



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEA

**SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS -
SIMAC**

**Boletín climatológico TRIMESTRAL
-segundo trimestre de 2019-**

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS



Julio de 2019



Boletín climatológico TRIMESTRAL -segundo trimestre de 2019-

Documento producido por el Instituto de estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, con la participación de:

Jeannette Zambrano Nájera, I. C., Ph. D., Directora del IDEA, Directora del SIMAC y Profesora del departamento de Ingeniería Civil

Fernando Mejía Fernández, I. C., M. Sc., Profesor jubilado U. N., Asesor del IDEA

John Alexander Pachón Gómez, I. C., Esp., Operador de redes de monitoreo en el SIMAC

Lorena Giraldo Gómez, I. IND., Operador de redes de monitoreo en el SIMAC

En representación del IDEA y de su grupo de trabajo:



Grupo de trabajo académico en
Ingeniería Hidráulica y Ambiental



1 PRESENTACIÓN

El Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas SIMAC que maneja el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales y que es financiado y respaldado por entidades del orden regional y municipal como Corpocaldas, Gobernación de Caldas, Alcaldía de Manizales, CHEC – EPM, Aguas de Manizales y la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, incluye la operación y el mantenimiento de diversas redes de monitoreo (hidrometeorológico, sísmico, de calidad del aire y de aguas subterráneas), lo cual permite la obtención sistemática de información abundante y valiosa en tiempo real sobre variables físicas asociadas a esos fenómenos, información que evidentemente es de interés para autoridades y tomadores de decisión del departamento de Caldas y del municipio de Manizales en temas cruciales como la planificación territorial, la ordenación ambiental, la gestión integral del riesgo de desastres, la mitigación y adaptación al cambio climático y a los efectos de la variabilidad climática, pero también, entre otros, resulta de interés de la comunidad en general como actora fundamental de estos procesos.

Pensando en ello, se presenta aquí el **segundo boletín climatológico trimestral del SIMAC para el año 2019 (meses de abril, mayo y junio)**, con el análisis del comportamiento de las lluvias y las temperaturas en Manizales a partir de la información meteorológica recogida de las redes de estaciones de monitoreo de esas variables y que constituyen un número importante, con el fin de mejorar y ampliar la información sobre el tema y de paso contribuir a la formación básica de los ciudadanos sobre el mismo. Se espera una buena acogida a este boletín y comentarios sobre su estructura y contenido, de manera que podamos expedir los siguientes con mejoras sugeridas por los lectores.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 ¿Qué ilustra este boletín?

Un boletín climatológico como el aquí presentado busca ilustrar la manera como, en un tiempo determinado (en este caso, los últimos tres meses monitoreados), se han comportado algunos de los principales elementos o variables físicas que determinan **el clima** de un lugar, con base en el análisis histórico estadístico de los datos que sobre el estado del tiempo atmosférico suministran aquellas redes de estaciones que miden dichas variables.

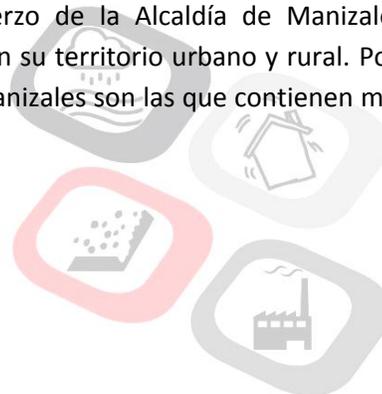
Comúnmente, con el propósito de facilitar dicho análisis, se analizan las variaciones de la **temperatura** y de la **precipitación** (en nuestro caso, la lluvia) tal como se hace en este boletín, que finalmente se complementa con información a una escala mayor (meso escala) obtenida del



IDEAM (entidad rectora del monitoreo ambiental en Colombia) y del CIIFEN (Centro internacional para la investigación del fenómeno del Niño) sobre las manifestaciones actuales o en el futuro cercano de fenómenos extraordinarios de variabilidad climática que nos afectan de manera importante y por ello nos interesan, como sucede en particular con el Fenómeno del Niño en sus fases Niño o Niña.

2.2 ¿Qué se tiene en Manizales y Caldas en cuanto a estaciones de monitoreo hidrometeorológico?

En el departamento de Caldas el SIMAC incluye siete (7) redes de estaciones modernas automáticas -con ochenta y cuatro (84) estaciones transmisoras- que monitorean diversas variables y entre ellas la temperatura y la precipitación cada cinco (5) minutos y tele transmiten esos datos a estaciones centrales en tiempo real ^{1, 2, 3, 4, 5, 6}. De esas estaciones, cerca de la mitad se localiza en Manizales como capital del departamento que se ve afectada recurrentemente y en mayor proporción que otras zonas por deslizamientos de ladera y avenidas torrenciales en corrientes urbanas y en donde, por su extensión, topografía y densidad poblacional, los efectos son con alguna frecuencia catastróficos. De ahí el esfuerzo de la Alcaldía de Manizales, de Corpocaldas y otras entidades por contar con estas redes en su territorio urbano y rural. Por esta razón, las estaciones que pertenecen a la primera red de Manizales son las que contienen mayor y mejor cantidad de datos.



¹ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 96 (2011). Análisis de la variabilidad espacial y temporal de la precipitación sobre la ciudad de Manizales.

² Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 137 (2017). Sistema de Información ambiental departamento de Caldas. Manizales.

³ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 144 (2018). Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrometeorológicas Automáticas en el Parque Nacional Natural Los Nevados.

⁴ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 145 (2018). Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas - SIMAC (primera Parte).

⁵ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 146 (2018). Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas - SIMAC (segunda Parte).

⁶ Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 147 (2018) Red de estaciones meteorológicas, hidrometeorológicas, de alerta y alarma (SAT) de las quebradas Manizales, El Guamo y Olivares ubicadas en el municipio de Manizales.

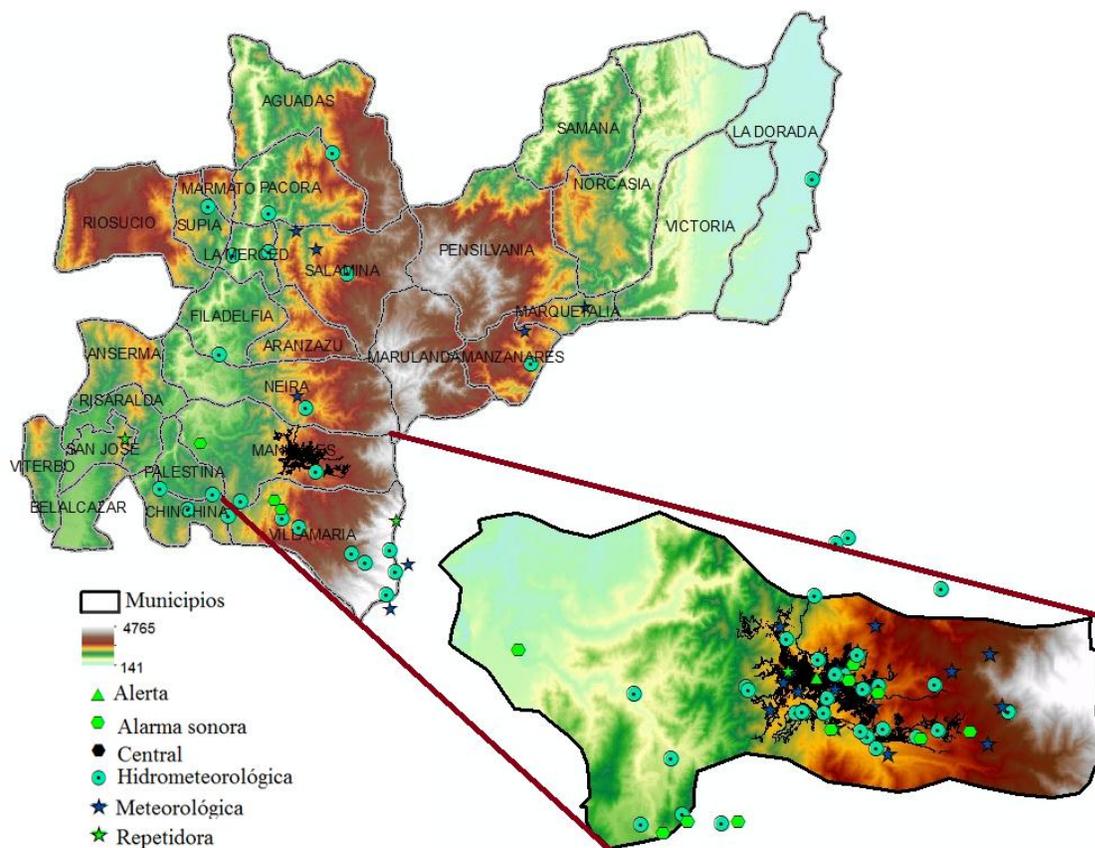


Figura 1. Localización estaciones hidrometeorológicas en el departamento de Caldas

Adicionalmente, Caldas cuenta con cerca de ochenta estaciones más, con énfasis en las que posee el Centro Nacional de investigaciones de Café – Cenicafé- de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (con registros de precipitación especialmente) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM- de Minambiente, repartidas en todo su territorio que, aunque faltan zonas del departamento por cubrir, proporcionan valiosa información.

