

## INFORME ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL PARA LA DEFENSA DE  
LA MESETA DE BUCARAMANGA  
SUBDIRECCIÓN ORDENAMIENTO  
Y PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL  
TERRITORIO COORDINACIÓN  
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO  
AMBIENTAL**

**Dr. MARTIN CAMILO CARVAJAL CÁMARO**

Director General CDMB

**Ing. OSCAR MAURICIO HERNANDEZ**

Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

**Ing. MARIA CARMENZA VICCINI**

Coordinadora Información e Investigación Ambiental

**Ing. CARLOS MAURICIO TORRES GALVIS**

Profesional Especializado de Información e Investigación Ambiental

**Grupo monitoreo de corrientes**

**Ing. NATHALIA GOMEZ**

Contratista-CDMB

**Tecnólogo. FEDERMAN VEGA RUEDA**

Contratista-CDMB

**Ing. ROCIO CAMACHO RAMIREZ**

Profesional Universitario-CDMB

Bucaramanga, Febrero 2018

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
1. INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA 2016.....	6
1.1 PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES.....	7
1.1.1 PARAMETROS EVALUADOS .....	9
1.2 ANALISIS EVALUATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	10
1.2.1 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA .....	10
1.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO's) .....	11
1.2.2.1 Índice de Contaminación por Mineralización -ICOMI .....	12
1.2.2.2 Índice de Contaminación por Materia Orgánica -ICOMO .....	13
1.2.2.3 Índice de Contaminación por Sólidos Suspendedos -ICOSUS.....	14
1.2.2.4 Índice de Contaminación Tráfico -ICOTRO .....	14
1.3 RESULTADOS DEL PROGRAMA .....	15
1.3.1 Río Surata y sus Principales Afluentes .....	24
1.3.2 Río de Oro y sus Principales Afluentes.....	27
1.3.3 Quebradas de la Escarpa de Bucaramanga.....	31
1.3.4 Río Lebrija y sus Principales Afluentes.....	32
1.3.5 Río Manco y Umpala .....	35
CONCLUSIONES .....	37
2. INFORME ANUAL RED HIDROCLIMATOLOGICA CDMB 2016.....	39
INTRODUCCIÓN .....	40
2.1 Estaciones Climatológicas Automáticas .....	41
2.2 Estaciones Hidrométricas .....	43
2.3 RED HIDROCLIMATOLOGICA CDMB.....	48
2.3.1 Listado de Estaciones Climatológicas Automáticas .....	50

2.3.2	Listado Estaciones Hidrométricas .....	51
2.4	ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICA .....	53
2.4.1	Microcuenca Cachira del Sur.....	53
2.4.2	Microcuenca Rionegro .....	63
2.4.3	Microcuenca Río Salamaga .....	67
2.4.4	Microcuenca Río Suratá .....	69
2.4.5	Microcuenca Río Lebrija Alto .....	73
2.4.6	Microcuenca Río de Oro.....	77
2.5	CONSOLIDADO VARIABLES METEREOLÓGICAS AÑO 2017 .....	89
	CONCLUSIONES.....	91
3.	INFORME ANUAL RED DE CALIDAD DE AIRE.....	97
3.1	CALIDAD DEL AIRE EN EL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA 2017.....	98
3.2	ESTANDARES DE CALIDAD DEL AIRE .....	99
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	100
3.4	INDICES DE CALIDAD DEL AIRE .....	105

## INTRODUCCION

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 monitoreos en las principales corrientes del área de jurisdicción y en los afluentes de mayor relevancia, la Red de Calidad del Aire monitorea a través de 3 estaciones automáticas, ubicadas estratégicamente en el área metropolitana de Bucaramanga. La red hidroclimática, 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 2017, en el cual se evidencia el estado de la Red de Calidad del Agua, Red de Calidad del aire y la red Hidroclimatológica.

## CAPITULO 1. INFORME ANUAL CALIDAD DEL AGUA 2017



## 1. INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA 2017

### INTRODUCCIÓN

El monitoreo de corrientes es un programa institucional de la CDMB que permite evaluar la calidad del agua de las corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la entidad. El desarrollo del mismo, comprende monitoreos que incluyen 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.

### OBJETIVOS

- ✧ Determinar la calidad del 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.

## ALCANCES

Evaluar la calidad del agua de las principales corrientes superficiales de la Cuenca Superior del Río Lebrija y de las Subcuencas de los ríos Manco, Umpalá y Jordán, pertenecientes al área de jurisdicción de la CDMB y clasificarlos de acuerdo con los usos a que se destinen y establecer condiciones particulares a las descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas.

### 1.1 PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

El programa de monitoreo de corrientes para establecer y evaluar la calidad del agua en corrientes superficiales, comprende:

- Muestreo: El grupo operativo, realiza la toma de muestra que consiste en el desplazamiento hasta los puntos indicados, 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 Información e Investigación Ambiental la cual se encarga del muestreo y evaluación de información procedente del Laboratorio que realiza el procesamiento y análisis de las muestras.

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), 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-1<sup>a</sup>) y sus afluentes principales: Quebrada Zapamanga (Campestre ZA-01 y Aranzoque-Mensuli (Platacero MS-05 , Los Totumos AZ-1<sup>a</sup>, 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-4<sup>a</sup>, Carrizal RO-02 y Puente Nariño RO-01, 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-01). Estos puntos se realizan con una frecuencia Trimensual y el tipo de monitoreo es puntual.

Adicionalmente con una frecuencia también Trimensual 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-02<sup>a</sup>) Río Playonero (Puente San Alonso PY-02<sup>a</sup>, Balsas PY-01), Río Silgara (Puerto Arturo SG-01<sup>a</sup>), 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 65 puntos, ubicados en 39 corrientes las cuales hacen parte de la jurisdicción de la CDMB.

### 1.1.1 PARAMETROS EVALUADOS

En cada punto de monitoreo se caracterizan varios parámetros que permiten establecer la calidad de las corrientes de acuerdo con el Índice de Calidad de Agua, los parámetros evaluados se muestran a continuación:

**Tabla 1. Parámetros evaluados en 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
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	STANDARD METHODS 5210 B DBO <sub>5</sub>
4. Fósforo Total	STANDARD METHODS 4500 P B,E
5. Nitrógeno Amoniacal	STANDARD METHODS 4500 NH <sub>3</sub> D
6. Nitrógeno Total Kjeldalh NTK	STANDARD METHODS 4500-org C,
7. Turbidez	STANDARD METHODS 2130 B
8. Nitritos	STANDARD METHODS 4500- NO <sub>2</sub> E
9. Nitratos	<i>J. RODIER. Análisis de aguas. p. 180</i>
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 E Fermentación de los tubos múltiples
14. Coliformes Fecales	STANDARD METHODS 9221 E
15. Cianuro	STANDARD METHODS 4500 CN <sup>-</sup> C,F
16. Mercurio	STANDARD METHODS 3114 B
17. Alcalinidad Total	STANDARD METHODS 2320 B
18. Dureza	STANDARD METHODS 2340 B

**Tabla 1. Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad de agua**

Parámetro	Método
<b>Datos de Campo</b>	<b>Equipo y/o Materiales</b>
Temperatura del Agua y Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparámetros)
Lectura Nivel de las corrientes	Mira Limnimétrica
Caudal	Aforo con Molinete
pH	STANDARD METHODS 4500 H+ B
Observaciones de Campo	Formatos de campo

## 1.2 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.

### 1.2.1 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 gráfica 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  $i$ ésimo 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  $i$ ésimo 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 2. Intervalos de Calidad ICA**

Intervalo	Calidad
<b>80-100</b>	<b>Optima</b>
<b>52-79</b>	<b>Buena</b>
<b>37-51</b>	<b>Dudosa</b>
<b>20-36</b>	<b>Inadecuada</b>
<b>0-19</b>	<b>Pésima</b>

La evaluación de los índices de calidad de agua se realiza con base en las principales corrientes del Área Metropolitana de Bucaramanga, como son los ríos de Oro, Suratá y Lebrija.

### 1.2.2 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”<sup>♦</sup>, 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:

### **1.2.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI**

---

\* CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro – Vol. 1 Núm. 3 Dic. 1997.

♦ Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas de Análisis. Alberto Ramírez González - Gerardo Viña Vizcaíno. Capítulo 4. 1998.

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<sub>Conductividad</sub>**: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

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

$$\text{I}_{\text{Conductividad}} = 10^{\text{Log} [\text{I}_{\text{Conductividad}}]}$$

Conductividades mayores a 270 ( $\mu\text{s/cm}$ ), tienen un índice de conductividad igual a 1.

**I<sub>Dureza</sub>**: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

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

$$\text{I}_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log} [\text{I}_{\text{Dureza}}]}$$

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<sub>Alcalinidad</sub>**: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

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

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

### 1.2.2.2 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 ( $\text{DBO}_5$ ), 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:

$$\text{ICOMO} = 1/3 * (I_{\text{DBO}} + I_{\text{Coliformes Totales}} + I_{\text{oxígeno \%}})$$

$I_{\text{DBO}}$ : Se obtiene de la siguiente expresión:

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

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

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

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

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

$I_{\% \text{Oxígeno}}$ : se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\% \text{Oxígeno}} = 1 - 0.01\% \text{Oxígeno}$$

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

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

### 1.2.2.3 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:

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

Sólidos suspendidos mayores a 340 mg/l tienen **ICOSUS = 1**

Sólidos suspendidos menores a 10 mg/l tienen **ICOSUS = 0**

### 1.2.2.4 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)

Mesotrófico 0.01 - 0.02 (mg/l)

Eutrófico 0.02 - 1 (mg/l)

Hipereutrófico > 1 (mg/l)

**TABLA 3. RANGOS ESTABLECIDOS PARA LOS ICOS:**

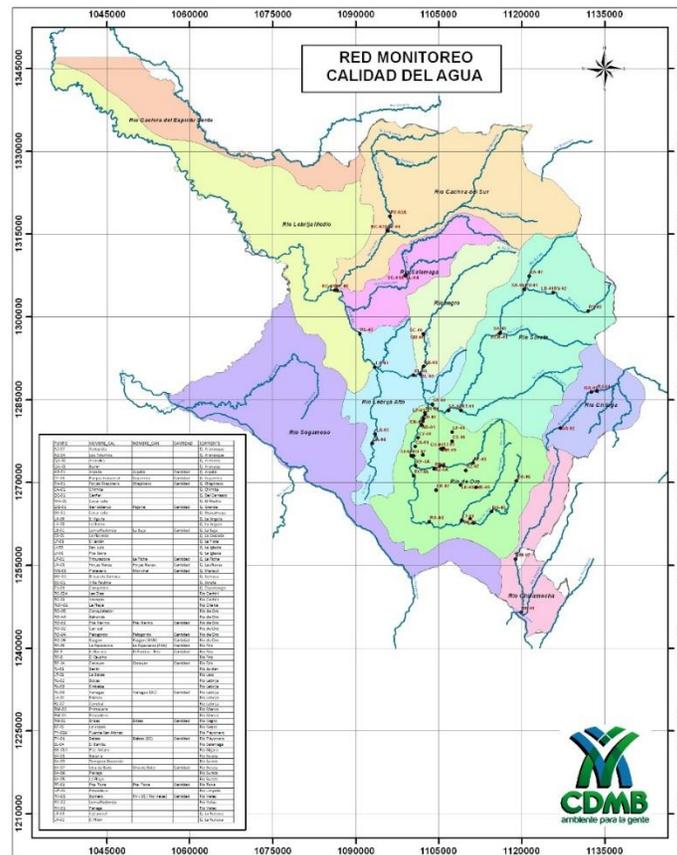
ICO	Grado de Contaminación	Escala de Color
0 - 0,2	Ninguna	Blue
> 0,2 - 0,4	Baja	Green
> 0,4 - 0,6	Media	Yellow
> 0,6 - 0,8	Alta	Orange
> 0,8 - 1	Muy Alta	Red

FUENTE: RAMÍREZ ET AL. (1999)

### 1.3 RESULTADOS DEL PROGRAMA

Los puntos ubicados sobre el Área Metropolitana de Bucaramanga, se encuentran principalmente en el Río Lebrija, Río de Oro, Río Suratá, y Río Frío al igual que en algunas quebradas importantes ubicadas en los municipios de Piedecuesta, Floridablanca, Bucaramanga y Girón, en la gráfica 1 se detalla los puntos de monitoreo distribuidos en el área de jurisdicción de la CDMB.

Gráfica 1. Mapa con ubicación de puntos de monitoreo de Calidad del agua



En la Tabla 4 se muestran todos los puntos evaluados durante las cuatro campañas realizadas en los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre del año 2017, así como el índice de calidad promedio del mismo año.

Tabla 4. Valores de ICA para 2017

Sitio de Muestreo	Punto	ICA MENSUAL 2017				ICA 2017	Calidad
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
Río Suratá	SA-07	77.8	72.2	71.8	56.7	69.6	BUENA
	SA-06	72.6	59.7	56.5	60.9	62.4	BUENA
	SA-05	57.0	61.1	59.7	68.5	61.6	BUENA
	SA-03	62.9	62.3	65.3	62.5	63.2	BUENA
	SA-01	60.0	55.8	53.1	53.8	55.7	BUENA
Río Vetas	RV-01	61.9	60.6	57.8	55.8	59.1	BUENA
	RV-02	54.9	63.6	53.8	73.4	61.4	BUENA
	RV-05	39.6	54.3	45.2	51.4	47.6	DUDOSA
Q. La Baja	LB-01	63.9	69.2	59.7	70.8	65.9	BUENA
Río Tona	RT-01	76.9	75.9	69.2	76.8	74.7	BUENA
Río Charta	RCH-01	65.6	74.0	78.8	68.8	71.8	BUENA
Río de Oro	RO-06	76.7	74.2	69.3	70.1	72.6	BUENA
	RO-05	50.2	76.6	61.0	75.4	65.8	BUENA
	RO-04	49.1	55.4	45.4	52.9	50.7	DUDOSA
	RO-4A	42.2	50.6	44.0	53.3	47.5	DUDOSA
	RO-02	23.4	30.6	23.3	30.4	26.9	INADECUADA
	RO-01	28.5	28.6	24.0	40.0	30.3	INADECUADA
Q. Grande	QG-01	64.2	61.4	59.5	67.6	63.2	BUENA
Q. Soratoque	SO-01	60.5	56.1	56.8	64.9	59.6	BUENA
Río Lato	LT-01	53.7	41.1	43.0	48.7	46.6	DUDOSA
Q. La Ruitoca	LR-03	69.0	62.0	70.7	77.1	69.7	BUENA
	LR-02	59.4	42.7	54.2	76.7	58.3	BUENA
Río Frío	RF-03	65.7	69.0	66.1	67.7	67.1	BUENA
	RF-P	54.9	64.2	55.4	53.7	57.0	BUENA
	RF-B	19.6	24.2	19.3	24.4	21.9	INADECUADA
	RF-1A	21.9	26.2	20.2	24.4	23.2	INADECUADA
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	61.6	57.4	58.8	74.5	63.1	BUENA
	AZ-07	65.3	54.8	44.4	62.7	56.8	BUENA
	AZ-1A	57.5	56.8	54.0	59.6	57.0	BUENA

Q. Zapamanga	ZA-01	45.8	40.4	29.4	53.7	42.3	DUDOSA
Q. La Flora	LF-01	56.4	57.5	21.3	14.5	37.5	DUDOSA
Q. La Cascada	CS-01	51.4	56.2	53.2	64.2	56.3	BUENA
Q. La Iglesia	LI-03	53.3	26.1	28.1	28.1	33.9	INADECUADA
	LI-01	51.1	28.9	36.5	7.7	31.1	INADECUADA
Q. El Macho	MA-01	55.9	53.5	55.7	34.7	49.9	DUDOSA
Q. La Guacamaya	GY-01	14.3	22.5	20.8	20.0	19.4	PÉSIMA
Q. El Carrasco	DC-01	8.1	7.6	8.8	10.5	8.7	PÉSIMA
Q. Chimita	CA-01	19.2	20.6	20.7	14.4	18.8	PÉSIMA
Q. La Cuyamita	CY-01	23.8	24.1	26.5	20.8	23.8	INADECUADA
Q. La Argelia	AR-01	32.0	43.4	39.8	42.5	39.4	DUDOSA
Q. Las Navas	LN-01	25.8	16.4	31.1	25.1	24.6	INADECUADA
Q. Chapinero	CH-01	26.6	24.6	24.3	23.9	24.9	INADECUADA
Q. La Picha	LP-01	25.2	21.5	20.9	23.1	22.7	INADECUADA
Río Lebrija	RL-02	34.2	48.5	37.2	59.7	44.9	DUDOSA
	RL-03	56.1	44.9	39.1	61.5	50.4	DUDOSA
	RL-07	59.6	57.9	46.7	59.2	55.9	BUENA
	RL-08	66.4	50.4	40.8	55.5	53.3	BUENA
Q. Samacá	SM-01	71.2	69.3	71.3	38.6	62.6	BUENA
Quebrada Santa Cruz	SC-01	71.1	67.1	62.6	63.1	66.0	BUENA
Río Negro	RN-01	71.4	60.6	55.6	50.2	59.4	BUENA
Q. La Angula	LA-04	72.6	74.6	75.7	62.3	71.3	BUENA
	LA-03	20.5	13.2	16.2	19.1	17.3	PÉSIMA
	LA-01	56.8	49.3	63.6	67.1	59.2	BUENA
Río Salamaga	SL-04	68.6	65.5	64.8	62.9	65.5	BUENA
Río Silgará	SG-01A	66.6	66.3	54.3	67.0	63.5	BUENA
Río Playonero	PY-02A	68.5	62.4	45.1	65.9	60.5	BUENA
	PY-01	58.9	56.4	45.7	66.7	56.9	BUENA
Río Cachirí	RC-02A	67.7	57.3	52.6	57.9	58.9	BUENA
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	60.0	57.1	46.1	58.7	55.5	BUENA
Río Manco	RM-02	71.5	69.1	66.8	59.1	66.6	BUENA
	RM-01	76.9	66.0	65.7	42.9	62.9	BUENA
Río Umpalá	UP-01	72.5	66.4	68.4	66.6	68.5	BUENA
Q. Arenales	QA-02	72.8	70.6	77.9	77.6	74.7	BUENA
	QA-01	62.9	62.9	56.6	74.2	64.1	BUENA
Río Jordán	RJ-01	69.9	64.4	72.8	71.4	69.6	BUENA

Tabla 5. Comparativo ICA 2014, 2015, 2016 y 2017

Punto	ICA 2014	Calidad	ICA 2015	Calidad	ICA 2016	Calidad	ICA 2017	Calidad
SA-07	73.9	BUENA	76.4	BUENA	72.7	BUENA	69.6	BUENA
SA-06	59.7	BUENA	78.1	BUENA	58.2	BUENA	62.4	BUENA
SA-05	51.1	DUDOSA	70.0	BUENA	54.2	BUENA	61.6	BUENA
SA-03	52.7	BUENA	66.3	BUENA	57.2	BUENA	63.2	BUENA
SA-01	39.3	DUDOSA	36.2	DUDOSA	41.1	DUDOSA	55.7	BUENA
RV-01	49.7	DUDOSA	66.4	BUENA	56.9	BUENA	59.1	BUENA
RV-02	51.6	DUDOSA	55.5	BUENA	60.1	BUENA	61.4	BUENA
RV-05	48.3	DUDOSA	52.3	BUENA	56.7	BUENA	47.6	DUDOSA
LB-01	57.2	BUENA	63.5	BUENA	59.0	BUENA	65.9	BUENA
RT-01	62.7	BUENA	71.0	BUENA	77.8	BUENA	74.7	BUENA
RCH-01	69.7	BUENA	80.0	OPTIMA	71.3	BUENA	71.8	BUENA
RO-06	74.4	BUENA	80.2	OPTIMA	69.1	BUENA	72.6	BUENA
RO-05	67.8	BUENA	79.0	BUENA	65.1	BUENA	65.8	BUENA
RO-04	46.5	DUDOSA	65.9	BUENA	38.2	DUDOSA	50.7	BUENA
RO-4A	46.2	DUDOSA	56.6	BUENA	45.5	DUDOSA	47.5	DUDOSA
RO-02	25.3	INADECUADA	34.8	INADECUADA	30.6	INADECUADA	26.9	INADECUADA
RO-01	26.5	INADECUADA	45.5	DUDOSA	33.3	INADECUADA	30.3	INADECUADA
QG-01	57.7	BUENA	63.2	BUENA	64.1	BUENA	63.2	BUENA
SO-01	11.4	PÉSIMA	15.3	PÉSIMA	65.3	BUENA	59.6	BUENA
LT-01	52.7	BUENA	55.8	BUENA	50.2	DUDOSA	46.6	DUDOSA
LR-03	71.4	BUENA	80.9	OPTIMA	62.9	BUENA	69.7	BUENA
LR-02	56.1	BUENA	74.1	BUENA	57.3	BUENA	58.3	BUENA
RF-03	64.4	BUENA	74.4	BUENA	67.0	BUENA	67.1	BUENA
RF-P	36.7	INADECUADA	59.7	BUENA	44.2	DUDOSA	57.0	BUENA
RF-B	17.2	PÉSIMA	10.4	PÉSIMA	21.7	INADECUADA	21.9	INADECUADA
RF-1A	22.9	INADECUADA	19.8	INADECUADA	25.2	INADECUADA	23.2	INADECUADA
MS-05	54.0	BUENA	76.6	BUENA	58.5	BUENA	63.1	BUENA
AZ-07	39.4	DUDOSA	69.8	BUENA	49.5	DUDOSA	56.8	BUENA
AZ-1A	41.7	DUDOSA	65.6	BUENA	48.3	DUDOSA	57.0	BUENA
ZA-01	44.3	DUDOSA	70.5	BUENA	45.0	DUDOSA	42.3	DUDOSA
LF-01	39.1	DUDOSA	69.0	BUENA	40.6	DUDOSA	37.5	BUENA
CS-01	41.3	DUDOSA	62.8	BUENA	48.3	DUDOSA	56.3	BUENA

LI-03	20.4	INADECUADA	17.1	PÉSIMA	33.5	INADECUADA	33.9	DUDOSA
LI-01	24.5	INADECUADA	27.5	INADECUADA	41.8	DUDOSA	31.1	DUDOSA
MA-01	25.9	INADECUADA	40.9	DUDOSA	42.3	DUDOSA	49.9	BUENA
GY-01	28.9	INADECUADA	19.7	INADECUADA	27.8	INADECUADA	19.4	PÉSIMA
DC-01	9.3	PÉSIMA	9.5	PÉSIMA	11.9	PÉSIMA	8.7	PÉSIMA
CA-01	20.4	INADECUADA	18.8	PÉSIMA	23.0	INADECUADA	18.8	INADECUADA
CY-01	36.4	INADECUADA	41.2	DUDOSA	30.0	INADECUADA	23.8	INADECUADA
AR-01	39.1	DUDOSA	46.9	DUDOSA	34.3	INADECUADA	39.4	DUDOSA
LN-01	29.9	INADECUADA	13.7	PÉSIMA	40.2	DUDOSA	24.6	INADECUADA
CH-01	27.9	INADECUADA	24.8	INADECUADA	41.4	DUDOSA	24.9	INADECUADA
LP-01	19.4	INADECUADA	20.2	INADECUADA	21.9	INADECUADA	22.7	INADECUADA
RL-02	39.5	DUDOSA	48.4	DUDOSA	41.6	DUDOSA	44.9	DUDOSA
RL-03	46.0	DUDOSA	53.6	BUENA	44.3	DUDOSA	50.4	DUDOSA
RL-07	38.6	DUDOSA	71.3	BUENA	44.1	DUDOSA	55.9	BUENA
RL-08	45.1	DUDOSA	69.2	BUENA	45.6	DUDOSA	53.3	BUENA
SM-01	68.2	BUENA	60.6	BUENA	62.4	BUENA	62.6	BUENA
SC-01	63.4	BUENA	78.0	BUENA	62.8	BUENA	66.0	BUENA
RN-01	55.9	BUENA	56.9	BUENA	51.9	BUENA	59.4	BUENA
LA-04	57.4	BUENA	63.5	BUENA	57.7	BUENA	71.3	BUENA
LA-03	14.7	PÉSIMA	11.0	PÉSIMA	21.1	INADECUADA	17.3	PÉSIMA
LA-01	61.2	BUENA	70.8	BUENA	59.5	BUENA	59.2	BUENA
SL-04	63.1	BUENA	79.1	OPTIMA	65.4	BUENA	65.5	BUENA
SG-01A	66.1	BUENA	78.9	BUENA	70.3	BUENA	63.5	BUENA
PY-02A	60.7	BUENA	78.4	BUENA	59.8	BUENA	60.5	BUENA
PY-01	56.3	BUENA	80.5	OPTIMA	54.9	BUENA	56.9	BUENA
RC-02A	65.4	BUENA	78.2	BUENA	65.0	BUENA	58.9	BUENA
RC-01	60.7	BUENA	81.3	OPTIMA	56.9	BUENA	55.5	BUENA
RM-02	66.1	BUENA	83.1	OPTIMA	70.7	BUENA	66.6	BUENA
RM-01	59.3	BUENA	72.5	BUENA	64.5	BUENA	62.9	BUENA
UP-01	61.5	BUENA	74.4	BUENA	59.2	BUENA	68.5	BUENA
QA-02	68.9	BUENA	56.7	BUENA	71.5	BUENA	74.7	BUENA
QA-01	56.9	BUENA	65.4	BUENA	54.5	BUENA	64.1	BUENA
RJ-01	70.7	BUENA	50.5	DUDOSA	65.7	BUENA	69.6	BUENA

Grafica 2. Comparativo de calidades anuales ICA 2014-2015-2016-2017

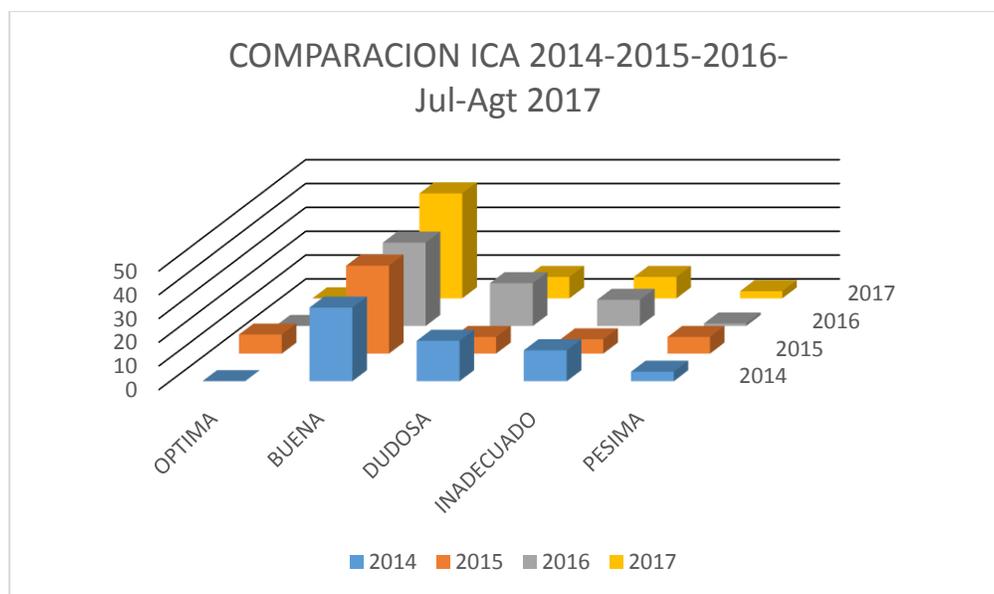


Tabla 6. Comparación de categorías de calidad por año

	2014	2015	2016	2017
OPTIMA	0	8	0	0
BUENA	31	37	35	44
DUDOSA	17	7	18	9
INADECUADO	13	6	11	9
PESIMA	4	7	1	3

En tabla 5, la gráfica 2 y tabla 6 se observa la similitud de los resultados de la calidad del agua de los años 2014 y 2016 y los años 2015 y 2017. Los puntos de monitoreo que en el 2015 figuraron con calificación optima, con valores muy cerca al límite inferior de esta categoría, pasaron en las campañas de 2017 a calidad buena. En general las condiciones de calidad se mantuvieron con respecto al 2015 y mejoraron con respecto al 2014 y 2016 por la presencia de época de lluvias y caudales altos.

