciona el nivel máximo permitido para los contaminantes criterios establecidos en la norma y que son medidos a través del Sistema de Vigilancia de Calidad del AIRE de la CDMB.

Tabla 37. Nivel Máximo Permissible de Contaminantes

Contaminante	Unidad	Nivel Máximo Permissible Antes del 1-JUL-2018	Nivel Máximo Permissible a partir del 1-JUL-2018	Tiempo de Exposición
PM10	µg/m ³	50	50	Anual
		100	75	24 Horas
O ₃	µg/m ³	100	100	8 Horas

De igual manera la norma establece los rangos de concentración y el tiempo de exposición bajo los cuales se debe declarar por parte de las autoridades ambientales los niveles de prevención, alerta o emergencia por contaminación del aire, para los contaminantes criterios PM10 y O₃ que son medidos por el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de la CDMB se relacionan en la Tabla 38.

Tabla 38. Concentración para los niveles de prevención, alerta o emergencia

Contaminante	Tiempo de Exposición	Prevención	Alerta	Emergencia*
PM10	24 Horas	155 - 254	255 – 354	≥ 355
O3	8 Horas	139 - 167	168 - 207	≥ 208

*Aplicables a concentraciones mayores o iguales a las establecidas en la columna de emergencia

Esta norma también define el Índice de Calidad del Aire – ICA, el cual es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire; en una escala numérica de 0 a 500 dividida en 6 colores, a los cuales hay asociados unos efectos en la salud humana. Entre más pequeño sea el ICA mejor es la calidad del aire.

El índice de calidad del aire está enfocado en cinco contaminantes principales: Ozono (O3), material particulado (PM10 y PM2.15), dióxido de azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2) y monóxido de carbono (CO).

La Tabla 39 describe de forma general el Índice de Calidad del Aire, entre más bajo sea el ICA menos riesgosa se supone es la contaminación atmosférica. También relaciona los puntos de corte para las concentraciones de 8 horas y 24 horas respectivamente para los contaminantes PM10 y Ozono.

Tabla 39. Descripción del ICA y Puntos de Corte

Rango y Color	Estado de la calidad del Aire	Efectos	Puntos de Corte	
			O3 µg/m3 8 horas	PM10 µg/m3 24 horas
0 – 50 Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.	0 – 106	0 – 54
51 – 100 Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.	107 – 138	55 – 154
101 – 150 Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1) Ozono Troposférico: las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire. 2) Material Particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.	139 – 167	155 – 254

151 – 200 Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.	168 – 207	255 – 354
201 – 300 Púrpura	Muy Dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.	208 – 393	355 – 424
301 – 500 Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.	394	425 – 604

3.5. SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE

Para el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA es “un conjunto de quipos de monitoreo de los contaminantes atmosféricos, que se encuentran instalados en un lugar de interés con un propósito determinado; esta infraestructura debe estar acompañada de todas las actividades necesarias para su correcto funcionamiento, dentro de las cuales se puede mencionar la operación por personal calificado, programas de mantenimiento preventivo y correctivo, un sistema de administración de información que permita una correcta validación de los datos, entre otras. Su implementación se realiza bien sea cuando se presenta una problemática específica relacionada con la calidad del aire, o en zonas con población por encima de los cincuenta mil habitantes”¹.

El SVCA operado por la CDMB lo componen tres estaciones automáticas denominadas Cabecera, Ciudadela y Florida, integradas por equipos especializados que miden y registran automáticamente los niveles de concentración de los contaminantes criterios Material Particulado menor a 10 micras (PM10) y el gas Ozono Troposférico (O3) que según estudios epidemiológicos se determinaron como perjudiciales para la salud de los seres humanos.

La Tabla 40 relaciona la ubicación exacta de cada estación y el contaminante criterio que se mide en estas.