2.3 ¿Qué se hace con esta información?

La información de las siete (7) redes modernas mencionadas arriba se divulga en tiempo real en el Geoportal SIMAC en la página web (<http://cdiac.manizales.unal.edu.co/sistema-alerta-temprana/MapaManizales/>) y se le hace un análisis preliminar que permite generar reportes diarios con registros de precipitación, temperatura y niveles del agua en las corrientes monitoreadas, de todas las estaciones que se tienen, además de indicadores que se obtienen del análisis aritmético y estadístico de esos datos diarios, entre ellos el A25, del cual se hablará más adelante. Estos reportes son enviados diariamente a autoridades y otras personas que tienen interés en ellos y le dan uso para diversos fines (con énfasis en la gestión del riesgo) pero el grueso de la información (una cantidad importante de datos día a día, mes a mes, año a año) es



almacenada en una Bodega de Datos de manera ordenada y que se encuentra disponible para usuarios y en especial para investigadores en estas áreas en el link:

(<http://cdiac.manizales.unal.edu.co/IDEA/index.php>).

Del análisis estadístico de esa información surgen productos como los que se incluyen en este boletín y se incluirán en los siguientes.

The screenshot displays the SIMAC web application interface. At the top, there is a search bar and a 'GEOPORTAL' button. The main area features a map of the Caldas department with various weather and environmental indicators overlaid. A sidebar on the left contains navigation icons for home, search, and other functions. Below the map, there is a navigation menu with options like 'Aspirantes', 'Estudiantes', 'Egresados', 'Docentes', and 'Administrativos'. The bottom section of the interface highlights four main categories of indicators: 'INDICADORES DE CLIMA', 'INDICADORES DE AIRE', 'INDICADORES DE AGUA', and 'INDICADORES DE CALIDAD DE LOS DATOS', each with a brief description of the data provided.

Figura 2. Visualización páginas web Estado del Tiempo y CDIAC



2.4 ¿Cómo entender lo que muestran esos reportes diarios y este boletín trimestral?

La **precipitación**, como aquí se interpreta –teniendo en cuenta que también se denomina precipitación a la nieve, el granizo y otros-, es la cantidad (magnitud) de **lluvia** (agua líquida en forma de gotas) que cae en un sitio, medida en milímetros (mm), utilizando un instrumento de medida llamado **pluviómetro**. Un (1) mm de lluvia corresponde a la acumulación en un (1) metro cuadrado (m^2) de terreno de un (1) litro (l) de agua. Aunque existen varios tipos de pluviómetros y entre ellos el más común es el pluviómetro totalizador diario (que mide la lluvia caída durante un día), en las redes de monitoreo que maneja el SIMAC se ha utilizado hasta la fecha un pluviómetro electrónico que incluye unas cazoletas en un balancín con capacidad de 0,2 mm de lluvia y que permite contar electrónicamente el número de veces que la cazoleta se voltea para vaciar los 0,2 mm. Simultáneamente, está midiendo el tiempo que pasa entre uno y otro “cazoletazo”. Así, se sabe cuánta lluvia ha caído en mm en cinco (5) minutos, y eso se registra en una hoja de datos, todo automáticamente y en tiempo real. Es decir, lo que llueve en los últimos cinco minutos se sabe inmediatamente después.

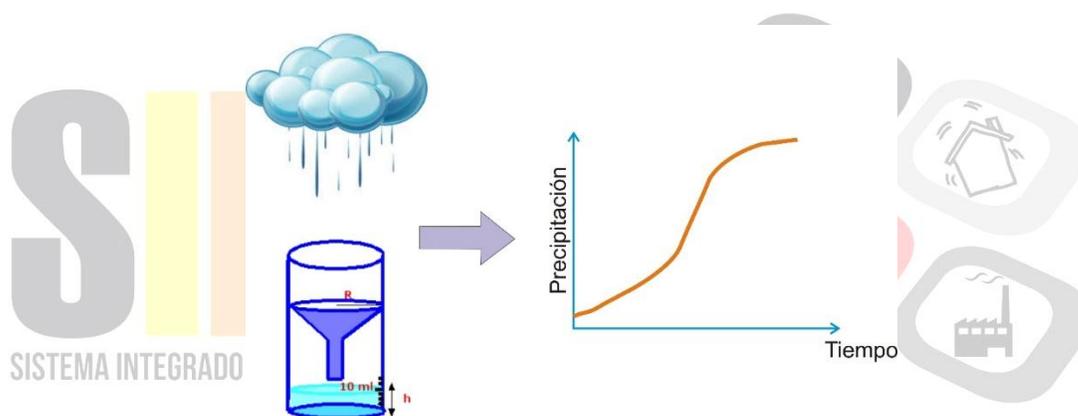


Figura 3. Medición de la precipitación

Sin embargo, la **magnitud** de la precipitación en mm no es la única variable que caracteriza la lluvia en un sitio, porque el proceso de medición descrito atrás permite conocer simultáneamente la **intensidad** de la lluvia, al dividir la magnitud de la lluvia en mm por el intervalo de medición (5 minutos) expresado en horas. Es decir, si se miden 15 mm en treinta minutos, en ese tiempo la lluvia tuvo una magnitud de 15 mm y una intensidad de $15 * 60/30 = 30 \text{ mm/hora}$, porque es claro que, si en 30 minutos caen 15 mm, si siguiera lloviendo así durante toda la hora caerían 30 mm. Este parámetro intensidad es frecuentemente más importante que la misma magnitud.

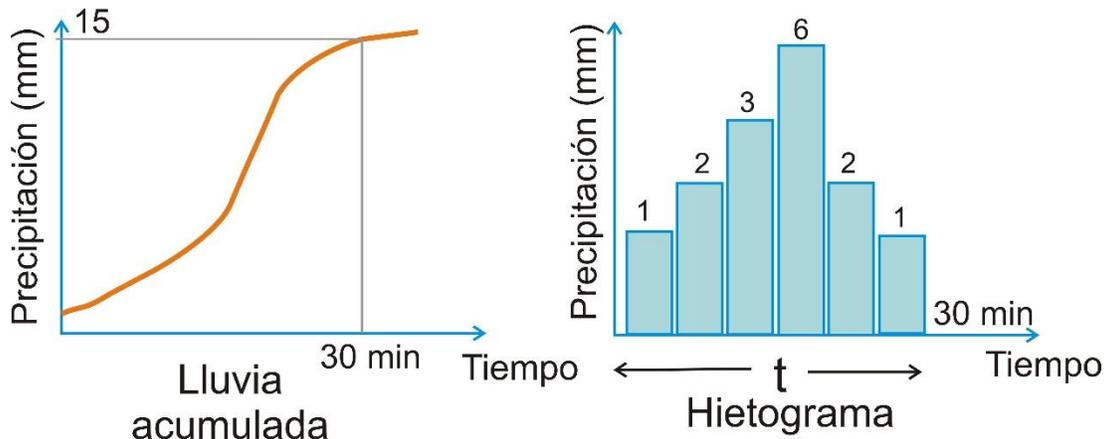


Figura 4. Representación de la precipitación

El pluviómetro electrónico permite también medir el tiempo que transcurre desde que comienza una lluvia (por ejemplo, un aguacero) hasta que termina, lo que detalla un tercer parámetro asociado a la medición de la precipitación como es la **duración** de la lluvia, expresada generalmente en horas o fracción de horas. También puede, sin embargo, expresarse en minutos cuando esta es muy corta.