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

Tabla 7. Promedio Anual Índices de Contaminación 2017

Promedios 2017									
Sitio de Muestreo	Punto	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación	ICOMI	Grado de Contaminación
Río Suratá	SA-07	0.25	Baja	0.08	Ninguna	0.08	Eutrófico	0.10	Ninguna
	SA-06	0.37	Baja	0.14	Ninguna	0.11	Eutrófico	0.12	Ninguna
	SA-05	0.30	Baja	0.23	Baja	0.09	Eutrófico	0.21	Baja
	SA-03	0.38	Baja	0.18	Ninguna	0.12	Eutrófico	0.24	Baja
	SA-01	0.49	Media	0.16	Ninguna	0.25	Eutrófico	0.31	Baja
Río Vetas	RV-01	0.30	Baja	0.22	Baja	0.11	Eutrófico	0.29	Baja
	RV-02	0.21	Baja	0.396	Baja	0.13	Eutrófico	0.09	Ninguna
	RV-05	0.14	Ninguna	0.94	Muy Alta	0.38	Eutrófico	0.17	Ninguna
Q. La Baja	LB-01	0.23	Baja	0.08	Ninguna	0.11	Eutrófico	0.67	Alta
Río Tona	RT-01	0.22	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.41	Media
Río Charta	RCH-01	0.25	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.25	Baja
Río de Oro	RO-06	0.30	Baja	0.03	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.09	Ninguna
	RO-05	0.31	Baja	0.35	Baja	0.13	Eutrófico	0.09	Ninguna
	RO-04	0.58	Media	0.06	Ninguna	0.69	Eutrófico	0.17	Ninguna
	RO-4A	0.55	Media	0.28	Baja	0.63	Eutrófico	0.196	Ninguna
	RO-02	0.68	Alta	0.49	Media	1.54	Hipereutrófico	0.33	Baja
	RO-01	0.67	Alta	0.52	Media	1.90	Hipereutrófico	0.403	Media
Q. Grande	QG-01	0.37	Baja	0.02	Ninguna	0.24	Eutrófico	0.49	Media
Q. Soratoque	SO-01	0.38	Baja	0.01	Ninguna	0.32	Eutrófico	0.70	Alta
Río Lato	LT-01	0.70	Alta	0.05	Ninguna	0.39	Eutrófico	0.17	Ninguna
Q. La Ruitoca	LR-03	0.38	Baja	0.02	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.13	Ninguna
	LR-02	0.40	Media	0.18	Ninguna	0.14	Eutrófico	0.11	Ninguna
Río Frío	RF-03	0.36	Baja	0.04	Ninguna	0.06	Eutrófico	0.05	Ninguna
	RF-P	0.51	Media	0.11	Ninguna	0.37	Eutrófico	0.17	Ninguna
	RF-B	0.78	Alta	0.28	Baja	6.22	Hipereutrófico	0.64	Alta
	RF-1A	0.77	Alta	0.25	Baja	4.90	Hipereutrófico	0.61	Alta
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	0.39	Baja	0.03	Ninguna	0.15	Eutrófico	0.21	Baja
	AZ-07	0.57	Media	0.09	Ninguna	0.66	Eutrófico	0.41	Media
	AZ-1A	0.51	Media	0.01	Ninguna	0.68	Eutrófico	0.40	Baja
Q. Zapamanga	ZA-01	0.61	Alta	0.13	Ninguna	1.13	Hipereutrófico	0.44	Media
Q. La Flora	LF-01	0.65	Alta	0.39	Baja	6.11	Hipereutrófico	0.65	Alta
Q. La Cascada	CS-01	0.52	Media	0.05	Ninguna	0.70	Eutrófico	0.73	Alta
Q. La Iglesia	LI-03	0.65	Alta	0.19	Ninguna	2.55	Hipereutrófico	0.64	Alta
	LI-01	0.73	Alta	0.31	Baja	2.80	Hipereutrófico	0.77	Alta

Q. El Macho	MA-01	0.54	Media	0.04	Ninguna	0.87	Eutrófico	0.43	Media
Q. La Guacamaya	GY-01	0.76	Alta	0.46	Media	6.01	Hipereutrófico	0.68	Alta
Q. El Carrasco	DC-01	0.97	Muy Alta	0.35	Baja	5.74	Hipereutrófico	0.92	Muy Alta
Q. Chimitá	CA-01	0.74	Alta	1.00	Muy Alta	7.16	Hipereutrófico	0.78	Alta
Q. La Cuyamita	CY-01	0.71	Alta	0.44	Media	5.38	Hipereutrófico	0.81	Muy Alta
Q. La Argelia	AR-01	0.65	Alta	0.01	Ninguna	3.38	Hipereutrófico	0.73	Alta
Q. Las Navas	LN-01	0.68	Alta	0.36	Baja	3.55	Hipereutrófico	0.69	Alta
Q. Chapinero	CH-01	0.67	Alta	0.22	Baja	5.10	Hipereutrófico	0.75	Alta
Q. La Picha	LP-01	0.70	Alta	0.71	Alta	5.05	Hipereutrófico	0.79	Alta
Río Lebrija	RL-02	0.57	Media	0.56	Media	0.89	Eutrófico	0.37	Baja
	RL-03	0.55	Media	0.31	Baja	0.79	Eutrófico	0.31	Baja
	RL-07	0.51	Media	0.32	Baja	0.79	Eutrófico	0.32	Baja
	RL-08	0.48	Media	0.398	Baja	0.49	Eutrófico	0.26	Baja
Q. Samacá	SM-01	0.44	Media	0.26	Baja	0.10	Eutrófico	0.13	Ninguna
Quebrada Santa Cruz	SC-01	0.36	Baja	0.15	Ninguna	0.09	Eutrófico	0.14	Ninguna
Río Negro	RN-01	0.38	Baja	0.37	Baja	0.11	Eutrófico	0.14	Ninguna
Q. La Angula	LA-04	0.26	Baja	0.03	Ninguna	0.24	Eutrófico	0.33	Baja
	LA-03	0.81	Muy Alta	0.37	Baja	8.82	Hipereutrófico	0.64	Alta
	LA-01	0.403	Media	0.06	Ninguna	0.96	Eutrófico	0.30	Baja
Río Salamaga	SL-04	0.41	Media	0.06	Ninguna	0.06	Eutrófico	0.05	Ninguna
Río Silgará	SG-01A	0.38	Baja	0.24	Baja	0.11	Eutrófico	0.10	Ninguna
Río Playonero	PY-02A	0.43	Media	0.19	Ninguna	0.11	Eutrófico	0.05	Ninguna
	PY-01	0.39	Baja	0.17	Ninguna	0.12	Eutrófico	0.05	Ninguna
Río Cachirí	RC-02A	0.34	Baja	0.604	Alta	0.20	Eutrófico	0.13	Ninguna
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	0.36	Baja	0.52	Media	0.15	Eutrófico	0.12	Ninguna
Río Manco	RM-02	0.28	Baja	0.18	Ninguna	0.15	Eutrófico	0.07	Ninguna
	RM-01	0.38	Baja	0.43	Media	0.27	Eutrófico	0.11	Ninguna
Río Umpalá	UP-01	0.29	Baja	0.23	Baja	0.10	Eutrófico	0.24	Baja
Q. Arenales	QA-02	0.24	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.08	Ninguna
	QA-01	0.37	Baja	0.01	Ninguna	0.10	Eutrófico	0.07	Ninguna
Río Jordán	RJ-01	0.28	Baja	0.13	Ninguna	0.13	Eutrófico	0.07	Ninguna

Fuente: Autor

Gráfica 3. Resumen Índices de Contaminación 2017

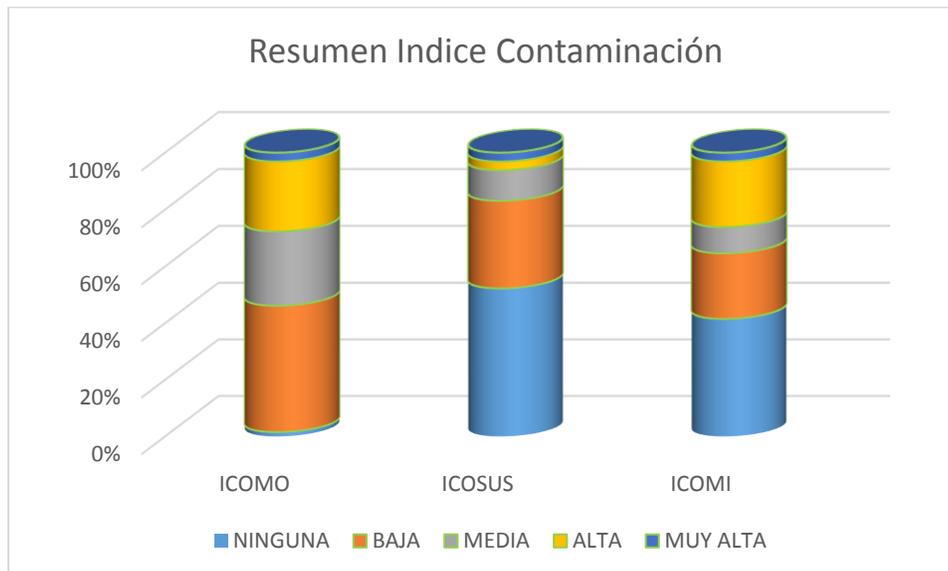


Tabla 8. Porcentaje de cada categoría en los diferentes grados de contaminación de cada Índice

GRADO	INDICE DE CONTAMINACION		
	ICOMO	ICOSUS	ICOMI
NINGUNA	1.54%	52.31%	41.54%
BAJA	44.62%	30.77%	23.08%
MEDIA	26.15%	10.77%	9.23%
ALTA	24.62%	3.08%	23.08%
MUY ALTA	3.08%	3.08%	3.08%

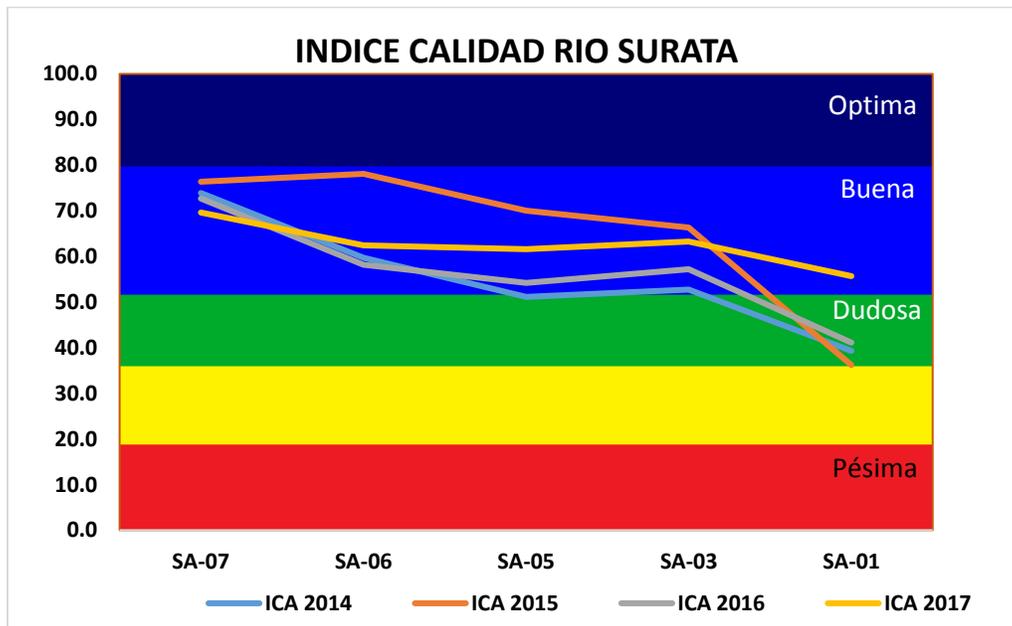
Como se observa en la gráfica 3 para el caso del ICOMO y los porcentajes en general presentados en la tabla 8, se observa que los grados de contaminación Baja y Media corresponden al 70.77% (44.62% y 26.15% respectivamente), lo que indica que la contaminación que se presenta en la principales corrientes por materia orgánica no es tan significativo. En el caso de los ICOSUS, el porcentaje más significativo corresponde al grado de contaminación Ninguno (52.31%) lo cual se explica por el hecho que muchas estaciones se encuentran en corrientes con poco aporte de sólidos suspendidos. En el caso

del ICOMI el grado de contaminación que predomina es Ninguna y Baja los cuales tienen un total de 64.62%.

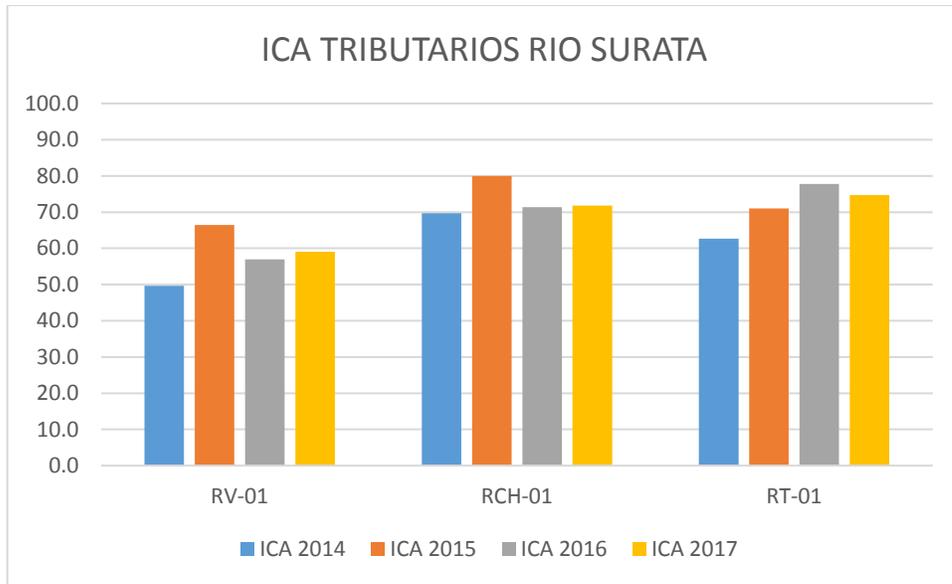
### 1.3.1 RÍO SURATA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

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 Vetas, Charta y Tona con sus puntos de monitoreo RV--01 Estación conocida como Puente Pánaga 2, RCH-01 Estación La Playa 2, RT-01 Estación Puente Tona.

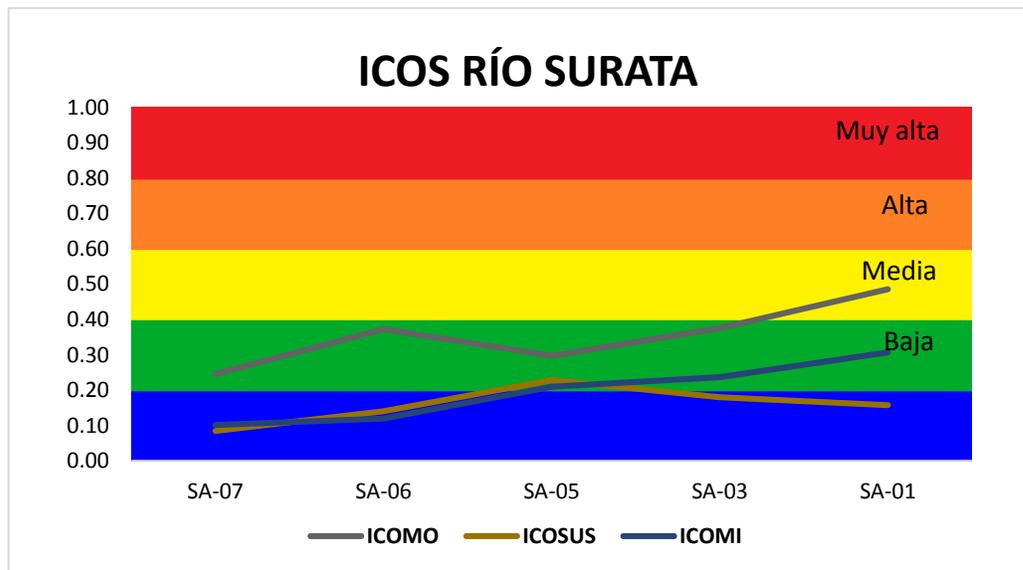
Grafica 4. ICA Rio Suratá



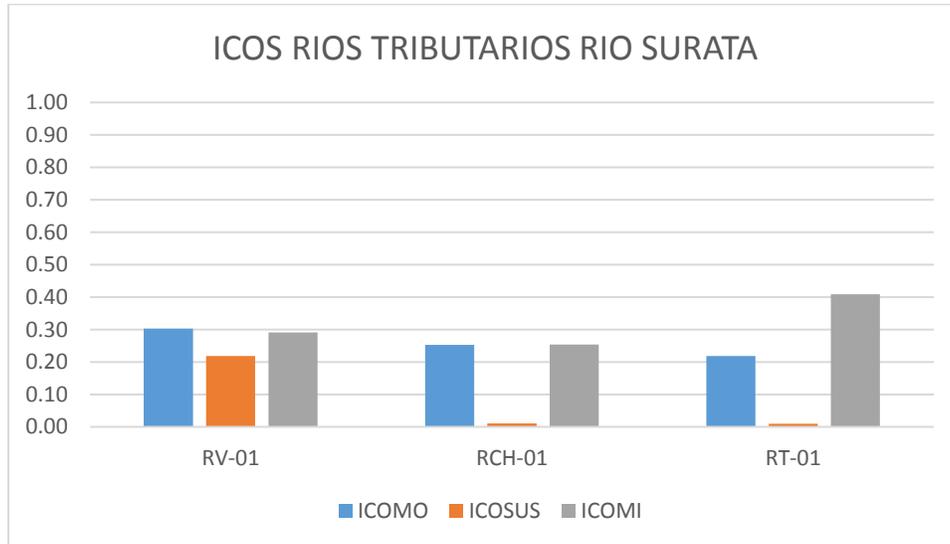
Grafica 5. ICA tributarios Rio Suratá



Grafica 6. ICOs Rio Suratá



Grafica 7. ICOs tributarios Rio Suratá



La calidad del Rio Suratá va disminuyendo desde su nacimiento hasta su desembocadura, pero siendo de categoría buena. Las calidades de los puntos SA-07, SA-06, SA-03 se ubicaron en Buena manteniendo las mismas condiciones que se presentaron en estos sitios de monitoreo en los años 2014, 2015 y 2016; En la estación SA-01 la calidad del agua se ubicó en Dudosa para los tres años (2014, 2015 y 2016), pasando en las campañas de 2017 a calidad buena.

Analizando el ICOMO se observa que tiene una disminución en la calidad 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.

Los afluentes principales del Río Suratá, Río Charta y Río Tona presentan en su mayoría calidades Buenas. El Río Vetas comienza con calidad del agua Dudosa en la estación RV-05, ubicada en la zona de mayor actividad minera de la cuenca, y pasa a calidad buena a la desembocadura sobre el río Suratá.

El ICOMO presenta una calificación baja para los tributarios al río Suratá, debido a que los aportes de materia orgánica es muy bajo 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. Caso muy diferente para Río Vetas, que inicia con calificación Muy Alta y va mejorando hasta llegar a ser baja en la confluencia con el río Suratá. Lo anterior debido a la actividad minera aguas arriba del punto de monitoreo SA-05.

### **1.3.2 RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES**

Río de Oro tiene establecido seis puntos de monitoreo 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 ultimo RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño.

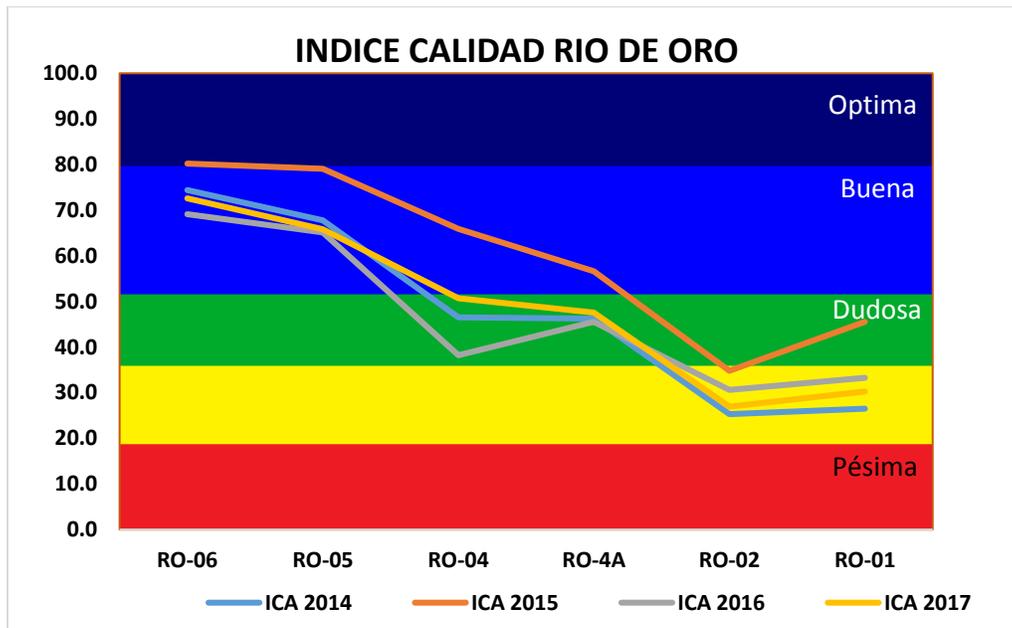
Las quebradas Grande (QG-01-Estación Barroblanco), Soratoque (SO-01-Estación Villa Paulina) y río Lato (LT-01-Estación la Batea) son los afluentes del Río de Oro ubicados en el municipio de Piedecuesta y en el municipio de Girón la Quebrada la Ruitoca (LR-02-Estación El Pílon y LR-03-Estación Cañaverál).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

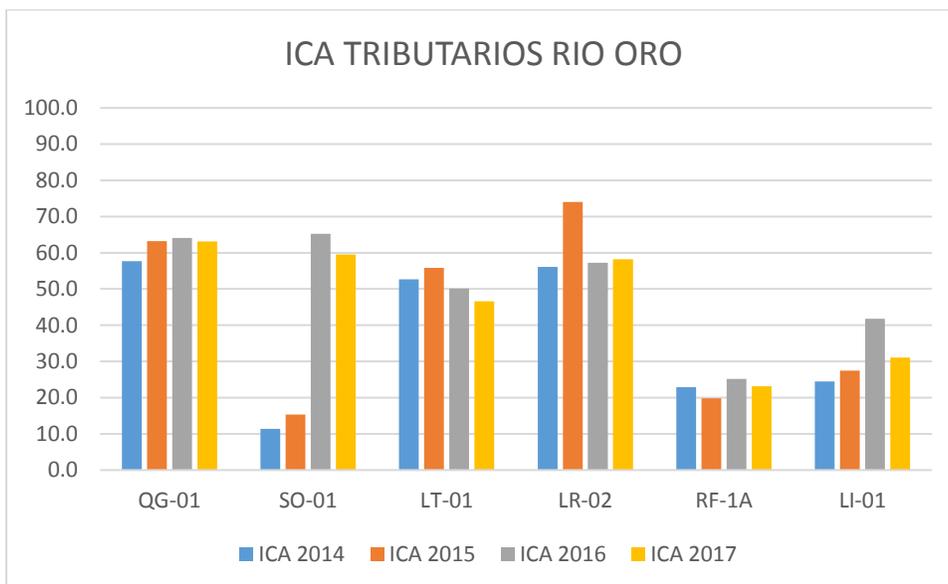
El Carrasco (DC-01) Estación Cenfer; estas corrientes son receptoras de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales.

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 gráficamente:

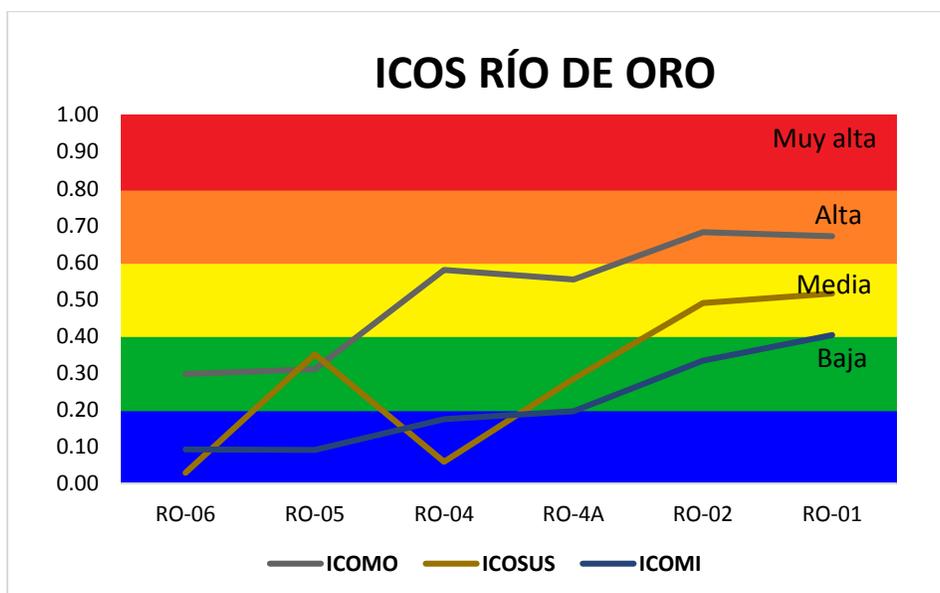
Grafica 8. ICA rio de Oro



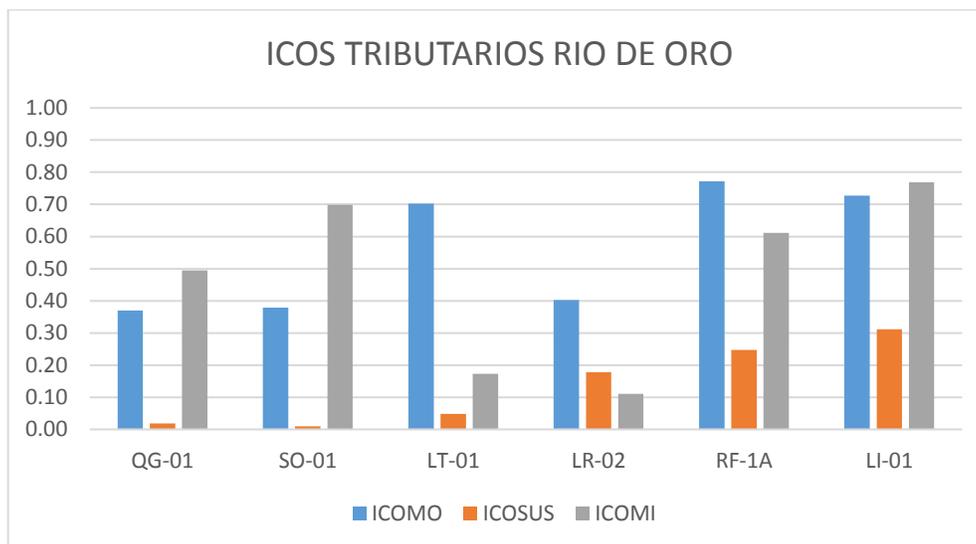
Grafica 9. ICA tributario rio de Oro



Gráfica 10. ICOs rio de Oro



Gráfica 11. ICOs Tributarios rio de Oro



Los primeros puntos de monitoreo sobre Río de Oro, RO-06, RO-05 y RO-04, se ubican en calidad Buena y no presentan ningún grado de contaminación, menos en el punto RO-04 en donde el ICOMO ya presenta un grado de contaminación de calificación Media, producto del vertimiento del sistema de alcantarillado de Piedecuesta. 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 RO-02 y RO-01 se presenta un ICA de Inadecuado, consecuente con el ICOMO en donde tiene una calificación de 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 (Inadecuado), LT-01 y LI-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 gráficas.

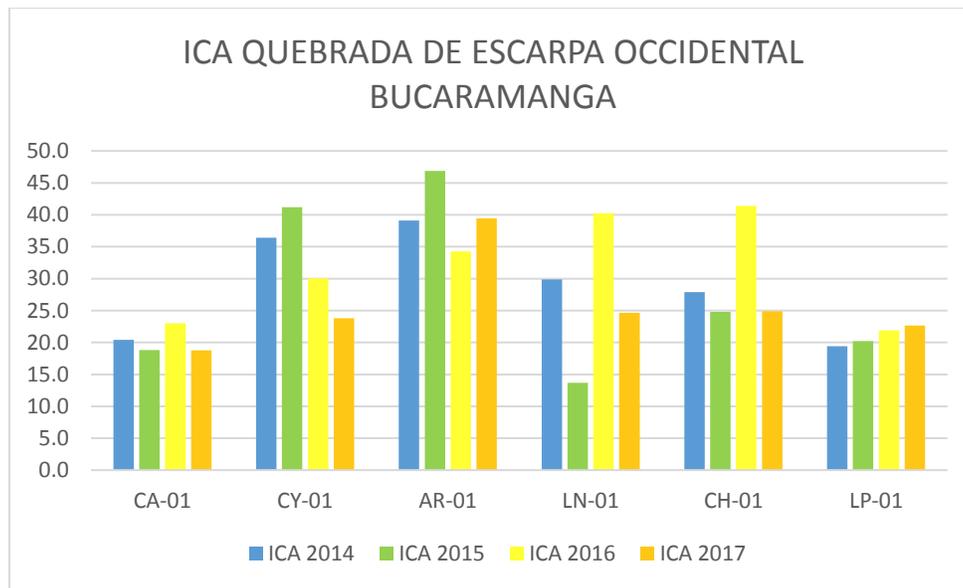
La calidad del agua de la quebrada la iglesia de Dudosa en el punto LI-01 se debe a que las quebradas La Guacamaya y El carrasco tienen calificación de calidad de Pésima, con valores alto y muy alto, respectivamente, en Índice de contaminación ICOMO

Es importante resaltar que la quebrada Soratoque mantuvo la calificación de Buena debido a una disminución en el índice de Contaminación por materia orgánica.

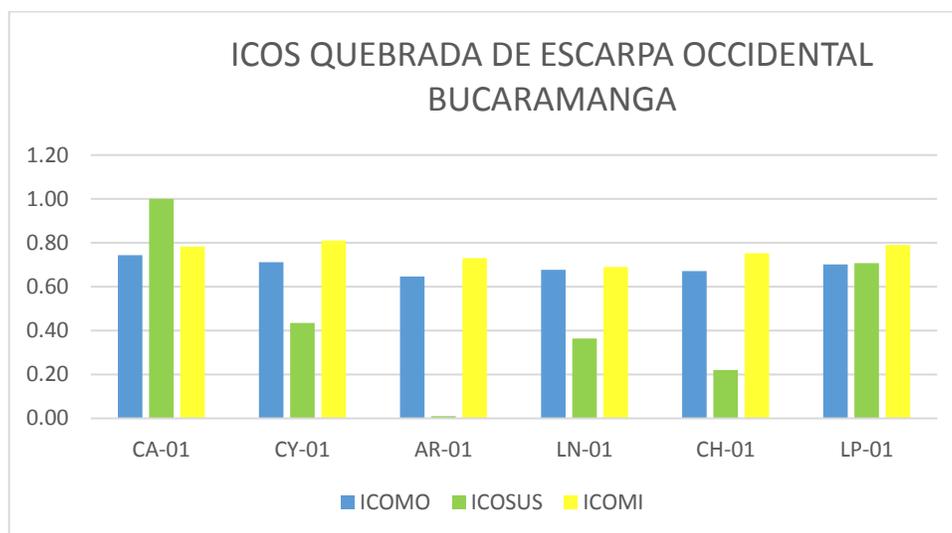
### 1.3.3 QUEBRADA DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA

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.

Grafica 12. ICA quebradas de la Escarpa Occidental de Bucaramanga



Grafica 13. ICOs quebradas de la Escarpa Occidental de Bucaramanga



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 Inadecuada.

Las quebradas la Cuyamita, Las Navas, Chapinero y la Picha presentaron en promedio calidad Inadecuada, y presentándose mejora en la quebrada La Argelia las cuales presentaron calidad Dudosa. El índice de contaminación más alto lo registro el ICOMO reflejando que la mayor influencia la ejerce el aporte por materia orgánica (por los altos niveles de Coliformes Fecales).

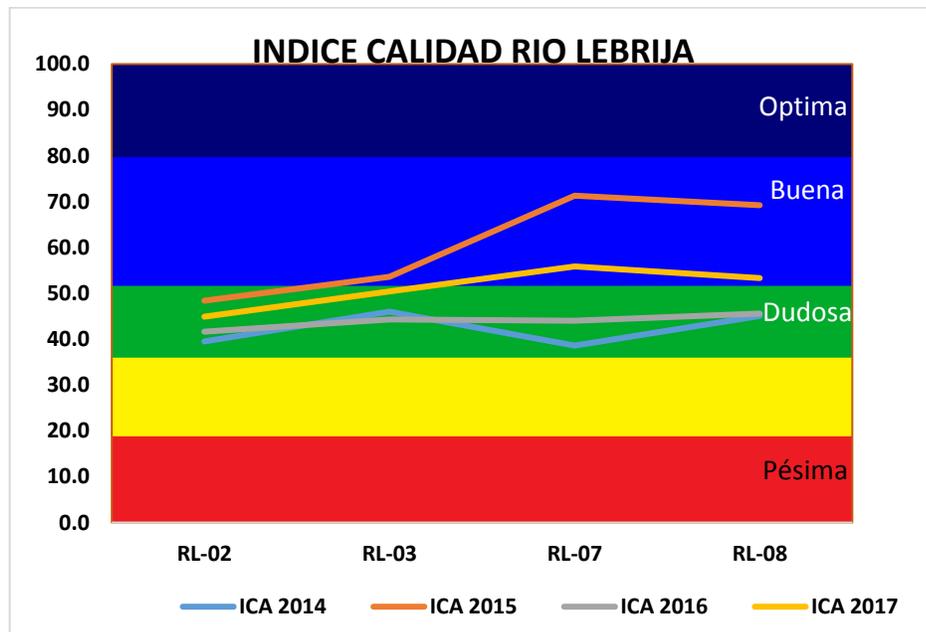
### 1.3.4 RIO LEBRIJA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

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

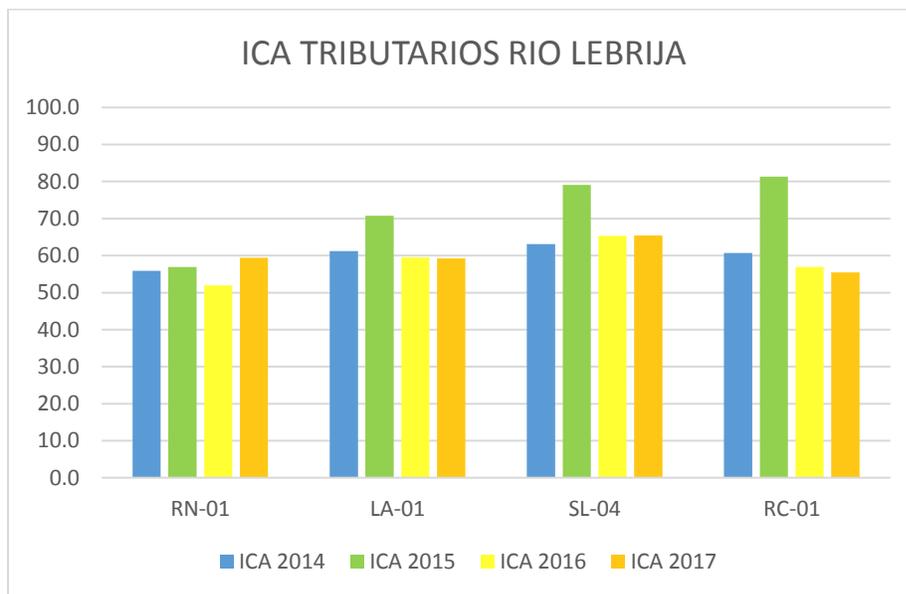
abajo de la unión de los ríos de Oro y Suratá antes de la confluencia con río Negro, el segundo aguas abajo del embalse de Bocas y el tercero y cuarto antes y después de la confluencia con Río Cáchira.