¹ Tomado de la página web <http://www.siac.gov.co/monitoreoaire>

Tabla 40. Estaciones del SVCA

Nombre de la Estación	Ubicación	Municipio	Mide
Cabecera	Carrera 33 con calle 52	Bucaramanga	PM10
Ciudadela	Terraza de la Institución Educativa Aurelio Martínez Mutis en la Calle de los Estudiantes	Bucaramanga	PM10 y Meteorología
Florida	Terraza del Edificio Telebucaramanga Sede Sur en Cañaveral, Autopista Floridablanca - Bucaramanga	Floridablanca	O3 y Meteorología

3.6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

3.6.1. EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS DATOS

3.6.1.1. PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS DE LOS EQUIPOS

Para iniciar la presentación de los datos, primero se evalúa la operación de los equipos que conforman cada una de las estaciones del SVCA, de su desempeño en general, al determinar el porcentaje de captura de datos de los equipos.

El porcentaje de captura de datos se calcula a partir de la cantidad máxima de datos que se pueden obtener en un periodo determinado (N) y la cantidad de datos recolectados durante ese mismo periodo (d), utilizando la siguiente ecuación

$$\% \text{ de Captura} = \frac{d}{N} * 100.$$

La Tabla 41 muestra el porcentaje de datos de cada equipo por estación, como son equipos automáticos miden y registran concentraciones cada hora, teóricamente los equipos deberían capturar 24 datos en un día por los 365 días del año para un total de 8760 datos sin embargo es imposible registrar un 100% de datos simplemente por actividades de mantenimiento o fallas técnicas imprevista con los equipos de monitoreo o con los equipos de respaldo.

En el caso del equipo analizador de ozono de la estación Cabecera tuvo un desempeño inferior al 50%, por tanto los registros obtenidos por este equipo no se deben tener en cuenta en este informe.

Tabla 41. Porcentaje de Datos Capturados por Equipos

Estación	Cabecera	Cabecera	Ciudadela	Florida
Equipo	Monitor PM10 BAM 1020	Analizador de Ozono API - 400A	Monitor PM10 BAM 1020	Analizador de Ozono Environnement O342M
d*	7808	4095	7729	7965
N**	8760	8760	8760	8760
% de Captura	89%	47%	88%	91%

* Cantidad de datos recolectados

** Cantidad máxima de datos que se pueden obtener

3.6.1.2. PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS

Según el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, el porcentaje de datos válidos empleados para realizar los cálculos de promedios de concentraciones de los contaminantes criterios, las comparaciones con la norma de calidad de aire y la estimación del número de excedencias, no debe ser inferior al 75%.

El porcentaje de datos válidos se calcula de la relación entre la cantidad de datos válidos (V) y la cantidad de datos que debieron ser reportados (N) en un período de tiempo definido, usando la ecuación $\%Val_datos = \frac{V}{N} * 100$

La Tabla 42, muestra que los únicos datos que no son aceptables para tener en cuenta es este reporte son los del contaminante ozono de la estación de Cabecera por no superar el criterio del 75%, el resto cumple y se pueden usar en este reporte de calidad de aire.

Tabla 42. Porcentaje de Datos Válidos por Estación

Estación	Cabecera	Cabecera	Ciudadela	Florida
Contaminante	PM10	O3	PM10	O3
V*	306	144	297	327
N**	365	365	365	365
% de Captura	84%	39%	81%	90%