Lo anterior facilita la representación gráfica de la manera como varía en el tiempo una lluvia, que con frecuencia empieza a manifestarse con unas gotas, luego se intensifica, luego disminuye, luego pareciera que termina, pero vuelve a arreciar, y así, hasta que se acaba. A esto se le denomina la representación gráfica en diagrama de barras de la variación en el tiempo (o temporal) de una lluvia aislada, conocida como el **hietograma** (o yetograma), que termina constituyéndose en otra característica muy importante de una lluvia.

Si se suma aritméticamente la magnitud de las lluvias caídas durante un día completo (medido desde las 0 horas hasta las 24 horas) se tiene la lluvia acumulada diaria, o **lluvia diaria, en mm**. Esta suma la hace también automáticamente el sistema de medición empleado en el SIMAC.

A la magnitud de la lluvia se le llama **P**, mm; a la intensidad de la lluvia se le llama **i**, mm/h, y a la duración de la lluvia se le llama **t**, h, o min.

En el reporte diario que se hace desde el SIMAC para cada red de monitoreo y para cada estación que la conforma aparece entonces la magnitud de la lluvia diaria caída cada día en cada una de las estaciones.

Sin embargo, aparece también un indicador de la lluvia acumulada en los últimos 25 días denominado el **A25** (producto de investigaciones realizadas en Manizales tiempo atrás a partir de las características de los suelos de Manizales y de las lluvias que se presentan allí) y que es un insumo técnico para el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Manizales, para la declaración de alertas tempranas para el municipio con base en umbrales de alerta definidos a partir de las mencionadas investigaciones. Así, cuando este indicador marca 200 mm se tiene la



posibilidad de decretar alerta amarilla, si marca 300, alerta naranja, y si marca 400, alerta roja. Eso lo determina exclusivamente dicho Consejo.

El monitoreo de la lluvia, como se deduce de lo explicado atrás, es fundamental para la gestión del riesgo de los desastres causados por eventos extremos de precipitación, deslizamientos de laderas, movimientos en masa, flujos torrenciales, crecidas, inundaciones y, en fin, varias de las consecuencias de los fenómenos naturales que hacen parte del ciclo del agua en el planeta. Pero, además, este monitoreo continuo permite contar con datos históricos que son indispensables, por ejemplo, para el diseño de obras hidráulicas de todo tipo, como los acueductos, los alcantarillados urbanos, los sistemas de drenaje de una vía, los puentes, las plantas hidroeléctricas y otras tantas, vitales para garantizar el bienestar de las comunidades y el desarrollo sostenible de las regiones y del país. También, son necesarios esos datos para la agricultura, el mejor conocimiento de fenómenos asociados a la variabilidad climática (como el Fenómeno del Niño) y el cambio climático (para adaptarnos mejor a él) y para el mejor conocimiento del entorno geográfico ambiental de una región, entre otras utilidades.

Ahora, en relación con la **temperatura ambiente**, el asunto es más sencillo pues ésta se mide en cada estación con un **termómetro** electrónico que reúne ciertas condiciones para su empleo (por ejemplo, que mide sin interferencia de los rayos solares, ni del viento), que usa como unidad de medida el **GRADO CELSIUS** o grado centígrado y que se expresa en **°C** (nota: debería utilizarse el KELVIN, la unidad de medida de la temperatura del Sistema Internacional de medidas, pero acostumbrarnos a ella tardará todavía un tiempo por el uso largo y continuado que se ha hecho del Grado Celsius).

Así, en el reporte diario que se hace desde el SIMAC para cada red y para cada estación se registra la temperatura alcanzada allí cada día, pero como ésta es muy variable durante un día cualquiera, se ilustra ella con los valores **máximo** (la temperatura más alta registrada ese día), **mínimo** (la temperatura más baja registrada ese día) y **medio** (el promedio aritmético de las temperaturas registradas ese día).

Aquí también es claro que monitorear la temperatura ambiente de una zona o región garantiza, por ejemplo, conocer los efectos del cambio climático en el uso del suelo, en las prácticas agrícolas, en el confort ciudadano, en las técnicas arquitectónicas modernas, entre tantas otras cosas.

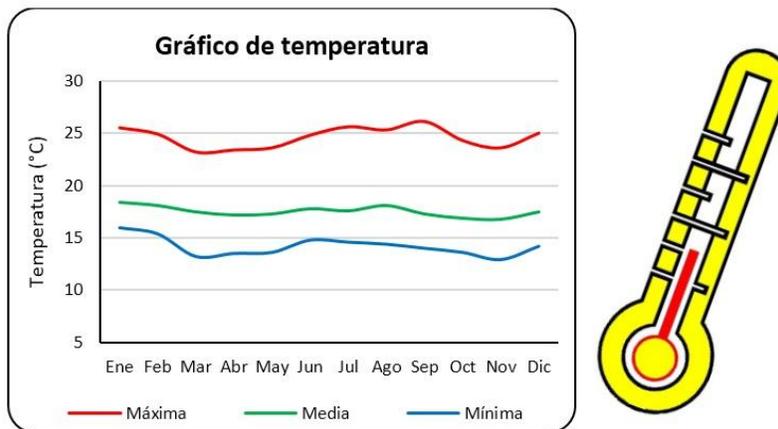


Figura 5. Representación de la temperatura y termómetro para medir la variable

Y en cuanto al **nivel del agua** en los ríos y quebradas, que se denota como **Z**, este se define como la distancia vertical, expresada en metros, entre la superficie del agua (en un momento dado y sobre una sección recta del río o quebrada donde se está haciendo la medida) y un nivel de referencia fijado artificialmente por debajo del lecho del río que se llama el **Datum**. Esta medida se hace indirectamente utilizando un instrumento de medida denominado **sensor de nivel**, el cual mide electrónicamente (usando tecnología láser o ultrasonido) la distancia vertical entre el sensor y la superficie del agua, que se denota como **L**. Como la ubicación del sensor y del Datum son fijas, la distancia entre ellos también se conoce y se denomina **Tara**, de tal forma que el nivel corresponde a la diferencia aritmética entre la Tara y L ($Z = Tara - L$), como se muestra en la figura siguiente (Figura 6):

SISTEMA INTEGRADO

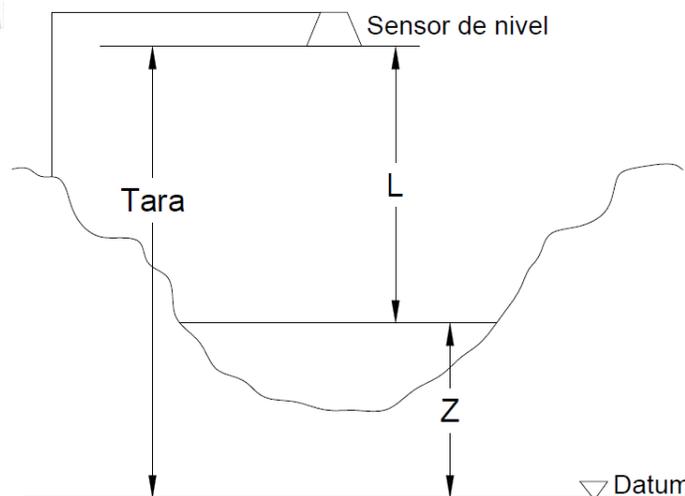


Figura 6. Esquema de medida del nivel Z en una corriente usando un sensor de nivel

En los reportes diarios de niveles que se hacen desde el SIMAC para las estaciones hidrometeorológicas, se toma en cada estación un dato de nivel cada cinco minutos y con ellos se



construye la curva de variación del nivel a través del tiempo durante ese día, denominada **limnigrama cinco-minutal**. A su vez, con los valores diarios máximos se elabora el **limnigrama de niveles medios diarios**, lo mismo que con los valores medios diarios con los cuales se construye el **limnigrama de niveles medios diarios**. (Ver Figura 7).