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:

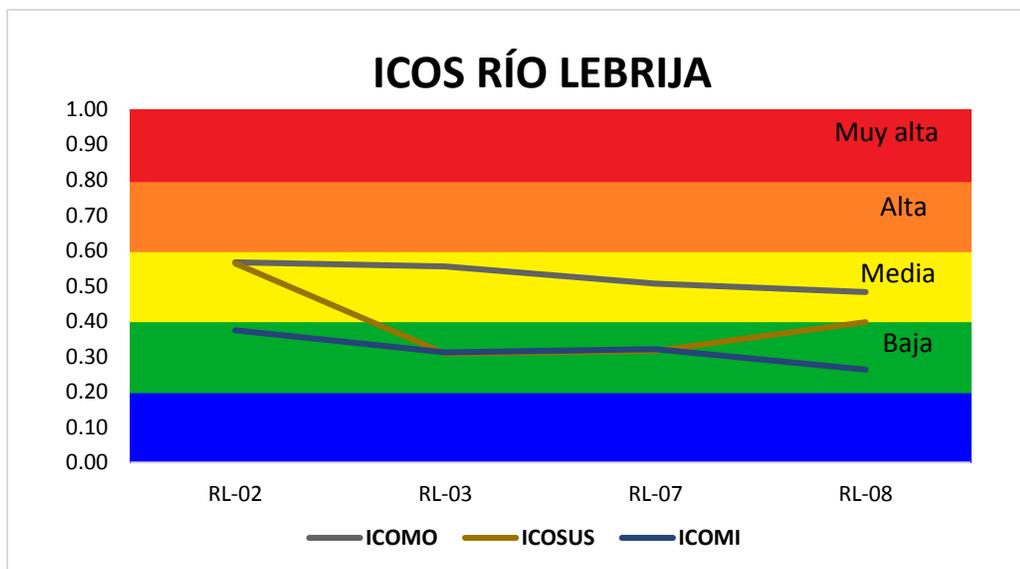
Grafica 14. ICA Rio Lebrija



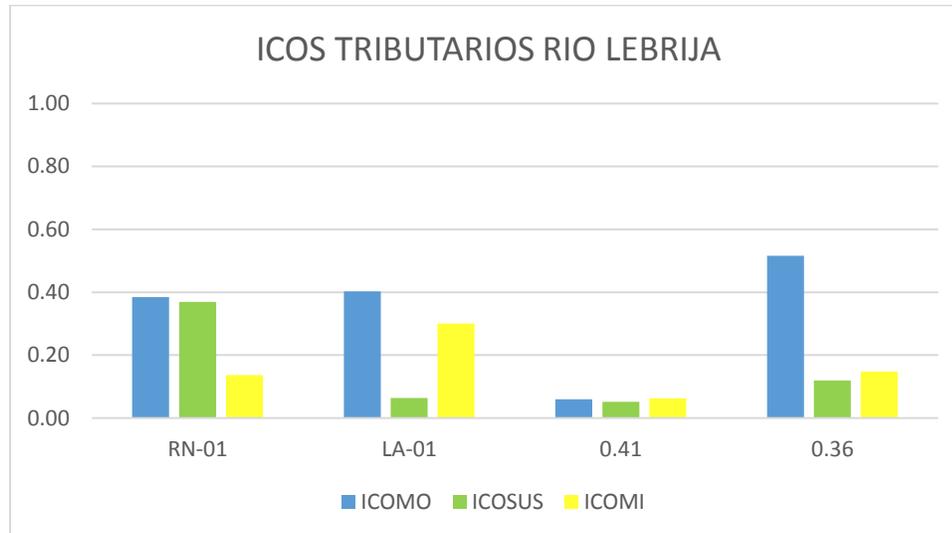
Grafica 15. ICA Tributarios Rio Lebrija



Grafica 16. ICOs Rio Lebrija



Grafica 17. ICOs Tributarios Rio Lebrija



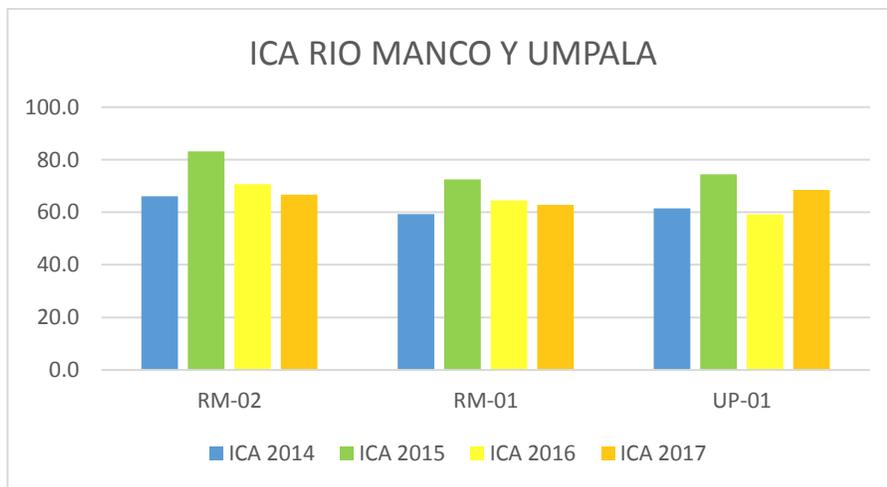
Como se observa todos los puntos sobre el Río Lebrija RL-02 y RL-03 presentaron calidad Dudosa, manteniendo las condiciones con respecto al año 2016. En el punto RL-07 se presentó una mejoría en la calidad pasando de Dudosa a Buena, producto de un incremento en los caudales de dilución. A lo largo del Río Lebrija el aporte de materia orgánica marco un grado de contaminación de Media. Para los Índices ICOSUS e ICOMI los valores se ubicaron en grado de contaminación Media y Baja.

Para las corrientes afluentes a Río Lebrija todas presentaron Calidad Buena y niveles de contaminación Media para ICOMO en las corrientes 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. Solo se evidencia aporte de materia orgánica en el punto de monitoreo LA-03, ya que se encuentra aguas abajo del vertimiento del casco urbano de Lebrija.

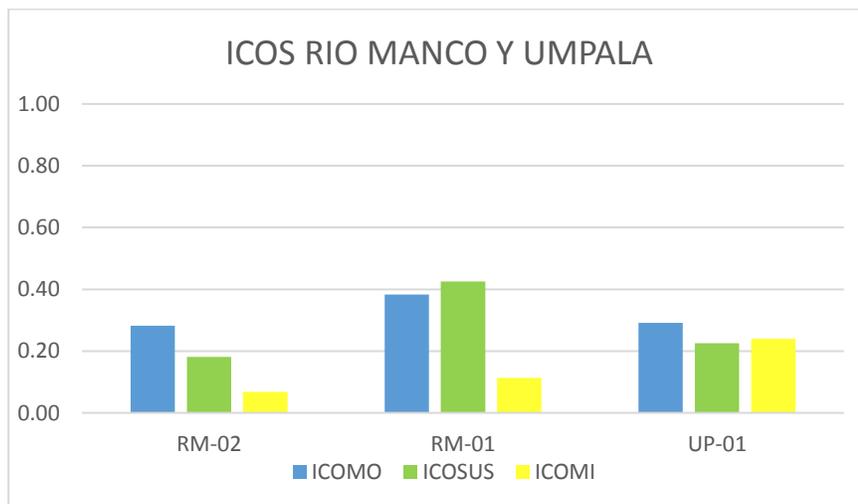
### 1.3.5 RÍOS MANCO Y UMPALA

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 graficas se presenta los Índices de Calidad obtenidos en 2014, así como los Índices de contaminación de estos ríos:

Grafica 18. ICA Rio Manco y Umpala



Gráfica 19. ICOs Rio Manco y Umpala



Los anteriores resultados muestran las características favorables en las cuales se encuentra estos tres puntos. Se presenta condiciones de contaminación por materia orgánica, sólidos suspendidos y mineralización entre baja y ninguna.

## 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 (68%), valor más alto que el año 2016 que fue de 54% y muy similar al año 2015 que reportó corriente con calidad óptima (8) y calidad Buena (37) lo cual representa entre las dos calidades el 69%; En calidades Dudosa e Inadecuada se tiene 14% respectivamente, disminuyendo su porcentaje con respecto al año 2016, lo que se explica por el hecho que en las campañas de 2017 se realizaron en época de mayor precipitación y caudales más altos con respecto al año 2016. Para la última calidad (Pésima) ocurrió un aumento con respecto al año 2016 debido a que las quebradas La Guacamaya y La Angula a la altura del punto de muestreo LA-03, aguas abajo de la entrega del sistema de alcantarillado del municipio de Lebrija, pasaron de inadecuadas a Pésima.
- 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 Guacamaya, La angula (LA-03) 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 ICOs son de categoría Muy Alto. Lo anterior denota la poca efectividad del tratamiento de estos lixiviados. Iguales resultados se observaron en el punto de monitoreo ubicado

en la Quebrada Guacamaya, en este caso producto de vertimientos del sistema de alcantarillado del sector.

- 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 53.85% del total de puntos de monitoreo, es decir, que más de la mitad de los puntos de la red presenta contaminación por materia orgánica (por concentraciones de Coliformes Fecales y Totales en su mayoría).
- 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, al igual que los grados de contaminación para los ICOs, los cuales se mantienen en calificación Bajo y Ninguna, condición que es importante para garantizar su posterior tratamiento en las plantas y así surtir a las principales cabeceras municipales como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Lebrija.
- La corriente que presentó mayores fluctuaciones durante las cuatro campañas de monitoreo fue el punto ubicado en la Quebrada La Angula (LA-03), varió de inadecuado a pésima, al igual que en los grados de contaminación de los ICOs, fluctuando entre muy alto a medio en el ICOMO.

## CAPITULO 2. INFORME ANUAL RED HIDROCLIMATOLOGICA 2017



## 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 y gestión del conocimiento ambiental y de recursos naturales renovables, el cual, se ejecuta mediante la implementación de una red hidroclimatológica, que actualmente se compone por (18) estaciones climatológicas automáticas para la captura y almacenamiento de las variables meteorológicas, (65) estaciones hidrométricas y (1) estación automática de niveles, las cuales permiten la realización de aforos y toma de muestras para evaluar la calidad del 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.

El análisis de los cambios en el comportamiento de las variables hidroclimatológicas a distintas escalas espaciales y temporales, es un tema de suma importancia a nivel internacional. En el plano nacional, la caracterización del clima representa un papel fundamental en el desempeño de los sistemas agroecológicos, en la determinación de la oferta hídrica disponible para los diferentes usos del agua, en la distribución espacial y la frecuencia de eventos hidroclimatológicos extremos, causantes de movimientos en masa e inundaciones. Decidir sobre el uso y manejo de los recursos naturales, la planificación del uso del suelo, la gestión del riesgo, etc, precisa profundizar en estos análisis.

En el presente informe se pretende abordar el análisis y caracterización del comportamiento de las variables hidrometeorológicas en zonas del área de jurisdicción de la CDMB donde se cuenta con estaciones, en donde se presenta la descripción e identificación de eventos hidroclimatológicos extremos y la tendencia general de las variables a lo largo del tiempo. La información se encuentra disponible para la comunidad en general y demás autoridades ambientales, de ésta manera se pretende contribuir a la realización de una planificación ambiental direccionada al desarrollo sostenible y al óptimo aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

## 2.1 ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS

---

Una estación meteorológica es aquella diseñada para la obtención de datos de variables climatológicas tales como precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, índice de rayos UV, presión barométrica, velocidad y dirección del viento, entre otros; ésta captura de información se realiza a través de diferentes sensores que permiten la obtención de parámetros específicos en el estudio hidroclimático.

La clasificación de estación meteorológica automática, está relacionada con la autonomía e independencia de la estación para la toma de datos, optimizando la calidad de las lecturas y prescindiendo de la presencia de un observador, especialmente en zonas remotas o donde no se puede contar con observadores permanentes.

Las estaciones meteorológicas automáticas utilizadas por la CDMB son del tipo Davis Vantage PRO2 (Ver Fig. 1), las cuales involucran y articulan varios sensores en una sola estación, además de que su instalación y puesta en marcha resultan sencillas. Las principales características de las estaciones Vantage PRO2, según su fabricante expresado en “Vantage PRO 2 - Manual de la Consola” se presentan a continuación.

El rango de transmisión inalámbrica, aunque es altamente variable (dependiendo de la configuración física de los alrededores e interferencia de radiofrecuencia del área), es de hasta 300 metros en línea de vista, puede ser ampliado utilizando repetidores inalámbricos.

Los parámetros ofrecidos son presión barométrica, humedad exterior y punto de rocío, lluvia diaria y anual, velocidad y dirección del viento, factor de enfriamiento ("wind chill"), temperatura exterior, temperatura y humedad interior, temperaturas exteriores adicionales, la lluvia actual, radiación solar, índice de rayos UV. Adicionalmente se presentan datos significativos y adicionales como:

- Información adicional de la lluvia: Acumulado de 15 minutos, por hora, por mes, y precipitación de los últimos cuatro períodos de lluvia.

- Información adicional de la 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.



**Figura 1.** Estación climatológica Tipo. (Fuente: Davis Instruments)

## 2.2 ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

---

Las estaciones hidrométricas tienen como objetivo la captura de datos que permitan obtener el volumen de agua que circula por una sección de una corriente o conducto en un tiempo dado, en ellas se pueden observar datos de elementos como lo son niveles, flujo de las corrientes, transporte y depósito de sedimentos e incluso en algunas más robustas y especializadas propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua.

Según los datos recolectados y la forma de su captura existen varios tipos de estaciones hidrométricas, para el caso de estudio se tienen de dos tipos; **Estaciones limnimétricas** y **Estaciones automáticas de niveles**, las cuales se distribuyen sobre el área de jurisdicción de la CDMB y son propiedad de la misma.

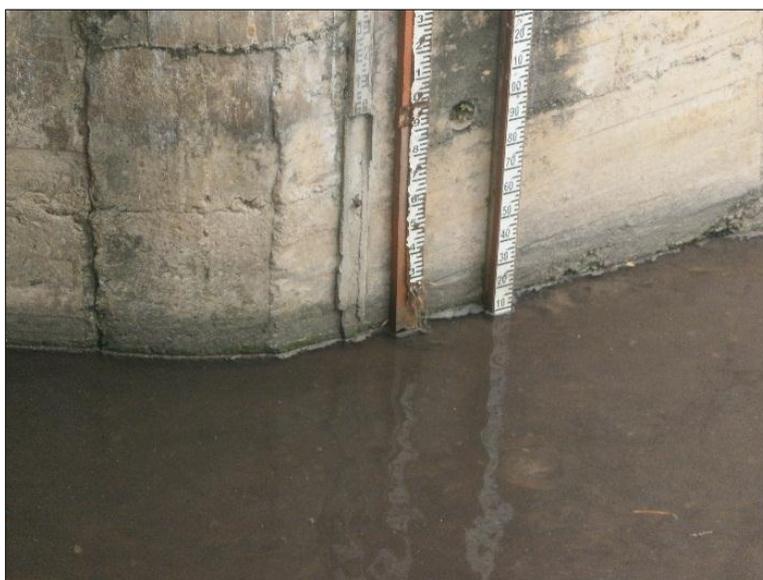
Las estaciones limnimétricas o de mira son estaciones de fácil instalación y económicas para la toma de niveles de ríos, lagos o quebradas. El procedimiento para toma de datos se realiza mediante la lectura de la mira por parte de un observador en horas fijas de acuerdo con los protocolos internacionales.

La toma directa por parte de un observador puede realizarse sobre diferentes instrumentos, mira hidrométrica o limnómetro, maxímetro, limnicontacto; para el caso específico de la red de monitoreo de la CDMB, se utilizan las miras limnimétricas.

El limnómetro o mira hidrométrica, es una regla de tramos de longitud de 1 metro, la cual está graduada y acotada y que se utiliza para verificar los cambios en las alturas de un cuerpo de agua en determinado punto de control (Ver fig. 2 y 3).



**Figura 2.** Estación limnimétrica



**Figura 3.** Estación Limnimétrica

Las miras se pueden encontrar en distintos materiales que determinan su durabilidad y costo de ubicación, ello depende del tipo de corriente donde se desee utilizar. Las miras pueden ir variando desde las hechas en hierro fundido, con numeración en alto relieve que garantizan la durabilidad para corrientes con alto nivel de arrastre, hasta las más económicas y sencillas de instalar como lo son las de lámina pintada pero que tienen poca duración, y que se deben limitar a corrientes que no tengan arrastre de rocas que las puedan dañar.

Las miras se deben instalar sobre la orilla de la corriente preferiblemente el lugar más profundo y se hace en forma de empotramientos sobre listones de madera, estructuras de acero, estructuras de concreto o sobre taludes del cauce. Las miras deben ubicarse a una altura que permita que la cota cero quede 0.5 metros por debajo del fondo del cauce para ríos pequeños, y 0.5 metros por debajo del nivel de aguas mínimas, en ríos grandes; además debe garantizarse que en momentos de máximas crecientes el extremo superior de la mira debe sobresalir de la corriente. Hay que tener en cuenta que estas miras siempre deben estar asociadas topográficamente a un nivel de referencia o sobre el nivel del mar.

En cuanto a las estaciones automáticas de niveles tienen el mismo objetivo que los tradicionales limnímetros, sin embargo estas basan su funcionamiento en sensores automáticos transductores de presión, los cuales se hallan dentro de un tubo de acero (tubo limnimétrico) para garantizar su protección; estos sensores registran la temperatura y presión barométrica (ver Fig. 4), para seguidamente con los datos obtenidos y realizar una compensación y obtener los niveles de la corriente de estudio.

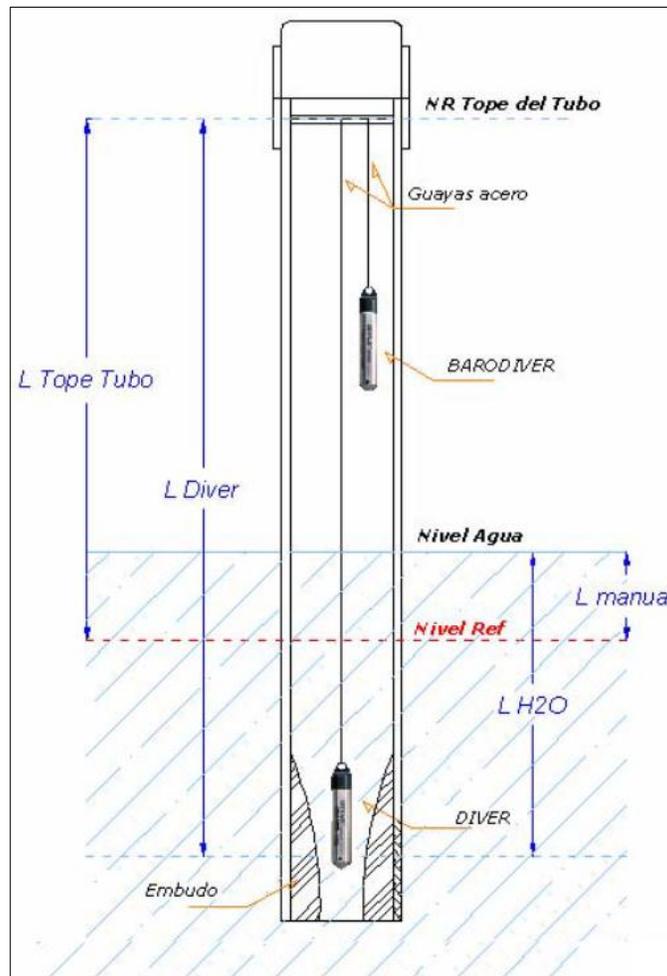


**Figura 4.** Estación automática de niveles El Rasgón

El Diver se encuentra sumergido en la lámina de agua y está equipado con dos sensores uno de ellos para la captura de datos de presión y el otro para medir la temperatura, además de ello posee una batería y una memoria capaz de almacenar hasta 24.000 datos de mediciones. (Schlumberger wáter services)

El Baro es un instrumento con sensores similares al Diver, la diferencia entre ellos es que el Baro Diver se encuentra suspendido y captura la presión barométrica a través de su sensor de presión, al igual que el Diver toma los datos de temperatura del medio en que se encuentra y tiene las mismas capacidades de memoria.

El tubo limnimétrico es una componente adicional de las estaciones automáticas, el cual provee el soporte de los sensores para poder realizar las mediciones de una forma correcta, permite establecer unas condiciones de flujo y seguridad dentro de la corriente. El tubo presenta unos orificios en la parte inferior que permiten el flujo de agua a nivel interno y la tapa superior es perforada para garantizar la presión atmosférica. (Ver Fig. 5).



**Figura 5.** Diagrama interno estación automática de niveles.

**Fuente:**Hernández. 2007

### 2.3 RED HIDROCLIMATOLÓGICA CDMB

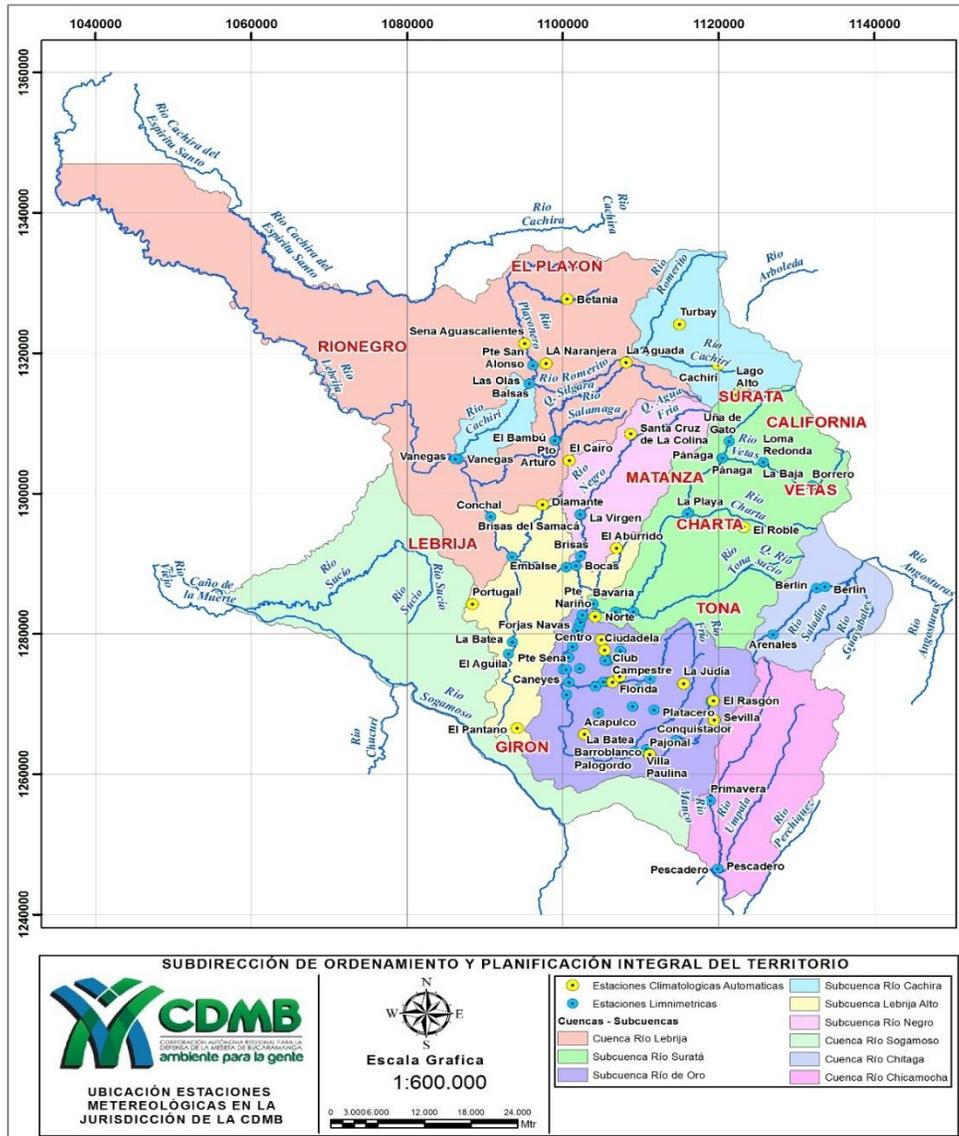
---

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 limnigráficas y 4 estaciones pluviográficas. La operación de la red se encuentra a cargo por una comisión de dos operarios con auxiliares, grupo que se encarga de realizar la recopilación de datos meteorológicos, mediciones de caudal, toma de muestras, seguimiento a las condiciones hídricas de calidad y cantidad en todas la subcuencas del área de jurisdicción y la cuenca principal (rio Lebrija).

En los últimos años la red ha venido fortaleciéndose con la adquisición de estaciones automáticas e instalación de nuevos limnímetros en aras de mejorar la calidad de sus datos e información reportada, con modificaciones tecnológicas en los equipos y ampliación de los puntos de monitoreo se busca fortalecer el rango de acción de la información y el detalle de la misma. En sus inicios la red contaba con 36 estaciones de las cuales 28 eran Limnimétricas, 8 Pluviómetricas y 4 pluviograficas, en el 2011 se llevó a cabo un proceso de mejoramiento de la red Hidroclimatológica de la CDMB, instalando y/o actualizando estaciones pluviométricas por estaciones climatológicas automáticas, para un total de 8 estaciones climatológicas automáticas además 24 Limnimétricas para un total de 32 estaciones. En el año 2012 La red de monitoreo hidrométrico se rediseño y se instalaron 24 estaciones, 20 estaciones Limnimétricas; 2 estaciones Limnimétricas dobles o de grandes caudales y 2 estaciones para la medición automática de niveles las cuales fueron instaladas en las corrientes de rio de Oro y Rio Frio en los meses de marzo y abril dentro del marco del proceso de mejoramiento y fortalecimiento de la red hidrométrica.

El proceso de mejoramiento no se detuvo y en el año 2013 se integraron a la red 8 nuevas estaciones meteorológicas automáticas con transmisión de datos en tiempo real vía señal de celular, llegando a un total de 21 estaciones de las cuales 2 estaciones climatológicas se encuentran asociadas a la red de calidad del aire. Dichas estaciones se localizan en diferentes municipios del área de jurisdicción de la CDMB. Adicionalmente a esta instalación

se repotenciaron las 11 estaciones climatológicas automáticas existentes con equipos de transmisión de datos y paneles solares los cuales garantizan un funcionamiento continuo y evitan fallas por daños eléctricos en las zonas donde se encuentran instaladas,



**Figura 6.** Distribución de la red hidroclimatológica de la CDMB en su área de jurisdicción.

### 2.3.1 LISTADO DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS

En los diferentes municipios del área de jurisdicción se encuentran instaladas 24 estaciones climatológicas automáticas las cuales tienen como función la captura y almacenamiento de los datos meteorológicos tales como precipitación, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar, entre otros.

**Tabla 1.** Listado de estaciones climatológicas de la CDMB.

LISTADO DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS CDMB										
No.	Codigo	Nombre	Coordenadas		Elevacion	Año de instalacion	Tipo	Estado	Municipio	Subcuenca
			Norte	Este						
1	C1	SEVILLA	1.267.670	1.119.428	1907	2011	CA	INACTIVA	PIEDECUUESTA	Rio de Oro
2	C2	LAGO ALTO	1.314.018	1.122.312	2600	2011	CA	FUNCIONANDO	SURATA	Suratá
3	C3	EL ROBLE	1.295.190	1.123.241	2270	2011	CA	FUNCIONANDO	CHARTA	Rio Charta
4	C4	CLUB CAMPESTRE	1.273.072	1.106.399	940	2011	CA	FUNCIONANDO	FLORIDABLANCA	Rio de Oro
5	C5	SENA AGUASCALIENTES	1.321.359	1.095.129	510	2011	CA	FUNCIONANDO	EL PLAYON	Rio Playonero
6	C6	EL PANTANO	1.266.513	1.094.149	1290	2011	CA	FUNCIONANDO	GIRON	Lebrija Alto
7	C7	BETANIA	1.327.686	1.100.572	1005	2011	CA	FUNCIONANDO	EL PLAYON	Rio Playonero
8	C8	LA NARANJERA	1.318.507	1.097.833	577	2012	CA	FUNCIONANDO	EL PLAYON	Rio Playonero
9	C9	SANTA CRUZ DE LA COLINA	1.308.473	1.108.727	1430	2012	CA	FUNCIONANDO	MATANZA	Rio Negro
10	C10	PAJONAL	1.262.749	1.111.178	896	2012	CA	INACTIVA	PIEDECUUESTA	Rio de Oro
11	C11	EL RASGON	1.270.464	1.119.338	2148	2013	CA	FUNCIONANDO	PIEDECUUESTA	Rio de oro
12	C12	EL CAIRO	1.304.690	1.100.860	1059	2012	CA	FUNCIONANDO	RIONEGRO	Rio Negro
13	C13	TURBAY	1.324.106	1.114.983	2236	2013	CA	FUNCIONANDO	SURATA	Rio Cahiri
14	C14	CACHIRI	1.318.322	1.119.949	1930	2013	CA	FUNCIONANDO	SURATA	Rio Cachiri
15	C15	PORTUGAL	1.284.205	1.088.385	1270	2013	CA	INACTIVA	LEBRIJA	Q. la Angula
16	C16	LA JUDIA	1.272.896	1.115.513	2165	2013	CA	FUNCIONANDO	PIEDECUUESTA	Rio de Oro
17	C17	LA AGUADA	1.318.657	1.108.114	1445	2013	CA	FUNCIONANDO	EL PLAYON	Rio Silgara
18	C18	DIAMANTE	1.298.389	1.097.379	1054	2013	CA	FUNCIONANDO	RIONEGRO	Quebrada Honda
19	C19	EL ABURRIDO	1.292.166	1.106.906	1548	2013	CA	FUNCIONANDO	BUCARAMANGA	Lebrija Alto
20	C20	ACAPULCO	1.265.648	1.102.787	1001	2013	CA	FUNCIONANDO	GIRON	Rio de Oro - medio
21	C21	CIUDADELA	1.277.632	1.105.369	938	2012	CA	FUNCIONANDO	BUCARAMANGA	Rio de Oro
22	C22	FLORIDA	1.273.904	1.107.315	861	2012	CA	FUNCIONANDO	FLORIDABLANCA	Rio de Oro
23	C23	CENTRO	1.279.123	1.104.987	955	2010	CA	INACTIVA	BUCARAMANGA	Rio de Oro
24	C24	NORTE	1.282.423	1.104.165	790	2010	CA	INACTIVA	BUCARAMANGA	Rio de Oro

### 2.3.2 LISTADO DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

La siguiente la tabla muestra el listado con los 65 puntos de monitoreo de calidad y cantidad del agua y aquellos donde hay instalados limnímetros actualmente en el área de jurisdicción de la CDMB.