* Cantidad de datos válidos

** Cantidad de datos que debieron ser reportados

3.7. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE

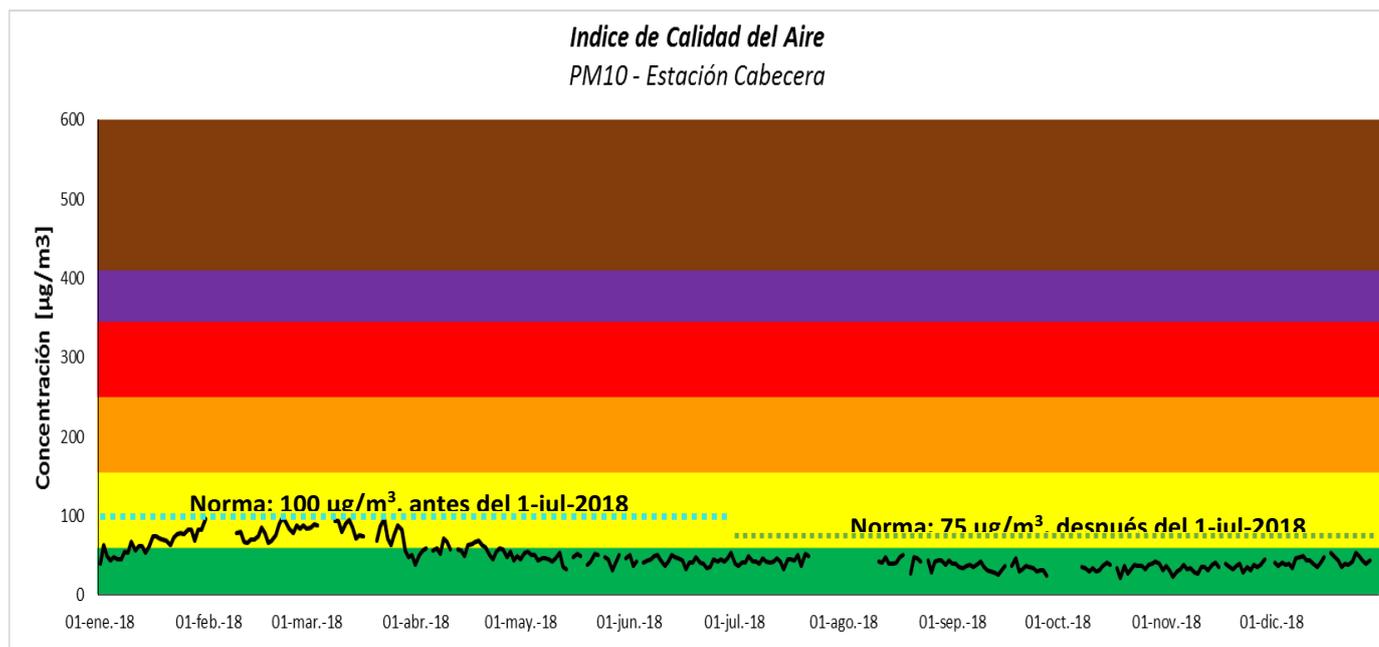
Este aparte pretende comparar las concentraciones de los contaminantes PM10 y Ozono con la norma nacional, determinar el número de veces que se ha excedido la norma y a su vez índice de Calidad del Aire– ICA para el año 2018 y por último clasificar la Calidad del Aire para las áreas de incidencia de las estaciones que componen el SVCA.

3.7.1. COMPARACIÓN DE PM10 ESTACIÓN CABECERA CON LA NORMA

Al comparar los valores de concentración obtenidos en el monitoreo de material particulado PM10 con la norma nacional de 24 horas, debe estimarse el promedio aritmético para conjuntos de 24 datos horarios de un mismo día.

En la ilustración 142 se compara la concentración promedio diaria de PM10 de la estación Cabecera con la norma, las concentraciones se registran entre 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual indica que la calidad del aire estuvo entre buena y aceptable, sin registro de excedencias de la norma; se puede observar que los mayores niveles de concentración del contaminante PM10 en la estación cabecera se presentaron en los meses de febrero y marzo, además que hubo una tendencia a disminución hasta el primer semestre de 2018 y que en el segundo semestre presenta una tendencia lineal.

Ilustración 142. Comparación de concentración promedio diaria de PM10 de Cabecera con la norma