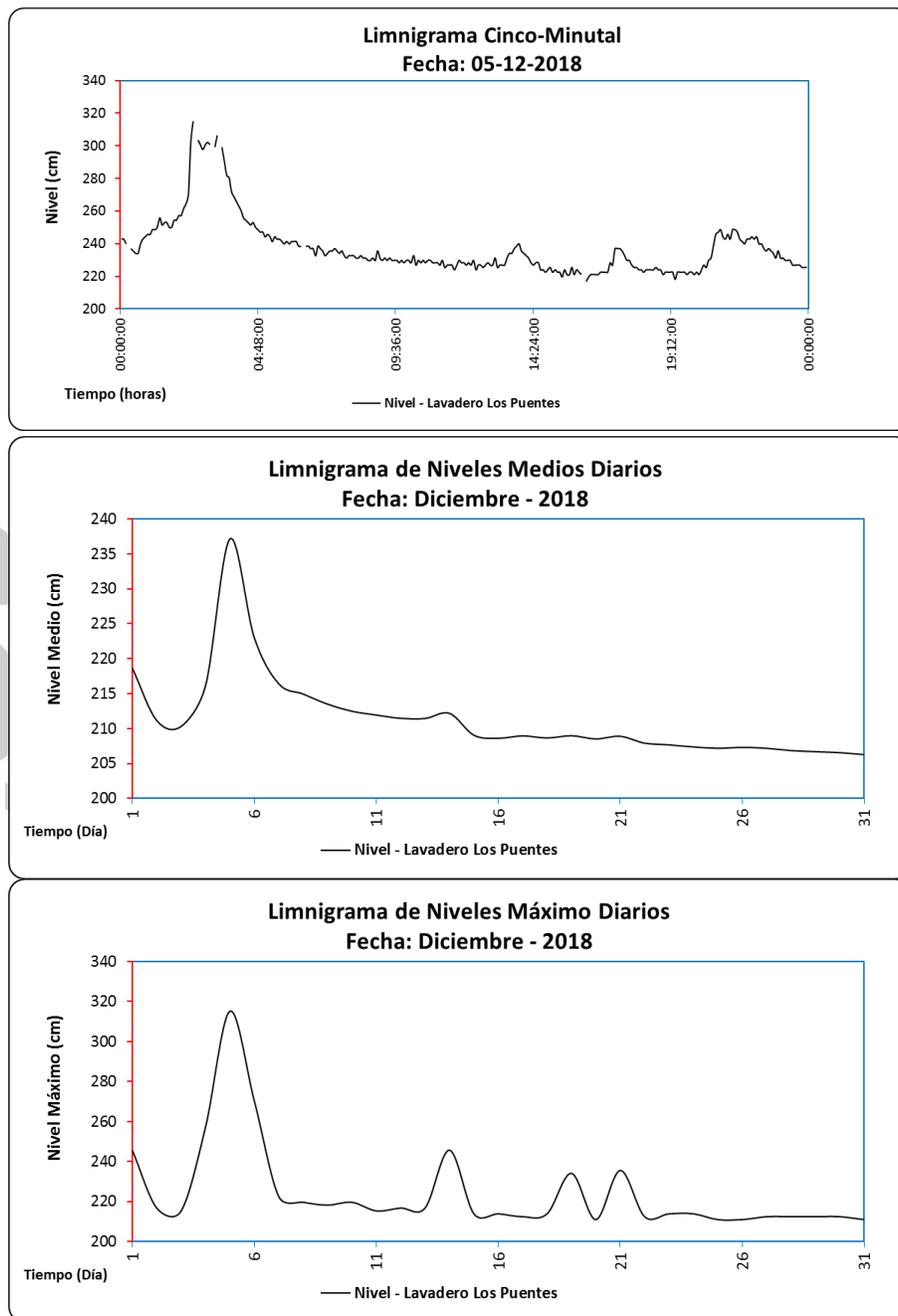


Figura 7. Limnigramas cinco-minutal y diario para la estación Q. El Guamo – Lavadero los Puentes

Es evidente que, cuando los niveles máximos alcanzan el borde superior del cauce de la corriente (durante una crecida), se tiene una situación de riesgo de desborde y de afectación de vidas,



viviendas, edificaciones y otra infraestructura aledaña a la orilla de la corriente (puentes, vías, líneas vitales), lo que obliga a la manifestación de alertas tempranas a las comunidades para salvar sus vidas, alertas que se pueden dar por distintos medios (Bomberos, Policía, miembros de la misma comunidad afectable, con ayuda de radios, celulares, sirenas, etc.), incluyendo un sistema de alarma sonora que se encuentra instalado en tres cuencas urbanas de Manizales (cuencas de las quebradas Manizales, Olivares y El Guamo) y que está en la etapa de implementación de umbrales de alerta, ya definidos por investigaciones hechas por el IDEA y que establecen con buen nivel de certeza la relación entre las lluvias fuertes y los niveles que estas generan en esas quebradas. La adopción final de tales umbrales es tarea que asumirá en su momento el Consejo municipal para la Gestión del Riesgo de los Desastres de Manizales.

El proceso de medición continua de los niveles en las quebradas y ríos que se están monitoreando en Manizales y en el departamento de Caldas, viene acompañado de otro proceso de **aforos** (medición de caudales) periódicos en esas corrientes, que tiene como propósito establecer las **curvas de calibración** de las estaciones hidrometeorológicas por la vía de correlacionar estadísticamente los niveles con los caudales (Caudal, Q –Vs- Nivel, Z), con las cuales se puede tener también cada cinco minutos la variación del caudal a través del tiempo durante cada día, denominado **hidrograma diario**. Con tales curvas ya se pueden acompañar los reportes diarios de niveles en cada estación con la información de los caudales y sus respectivos hidrogramas.

En efecto, se cuenta ya con 36 curvas de calibración que están permitiendo contar con registros cinco-minutales de caudales.

Así, se entiende entonces la importancia del monitoreo de niveles y caudales en las quebradas para la gestión del riesgo de los desastres, pero también para conocer -entre otras cosas- la disponibilidad de agua para consumo humano y otras finalidades, por ejemplo, de concesiones para su uso por parte de las autoridades ambientales, como Corpocaldas.

3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

En el análisis de variables meteorológicas se tomaron como fuente los datos de las catorce (14) estaciones que conforman la red meteorológica e hidrometeorológica automática de Manizales, para la gestión del riesgo ante desastres por deslizamientos. Esta red, aunque aún es muy reciente, ya cuenta con datos abundantes tomados en periodos de 5 minutos, lo que permite observar y realizar seguimiento continuo al comportamiento de eventos y fenómenos hidrometeorológicos, vitales para la toma de decisiones orientadas a gestionar el riesgo en la ciudad. A continuación (Figura 8; Tabla 1), se presentan detalles de las estaciones utilizadas para la elaboración de este boletín, las cuales se encuentran ordenadas en sentido Occidente – Oriente, tal como se presentan en las respectivas figuras más adelante.



| W | W | NW | W | W | N | C | C | S | CE | N | NE | E | SE |
|--------------|-----------|----------|----------------------------|-----------|------|--------------------|-------------------------|----------|-----------|-------------------|---------|---------------------|----------|
| Chec - Uribe | Alcázares | La Palma | Observatorio Vulcanológico | El Carmen | Emas | Hospital de Caldas | Q. Palogrande - Ruta 30 | Aranjuez | Posgrados | Bosques del Norte | Yarumos | Milán - Planta Niza | La Nubia |

Convenciones: W: West (Occidente); N: Norte; C: Centro; S: Sur; E: Este

Figura 8. Estaciones ordenadas en sentido Occidente (W) – Oriente (E) en Manizales