**Tabla 2.** Listado de estaciones hidrométricas de calidad y cantidad del agua de la CDMB.

ESTACIONES RED DE CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA CDMB							
Nº	CODIGO	NOMBRE	CORRIENTE	LM	COORDENADAS		ELEVACION
					ESTE	NORTE	
<b>RÍO DE ORO Y SUS AFLUENTES</b>							
1	RO-06	Rasgón	Río de Oro	X	1.119.062	1.270.358	2141
2	RO-05	Conquistador	Río de Oro	X	1.114.531	1.264.794	1053
3	QG-01	Barroblanco	Q. Grande	X	1.111.312	1.262.692	909
4	SO-01	Villa Paulina	Q. Suratoque	X	1.110.752	1.263.519	910
5	LT-01	La Batea	Río Lato	X	1.109.225	1.263.248	892
6	RO-04	Palogordo	Río de Oro		1.103.329	1.262.920	841
7	LR-03	Cañaveral	Q. La Ruitoca	X	1.108.963	1.269.624	1212
8	LR-02	El Pílon	Q. La Ruitoca	X	1.164.567	1.268.698	860
9	RO-4A	Bahondo	Río de Oro		1.100.507	1.271.312	723
10	RO-02	Carrizal	Río de Oro		1.100.082	1.274.893	691
11	CA-01	Chimitá	Q. Chimitá		1.100.748	1.276.615	685
12	CY-01	Parque Industrial	Q. Cuyamita		1.101.271	1.278.154	678
13	AR-01	Argelia	Q. Argelia		1.101.906	1.280.441	662
14	LN-01	Forjas Navas	Q. Las Navas	X	1.102.128	1.281.135	656
15	CH-01	F. Chapinero	Q. Chapinero	X	1.102.299	1.281.649	662
16	LP-01	Trituradora	Q. La Picha		1.102.584	1.282.378	653
17	RO-01	Pte Nariño	Río de Oro	X	1.102.526	1.282.676	628
<b>RÍO FRÍO Y SUS AFLUENTES</b>							
18	RF-03	La Esperanza	Río Frío	X	1.111.228	1.273.581	1000
19	ZA-01	Campestre	Q. Zapamanga		1.105.836	1.273.117	780
20	RF-B	El Caucho	Río Frío		1.104.257	1.272.587	755
21	RF-P	El Pórtico	Río Frío		1.105.199	1.273.110	789
22	MS-05	Platacero	Q. Menzulí		1.111.743	1.269.168	1026
23	AZ-07	Autopista	Q. Aranzoque	X	1.109.896	1.272.244	920
24	AZ-1A	Los Totumos	Q. Aranzoque	X	1.104.184	1.272.487	761
25	RF-1A	Caneyes	Río Frío	X	1.100.822	1.273.097	715
<b>QUEBRADA LA IGLESIA Y SUS AFLUENTES</b>							
26	LF-01	El Jardín	Q. La Flora	X	1.107.467	1.279.180	1026
27	CS-01	La Floresta	Q. La Cascada		1.107.417	1.277.536	952
28	LI-03	San Luis	Q. La Iglesia	X	1.105.855	1.276.245	857
29	MA-01	Coca - Cola	Q. El Macho		1.105.618	1.276.062	845
30	GY-01	Coca - Cola	Q. Guacamaya		1.105.426	1.276.168	846
31	DC-01	Cenfer	Q. del Carrasco		1.102.186	1.275.080	747
32	LI-01	Pte Sena	Q. La Iglesia	X	1.100.450	1.274.890	726

**Tabla 2. Continuación**

<b>QUEBRADA LA ANGULA</b>							
33	LA-04	El Aguila	Q. La Angula		1.093.006	1.277.137	1057
34	LA-03	La Batea	Q. La Angula		1.093.544	1.278.812	1017
<b>RÍO SURATÁ Y SUS AFLUENTES</b>							
35	LA-01	Palmas	Q. La Angula	X	1.093.478	1.290.963	370
36	SA-07	Uña de Gato	Río Suratá	X	1.121.395	1.307.446	1770
37	SA-06	Pánaga	Río Suratá	X	1.120.447	1.305.018	1652
38	RV-01	Pánaga	Río Vetas	X	1.120.505	1.305.051	1649
39	SA-05	La Playa	Río Suratá		1.116.170	1.297.202	1393
40	RCH-01	La Playa	Río Charta	X	1.115.981	1.297.054	1391
41	RT-01	Pte Tona	Río Tona	X	1.109.069	1.283.135	878
42	SA-03	Zaragoza	Río Suratá	X	1.106.774	1.283.144	734
43	SA-01	Bavaria	Río Suratá	X	1.103.881	1.284.234	636
<b>RÍO LEBRIJA Y SUS AFLUENTES</b>							
44	RL-02	Bocas	Río Lebrija	X	1.101.719	1.289.688	761
45	SC-01	La Virgen	Santa Cruz	X	1.102.317	1.296.906	659
46	SM-01	Brisas del Samacá	Q. Samacá		1.102.232	1.297.005	655
47	RN-01	Brisas	Río Negro	X	1.102.284	1.291.068	581
48	RL-03	Embalse	Río Lebrija	X	1.100.448	1.289.511	590
49	RL-07	Conchal	Río Lebrija		1.090.732	1.296.694	240
50	RC-01	Vanegas	Río Cáchira	X	1.086.591	1.304.898	182
51	SG-01A	Pto Arturo	Río Silgará	X	1.099.094	1.307.565	554
52	SL-04	El Bambú	Río Salamaga	X	1.098.981	1.307.541	561
53	PY- 02A	Pte San Alonso	Río Playonero	X	1.096.186	1.318.255	456
54	PY- 01	Balsas	Río Playonero	X	1.095.729	1.315.655	409
55	RC-02A	Las Olas	Río Cachirí	X	1.095.741	1.315.646	409
56	RL-08	Vanegas	Río Lebrija	X	1.086.233	1.304.889	220
<b>RÍO MANCO Y SUS AFLUENTES</b>							
57	RM-02	Primavera	Río Manco	X	1.118.942	1.256.227	1193
58	RM-01	Pescadero	Río Manco	X	1.119.913	1.246.506	521
59	UP-01	Pescadero	Río Umpalá		1.119.906	1.246.533	525
<b>QUEBRADA ARENALES Y SUS AFLUENTES</b>							
60	QA-02	Arenales	Q. Arenales		1.127.032	1.279.894	3365
61	QA-01	Berlín	Q. Arenales		1.132.599	1.286.473	3311
62	RJ-01	Berlín	Río Jordan		1.133.659	1.286.686	3302
<b>RIO VETAS</b>							
63	RV-05	Borrero	Río Vetas		1.132.039	1.301.123	2905
64	RV-02	Loma Redonda	Río Vetas		1.125.764	1.304.432	2066
65	QLB-01	La Baja	Q. La Baja		1.125.722	1.304.459	2026

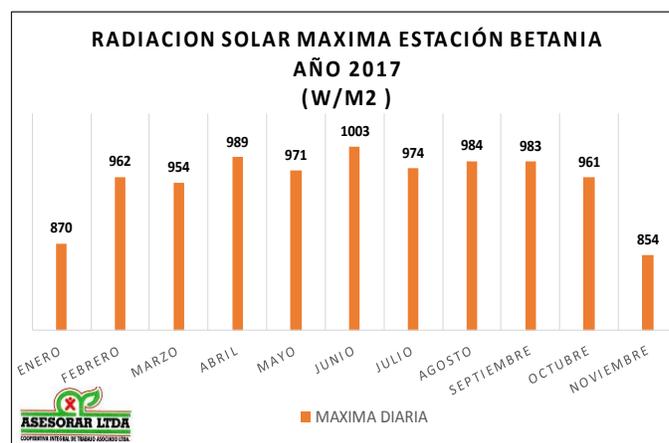
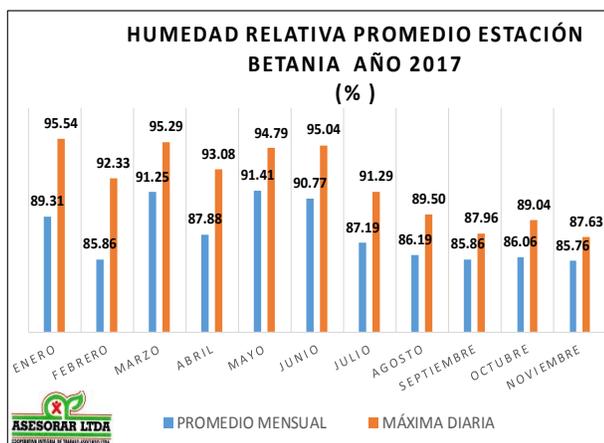
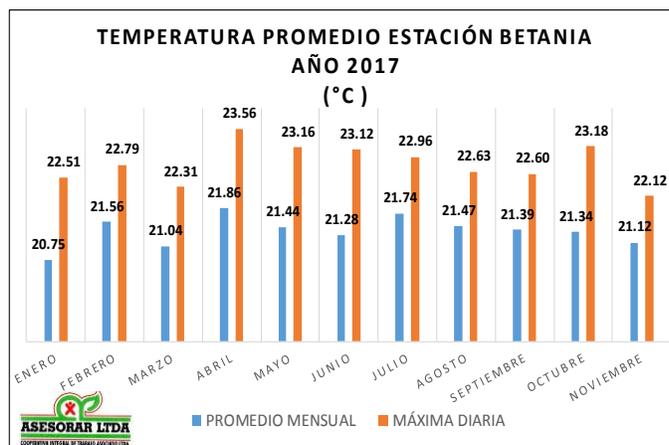
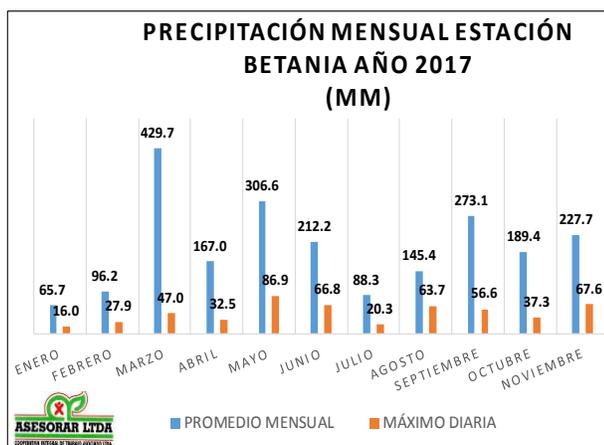
## 2.4 ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS

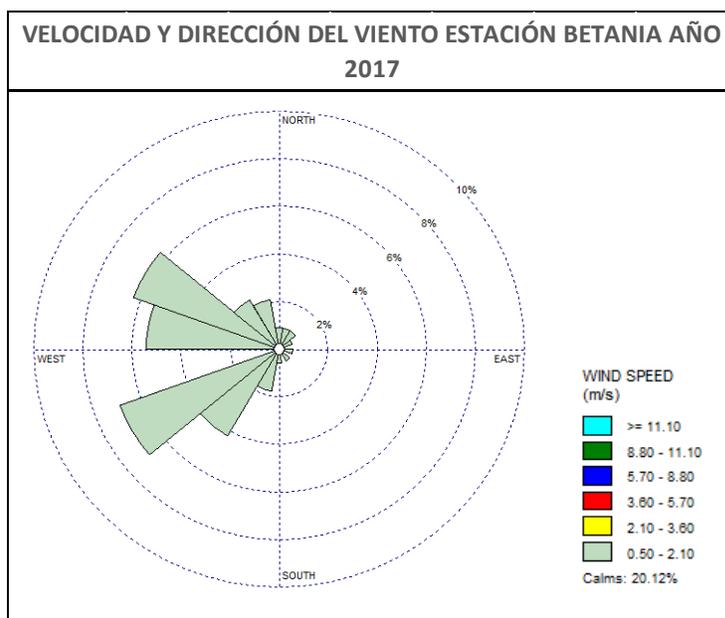
### 2.4.1 MICROCUENCA CÁCHIRA SUR

#### Estación Betania

Se encuentra instalada en el corregimiento de Betania en jurisdicción del municipio de El Playón; se encarga del monitoreo de la parte alta de la sub cuenca Cáchira del Sur y de la microcuenca de El Pino, sobre la corriente del Rio Betania.

#### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN BETANIA AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

**PRECIPITACIÓN [mm]**

ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
2201.20	86.86	05/05/2017

**TEMPERATURA [°C]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
21.36	23.56	06/04/2017

**HUMEDAD RELATIVA [%]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
89.41	95.54	09/01/2017

**RADIACIÓN SOLAR [watt/m2]**

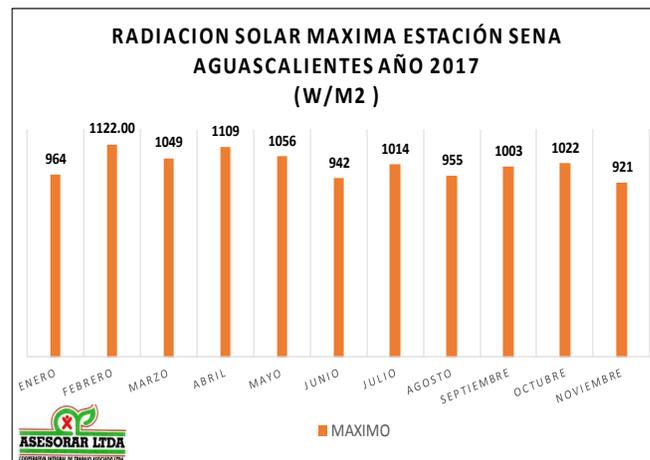
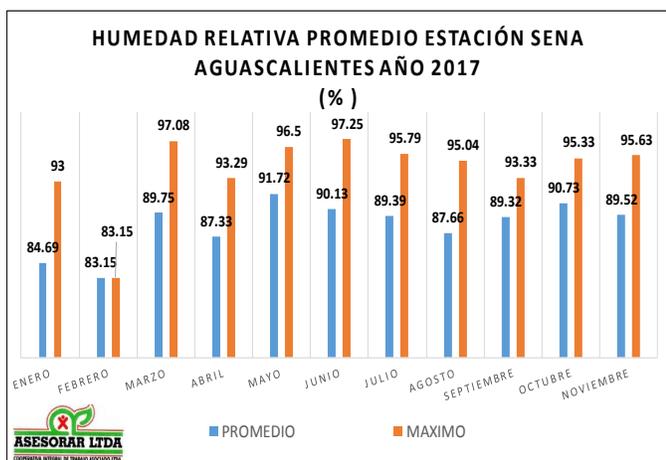
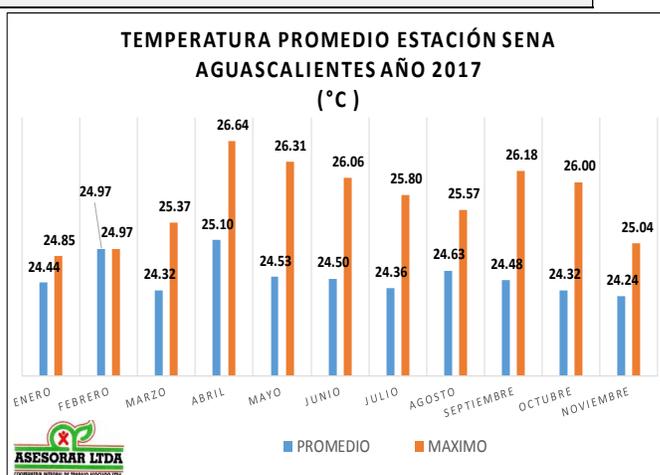
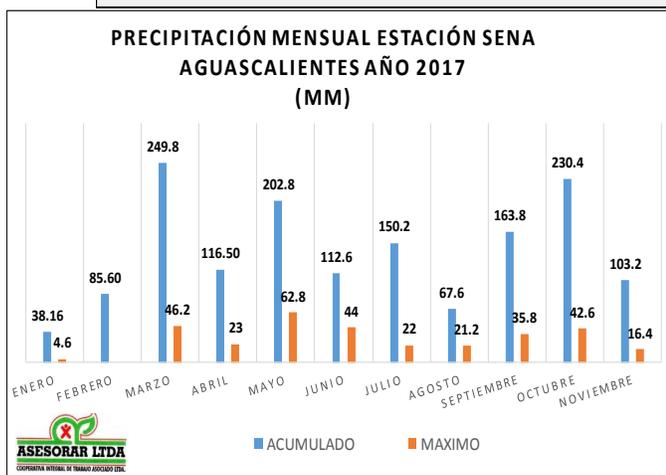
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURENCIA
1003	03/06/2017

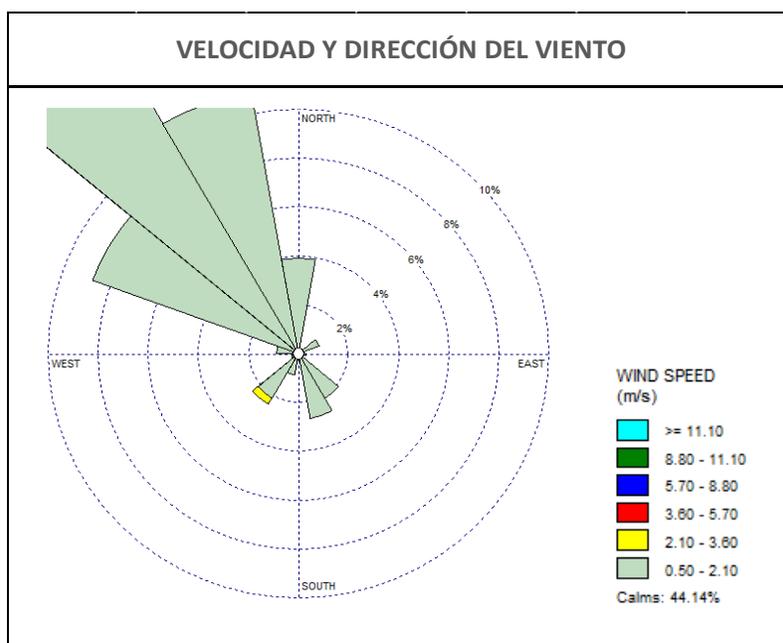
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
<b>VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)</b>	<b>VIENTO CALMA</b>	<b>0,55-2,10</b>
247.50	WSW	20.10%
		79.9%

## Estación Sena Aguas Calientes

Se encuentra instalada en la institución educativa del SENA en el municipio de El playón, ésta estación tiene como objetivo el monitoreo de la parte media de la sub cuenca Cáchira del Sur y de la micro cuenca Playonero, sobre la corriente del Rio Playonero.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN SENA AGUASCALIENTES AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1520.66		62.8	05/05/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
24.54		26.64	06/04/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
88.49		97.25	07/06/2017

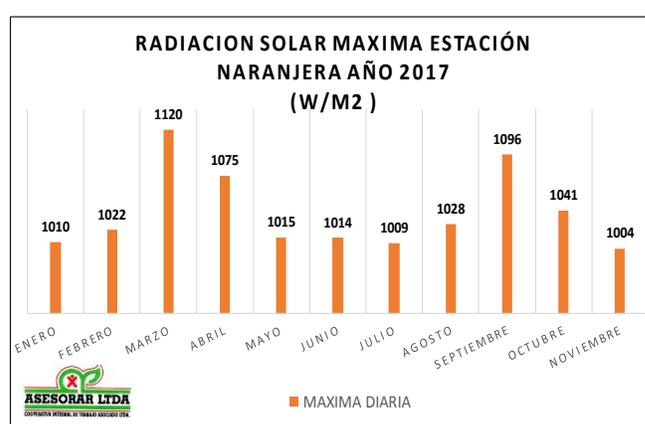
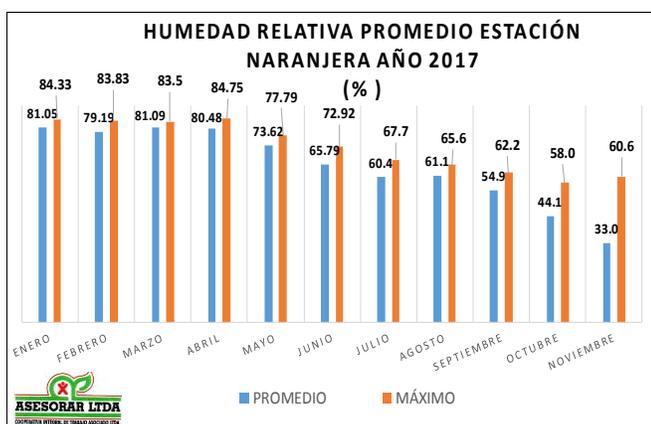
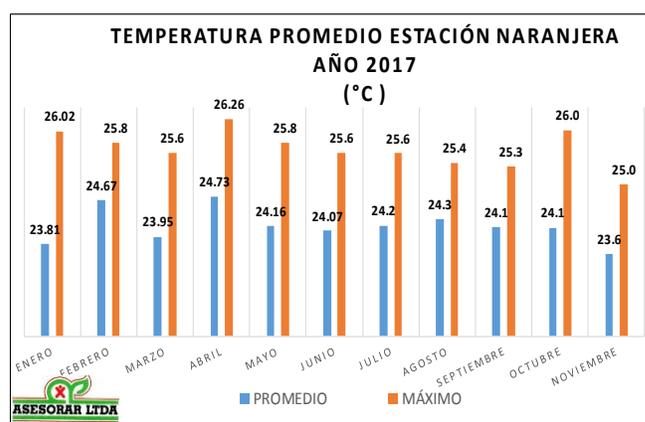
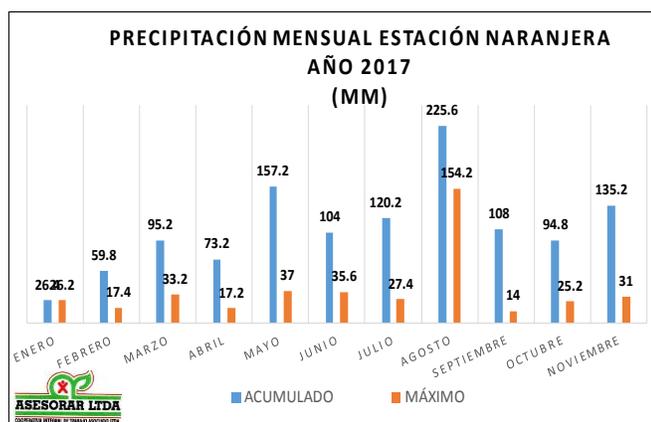
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURRENCIA	
1122.00			

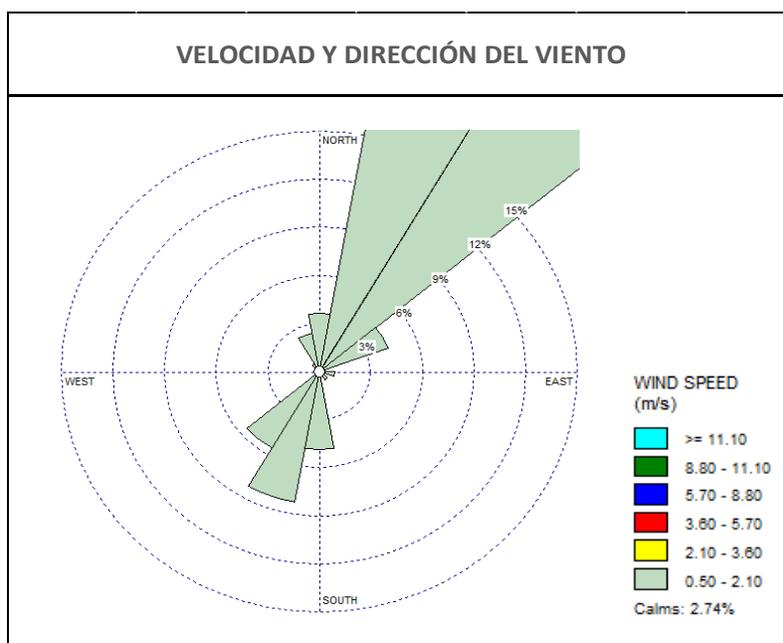
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]		
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	0,55-2,10	2.10 - 3.60
315.00	NW	44.1%	54.7%
			1.2%

## Estación La Naranjera

Estación climatológica automática ubicada en el municipio de El playón, a una distancia de 1 Km aproximadamente de la cabecera municipal de este municipio. Esta encargada del monitoreo de la parte media de la sub cuenca Cáchira del Sur y de la micro cuenca Playonero, sobre la corriente quebrada la Naranjera.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN NARANJERA AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1199.60		154.2	02/08/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
24.16		26.26	06/04/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
64.97		84.75	17/04/2017

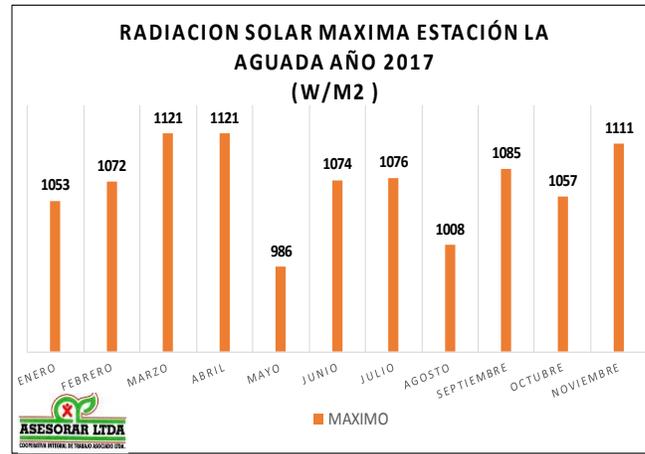
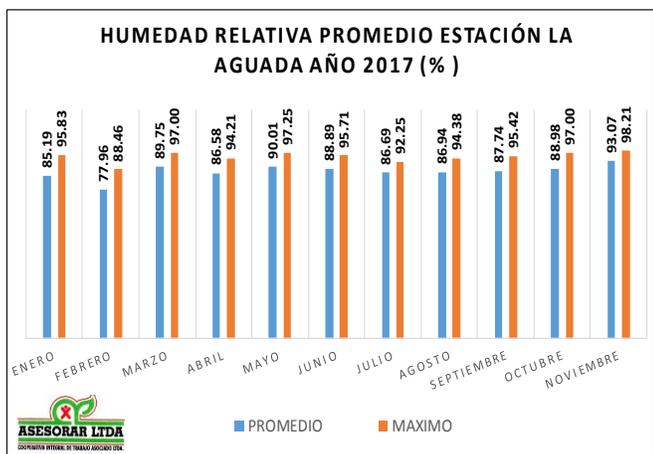
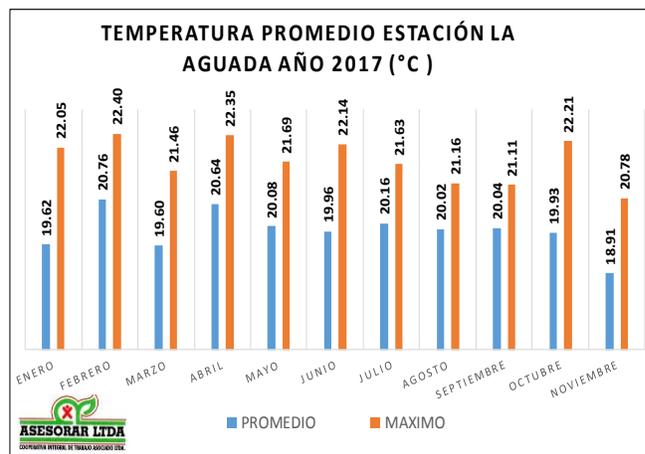
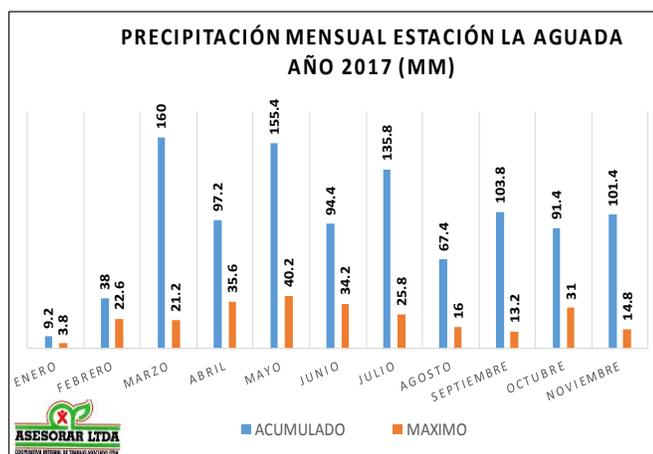
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURRENCIA	
1120		28/03/2017	

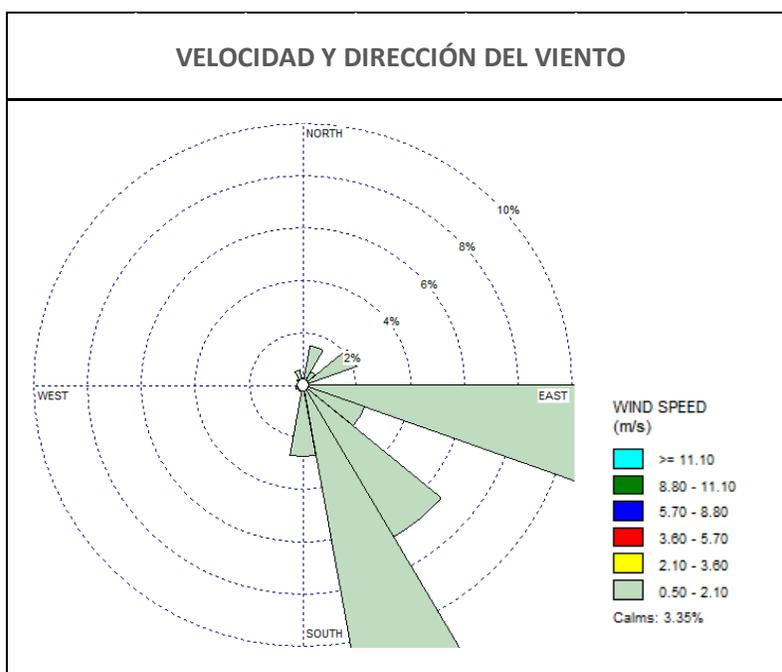
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]		
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	0,55-2,10	
22.50	NNE	2.7%	97.3%

## Estación La Aguada

Fue instalada en el año 2013 y se encuentra ubicada en la Vereda La Aguada, municipio de Playón; se encarga de realizar el monitoreo de la parte baja de la sub cuenca Cachira del Sur y de la micro cuenca Cachiri Bajo, sobre la corriente del Rio Cachiri, aguas abajo de la unión de ésta con la tributaria Rio Romerito.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN LA AGUADA AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1054.00		40.2	05/05/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
19.97		22.35	06/04/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
87.44		98.21	18/11/2017

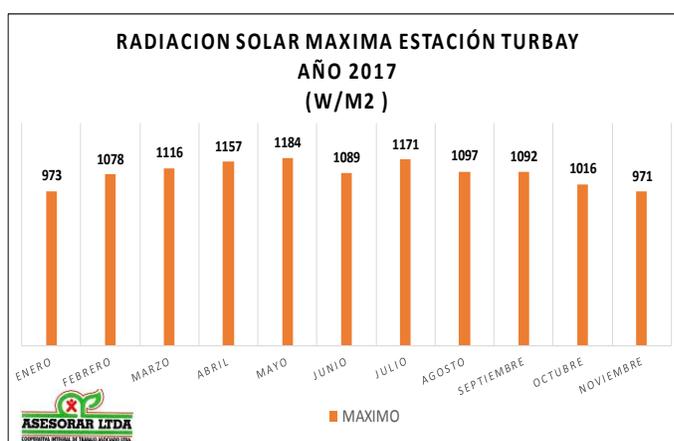
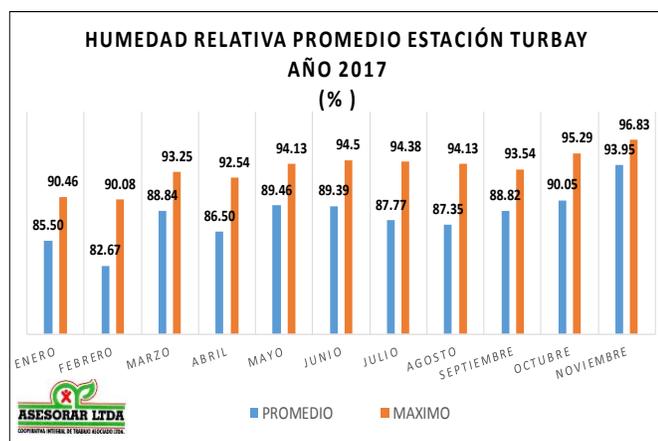
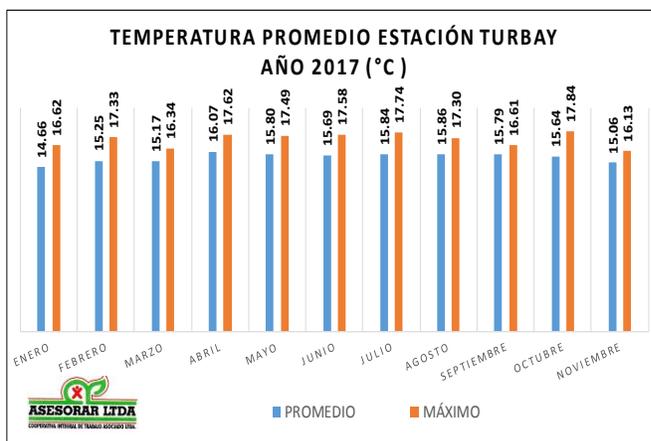
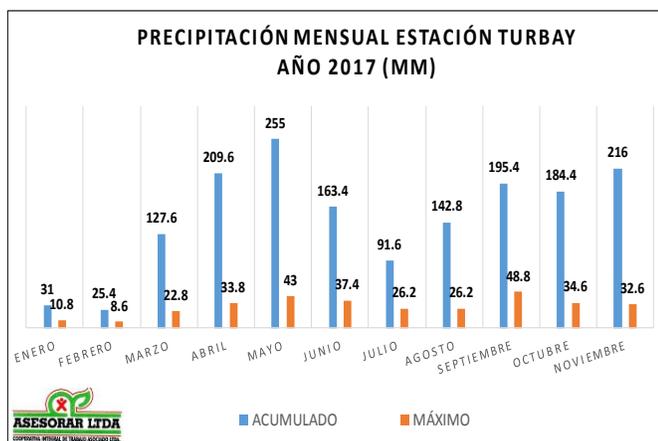
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURRENCIA	
1121		23/04/2017	