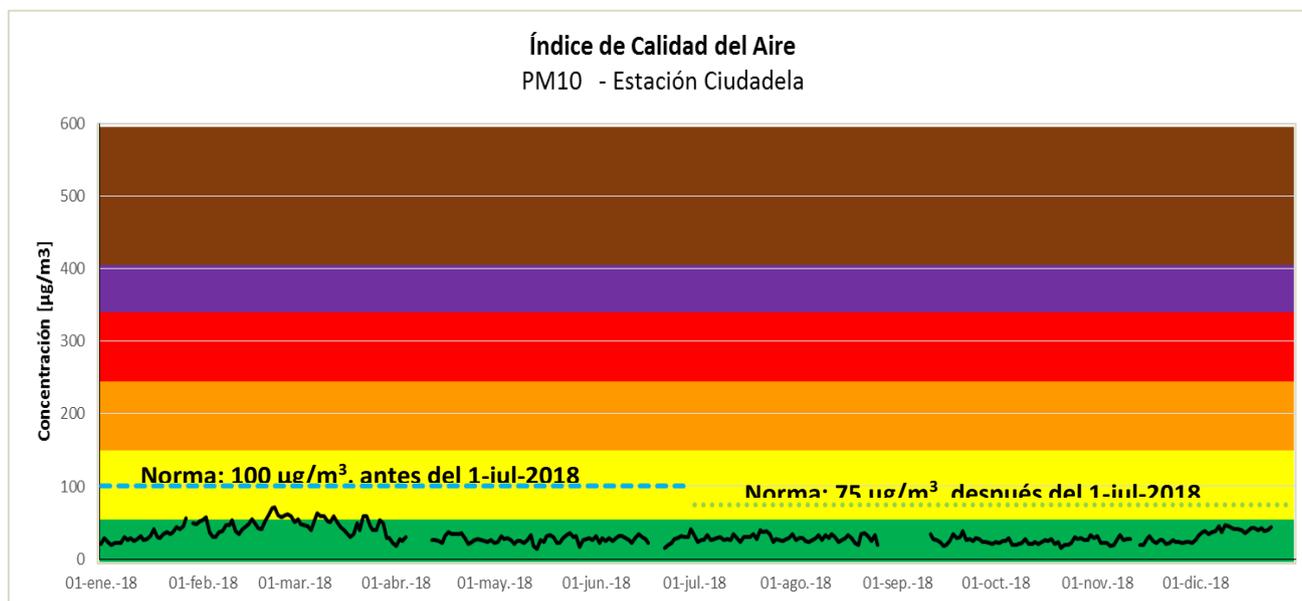
3.7.2. COMPARACIÓN DE PM10 ESTACIÓN CIUDELA CON LA NORMA

Recordar que para comparar los valores de concentración obtenidos en el monitoreo de material particulado PM10 con la norma nacional de 24 horas, debe estimarse el promedio aritmético para conjuntos de 24 datos horarios de un mismo día.

La ilustración 143 compara las concentraciones promedios diarias de PM10 con la norma, donde se puede apreciar que las concentraciones están entre 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual indica que la calidad del aire estuvo entre buena y aceptable, sin registro de excedencias de la norma; se puede observar al igual que en Cabecera los mayores niveles de concentración del contaminante PM10 en la estación Ciudadela se presentaron en los meses de febrero y marzo, además que hubo una tendencia a disminución hasta el primer semestre de 2018 y que en el segundo semestre presenta una tendencia lineal.

3.7.3. COMPARACIÓN DE OZONO ESTACIÓN FLORIDABLANCA CON LA NORMA

Ilustración 143. Comparación de concentración promedio diaria de PM10 de Ciudadela con la norma