Tabla 1. Estaciones utilizadas en el análisis de variables para Manizales

| Estación | Tipo | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (m.s.n.m.) | Lugar de emplazamiento | Propietario | Inicio de funcionamiento |
|-------------------------------|------|--------------|----------------|--------------------|--|----------------|--------------------------|
| Chec - Uribe | M | 5° 2' 56.76" | 75° 31' 54.12" | 1940 | Sede Administrativa Estación Uribe - Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC S.A. E.S.P. | CHEC S.A E.S.P | 2011-04-15 |
| Alcázares | M | 5° 3' 59.96" | 75° 31' 40.08" | 2057 | Instituto de Valorización de Manizales - INVAMA | UGR-Manizales | 2010-04-06 |
| La Palma | M | 5° 5' 45.43" | 75° 31' 46.04" | 1967 | Hospital Geriátrico San Isidro | UGR-Manizales | 2006-11-01 |
| Observatorio Vulcanológico | M | 5° 4' 17.2" | 75° 31' 27.5" | 2226 | Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales | UGR-Manizales | 2003-07-01 |
| El Carmen | M | 5° 3' 41.4" | 75° 31' 11.2" | 2112 | Centro Integral de Servicios Comunitarios-CISCO El Carmen | UGR-Manizales | 2005-02-15 |
| Emas | M | 5° 4' 50.16" | 75° 30' 28.08" | 2060 | Relleno Sanitario La Esmeralda - Empresa Metropolitana de Aseo EMAS S.A E.S.P. | EMAS S.A E.S.P | 1997-08-01 |
| Hospital de Caldas | M | 5° 3' 46.26" | 75° 30' 1.94" | 2183 | S.E.S. Hospital de Caldas | UGR-Manizales | 2007-12-14 |
| Quebrada Palogrande - Ruta 30 | H | 5° 3' 20.52" | 75° 30' 2.88" | 2002 | Lava Autos Ruta 30 | UN-Manizales | 2008-12-10 |
| Aranjuez | M | 5° 2' 34.2" | 75° 30' 1.6" | 1915 | Institución Educativa Aranjuez | UGR-Manizales | 2006-01-26 |
| Posgrados | M | 5° 3' 22.20" | 75° 29' 32.07" | 2179 | Campus Palogrande Universidad Nacional, Bloque I | UN-Manizales | 2002-01-01 |
| Bosques del Norte | M | 5° 4' 59.16" | 75° 29' 19.32" | 2126 | Institución Educativa Bosques del Norte | UGR-Manizales | 2006-09-22 |
| Yarumos | M | 5° 3' 47.16" | 75° 28' 52.32" | 2195 | Centro de Bioinformática y Biología Computacional - BIOS | UGR-Manizales | 2004-01-01 |
| Milán - Planta Niza | M | 5° 3' 5.14" | 75° 28' 35.52" | 2256 | Planta de Tratamiento Niza - Aguas de Manizales S.A. E.S.P. | UGR-Manizales | 2009-12-23 |
| La Nubia | M | 5° 1' 46.92" | 75° 28' 18.12" | 2092 | Campus La Nubia Universidad Nacional, Bloque Q | UGR-Manizales | 2003-07-01 |

Convenciones: M: Meteorológica; H: Hidrometeorológica



3.1 Precipitación

En el mes de **abril de 2019**, la precipitación en la ciudad de Manizales presentó un exceso marcado en el **93% de las estaciones (13 en total)** con los valores máximos hacia el norte y oriente de la ciudad, excepto en la estación Observatorio Vulcanológico, donde se presentó un déficit del 11% respecto a la media histórica. **Mayo igualmente registró el 93% (13 estaciones) con exceso de precipitaciones** respecto a la media para dicho mes; estos dos meses por lo general presentan altos acumulados de lluvia puesto que hacen parte de la primera temporada de altas lluvias del año; también la excepción en este mes fue la estación Observatorio Vulcanológico, que presentó un déficit del 12% respecto a la media histórica. Por el contrario, **el mes de junio tuvo menor acumulado de lluvia y en el 86% (12 estaciones) se presentó déficit respecto a la media histórica**; excepto en las estaciones Alcázares (occidente) y La Palma (nor-occidente) con excesos del 10% y 19% respectivamente, esta situación es algo normal, dado que a mediados del mes normalmente empieza la segunda temporada de bajas lluvias del año, coincidiendo con el posicionamiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), franja de nubes que se mueve latitudinalmente y que se ha posicionado hacia el norte del país, propiciando una disminución de las precipitaciones en el centro-occidente del país, donde se encuentra emplazada la ciudad de Manizales. El sector occidental de Manizales fue el que menos lluvia registró, incluso, fue la parte de la ciudad que se mantuvo con déficit de lluvias durante los primeros meses del trimestre (estación Observatorio Vulcanológico) o muy cercana a la media (El Carmen) con valores del 1% por encima y del 1% por debajo en abril y mayo respectivamente, caso particular dado que dicho sector ha sido históricamente el más lluvioso de la ciudad, junto con la zona norte de Manizales.

En la Figura 9 se puede apreciar la distribución espacio-temporal de las lluvias en la ciudad de Manizales para el segundo trimestre de 2019 y el comparativo con la media histórica en cada punto de monitoreo (nota: barra segundo trimestre 2019, color azul; barra media histórica para el trimestre, color naranja).

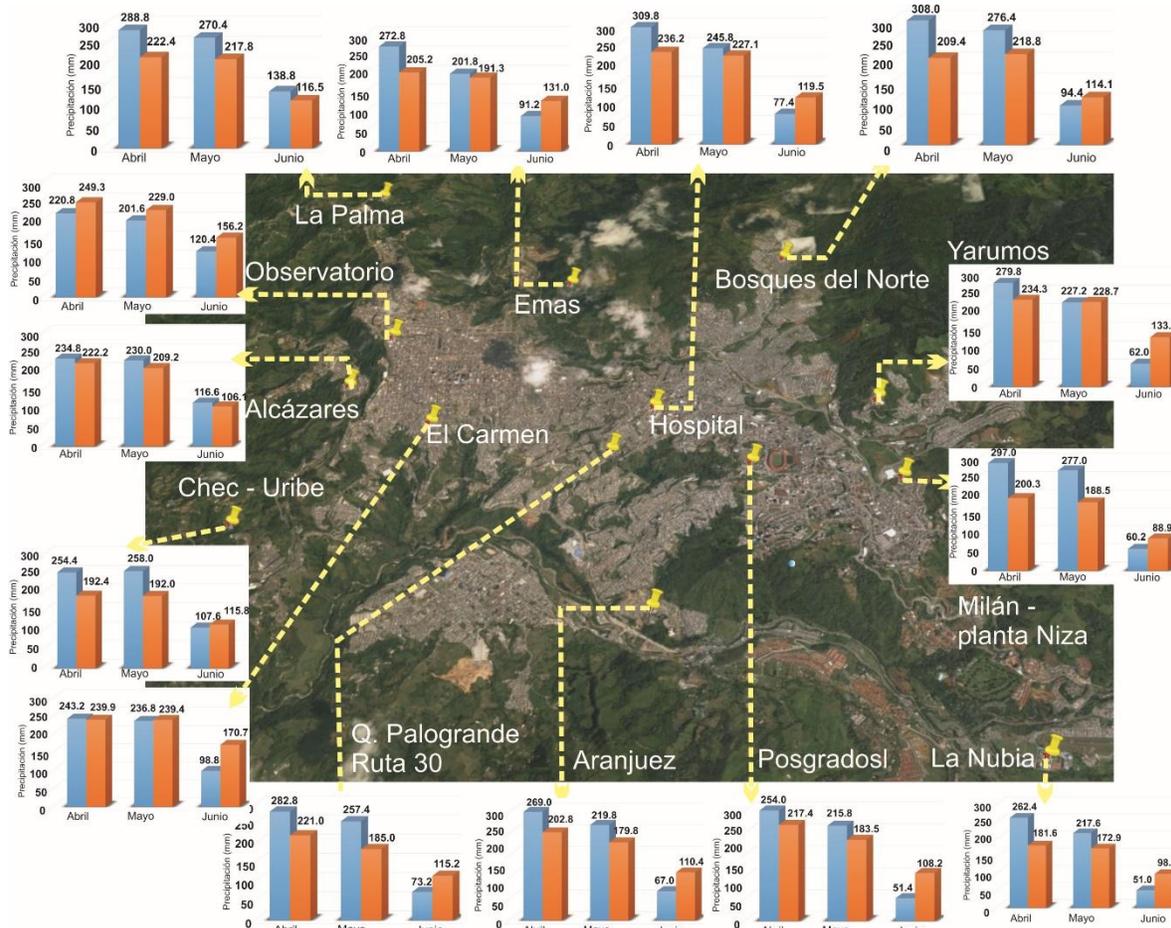


Figura 9. Distribución espacio-temporal de las lluvias en el segundo trimestre de 2019 en Manizales

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

3.1.1 Seguimiento mensual de las anomalías pluviométricas

En cuanto a las **anomalías pluviométricas**, que relacionan la cantidad de lluvia registrada en cada mes con la lluvia promedio histórica para dicho mes (ver ecuación 1), se evidenciaron anomalías negativas hasta del -53% en las estaciones Posgrados y Yarumos para el mes de junio y positivas hasta del 48% en Milán – Planta Niza en abril. En el mes de abril el 93% de las estaciones de monitoreo registraron valores por encima del promedio histórico, en mayo por su parte alcanzaron el 79% del total de estaciones, mientras que en junio sucedió todo lo contrario, el 86% de las estaciones registraron valores por debajo del promedio, solo dos estaciones del occidente de la ciudad con anomalías positivas del 10% (Alcázares) y 19% (La Palma). (Ver Figura 10).

$$Anomalía\ pluviométrica = \frac{Lluvia\ mes\ actual - lluvia\ promedio\ histórica\ para\ el\ mes}{Lluvia\ promedio\ histórica\ para\ el\ mes} * 100\% \quad (1)$$

En promedio general se obtuvieron anomalías positivas en los meses de abril (31%) y mayo (21%) y negativa en el mes de junio (-29%), además los valores máximos de anomalías, tanto negativas como positivas, se obtuvieron en la parte centro y centro oriente de la ciudad.