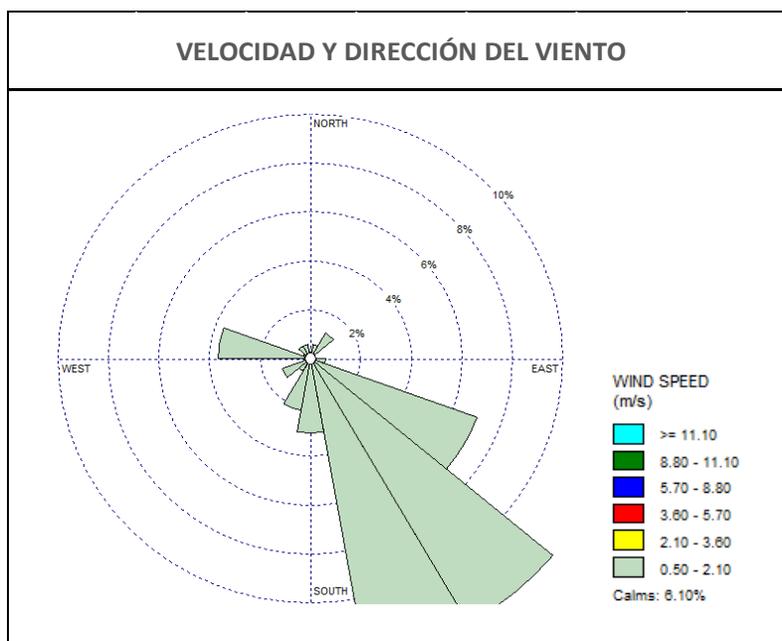
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)		VIENTO CALMA	0,55-2,10
90.00	E	3.4%	96.6%

## Estación Turbay

Se encuentra ubicada en la Vereda de San Isidro cercana al caserío de Turbay dentro del municipio de Surata; su altitud es de 2000 msnm. La estación Turbay tiene como finalidad realizar el monitoreo de la parte alta de la sub cuenca Cáchira del Sur y de la micro cuenca Romeritos, sobre la corriente del Rio Romeritos.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN TURBAY AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
<b>ACUMULADO (Enero - Noviembre)</b>		<b>PRECIP. MÁXIMA DIARIA</b>	<b>OCURRENCIA</b>
1642.20		48.8	29/09/2017

TEMPERATURA [°C]			
<b>PROMEDIO (Enero - Noviembre)</b>		<b>TEMP. MÁXIMA DIARIA</b>	<b>OCURRENCIA</b>
15.53		17.84	17/10/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
<b>PROMEDIO (Enero - Noviembre)</b>		<b>HUM.R MÁXIMA DIARIA</b>	<b>OCURRENCIA</b>
88.21		96.83	20/11/2017

RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
<b>MAXIMO (Enero - Noviembre)</b>		<b>OCURRENCIA</b>	
1184		19/05/2017	

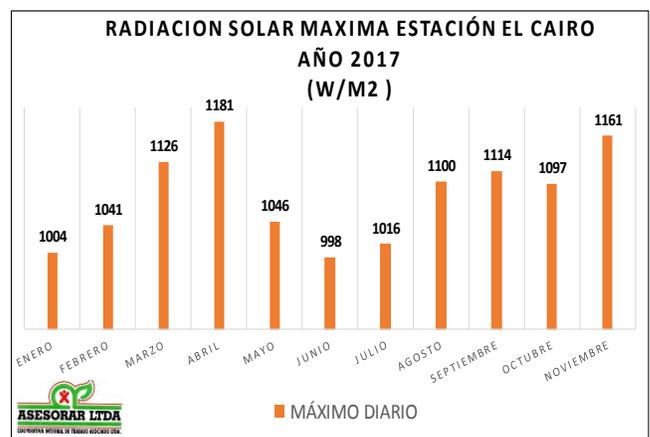
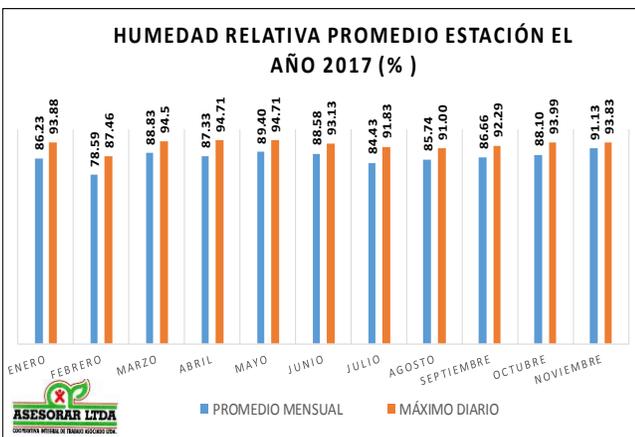
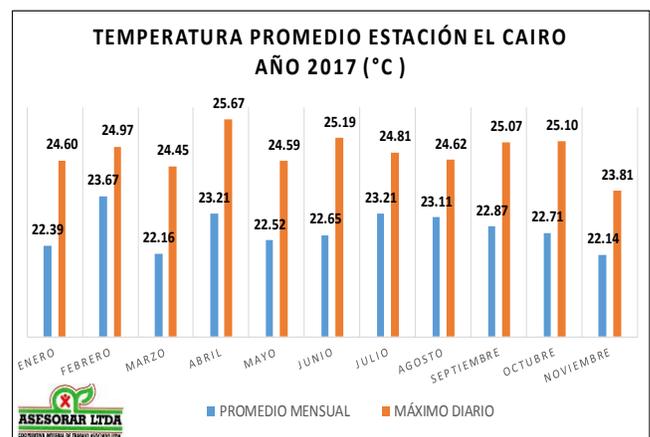
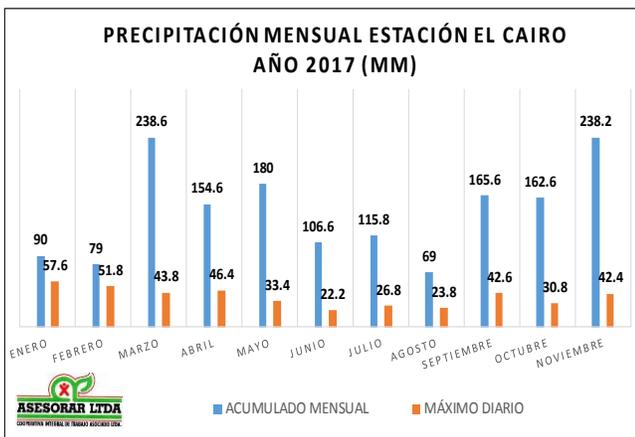
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
<b>VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)</b>		<b>VIENTO CALMA</b>	<b>0,55-2,10</b>
157.50	SSE	6.1%	93.9%

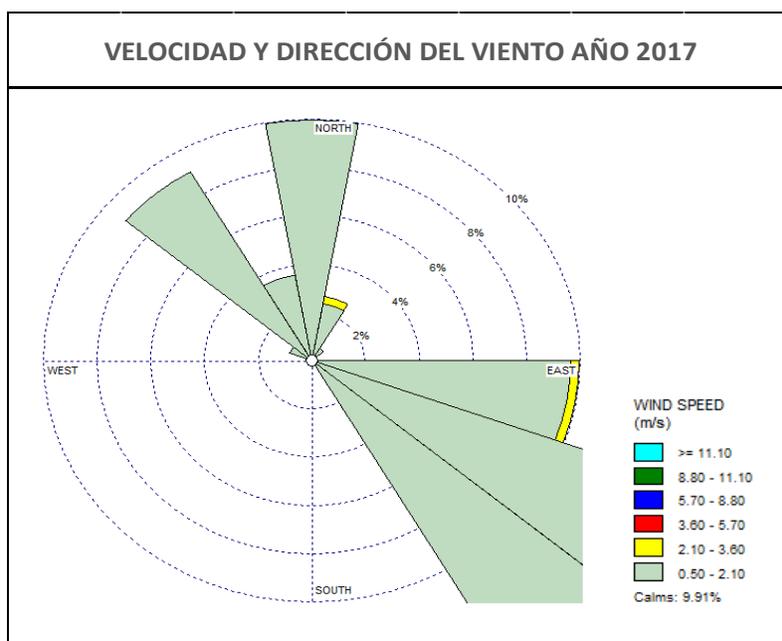
## 2.4.2 MICROCUENCA RIONEGRO

### Estación El Cairo

La Estación El Cairo se encuentra a una altura 1059 msnm, hace parte de la microcuenca Rionegro y está ubicada la vereda el Cairo del municipio de Rionegro.

#### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN EL CAIRO AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1600.00		57.6	06/01/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
22.79		25.67	06/04/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
86.82		94.71	19/04/2017

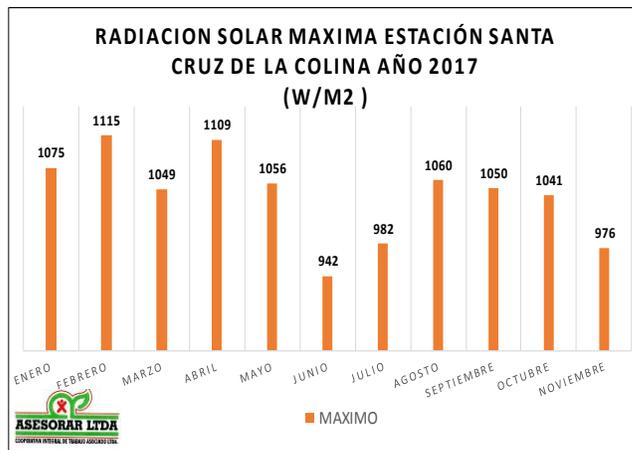
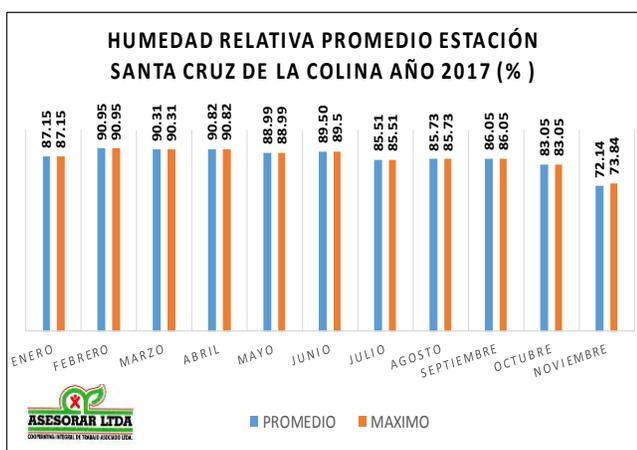
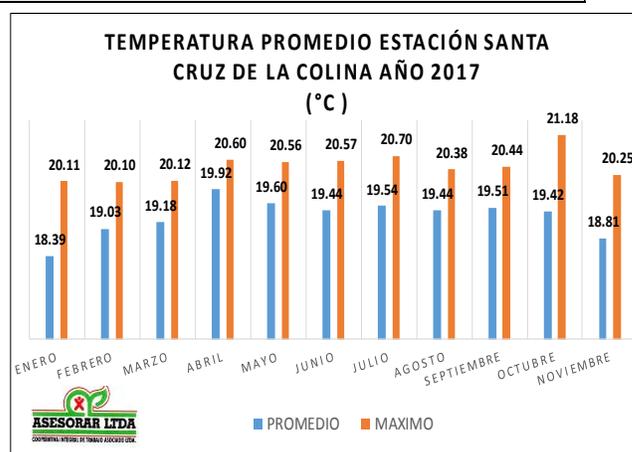
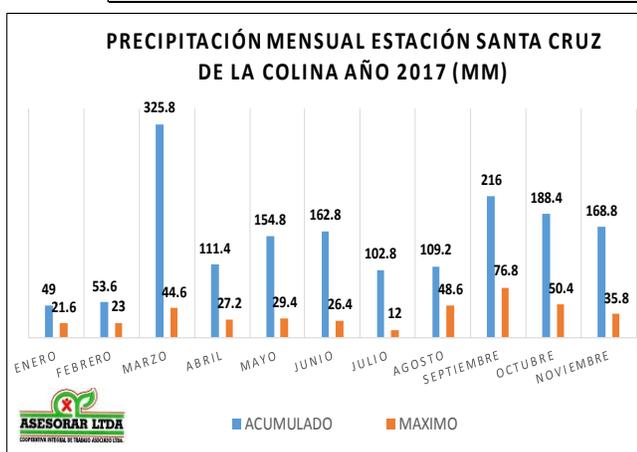
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURRENCIA	
1181		20/04/2017	

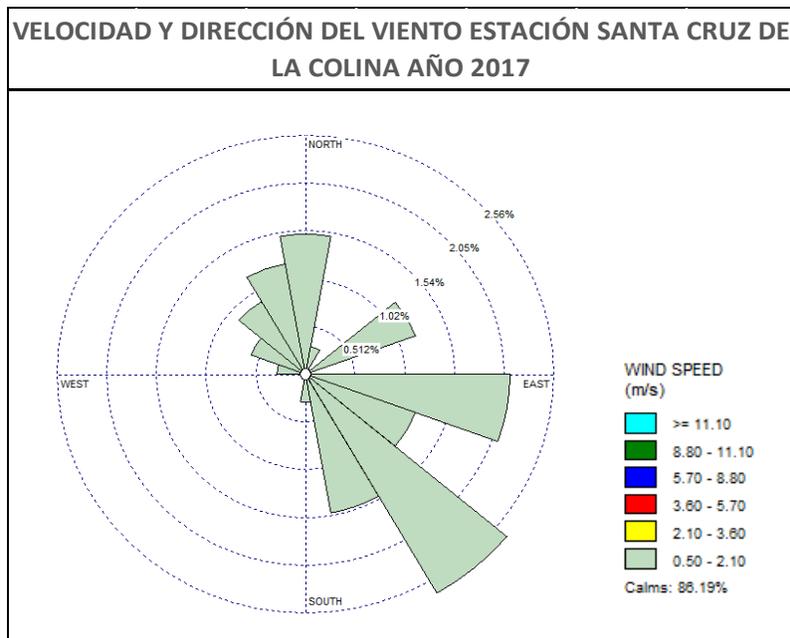
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]		
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)		VIENTO CALMA	0,55-2,10	0,55-2,11
135.00	SE	10%	89.5%	0.6%

## Estación Santa Cruz de la Colina

La estación de Santa Cruz de la Colina fue instalada hacia finales del mes de marzo del 2012. Se encuentra ubicada en el corregimiento Santa Cruz de la colina, del municipio de matanza, vereda la Plazuela.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN ACAPULCO AÑO 2017





PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
1642.60		76.8	08/09/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
19.30		21.18	17/10/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
89.62		90.95	

RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURENCIA	
1115		15/02/2017	

DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)		VIENTO CALMA	0,55-2,10
135.00	SE	86.20%	13.8%

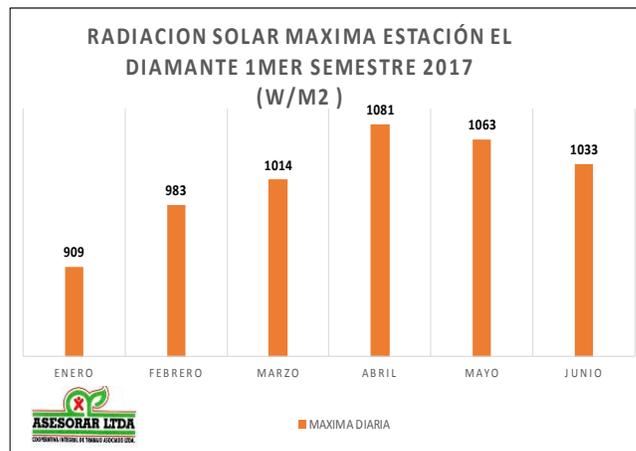
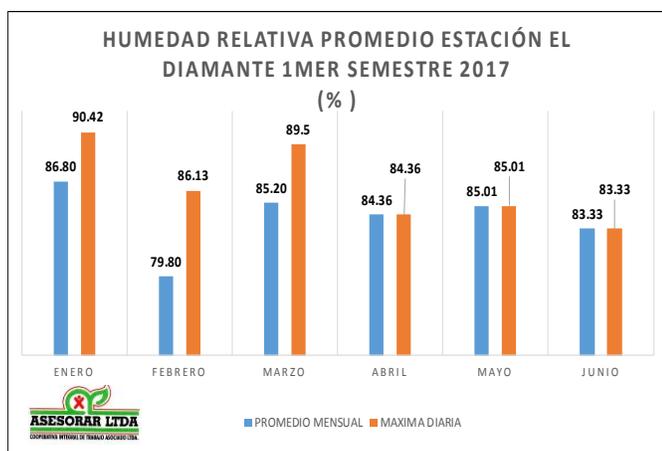
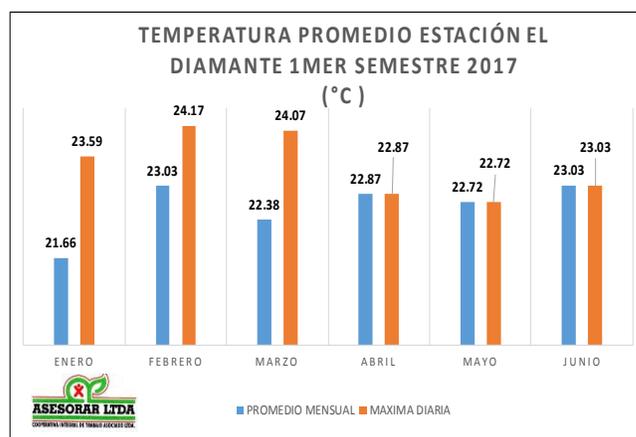
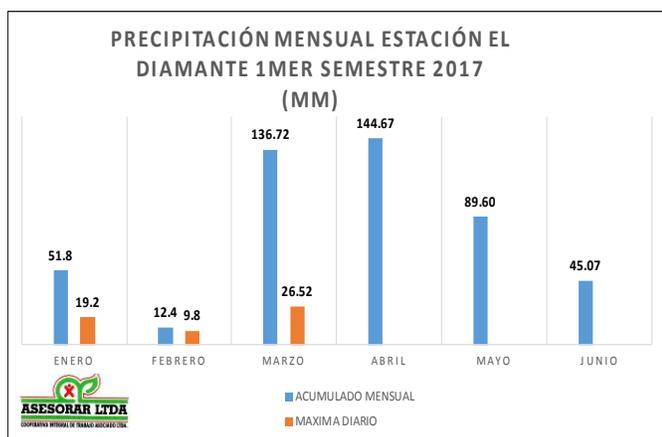
### 2.4.3 MICROCUENCA RIO SALAMAGA

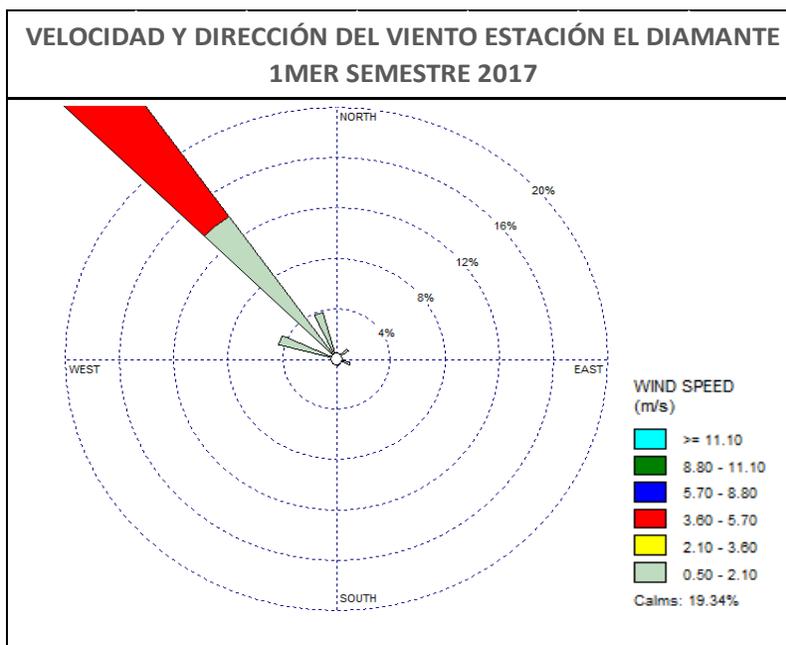
#### Estación El Diamante

La estación el diamante se encuentra a una altitud de 1054 m.s.n.m, está ubicada en la vereda el diamante del municipio de Rionegro. Esta estación aporta datos de la microcuenca Salamaga.

**Debido al deslizamiento que se produjo sobre la vía que conduce a la estación Diamante, la información no fue recopilada, quedandose pendiente para su descarga una vez se tenga paso a la Estación.**

**REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN DIAMANTE I SEMESTRE 2017**





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS I SEMESTRE 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO SEMESTRAL		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
480.25		26.52	22/03/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO SEMESTRAL		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
22.62		24.17	06/02/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO SEMESTRAL		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
84.08		90.42	09/01/2017

RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO SEMESTRAL		OCURRENCIA	
1081			

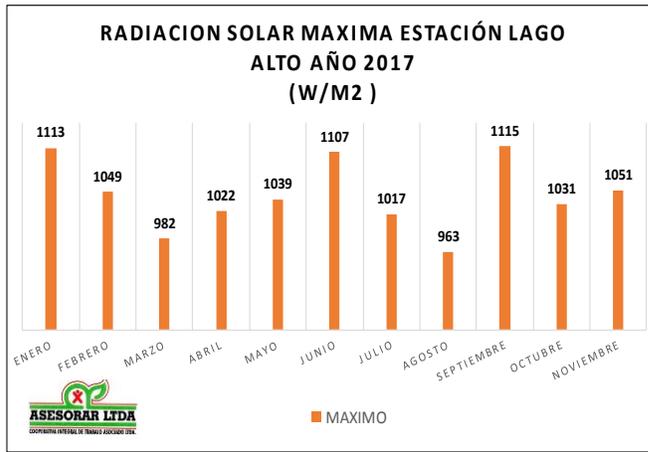
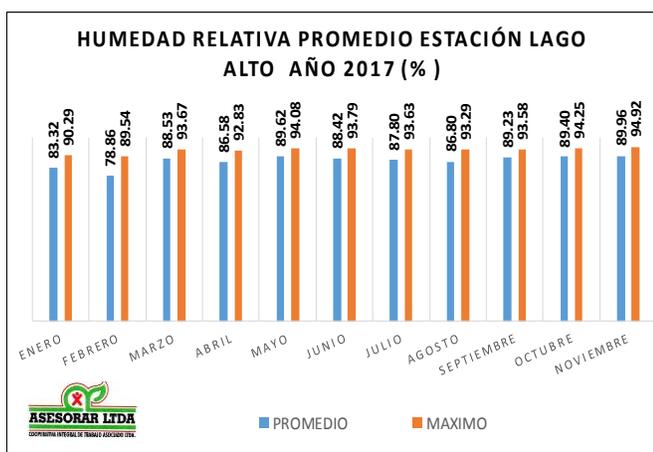
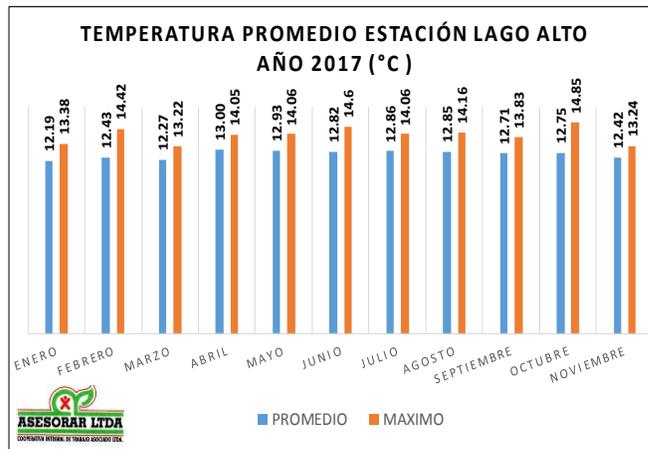
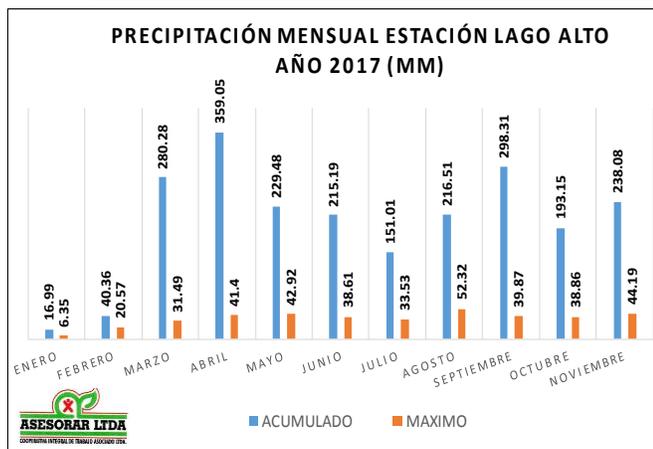
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]			
VIENTO PREDOMINANTE SEMESTRAL		VIENTO CALMA	0,55-2,10	2,10-3,60	3,60 - 5,70
315.00	NW	19.3%	24.9%		55.8%

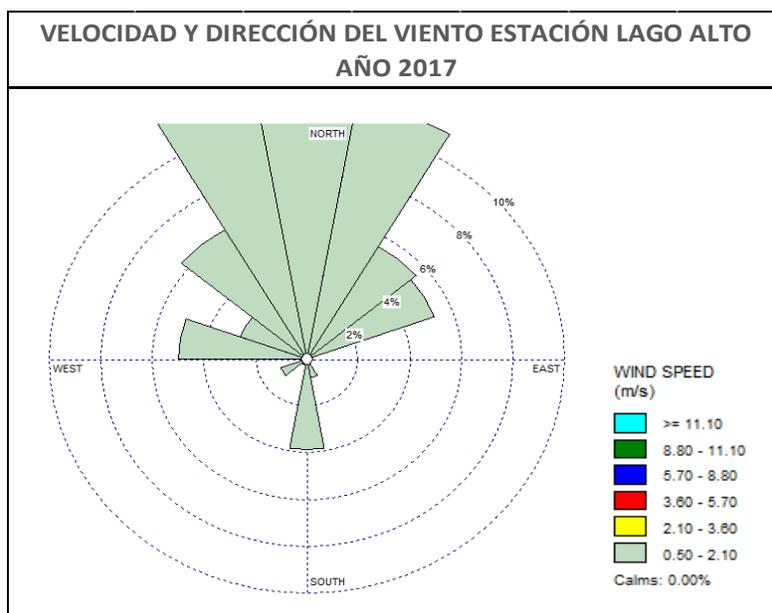
## 2.4.4 MICROCUENCA RIO SURATA

### Estacion Lago Alto

Se encuentra ubicada en la Vereda Agua Blanca en la vía que comunica el casco urbano del municipio de Surata con el centro poblado de Cachiri. Esta estación se encuentra a una elevación de 2600 msnm y se encarga de realizar el monitoreo de la parte alta de la subcuenca Surata y de la micro cuenca Surata Alto, sobre la corriente del Rio Surata.

REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN LAGO ALTO AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
2238.41		52.32	19/08/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
12.66		18.85	17/11/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
87.14		94.92	19/11/2017

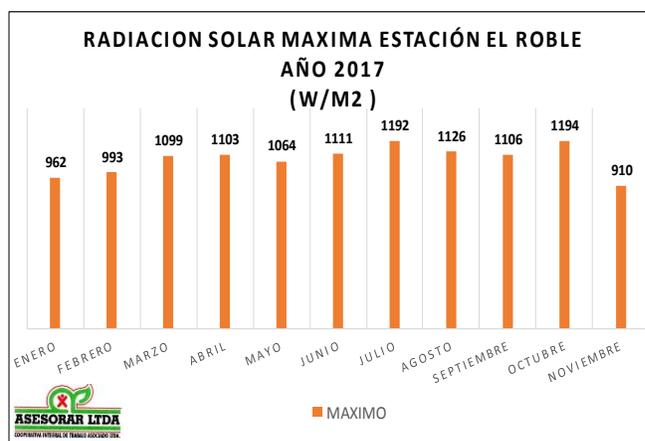
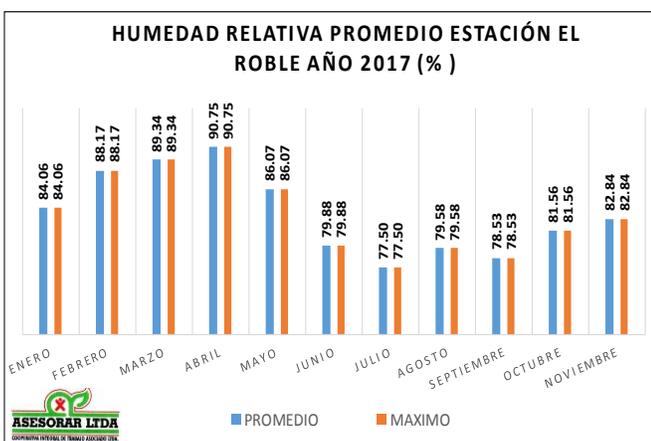
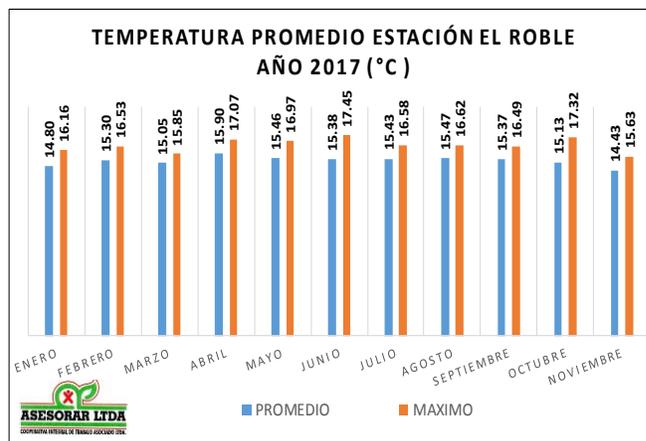
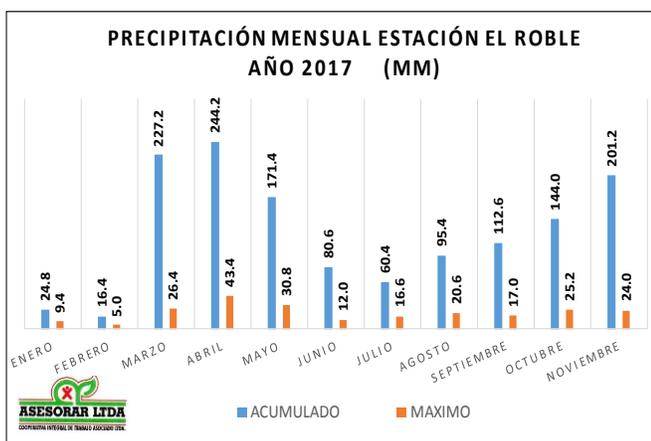
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURRENCIA	
1115		19/09/2017	

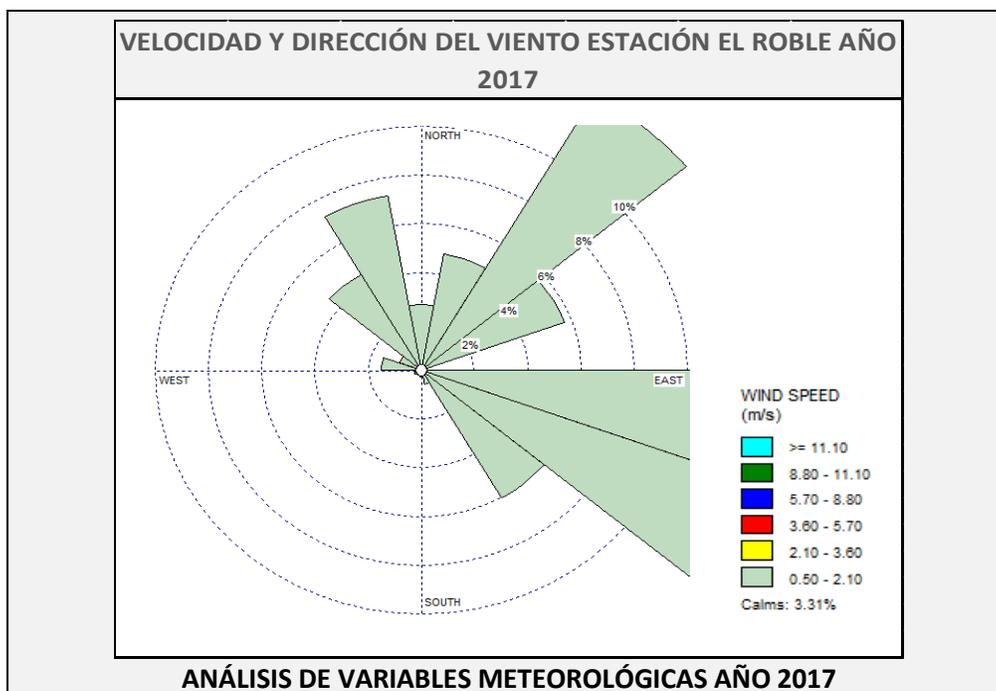
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)		VIENTO CALMA	
337.50	NNW	0.00%	0,55-2,11
		99.7%	0.3%