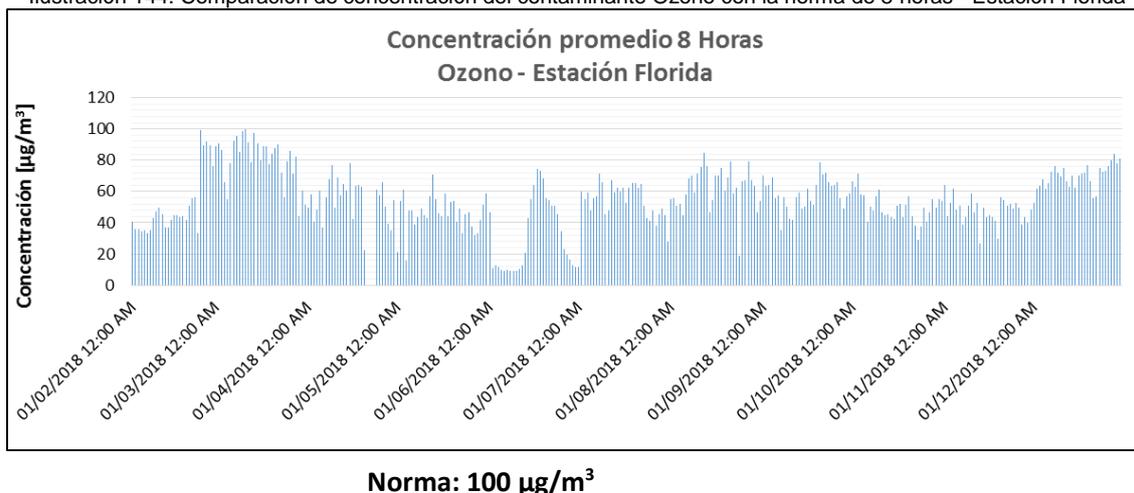


La norma de calidad de aire, en relación con la concentración máxima permitida de ozono (O_3) en el aire en territorio nacional está definida para 8 horas. Requiere que el monitoreo de este contaminante se realice a través de analizadores automáticos, debido a que solo a través de esta forma es posible obtener resultados de concentración horarios.

Una vez se tienen los datos horarios de concentración de ozono, deben ser convertidos a condiciones de referencia (para lo cual previamente debe conocerse las condiciones locales de temperatura y presión) y finalmente se procede con el cálculo de la media móvil para grupos de 8 datos horarios y el mayor de estos valores debe ser comparado con la norma nacional para períodos de tiempo iguales a 8 horas.

La figura 3 compara la concentración de ozono para el periodo del año 2018 entre el 02 de febrero y el 31 de diciembre, con la norma de 8 horas, establecida en la Tabla 1 de la Resolución 2254 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Durante el año se tuvieron concentraciones $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir que aunque no se excedió la norma sí estuvo al límite de sobrepasarla.

Ilustración 144. Comparación de concentración del contaminante Ozono con la norma de 8 horas - Estación Florida



3.8. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

Con el análisis de la calidad del Aire se pretende determinar el comportamiento anual del Índice de Calidad del Aire - ICA para cada estación del SVCA, como también comparar el ICA para cada mes del año.

El ICA se calcula a partir de la siguiente ecuación, definida en la norma de calidad de aire:

$$ICA_p = \frac{I_{alto} - I_{bajo}}{PC_{alto} - PC_{bajo}} \times (C_p - PC_{bajo}) + I_{bajo}$$

Donde:

ICA_p = Índice de Calidad del Aire para el contaminante p

C_p = Concentración medida para el contaminante p

PC_{alto} = Punto de corte mayor o igual a C_p

PC_{bajo} = Punto de corte menor o igual a C_p

I_{alto} = Valor del ICA correspondiente al PC_{alto}

I_{bajo} = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al PC_{bajo}

3.8.1. ICA ANUAL

Para iniciar el cálculo del ICA anual de PM₁₀ se determina el promedio aritmético a partir de los promedios diarios de concentración del año.

La concentración promedio anual para el contaminante criterio PM10 de la estación cabecera es 50 µg/m³ y para la estación Ciudadela es 32 µg/m³. Se aplica la ecuación para el cálculo del ICA, teniendo en cuenta los puntos de corte de PM10 de la Tabla 3, para un rango de 0 – 54 µg/m³.

El siguiente es un ejemplo de cómo se aplica la ecuación para el cálculo del ICA para la estación Cabecera.

$$ICA_{PM10 \text{ cabecera}} = \frac{50 - 0}{54 - 0} \times (50 - 0) + 0$$

$$ICA_{PM10 \text{ cabecera}} = 46.3$$

Lo cual quiere decir que el Índice de Calidad del Aire es 46.

La Tabla 7 resume la comparación con la norma para un tiempo de exposición anual y los Índices de Calidad de Aire para el contaminante PM10 de las estaciones Cabeceras y Ciudadela, también muestra que el estado de la calidad del aire donde opera el SVCA es buena por tanto la contaminación atmosférica supone un bajo riesgo para la salud humana.