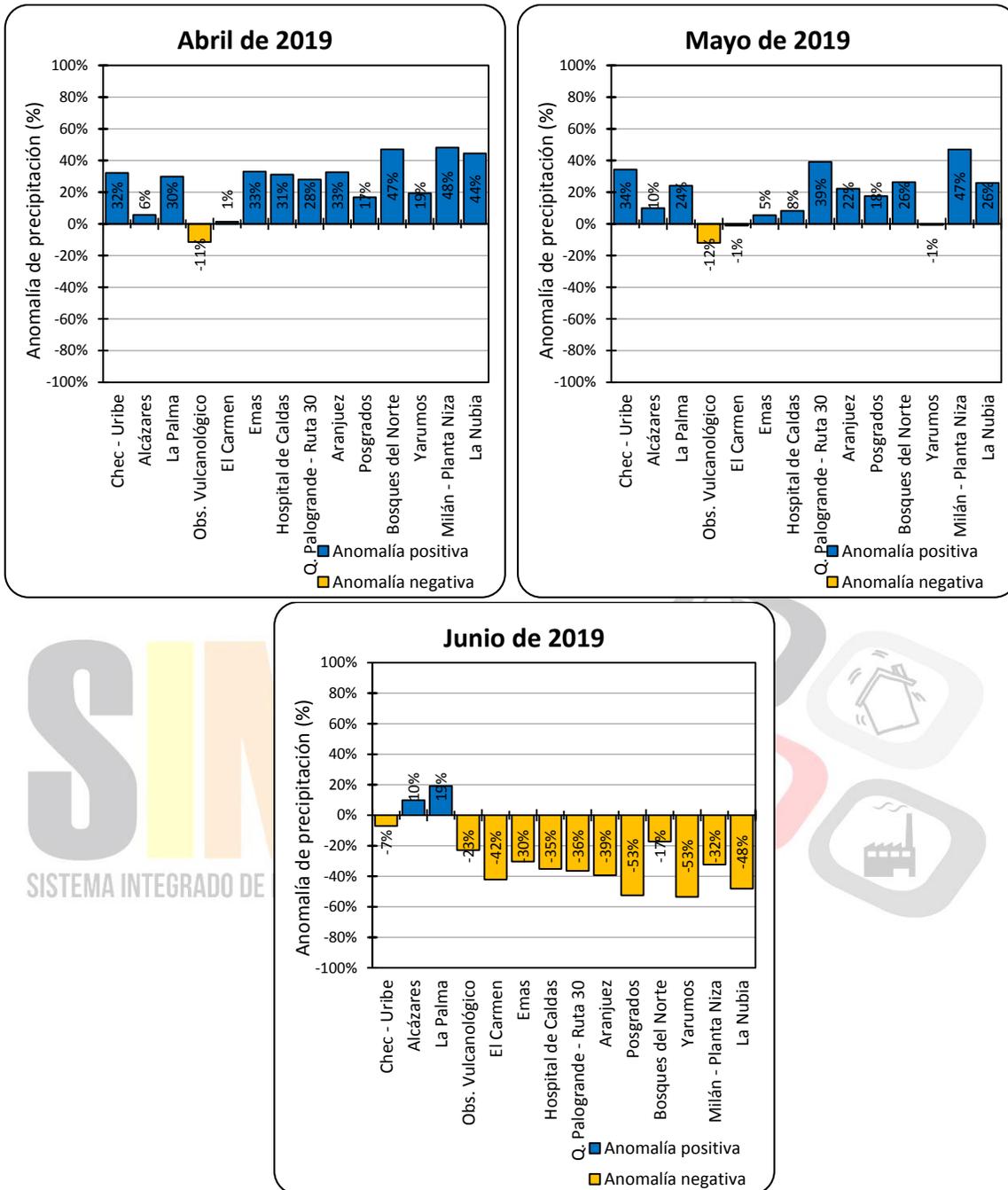


Figura 10. Anomalías pluviométricas por estación para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

3.1.2 Seguimiento mensual de la anomalía del número de días con lluvia

La anomalía del número de días con lluvia, que relaciona el número de días con lluvia de un mes con el número de días con lluvia promedio histórico en ese mismo mes (ver ecuación 2), evidencia que, en el mes de abril, las anomalías positivas predominaron en el 86% (12 estaciones) con valores máximos hacia el centro, centro-oriente y sur de la ciudad; las estaciones Observatorio Vulcanológico y Emas presentaron valores iguales al promedio histórico. Mayo por su parte,



presentó anomalías positivas en un 50% (7 estaciones), con los valores más altos hacia el occidente, centro-oriente y sur de la ciudad, el 36% (5 estaciones) presentó anomalías negativas con mínimos hacia el sector occidente y nor-occidente de la ciudad y el 14% representado por las estaciones Q. Palogrande – Ruta 30 y Emas presentaron registros iguales al promedio histórico. En junio el 93% (13 estaciones) presentaron anomalías negativas, con valores mínimos hacia el occidente, centro y sur de la ciudad, la estación Q. Palogrande – Ruta 30 presentó registro igual al promedio histórico. El valor mínimo de anomalía se presentó en junio en las estaciones El Carmen (occidente), Hospital de Caldas (centro) y Aranjuez (sur), con un registro de -6, mientras que el valor máximo fue de 5 en la estación Hospital de Caldas (centro) en el mes de abril. Ver Figura 11.

Anomalía del #días con lluvia =

$$\#días\ con\ lluvia\ mes\ actual - \#días\ con\ lluvia\ media\ histórica\ para\ dicho\ mes \quad (2)$$