## Estación El Roble

Sobre los 2270 m.s.n.m se encuentra esta estación, está ubicada en la vereda el roble del municipio de Charta. La estación está dentro de la micro cuenca del río surata, corriente río Charta.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN EL ROBLE AÑO 2017





PRECIPITACIÓN [mm]		
ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1378.20	43.4	15/04/2017

TEMPERATURA [°C]		
PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
15.25	17.45	03/06/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]		
PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
83.48	90.75	

RADIACIÓN SOLAR [W/m2]	
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1194	14/10/2017

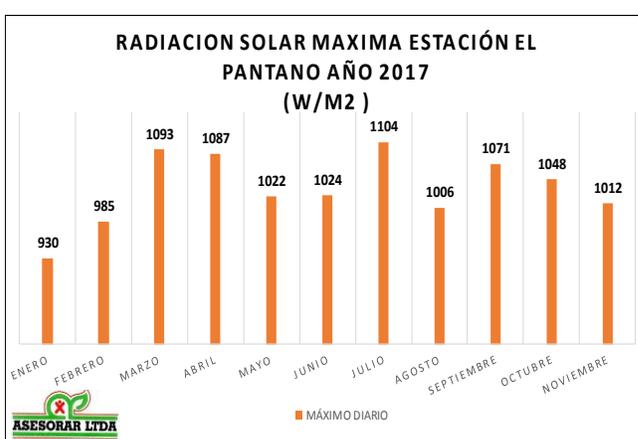
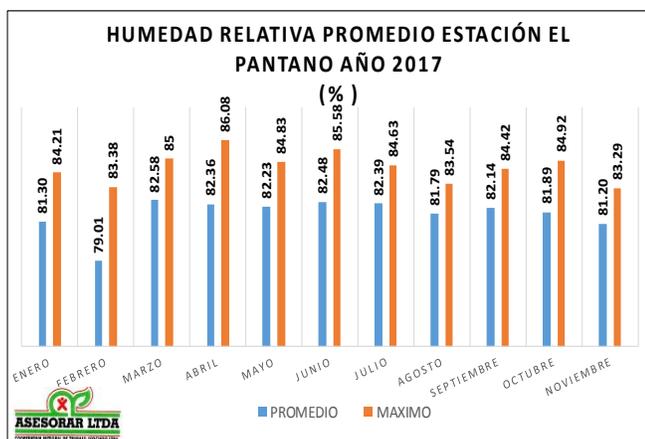
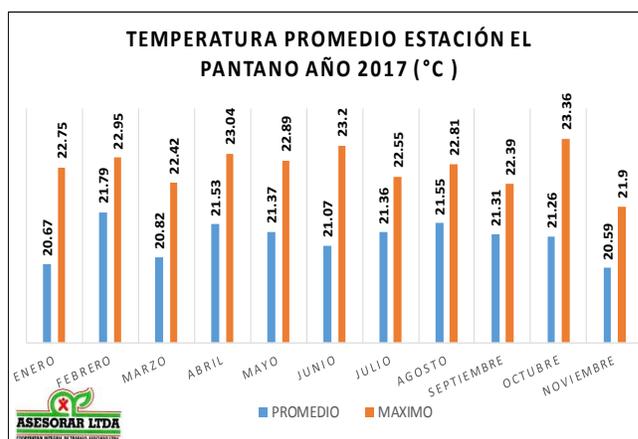
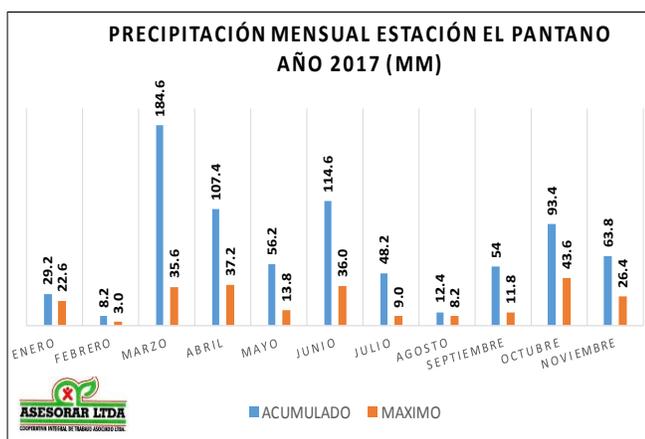
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE AÑO	VIENTO CALMA	
112.50	ESE	0,55-2,10
	3.3%	96.7%

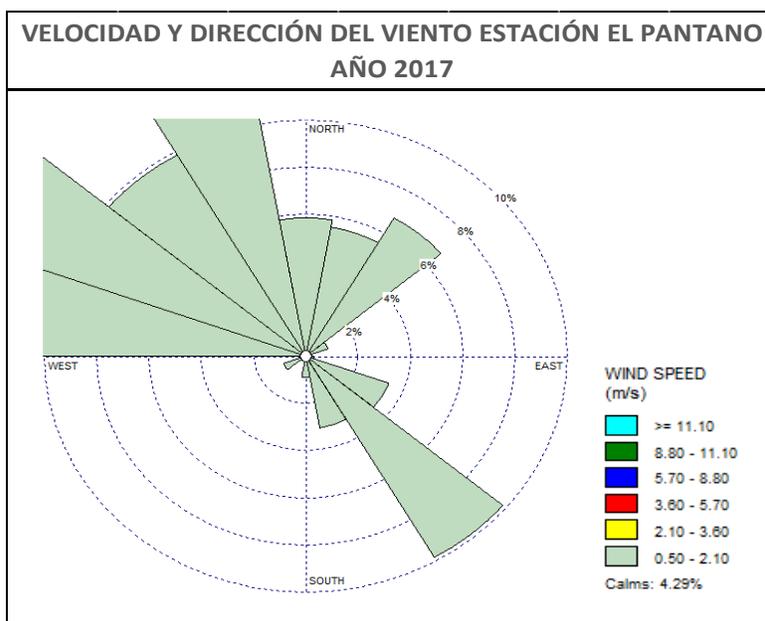
## 2.4.5 MICROCUENCA RIO LEBRIJA ALTO

### Estación El Humedal

La estación del Pantano fue instalada hacia el mes de enero del año 2011, se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1290 metros, pertenece a la micro cuenca del rio Lebrija Alto, corriente quebrada la angula.

#### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN EL PANTANO AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]		
ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
772.00	46.6	02/10/2017

TEMPERATURA [°C]		
PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
21.21	23.36	18/10/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]		
PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
81.76	86.08	09/04/2017

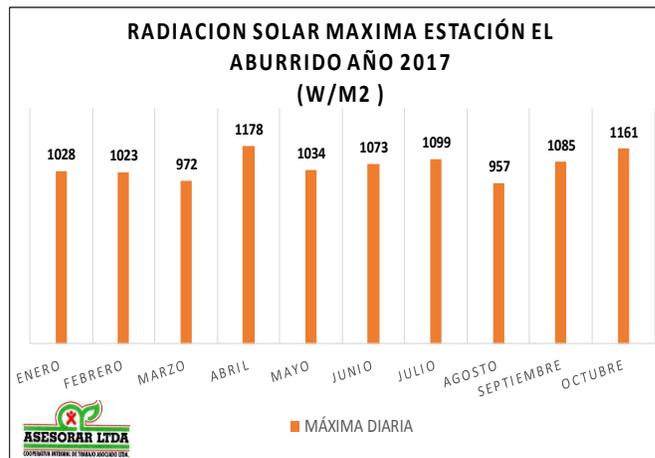
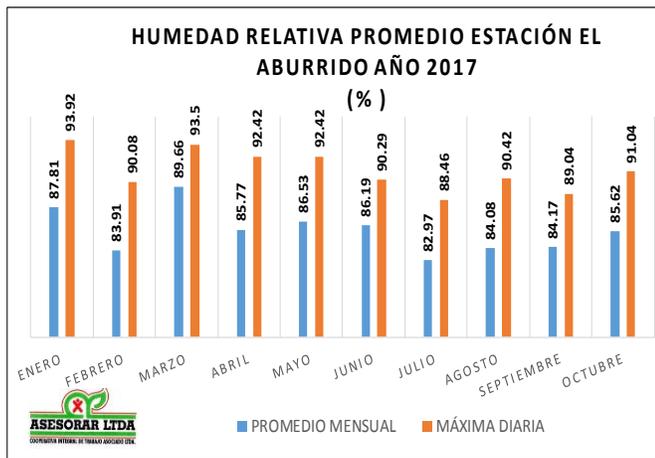
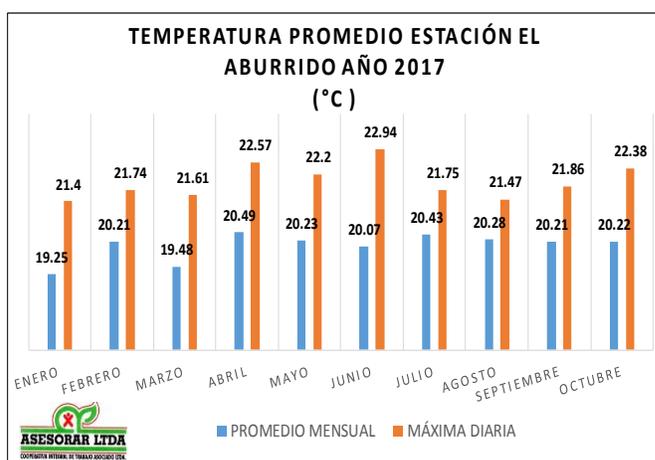
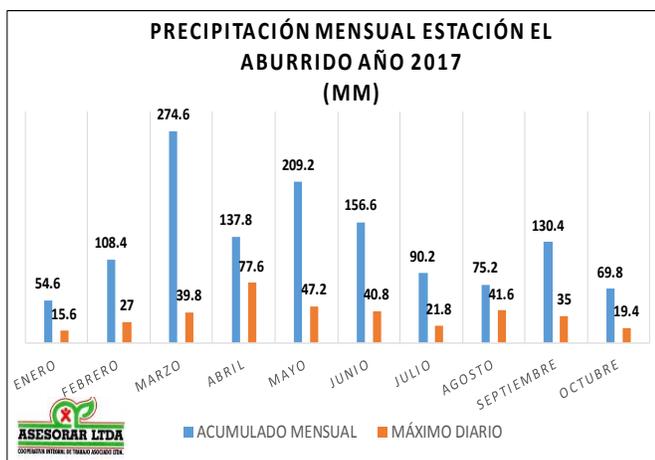
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]	
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1093	14/04/2017

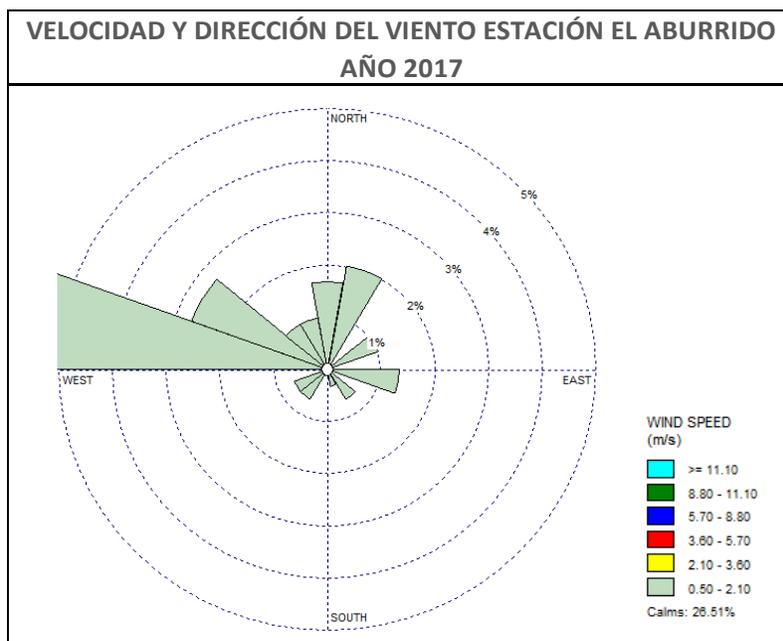
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	
292.50	4.3%	0,55-2,10
WNW	95.4%	

### Estación El Aburrido

La estación el aburrido se encuentra ubicada en la finca la Pastora de propiedad de la CDMB, vereda el aburrido en el municipio de Bucaramanga, pertenece a la micro cuenca río Lebrija Alto, la altura sobre el nivel del mar para este punto es de 1548 metros.

**REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN EL ABURRIDO AÑO 2017**





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]		
ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1306.8	77.6	18/04/2017

TEMPERATURA [°C]		
PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
20.09	22.94	01/06/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]		
PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
85.67	93.92	10/01/2017

RADIACIÓN SOLAR [watt/m2]	
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1178	27/04/2017

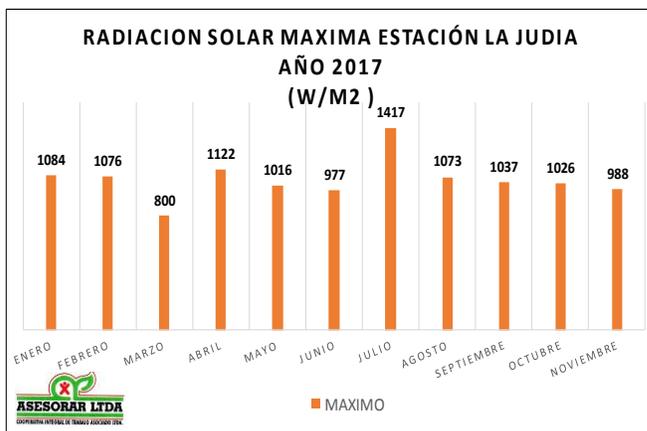
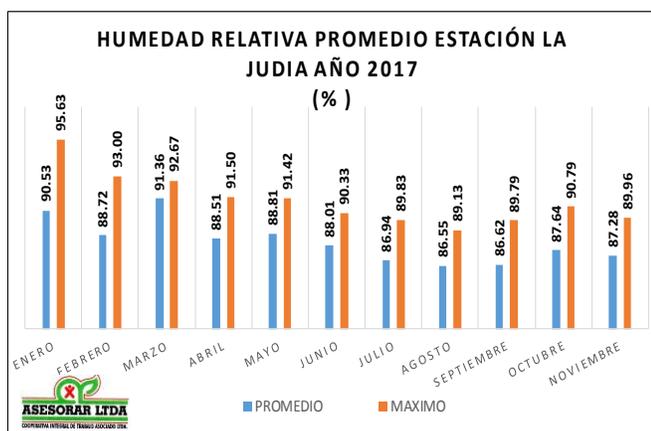
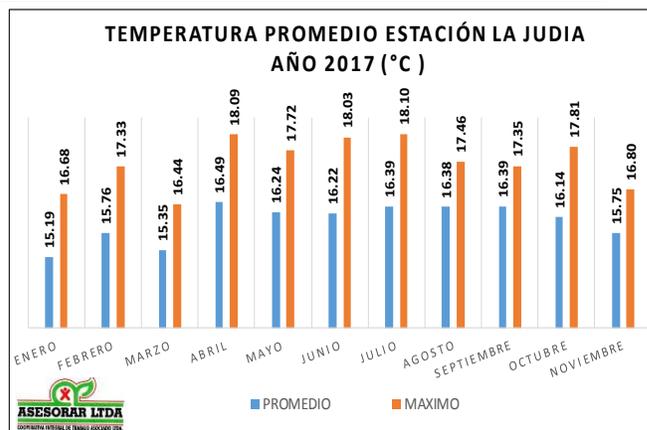
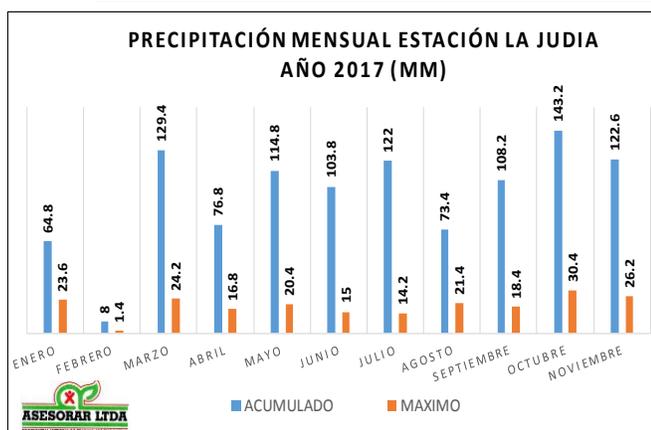
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	
270.00	W	0,55-2,10
	26.5%	73,5%

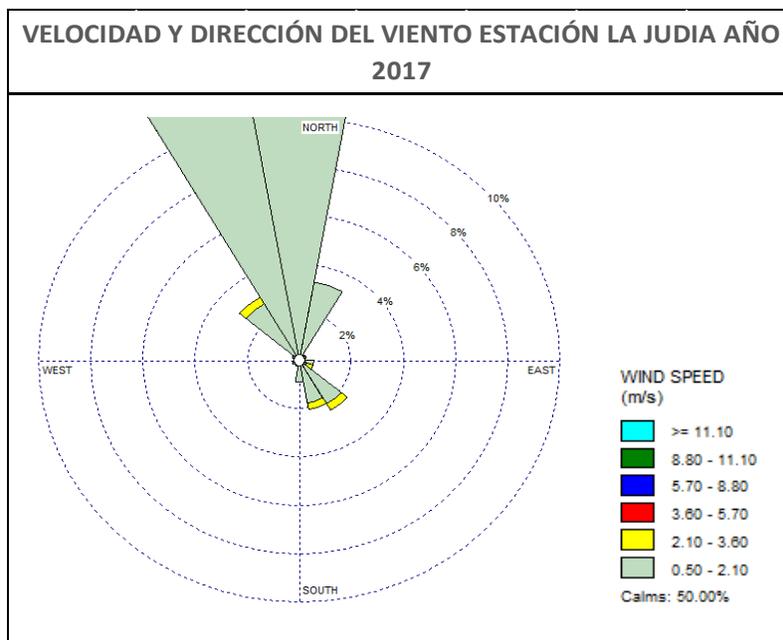
## 2.4.6 MICROCUENCA RIO DE ORO

### Estación La Judia

Se encuentra ubicada en la vereda Casiano alto del municipio de Floridablanca, su altura sobre el nivel del mar es de 2165 metros; la estación se encuentra en la micro cuenca del río de oro, cerca de la corriente río lato.

#### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN LA JUDIA AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

**PRECIPITACIÓN [mm]**

ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
1067.00	26.2	03/11/2017

**TEMPERATURA [°C]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
16.03	18.10	01/07/2017

**HUMEDAD RELATIVA [%]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURENCIA
88.27	95.63	10/01/2017

**RADIACIÓN SOLAR [W/m2]**

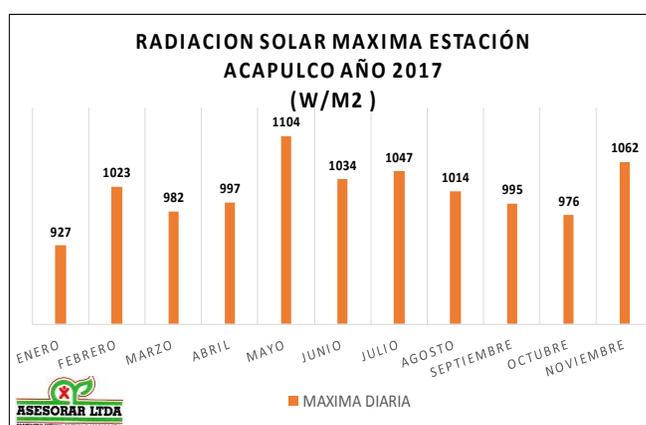
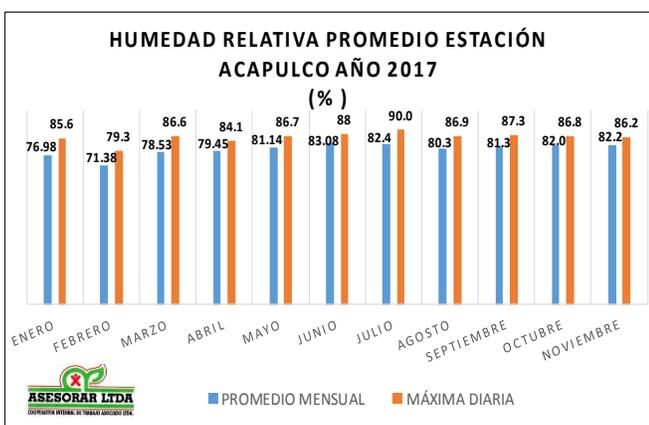
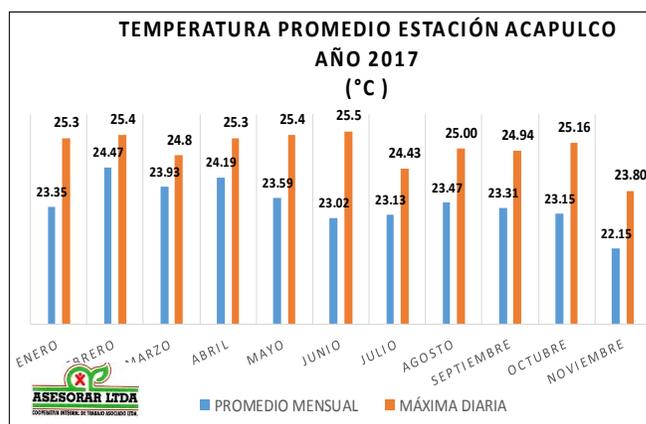
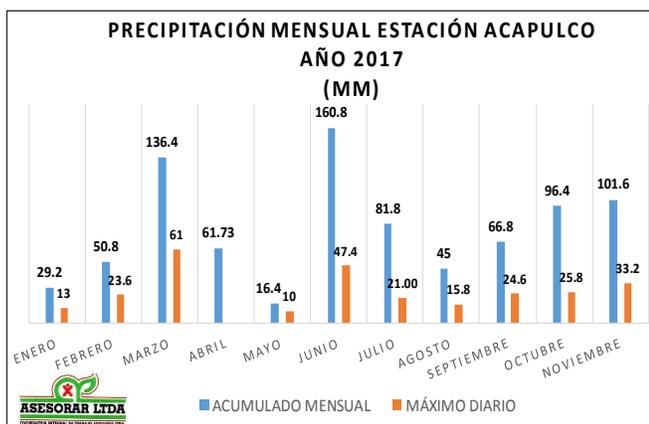
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURENCIA
1417	14/07/2017

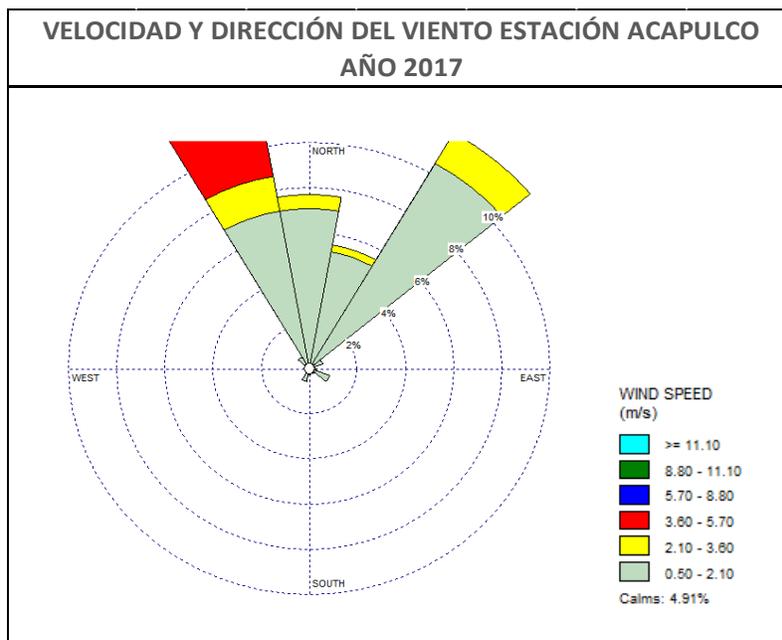
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]		
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	0,55-2,10	0,55-2,11
0.00	N	50.0%	47.6% 2.4%

## Estación Acapulco

La estación Acapulco se encuentra ubicada en el centro poblado de Acapulco del municipio de Girón, en el microcuenca Rio de Oro; la altitud a la que se encuentra sobre el nivel del mar es de 1000 metros, fue instalada a finales de agosto del año 2013.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLÓGICAS ESTACIÓN ACAPULCO AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

**PRECIPITACIÓN [mm]**

ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
846.93	47.4	15/06/2017

**TEMPERATURA [°C]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
23.43	25.5	03/06/2017

**HUMEDAD RELATIVA [%]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
79.88	90	31/07/2017

**RADIACIÓN SOLAR [W/m<sup>2</sup>]**

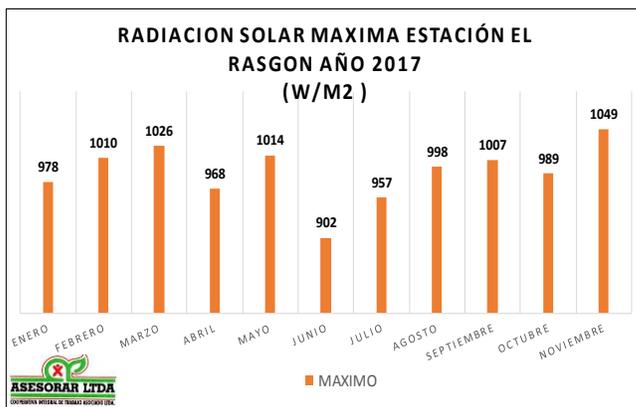
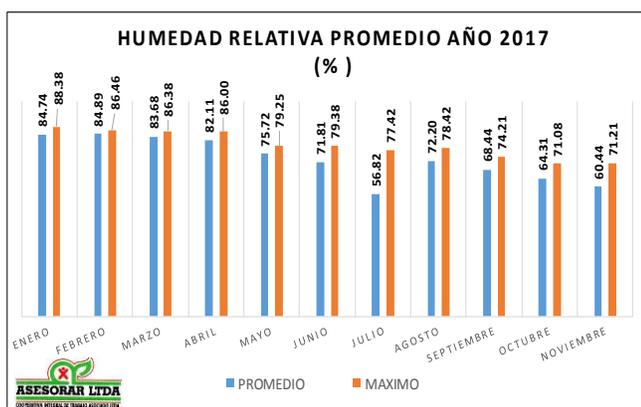
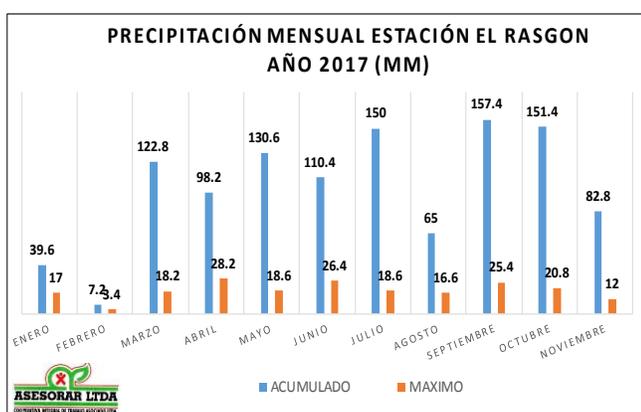
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1104	07/05/2017

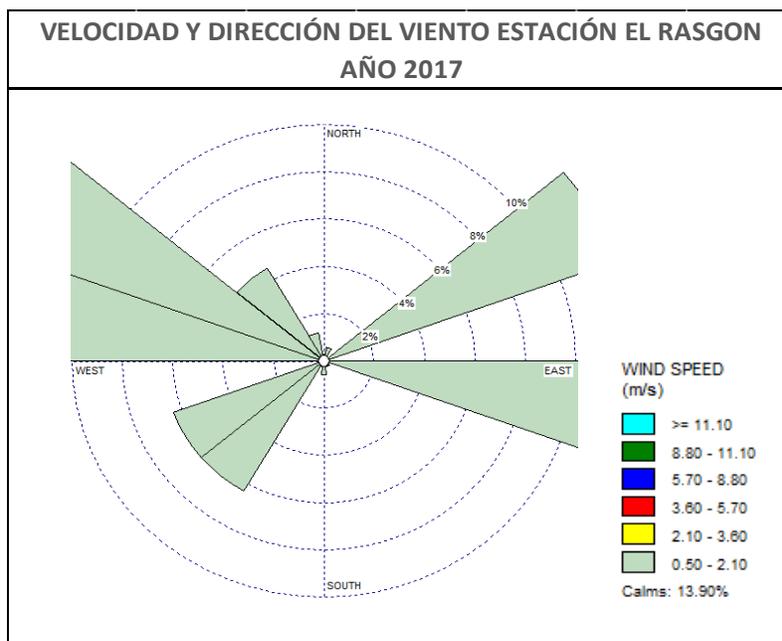
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]				
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	0,55 - 2,10	2,10 - 3,6	3,60 - 5,70	
45.00	NE	4.9%	33.4%	4.0%	13.2%

## Estación El Rasgón

La estación el rasgón se encuentra ubicada en la vereda cristales del municipio de Piedecuesta, a una altitud de 2148 m.s.n.m; fue instalada a finales del mes de septiembre de 2013 y está dentro de la micro cuenca Rio de Oro.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN EL RASGÓN AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

**PRECIPITACIÓN [mm]**

ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1115.40	28.2	20/04/2017

**TEMPERATURA [°C]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
15.43	17.35	18/10/2017

**HUMEDAD RELATIVA [%]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
73.20	88.38	11/01/2017

**RADIACIÓN SOLAR [W/m2]**

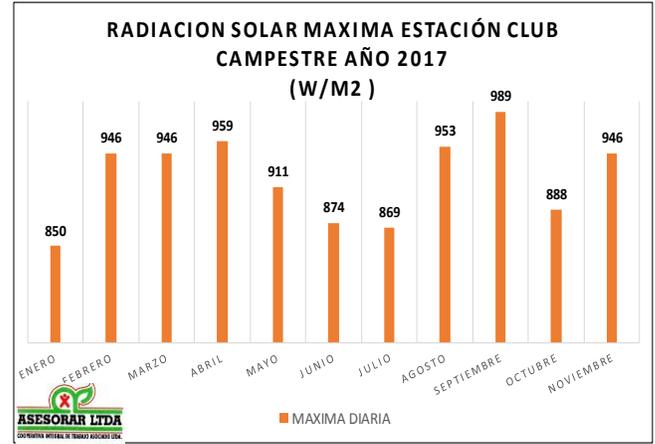
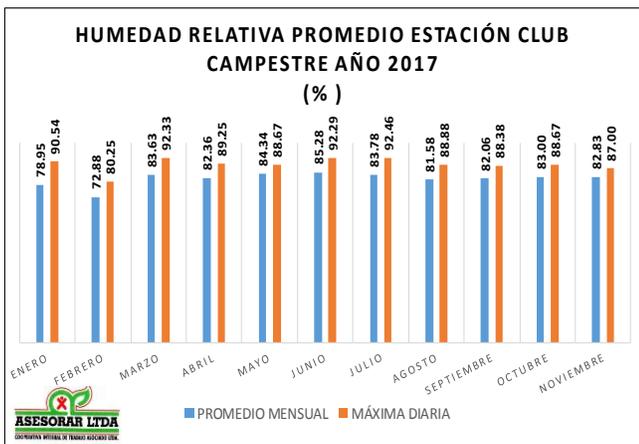
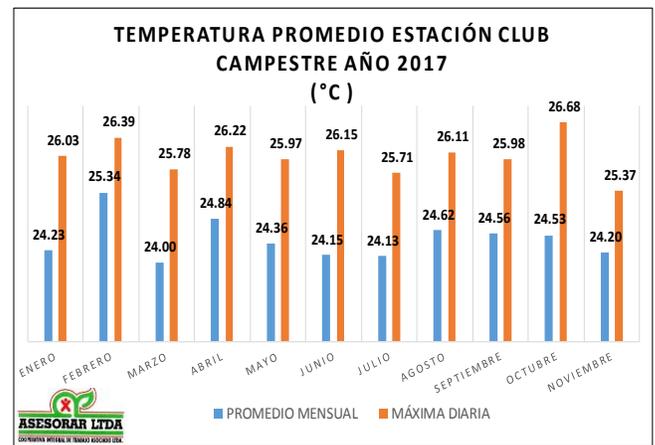
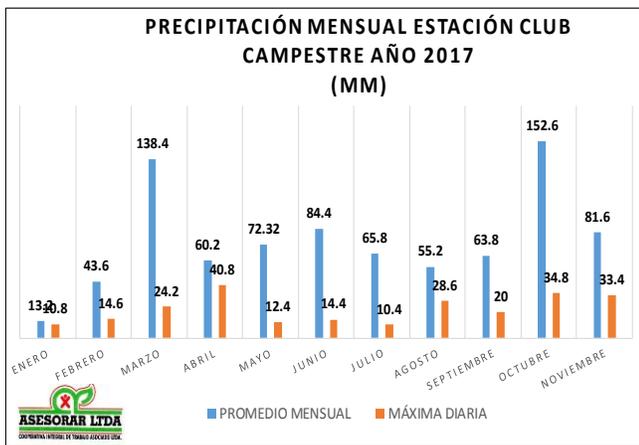
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1049	01/11/2017