Tabla 43. ICA Anual

Estaciones	PM 10	Norma	Comparación con la Norma	ICA	Estado de la Calidad del Aire
	Concentración Promedio Anual	Nivel Máximo permisible			
Cabecera	50 µg/m ³	50 µg/m ³	Cumple	46	Buena
Ciudadela	32 µg/m ³	50 µg/m ³	Cumple	30	Buena

3.8.2. ICA MENSUAL

Para iniciar el cálculo del ICA mensual de PM10 se determina el promedio aritmético a partir de los promedios diarios de concentración de cada mes.

A partir de concentración promedio mensual se usa la ecuación para el cálculo del ICA teniendo en cuenta los puntos de corte relacionados en la Tabla 3, el ICA de cada mes se relaciona en la Tabla 8.

Tabla 44. ICA Mensual para contaminantes Criterios

Estación	CABECERA		CIUDADELA		FLORIDA	
	PM10		PM10		O ₃	
Mes	Concentración Promedio mensual - µg/m ³	ICA	Concentración Promedio mensual - µg/m ³	ICA	Concentración Promedio mensual - µg/m ³	ICA
Enero	66	56	33	31	ND*	
Febrero	72	59	49	45	99	47
Marzo	79	63	46	43	100	47

Abril	57	52	28	26	78	37
Mayo	46	43	26	24	71	33
Junio	44	41	28	26	74	35
Julio	43	40	30	28	71	33
Agosto	42	39	28	26	81	38
Septiembre	35	32	ND*		79	37
Octubre	35	32	24	22	71	33
Noviembre	35	32	24	22	64	30
Diciembre	43	40	40	37	84	40

ND* No cumple con el criterio de 75% de datos válidos

De la tabla 44 se puede decir que:

- El estado de la calidad del aire para el contaminante PM10 en la estación Cabecera durante los primeros 4 meses del 2018 fue aceptable, pudiendo haber causado algunos síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.
- El estado de la calidad del aire para el contaminante PM10 en la estación Cabecera mejoró a partir de mayo manteniéndose durante el resto del año como buena, suponiendo un bajo riesgo para la salud.
- El estado de la calidad del aire para los contaminantes PM10 y Ozono, en las estaciones Ciudadela y Florida respectivamente, fue buena durante todo el año, suponiendo un bajo riesgo para la salud.

3.9. CONCLUSIONES

- Durante el año 2018 se realizó el monitoreo automático de la calidad del aire en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca excepto el mes de enero en la estación Florida y septiembre en la estación de Ciudadela, siguiendo los lineamientos de la Resoluciones 2254 de 2017 y el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- De acuerdo con los resultados obtenidos de Calidad del Aire, ninguno de los dos contaminantes criterios material particulado menor a 10 micras (PM10) y ozono (O3) excedió la norma durante el año 2018, sin embargo sí estuvieron muy cercanos al nivel máximo permisible en los meses de febrero y marzo, siendo el registro más alto de PM10 el 22 de febrero con una concentración de 98 µg/m³ para tiempo de exposición 24 horas (norma 100 µg/m³ antes del 1 de julio de 2018) en la estación de Cabecera, y de O3 el 11 de marzo con concentración de 99.8 µg/m³ (norma 100 µg/m³) para tiempo de exposición 8 horas.
- Aunque no se presentó excedencia de los niveles máximos permisibles por la norma durante el año 2018, se evidenció que las concentraciones de Material particulado menor a 10 micras (PM10) y Ozono (O3) más altas se presentaron durante el primer trimestre del año, situación que de acuerdo con los datos históricos se conserva; No obstante, las concentraciones tienden a disminuir a

partir del mes de abril manteniendo el Índice de Calidad del Aire menor a 50, indicando una Estado de la Calidad del Aire Bueno durante el resto del año.

- Finalmente, se concluye que durante del año 2018, se obtuvieron valores de concentración inferiores al nivel de prevención establecido por la resolución 2254 de 2017, con lo cual la CDMB continuará con las actividades de seguimiento y control a las fuentes fijas y principalmente móviles en el Área Metropolitana de Bucaramanga.