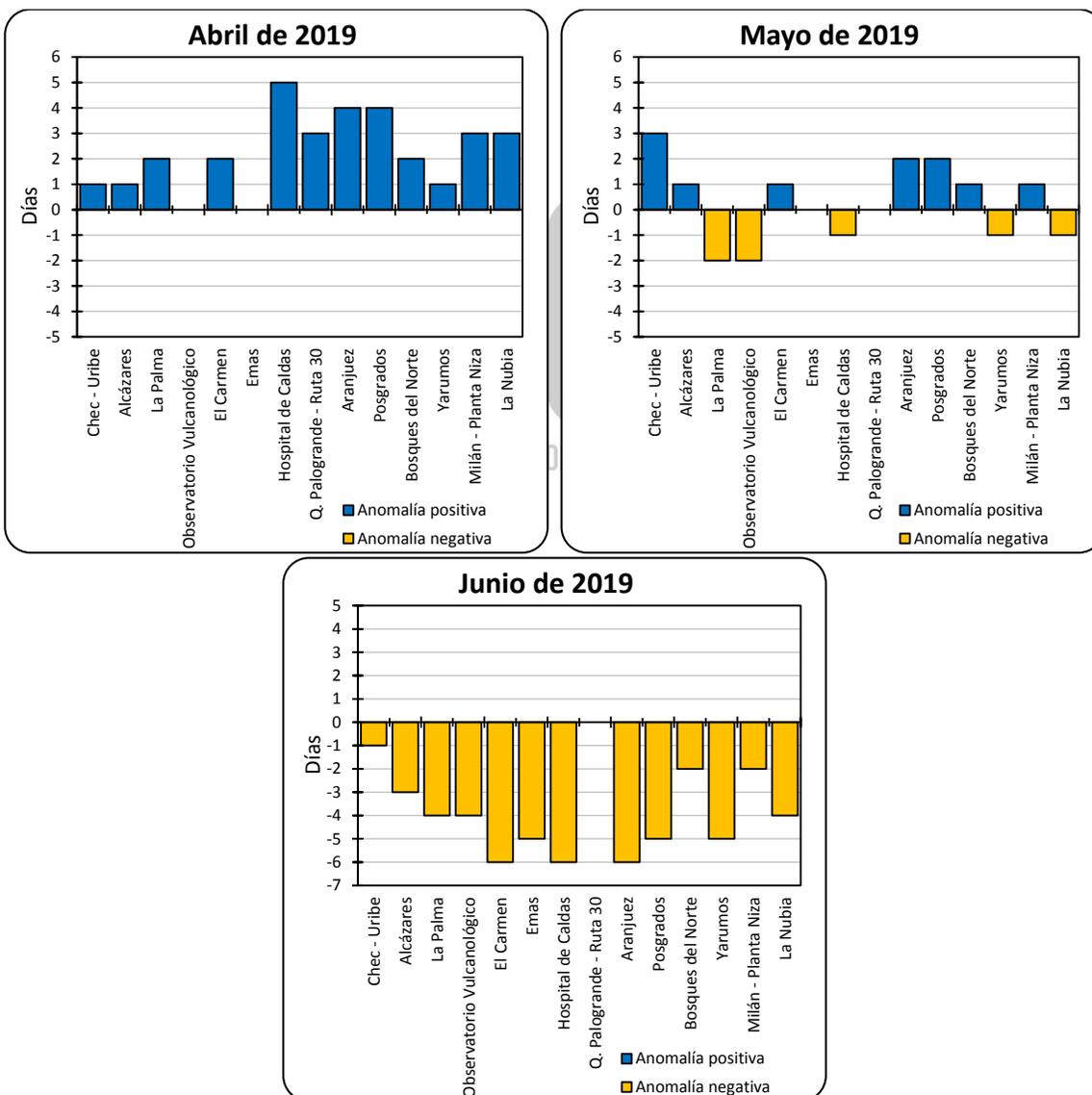




Figura 11. Anomalías del número de días con lluvia por estación para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

A continuación, se relaciona el número de días con lluvia y sin lluvia por cada mes del segundo trimestre de 2019 y para cada estación analizada. En promedio, el mayor número de días con lluvia se registró en el mes de abril, con 25 días que corresponde al 83% del mes, coincidiendo con el mes más lluvioso del trimestre, en términos de magnitud. El valor máximo de 29 días con lluvias se alcanzó en la estación Q. Palogrande – Ruta 30, en el mes de abril. En contraste, el mayor número de días sin lluvia fue de 17, en Hospital de Caldas y Aranjuez en el mes de junio (Tabla 2).

Tabla 2. Número de días con lluvia y sin lluvia para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

| Estaciones | Abril | | Mayo | | Junio | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Días con lluvia | Días sin lluvia | Días con lluvia | Días sin lluvia | Días con lluvia | Días sin lluvia |
| Chec - Uribe | 23 | 7 | 26 | 5 | 17 | 13 |
| | 77% | 23% | 84% | 16% | 57% | 43% |
| Alcázares | 23 | 7 | 25 | 6 | 14 | 16 |
| | 77% | 23% | 81% | 19% | 47% | 53% |
| La Palma | 24 | 6 | 23 | 8 | 15 | 15 |
| | 80% | 20% | 74% | 26% | 50% | 50% |
| Observatorio Vulcanológico | 23 | 7 | 23 | 8 | 15 | 15 |
| | 77% | 23% | 74% | 26% | 50% | 50% |
| El Carmen | 25 | 5 | 25 | 6 | 14 | 16 |
| | 83% | 17% | 81% | 19% | 47% | 53% |
| Emas | 24 | 6 | 24 | 7 | 15 | 15 |
| | 80% | 20% | 77% | 23% | 50% | 50% |
| Hospital de Caldas | 26 | 4 | 23 | 8 | 13 | 17 |
| | 87% | 13% | 74% | 26% | 43% | 57% |
| Q. Palogrande - Ruta 30 | 29 | 1 | 26 | 5 | 21 | 9 |
| | 97% | 3% | 84% | 16% | 70% | 30% |
| Aranjuez | 27 | 3 | 25 | 6 | 13 | 17 |
| | 90% | 10% | 81% | 19% | 43% | 57% |
| Posgrados | 27 | 3 | 25 | 6 | 14 | 16 |
| | 90% | 10% | 81% | 19% | 47% | 53% |
| Bosques del Norte | 26 | 4 | 26 | 5 | 18 | 12 |
| | 87% | 13% | 84% | 16% | 60% | 40% |
| Yarumos | 25 | 5 | 24 | 7 | 15 | 15 |
| | 83% | 17% | 77% | 23% | 50% | 50% |
| Milán - Planta Niza | 26 | 4 | 23 | 8 | 16 | 14 |
| | 87% | 13% | 74% | 26% | 53% | 47% |



| | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| La Nubia | 27 | 3 | 23 | 8 | 15 | 15 |
| | 90% | 10% | 74% | 26% | 50% | 50% |
| Promedio Manizales | 25 | 5 | 24 | 7 | 15 | 15 |
| | 83% | 17% | 77% | 23% | 50% | 50% |

3.1.3 Seguimiento mensual al máximo número consecutivo de días con lluvia y sin lluvia

En la Tabla 3 se presenta el máximo número de días consecutivos con lluvia y sin lluvia en Manizales. Los valores que aparecen resaltados en azul corresponden a conteos que iniciaron el mes inmediatamente anterior, mientras que los valores resaltados en amarillo corresponden a conteos que iniciaron en el transcurso del mes y terminaron en el mes siguiente. Los demás valores corresponden a conteos que iniciaron y terminaron en el mismo mes. Se aprecia entonces que los máximos registros de días consecutivos con lluvia se obtuvieron en el mes de abril, con un registro pico de 45 días en la estación Q. Palogrande – Ruta 30, en el centro de la ciudad, seguido de 28 y 25 días, ambos registros en estación del sector Norte (Bosques del Norte). En contraste, mayo registró los máximos valores de días consecutivos sin lluvia, en las estaciones ubicadas hacia el Occidente (Obs. Vulcanológico y Alcázares) y Nor-occidente (Emas y La Palma) de la ciudad, alcanzando los 10 días sin registrar lluvia.

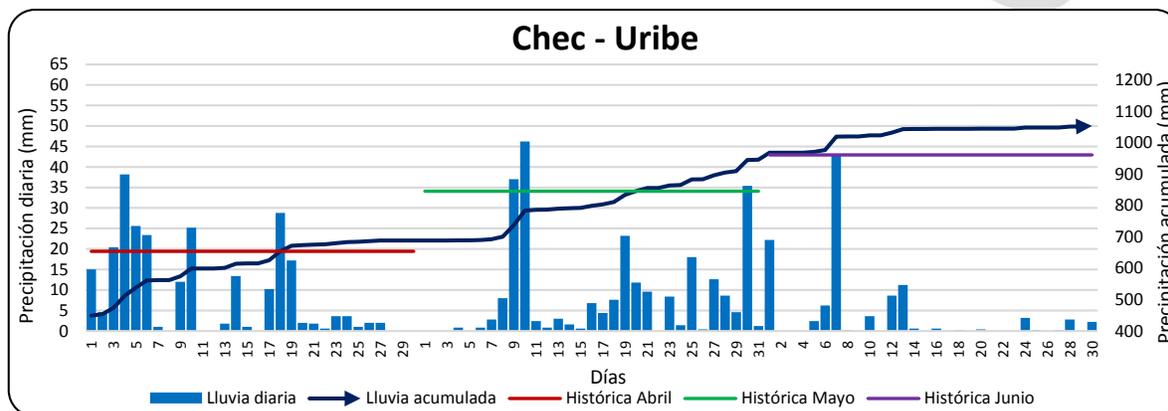
Tabla 3. Número de días consecutivos con lluvia y sin lluvia para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