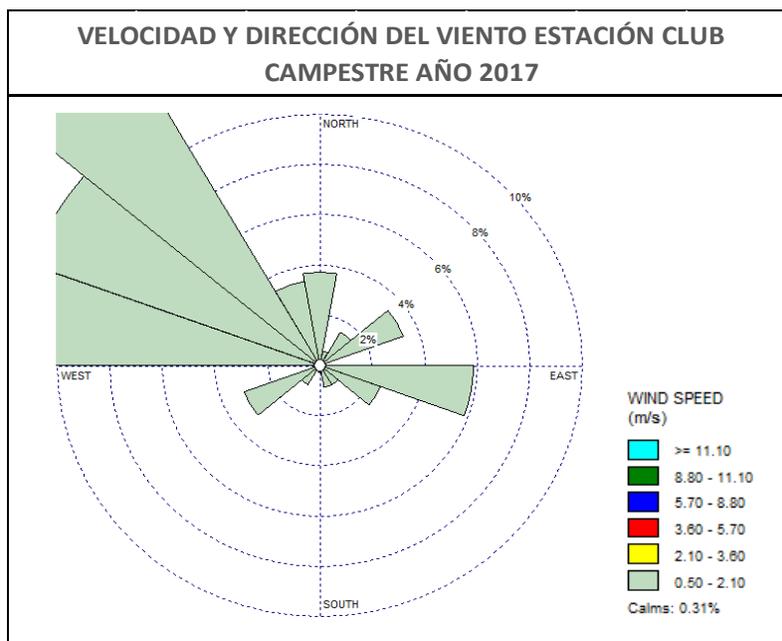
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA
292.50	13.9%
WNW	0,55-2,10
	86.1%

## Estación Club Campestre

La estación club campestre se encuentra localizada en el municipio de Floridablanca, más exactamente en el Club Campestre, su altitud sobre el nivel del mar es 940 metros. La estación monitorea la microcuenca del río de oro.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

PRECIPITACIÓN [mm]			
ACUMULADO (Enero - Noviembre)		PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
831.12		40.8	29/04/2017

TEMPERATURA [°C]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
24.45		26.68	18/10/2017

HUMEDAD RELATIVA [%]			
PROMEDIO (Enero - Noviembre)		HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
81.88		92.46	31/07/2017

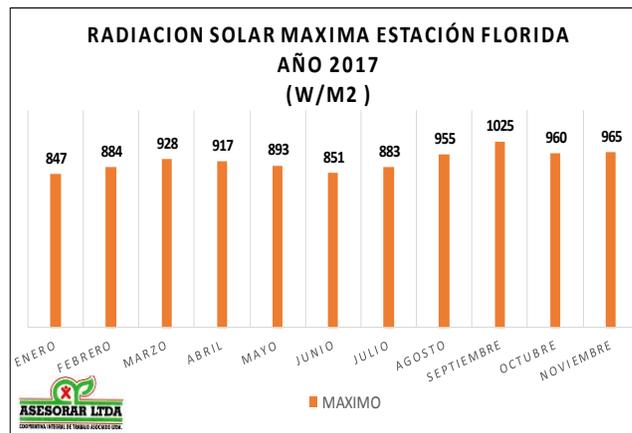
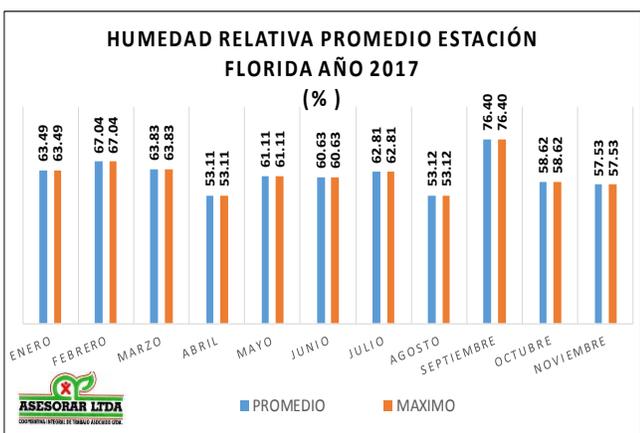
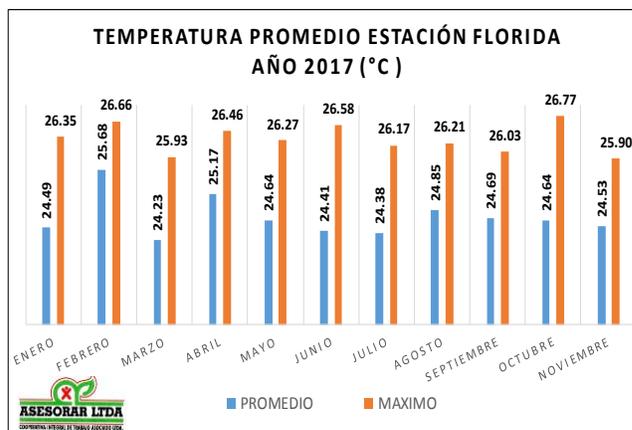
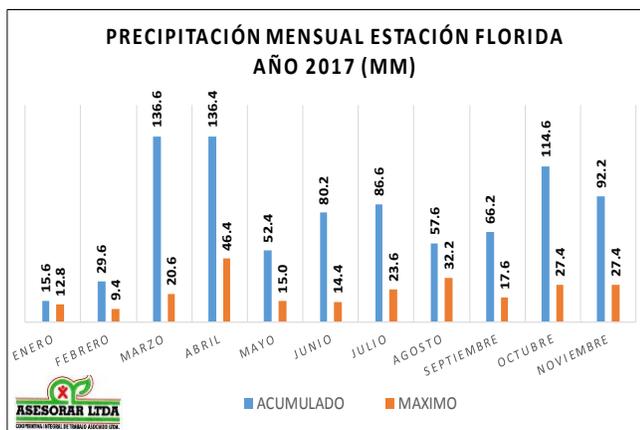
RADIACIÓN SOLAR [W/m2]			
MAXIMO (Enero - Noviembre)		OCURRENCIA	
989		19/09/0117	

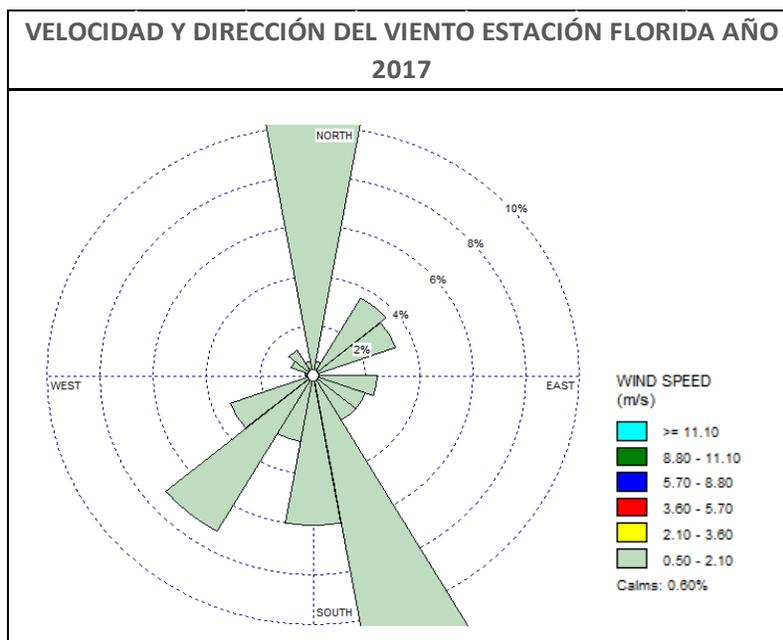
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]		VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]		
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)		VIENTO CALMA	0,55-2,10	2,10-3,60
315.00	NW	0.3%	99.7%	

## Estación Florida

La estación Florida se encuentra localizada en el municipio de Floridablanca, más exactamente en Telebucaramanga, su altitud sobre el nivel del mar es 861 metros. Es una estación integrada a la red de calidad del aire y está dentro de la micro cuenca río de oro.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLOGICAS ESTACIÓN FLORIDA AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

**PRECIPITACIÓN [mm]**

ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
868.00	46.4	18/04/2017

**TEMPERATURA [°C]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
24.70	26.77	18/10/2017

**HUMEDAD RELATIVA [%]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
61.61	76.40	

**RADIACIÓN SOLAR [W/m<sup>2</sup>]**

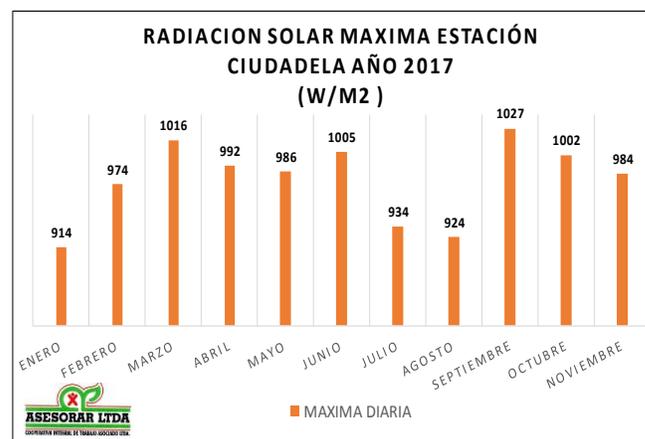
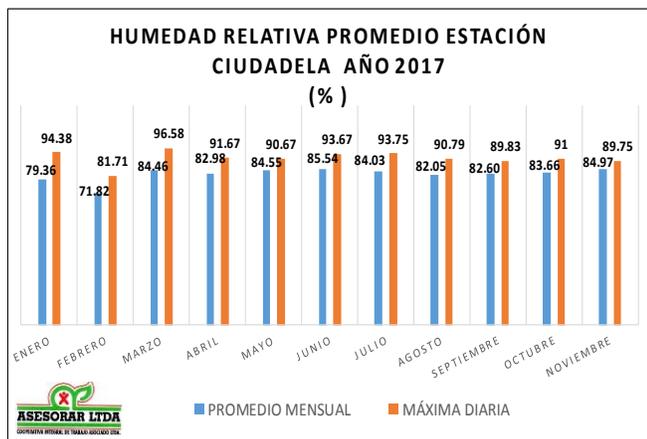
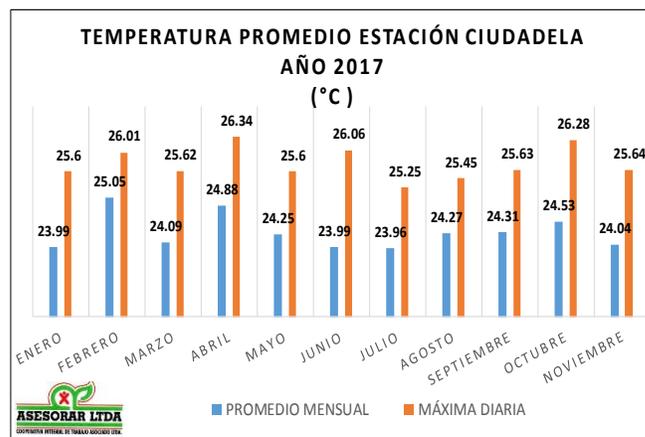
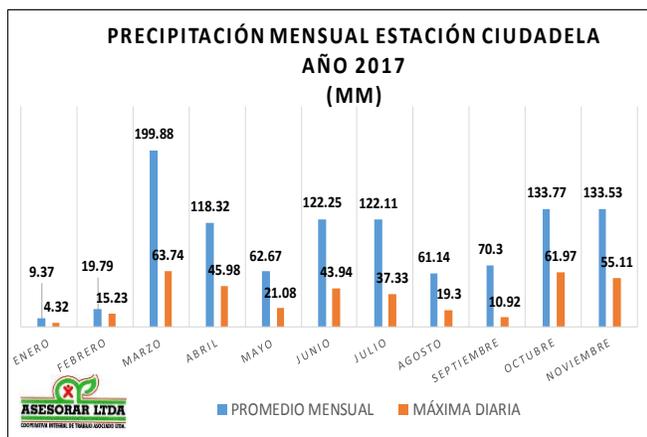
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1025	19/09/2017

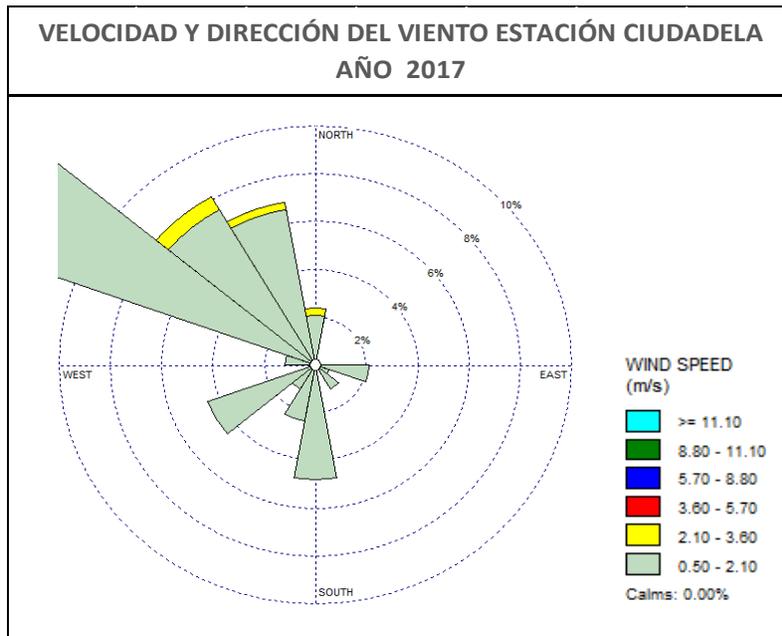
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]	
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	0,55-2,10
0.00	N	0.6%
		99.4%

## Estación Ciudadela

Se encuentra ubicada en la calle de los estudiantes, en la ciudadela real de minas del municipio de Bucaramanga. La altitud de este punto sobre el nivel del mar es de 938 metros y está dentro de la microcuenca río de oro.

### REPORTE DE VARIABLES METEOROLÓGICAS ESTACIÓN CIUDADELA AÑO 2017





**ANÁLISIS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017**

**PRECIPITACIÓN [mm]**

ACUMULADO (Enero - Noviembre)	PRECIP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
1053.13	63.74	22/03/2017

**TEMPERATURA [°C]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	TEMP. MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
24.31	26.34	06/04/2017

**HUMEDAD RELATIVA [%]**

PROMEDIO (Enero - Noviembre)	HUM.R MÁXIMA DIARIA	OCURRENCIA
82.37	96.58	12/03/2017

**RADIACIÓN SOLAR [W/m2]**

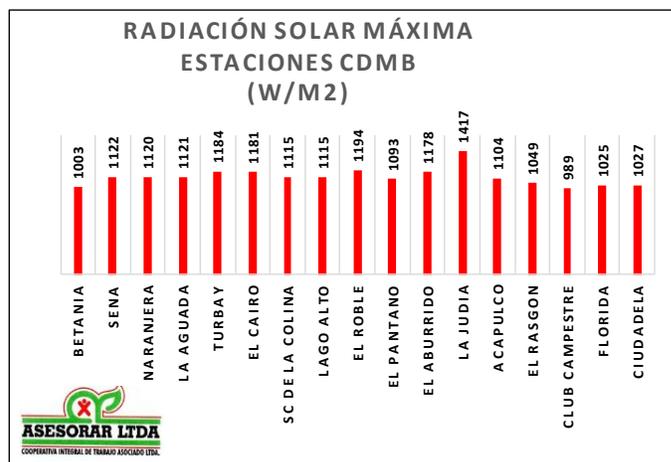
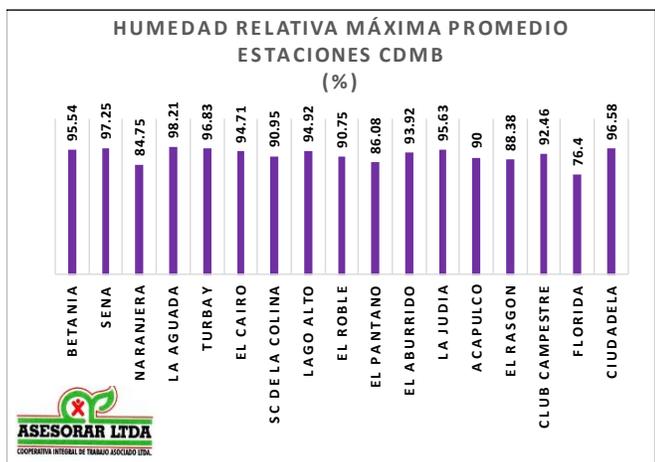
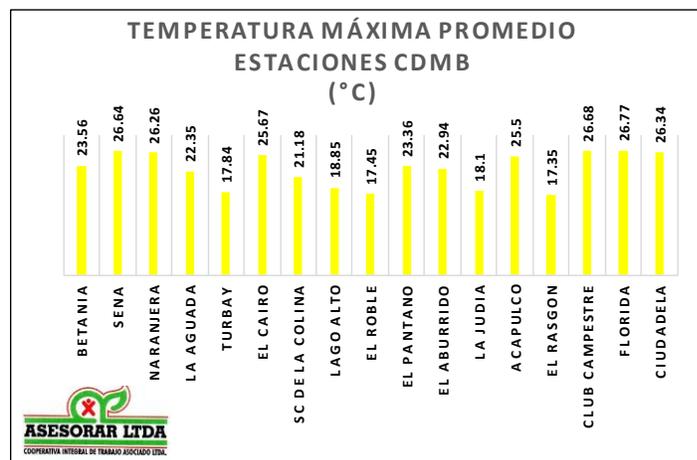
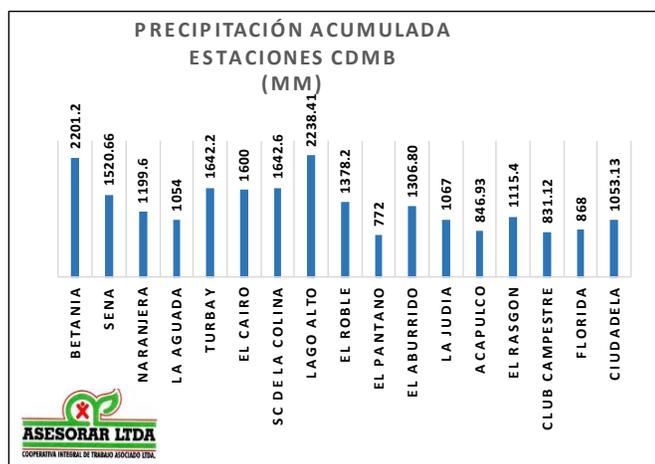
MAXIMO (Enero - Noviembre)	OCURRENCIA
1027	28/09/2017

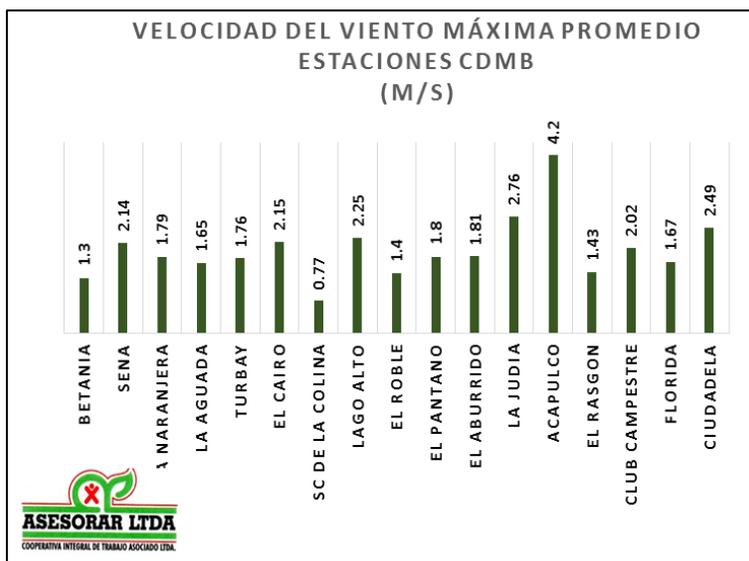
DIRECCIÓN DEL VIENTO [°]	VELOCIDAD DEL VIENTO [m/seg]		
VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre)	VIENTO CALMA	0,55-2,10	2.10 - 3.60
0.00	N	49.07%	50.9%
			3.3%

## 2.5 CONSOLIDADO VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017

Se realiza el análisis consolidado con la información registrada desde Enero hasta Noviembre para las 18 estaciones meteorológicas automáticas, teniendo como objetivo, reportar los valores más representativo registrados con la información existente.

### CONSOLIDADO SEMESTRAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2017





ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS AUTOMÁTICAS	DIRECCIÓN VIENTO PREDOMINANTE (°)	
BETANIA	247.50	WSW
SENA	315.00	NW
LA NARANJERA	22.50	NNE
LA AGUADA	90.00	E
TURBAY	157.50	SSE
EL CAIRO	135.00	SE
SC DE LA COLINA	135.00	SE
LAGO ALTO	337.50	NNW
EL ROBLE	112.50	ESE
EL PANTANO	292.50	WNW
EL ABURRIDO	270.00	W
LA JUDIA	0.00	N
ACAPULCO	45.00	NE
EL RASGON	292.50	WNW
CLUB CAMPESTRE	315.00	NW
FLORIDA	0.00	N
CIUDADELA	0.00	N

## CONCLUSIONES

1. La **MICRO-CUENCA CACHIRA DEL SUR** presentó el siguiente comportamiento:
  - Alta pluviosidad en la parte alta de la Micro-cuenca, reportándose una precipitación acumulado (Enero – Noviembre) entre 2201.2 mm y 1642.2 mm (Reporte Estación Betania y Turbay).
  - Pluviosidad moderadamente alta en la parte media de la Micro-cuenca, reportándose una precipitación acumulado (Enero – Noviembre) entre 1520.66 mm y 1054 mm (Reporte Estación Sena, La Aguada y Naranjera)
  - Se observó una Temperatura promedio de 23.33 °C y una humedad relativa promedio de 94.52%.
  - Se presento una radiación máxima de 1184 w/m<sup>2</sup>
  - Se registró una velocidad del viento máxima promedio de 1.72m/s y un viento predominante SSE.
  
2. La **MICRO-CUENCA RIO NEGRO** presentó el siguiente comportamiento:
  - Se registró una precipitación acumulada (Enero – Noviembre) con valor de 1621.3 mm (Reporte Estación El Cairo y Santa Cruz de la Colina)
  - Se observó una Temperatura promedio de 23.43 °C y una humedad relativa promedio de 92.83%.
  - Se presento una radiación máxima de 1181 w/m<sup>2</sup>
  - Se registró una velocidad del viento máxima promedio de 1.46 m/s y un viento con dirección predominante SE.
  
3. La **MICRO-CUENCA RIO SALAMANGA** presentó el siguiente comportamiento:
  - Se registró una precipitación acumulada semestral con valor de 480.25 mm (Reporte Estación Diamante)
  - Se observó una Temperatura promedio de 24.17 °C y una humedad relativa promedio de 90.42%.
  - Se presento una radiación máxima de 1081 w/m<sup>2</sup>
  - Se registró una velocidad del viento promedio de 4.63 m/s y un viento con dirección predominante NW.

4. La **MICRO-CUENCA RIO SURATA** presentó el siguiente comportamiento:
  - Se registró una precipitación acumulada (Enero – Noviembre) con valor que se encuentra entre 2238.41 mm y 1378.2 mm. (Reporte Estación El Roble y Lago Alto)
  - Se observó una Temperatura promedio de 18.15 °C y una humedad relativa promedio de 92.83%.
  - Se presento una radiación máxima de 1194 w/m<sup>2</sup>
  - Se registró una velocidad del viento promedio de 1.82 m/s y un viento con dirección predominante SW.
  
5. La **MICRO-CUENCA RIO LEBRIJA ALTO** presentó el siguiente comportamiento:
  - Se registró una precipitación acumulada (Enero – Noviembre) con valor que se encuentra entre 1306.8 mm y 772 mm. (Reporte Estación Humedal y El Aburrído)
  - Se observó una Temperatura promedio de 23.15 °C y una humedad relativa promedio de 90%.
  - Se presento una radiación máxima de 1178 w/m<sup>2</sup>
  - Se registró una velocidad del viento promedio de 1.8 m/s y un viento con dirección predominante WNW.
  
6. La **MICRO-CUENCA RIO DE ORO** presentó el siguiente comportamiento:
  - Se registró una precipitación acumulada (Enero – Noviembre) moderadamente baja en la parte alta de la Micro-cuenca, entre 1115.4 mm y 846.93 mm (Reporte Estación Acapulco, La Judía y El Rasgon).
  - Se registró una precipitación acumulada (Enero – Noviembre) en la parte baja de la Micro-cuenca, registrandose valores entre 1053.13 mm y 831.12 mm (Reporte Estación Ciudadela, Club Campestre y Florida)
  - Se observó una Temperatura promedio de 26.6 °C y una humedad relativa promedio de 88.48%.
  - Se presento una radiación máxima de 1027 w/m<sup>2</sup>
  - Se registró una velocidad del viento promedio de 2.06 m/s y un viento con dirección predominante N.

7. Los datos meteorológicos reportados en los gráficos consignados en el presente informe, fueron recopilados desde Enero hasta Noviembre del año 2017, quedando pendiente la recolección de los datos correspondientes al mes de Diciembre/2017, el cual se pretende obtener a mediados del mes de Enero del año 2018.
  
8. **LOS DATOS FALTANTES EN LA INFORMACIÓN RECOPIADA POR LAS 18 ESTACIONES METEOROLÓGICAS FUERON COMPLETADAS MEDIANTE LOS SIGUIENTES MÉTODOS:**
  - **VARIABLE DE PRECIPITACIÓN:** Se completó los datos acumulados mensuales faltantes mediante el reemplazo de la alerta -999 por un dato tipo que se calculó a partir del promedio de precipitación acumulada mensual de los años que se tienen registros, es decir, para completar la precipitación acumulada del mes de enero, se realizó el promedio de los datos acumulados mensuales del mes de enero de todos los años de registros anteriores a éste.
  
  - **VARIABLE DE TEMPERATURA:** Se completó los datos horarios faltantes mediante el reemplazo de la alerta -999 por un dato tipo que se calculó a partir del promedio mensual de los años que se tienen registro, teniéndose en cuenta que para completar datos de un mes determinado, el dato tipo a utilizar debe corresponder al promedio multianual del mes que se pretende completar.
  
  - **VARIABLE HUMEDAD RELATIVA:** Se completó los datos horarios mediante el reemplazo de la alerta -999 por un dato tipo que se calculó a partir del promedio mensual de los años que se tienen registro, teniéndose en cuenta que para completar datos de un mes determinado, el dato tipo a utilizar debe corresponder al promedio multianual del mes que se pretende completar.
  
  - **VARIABLE VELOCIDAD:** Se completó los datos horarios mediante el reemplazo de la alerta -999 por un dato tipo que se calculó a partir del promedio mensual de los años que se tienen registro, teniéndose en cuenta que para completar datos de un mes determinado, el dato tipo a utilizar debe corresponder al promedio multianual del mes que se pretende completar.

- **VARIABLE DIRECCIÓN DEL VIENTO:** Se completó los datos horarios faltantes mediante el reemplazo de la alerta -999 por la dirección del viento de la hora inmediatamente anterior, es decir, sí en la hora 01 la dirección es **norte** y en la siguiente es decir, hora 02 hay una alerta -999 se reemplaza por la variable inmediatamente anterior el cual resulta siendo **norte** para el ejemplo en mención, lo anterior se fundamenta en que la dirección del viento presenta una variabilidad que difícilmente se puede determinar por un modelo matemático, por lo cual se optó por reemplazar por la dirección del viento registrada en la hora inmediatamente anterior.
  
- **VARIABLE RADIACIÓN SOLAR:** Se completo los datos máximos mensuales mediante el reemplazo de la alerta -999 por un dato tipo que se determinó mediante el promedio de radiación máxima mensuales de los años en que se tienen registro, teniéndose en cuenta que para completar datos de un mes determinado, el dato tipo a utilizar debe corresponder al promedio multianual del mes que se pretende completar.

**LA INFORMACIÓN DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS, EL PORCENTAJE DE DATOS REGISTRADOS Y EL PORCENTAJE DE DATOS FALTANTES SE ENCUENTRAN EN FORMATO EXCEL EN EL ANEXO 1.**

#### **DEFINICIONES**

- 1. PRECIPITACIÓN DIARIA:** Es el valor resultante de la sumatoria de precipitaciones de las 24 horas de un día en específico.
- 2. PRECIPITACIÓN MENSUAL:** Es el valor resultante de la sumatoria de precipitaciones diarias de un mes en específico.
- 3. PRECIPITACIÓN ACUMULADA (Enero - Noviembre):** Es el valor resultante de la sumatoria de precipitaciones mensuales registradas en (Enero - Noviembre)
- 4. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA:** Es el valor más alto o máximo de precipitación en 24 horas de un día.
- 5. TEMPERATURA PROMEDIO DIARIA:** Es el valor resultante de promediar las temperaturas registradas en 24 horas de un día.

6. **TEMPERATURA PROMEDIO:** Es el valor resultante de promediar las temperaturas diarias de un mes en específico.
7. **TEMPERATURA PROMEDIO (Enero - Noviembre):** Es el valor resultante de promediar las temperaturas promedio mensuales registradas en (Enero - Noviembre)
8. **TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA:** Es el valor más alto o máximo de temperatura promedio diaria.
9. **HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO DIARIO:** Es el valor resultante de promediar las humedades relativas en 24 horas de un día.
10. **HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO:** Es el valor resultante de promediar las Humedades relativas diarias de un mes en específico.
11. **HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA:** Es el valor más alto o máximo de las Humedades relativas promedio diarias.
12. **HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO (Enero - Noviembre):** Es el valor resultante de promediar las humedades relativas promedios mensuales registradas en (Enero - Noviembre)
13. **RADIACIÓN SOLAR MÁXIMA (Enero - Noviembre):** Es el valor más alto o máximo de las radiaciones solares registradas en (Enero - Noviembre)
14. **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 grafica.
15. **VELOCIDAD MÁXIMA PROMEDIO (Enero - Noviembre):** Es el valor más alto o máximo de las velocidades promedios mensuales registradas en (Enero - Noviembre).
16. **DIRECCIÓN VIENTO PREDOMINANTE (Enero - Noviembre):** Es el valor moda o que más se repite en una serie de datos horarios registrados en (Enero - Noviembre)

## BIBLIOGRAFÍA

ZAPATA, HERNANDEZ, CRISTIAN, C. Apoyar las actividades desarrolladas por la CDMB para el funcionamiento de la red hidroclimatológica y procesamiento de la información, en estaciones localizadas en la sub-cuenca del río Suratá. Bucaramanga: UIS. 2016. 15 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Informe anual Red Hidroclimatológica, Bucaramanga: CDMB. 2016.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Informe anual Red Hidroclimatológica, Bucaramanga: CDMB. 2015. 50 p.

BUENO, E. y TORRES, C. Caracterización Climática Aplicada a la Zonificación de Unidades Ecológicas del Paisaje para el Manejo Sustentable de la Subcuenca Quebrada La Angula, Lebrija Santander. Bucaramanga: UIS, Facultad de 353 Ciencias Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Especialización en Ingeniería y Preservación de Recursos Hídricos y de Suelos, 1997.

ARANGO, C.; DORADO, J; GUZMÁN D.; RUIZ, J. F. Climatología Trimestral de Colombia periodo 1971-2000. IDEAM.

GUZMÁN, D. RUÍZ, J. F. Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través de componentes principales (ACP). Bogotá D.C.: Subdirección de Meteorología-IDEAM. 2014. 55 p.

## CAPITULO 3. INFORME ANUAL RED CALIDAD DEL AIRE 2017



### 3.1 CALIDAD DEL AIRE EN EL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA AÑO 2017

En el siguiente informe se muestran los resultados de la calidad del aire en el año 2017, de los contaminantes criterios Material Particulado-PM10, Ozono y su influencia en el aire que respira la Población del Área Metropolitana de Bucaramanga.

El material particulado-PM10, está compuesto por partículas líquidas o sólidos, proveniente del uso de combustibles por el aumento del flujo vehicular, de las fábricas o instalaciones industriales por el uso inadecuado de filtros, las erupciones volcánicas, los vientos fuertes con transporte de partículas en suspensión.

El Ozono, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno principalmente) en presencia de la luz solar. Es un oxidante fuerte, sus efectos en el sistema respiratorio son de cuidado ya que es altamente irritante. Su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud. Las personas con enfermedades del corazón o de pulmón, los adultos de más edad y los niños tienen mayor riesgo de tener problemas por la contaminación del aire.

Los datos y análisis que se muestran a continuación son obtenidos de las estaciones automáticas operadas por la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de la CDMB.

A continuación, se muestra la ubicación de las tres estaciones de calidad de aire, Cabecera, Ciudadela y Florida:

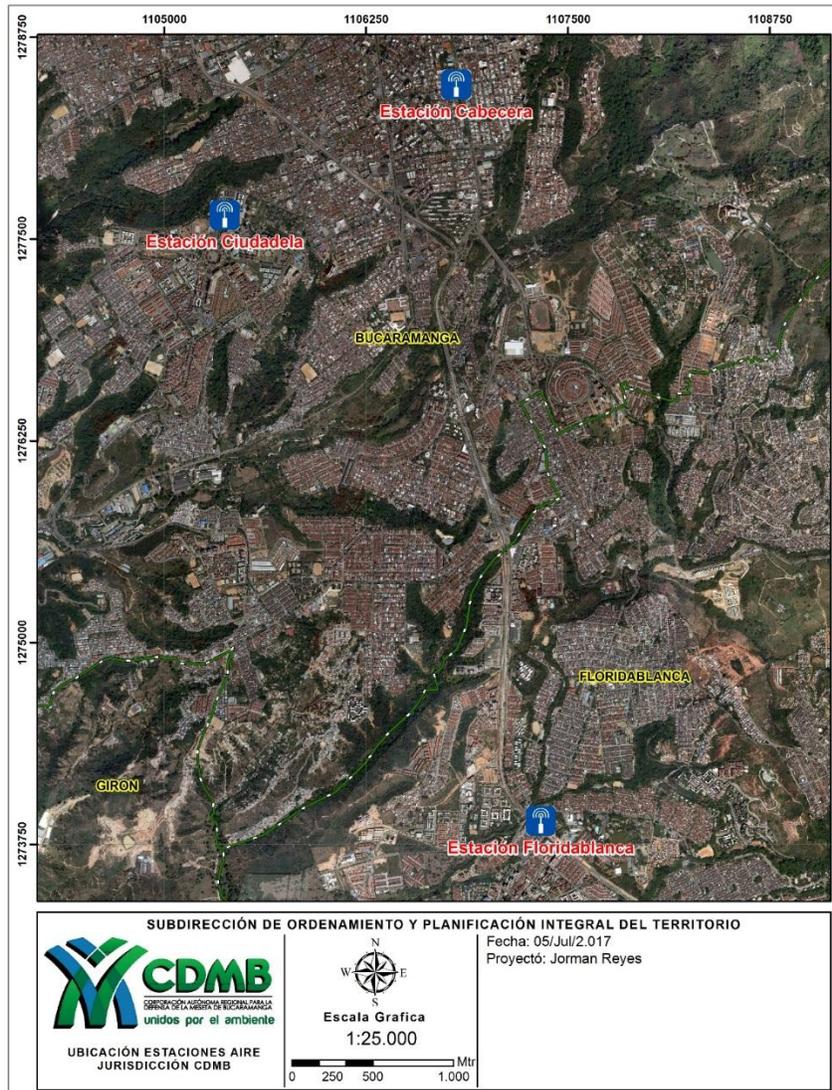


Figura1. Ubicación estaciones de monitoreo Calidad de Aire

### 3.2 ESTANDARES DE CALIDAD DEL AIRE

En Colombia los estándares de calidad del aire son basados en la legislación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Los niveles máximos permisibles para PM10 y Ozono están definidos en la Resolución 610 de 2010 en el Art.4 (Tabla 1) y a su vez se definen niveles para la declaratoria de episodios de Prevención, Alerta y Emergencia en el Art. 6 (Tabla 4) de la Resolución en mención. Cabe mencionar que a partir del 1 de enero de 2018, empezó a regir la nueva norma para la Calidad del Aire “Resolución 2254

de 1 de noviembre de 2017”, la cual será tenida en cuenta para la elaboración de los próximos informes.

**Tabla 1. Niveles máximos permisibles para PM10 Y O3**

CONTAMINANTE	Nivel Máximo Permissible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de Exposición
<b>PM10</b>	50	Anual
	100	24 Horas
<b>O3</b>	80 (41 ppb) <sup>1</sup>	8 horas
	120 (61 ppb)	1 hora

Nota:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : a las condiciones de referencia 298,15 K y 101,325 KPa (25 °C y 760 mm Hg)

**Tabla 2. Concentración y tiempo de exposición de PM10 y O3 para los niveles de Prevención, Alerta y Emergencia**

Contaminante	Tiempo de Exposición	Estados Excepcionales		
		Prevención ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Alerta ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Emergencia ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>PM10</b>	24 Horas	300	400	500

Nota:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a las condiciones de referencia 298.15 K y 101.325 KPa (25 °C y 760 mm Hg)

Fuente: Resolución 610 de 2010 del MADS.

### 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

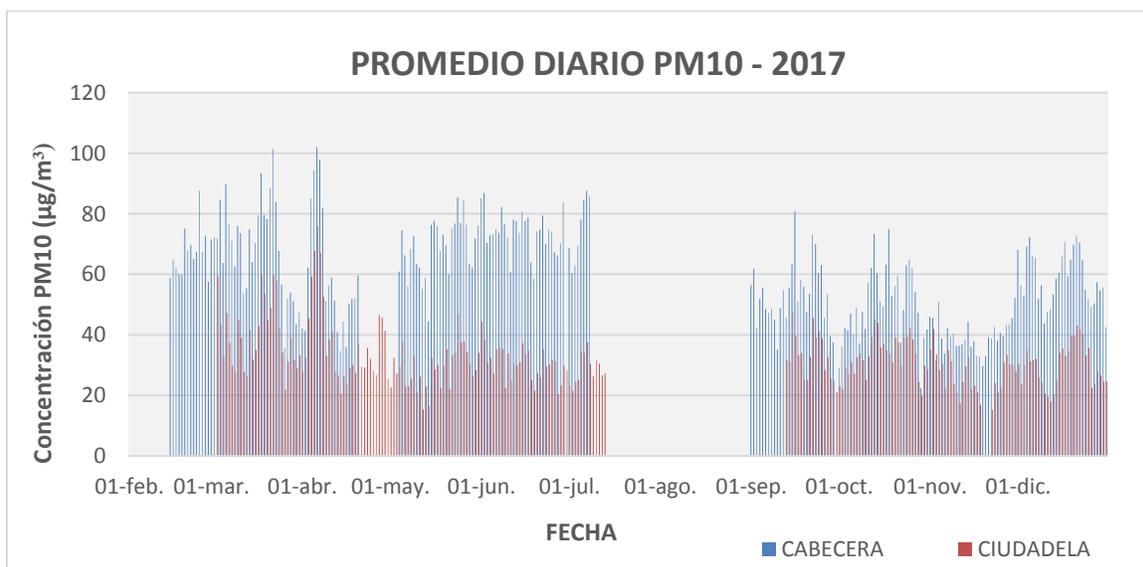
ESTACIÓN	CABECRA (4)		CIUDADELA (2)	FLORIDA (3)
	PM10(4)	OZONO(4)	PM 10(2)	OZONO (3)
ENERO				100%
FEBRERO				100%
MARZO	100%	100%	93.33%	93.33%
ABRIL	66.67%	100%	80%	100%
MAYO	80%	100%	96.67%	100%
JUNIO	93.33%	100%	90%	66.67%
JULIO		100%		76.67%
AGOSTO				
SEPTIEMBRE	93.33%	93.34%	50%	93.33%
OCTUBRE	100%		100.00%	100%
NOVIEMBRE	96.67%	90%	76.67%	100%
DICIEMBRE	100%	100%	100%	100%

**Tabla 3. Porcentaje de captura de datos por parámetro y por estación año 2017**

<sup>1</sup> Resolución 601 del 4 de Abril de 2006. Capítulo II Art.4 “Niveles Máximos Permisibles para Contaminantes Criterios de Ozono en ppb”.

En la tabla 3, se tiene el resumen anual del porcentaje de captura de datos válidos por parámetro y por estación para el 2017. En la estación de Cabecera no se tiene registro de datos de Material Particulado-PM10 en los meses de enero, febrero, julio, agosto y de Ozono durante los meses de enero, febrero, agosto y octubre. La estación Ciudadela no hubo registro de PM10 durante los meses de enero, febrero, julio, agosto y en la estación Florida el único mes donde no se tuvo registro fue en agosto. Según la normatividad vigente es necesario que el porcentaje de datos validos usados para el análisis y reporte de los mismos, no sean inferior al 75%. Por lo anterior, los datos obtenidos durante el año 2017 no son considerados válidos para la realización de los correspondientes cálculos de promedios y comparaciones con la norma de calidad de aire excepto los obtenidos en la estación Florida para el parámetro de ozono para el cual se obtuvo un porcentaje 91.67% de datos válidos.

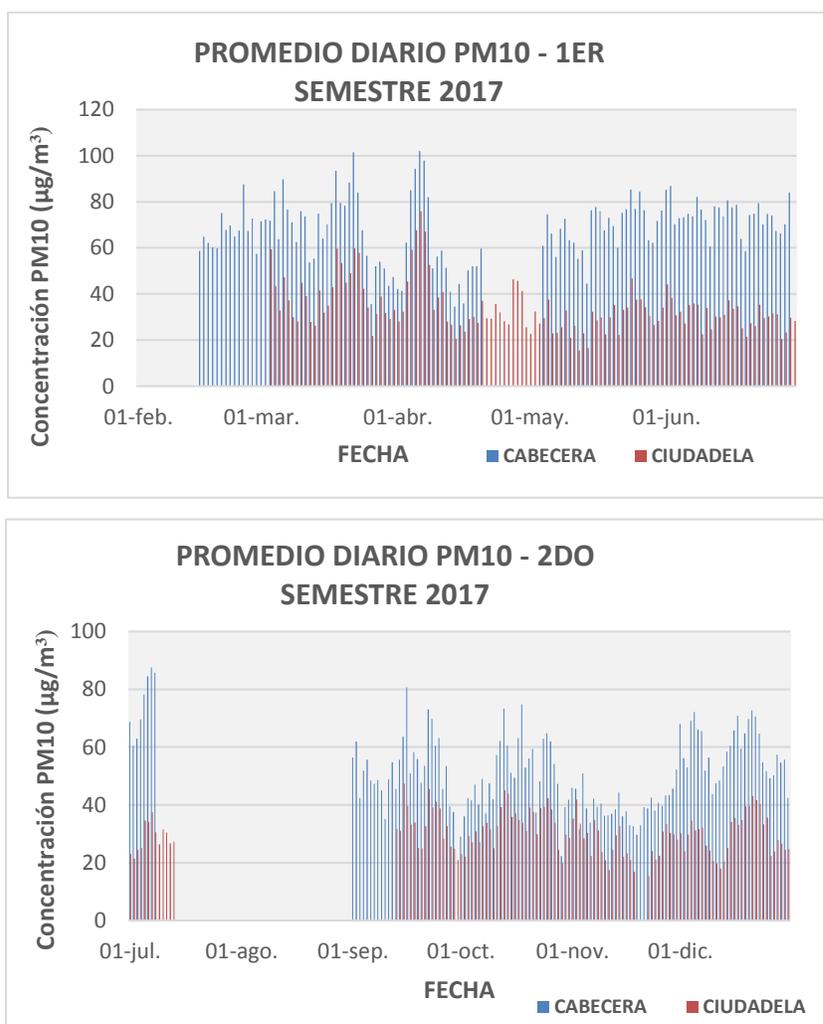
**CONCENTRACIONES PROMEDIO DIARIAS MATERIAL PARTICULADO-PM10, ESTACIONES CABECERA- CIUDADELA 2017.**



**Figura 2. Concentraciones Promedio diarias Material Particulado-PM10**

Las concentraciones diarias de material particulado en las estaciones Cabecera y Ciudadela se encuentran dentro de los niveles permitidos por la normatividad

colombiana, exceptuando los días 22 de marzo y 6 de abril en las cuales la estación Cabecera presentó excedencias a la norma diaria con concentraciones de 101 y 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Además, se tiene que el comportamiento de este contaminante en las dos estaciones tiene una tendencia similar durante todo el año, con valores más altos para la estación de cabecera, zona donde se presenta un mayor flujo vehicular.

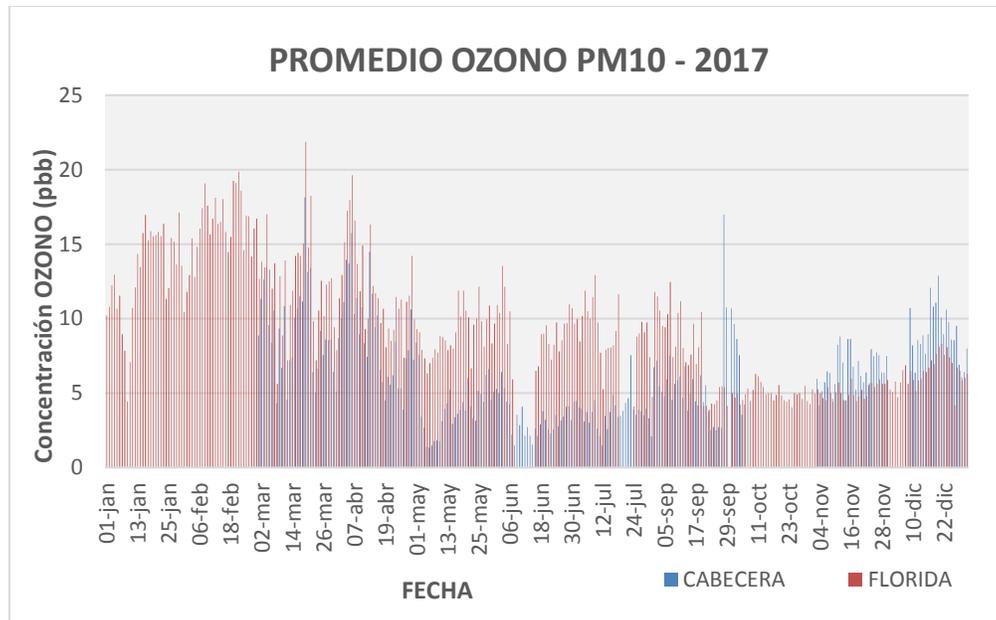


**Figura 3. Concentraciones Promedio diarias Material Particulado-PM10, 1RO Y 2DO semestre 2017**

En la figura 3, se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de Material Particulado-PM10 del primero y segundo semestre de 2017 y se evidencia

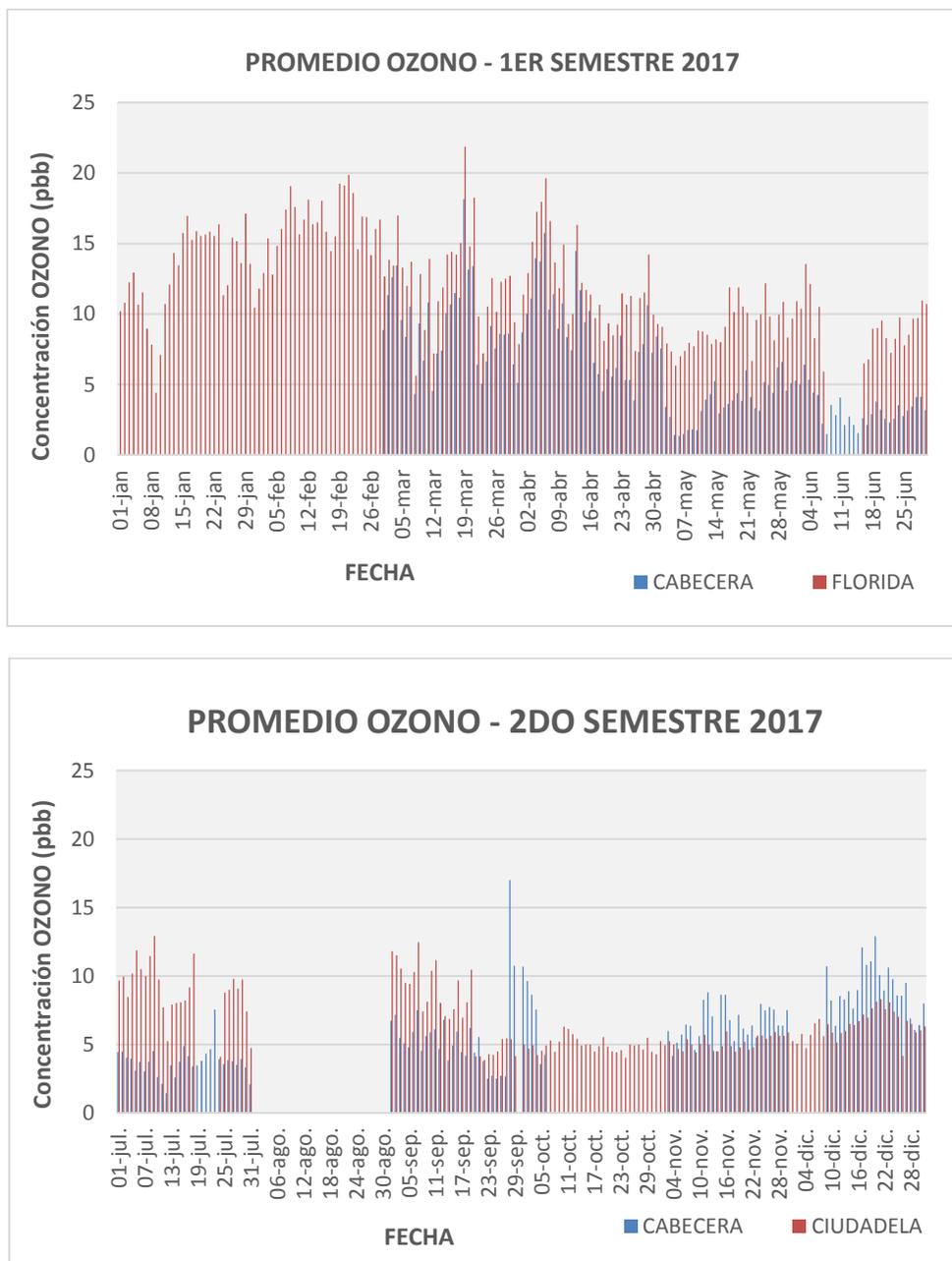
que durante los meses enero, febrero, julio y agosto no hubo registro de datos, por mantenimiento y daños en los equipos.

- **CONCENTRACIONES PROMEDIO DE OZONO, ESTACIONES CABECERA Y FLORIDA 2017**



**Figura 4. Concentraciones Promedio OZONO-8H año 2017**

En la figura 4. Se tiene el reporte de la concentración promedio de Ozono ocho horas para las estaciones de Cabecera y Florida durante el año 2017, para las cuales no se obtuvieron datos que sobrepasara la norma (41 ppb Res. 601 de 2006). Los valores máximos registrados fueron 18.141 y 21.875 ppb en las estaciones Cabecera y Florida respectivamente.



**Figura 5. Concentraciones Promedio OZONO, 1RO Y 2DO semestre 2017**

En la figura 5, se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de Ozono del primero y segundo semestre de 2017. Durante el año 2017 en la estación de Cabecera no se tuvo datos en los meses de enero, febrero agosto y octubre y en la estación ciudadela los meses de marzo, agosto y octubre.

### 3.4 INDICES DE CALIDAD DEL AIRE

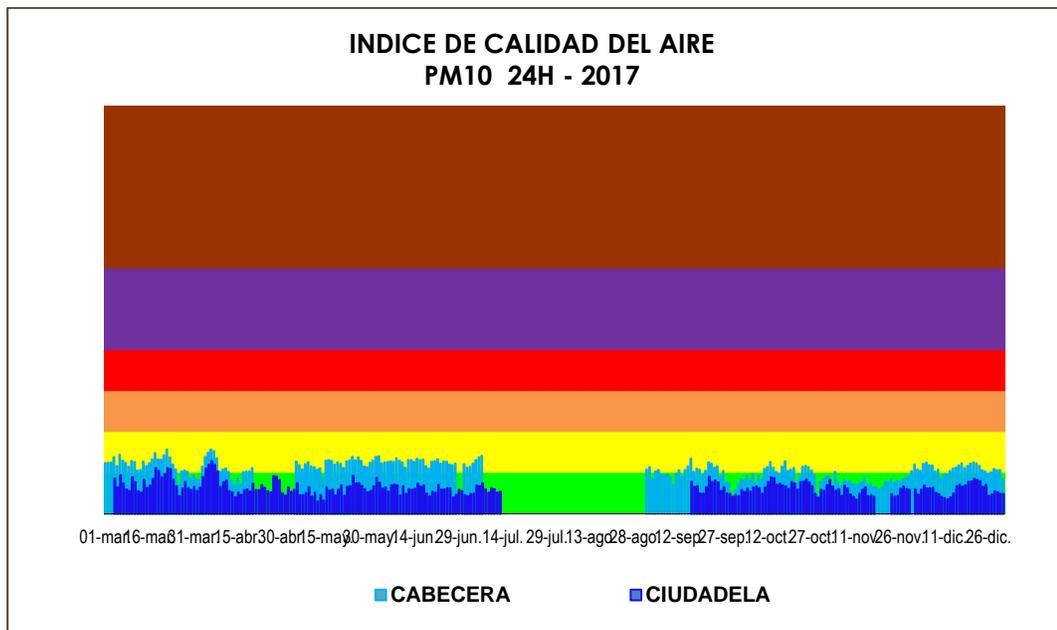
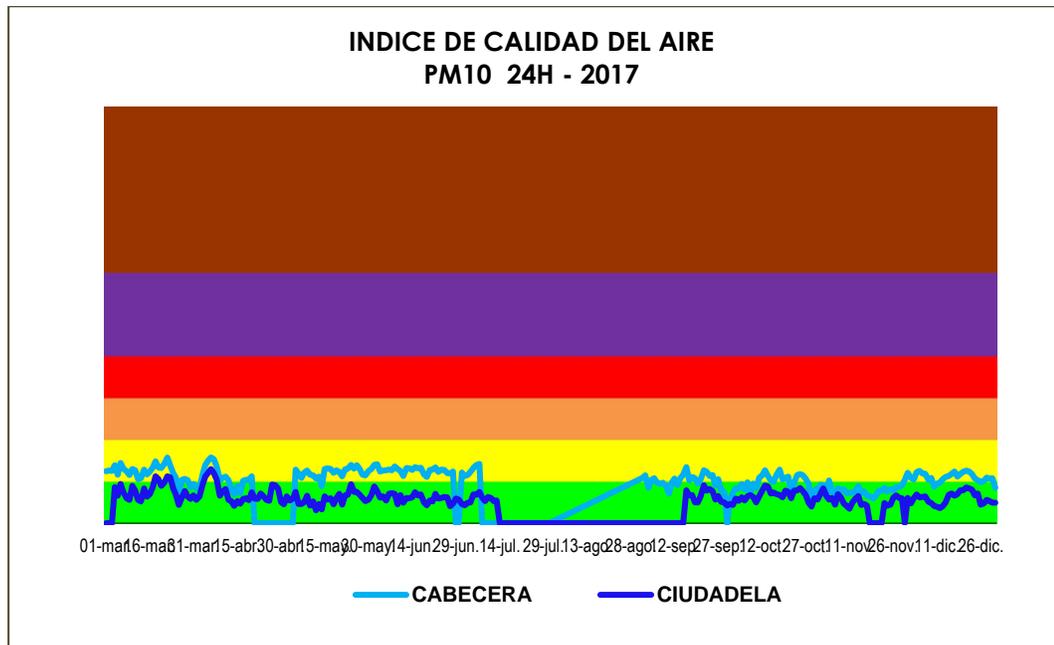
El índice de calidad de aire representa que tan limpio es el aire y que efectos en la salud pueden presentarse dentro de las horas o días siguientes a la exposición del aire contaminado (Tabla 3).

ICA	Color	Clasificación	PM10 diario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Efectos en salud
0-50	Verde	Bueno	0-54	La calidad del aire es satisfactoria y no implica riesgos a la salud.
51-100	Amarillo	Moderado	55-154	La calidad del aire es aceptable, sin embargo, la contaminación en este rango puede implicar un riesgo moderado para un número muy pequeño de individuos.
101-150	Naranja	Dañino a la salud para grupos sensibles	155-254	Grupos sensibles (adultos mayores, niños y personas con enfermedades cardíacas o pulmonares) pueden experimentar efectos en salud, pero el público en general no es afectado.
151-200	Rojo	Dañino a la salud	255-354	Todas las personas pueden empezar a experimentar efectos en salud.
201-300	Púrpura	Muy dañino a la salud	355-424	Todas las personas pueden experimentar serios problemas de salud.
301-500	Marrón	Peligroso	>425	Toda la población tiene más posibilidad de ser afectada por serios problemas de salud.

Tabla 4. Definición de índices de calidad de aire para PM10 y Ozono \* (adaptado de AQI, Aguide to Air Quality and your health, US-EPA). \*An AQI of 100 for ozone corresponds to an ozone level of 0.08 parts per million (averaged over 8 hours)

ESTACIÓN	CABECERA (4)		CIUDADELA (2)	FLORIDA (3)
	PM10 (24H)	OZONO (8H)	PM10 (24H)	OZONO (8H)
ENERO	ND	ND	ND	30.25
FEBRERO	ND	ND	ND	34.37
MARZO	78.71	28.93	56.26	33.573
ABRIL	79.01	27.73	64.97	38.271
MAYO	70.04	17.63	46.79	24.75
JUNIO	70.85	12.48	44.25	24.52
JULIO	71.25	13.98	37.5	24.75
AGOSTO	ND	ND	ND	ND
SEPT	67.6	43.26	45.54	23.03
OCT	64.38	19.09	45.08	9.85
NOV	52.17	16.75	41.92	9.05

Tabla 4. Clasificación ICA para PM10 y Ozono, Estaciones Cabecera, Ciudadela y Florida 2017 (ND: No Registro de Datos).



**Figura 6. ICA PM10- 24 H, año 2017**

En la figura 6, se representan los índices de calidad de aire del año 2017. En la estación Cabecera se obtuvo calidad del aire “moderada” y para la estación Ciudadela calidad “buena” excepto los meses de marzo y abril cuya calidad fue “Buena”. Los registros

máximos para el ICA fueron 79.01 y 64.97 el 6 de abril para cabecera y ciudadela respectivamente. Durante el periodo en estudio se presentó un comportamiento descendiente del mismo.

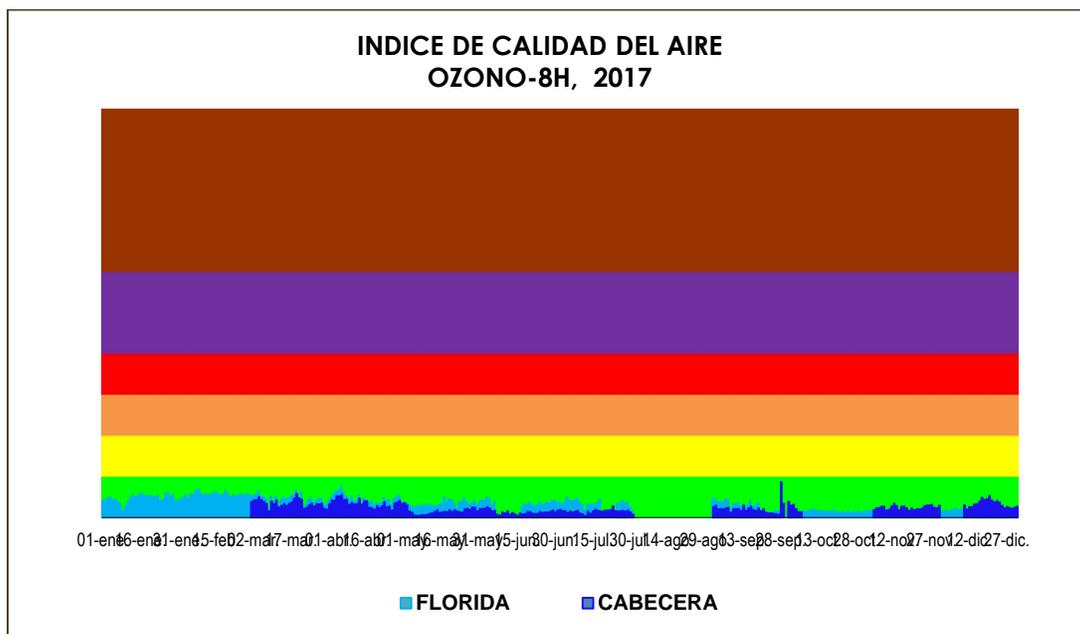
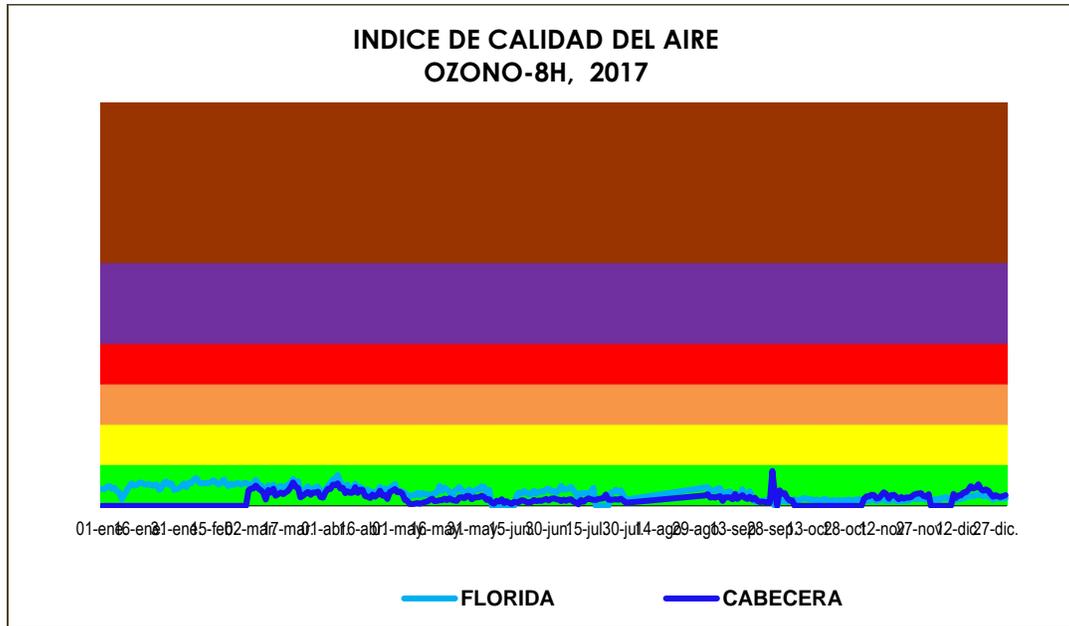


Figura 7. ICA OZONO – 8H, año 2017

- En la figura 7, se representan los índices de calidad del aire del año 2017 de Ozono 8h, para las estaciones de Florida y Cabecera, donde se mantuvo en la clasificación “Bueno”, calidad satisfactoria sin ningún riesgo de afectación a la salud de la población. En la estación florida el mayor valor registrado fue de 38.27 en el mes de abril y en la estación cabecera registra de 43.26 en el mes de septiembre, siendo satisfactorio y aceptable lo cual no implica ningún riesgo en la salud para la población.