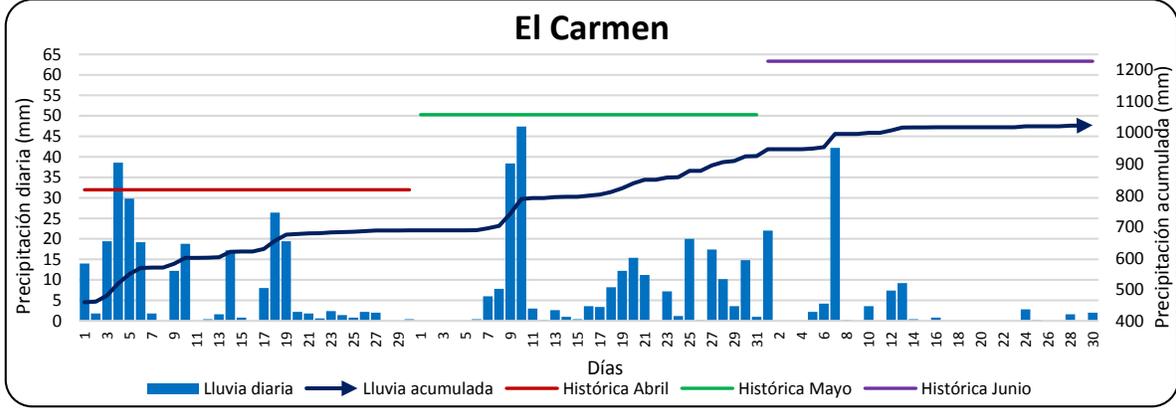
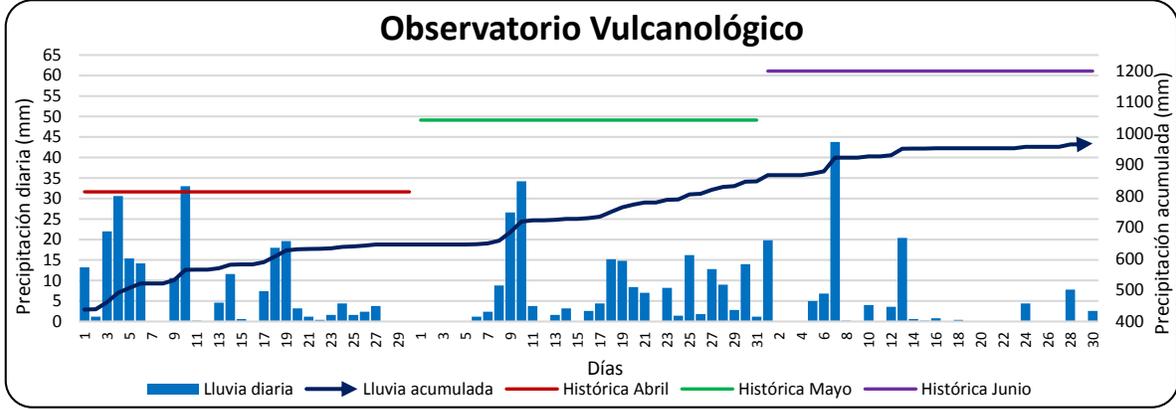
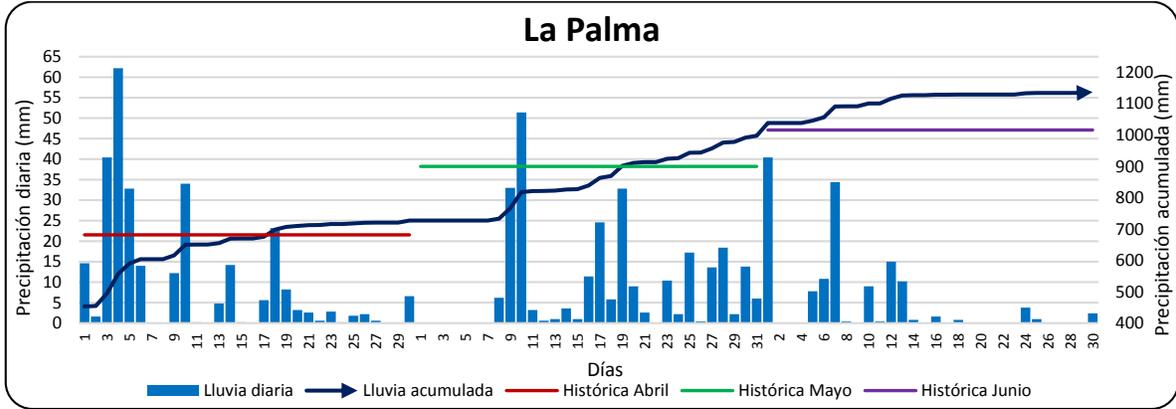
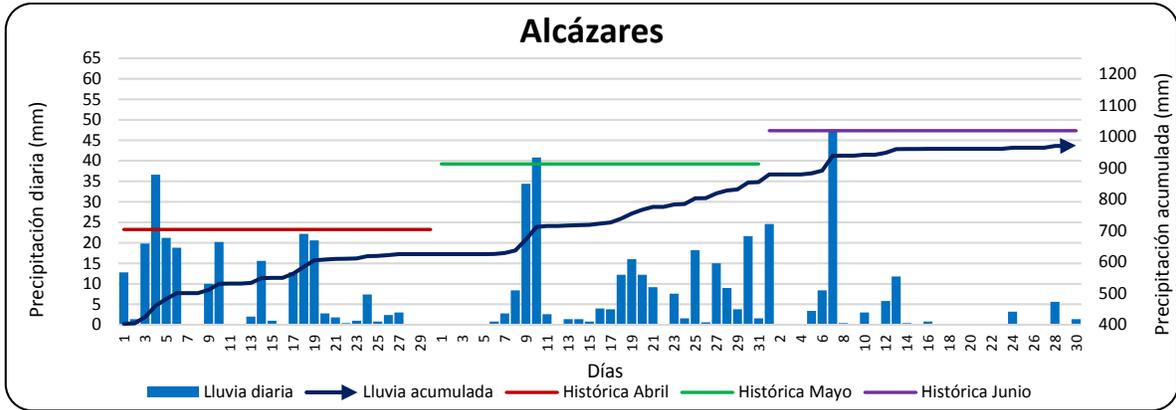
| Estaciones | Abril | | Mayo | | Junio | |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Con Lluvia | Sin Lluvia | Con Lluvia | Sin Lluvia | Con Lluvia | Sin Lluvia |
| Chec - Uribe | 11 | 3 | 16 | 6 | 10 | 3 |
| Alcázares | 11 | 3 | 16 | 8 | 10 | 7 |
| La Palma | 11 | 2 | 14 | 7 | 10 | 5 |
| Observatorio Vulcanológico | 11 | 3 | 9 | 10 | 5 | 2 |
| El Carmen | 11 | 2 | 16 | 5 | 10 | 7 |
| Emas | 11 | 3 | 15 | 9 | 10 | 5 |
| Hospital de Caldas | 11 | 2 | 9 | 6 | 10 | 7 |
| Q. Palogrande - Ruta 30 | 45 | 1 | 16 | 4 | 19 | 5 |
| Aranjuez | 11 | 1 | 16 | 5 | 10 | 5 |
| Posgrados | 11 | 1 | 15 | 5 | 10 | 7 |
| Bosques del Norte | 21 | 1 | 25 | 5 | 28 | 5 |
| Yarumos | 11 | 2 | 15 | 5 | 6 | 7 |
| Milán - Planta Niza | 15 | 1 | 15 | 6 | 7 | 7 |
| La Nubia | 17 | 1 | 15 | 6 | 6 | 5 |
| Promedio Manizales | 15 | 2 | 15 | 6 | 11 | 6 |
| Máximas Manizales | 45 | 3 | 25 | 10 | 28 | 7 |



3.1.4 Seguimiento diario de la precipitación

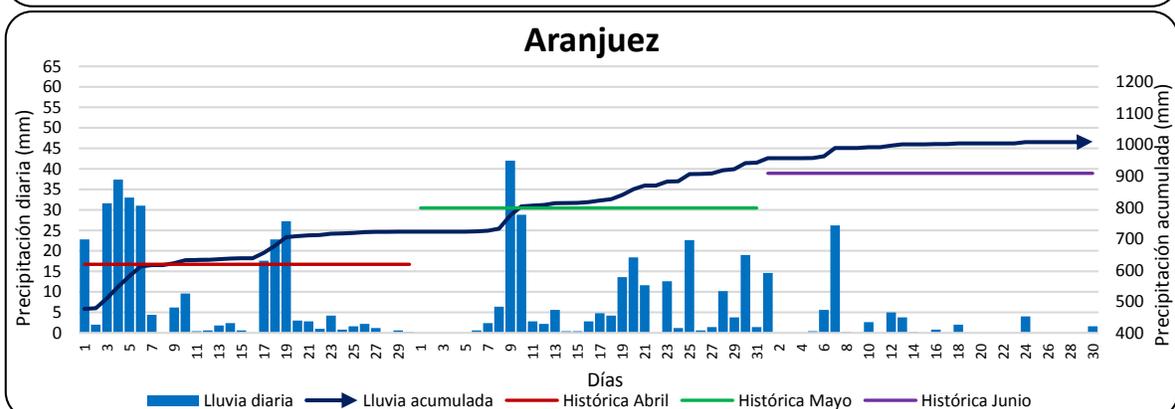
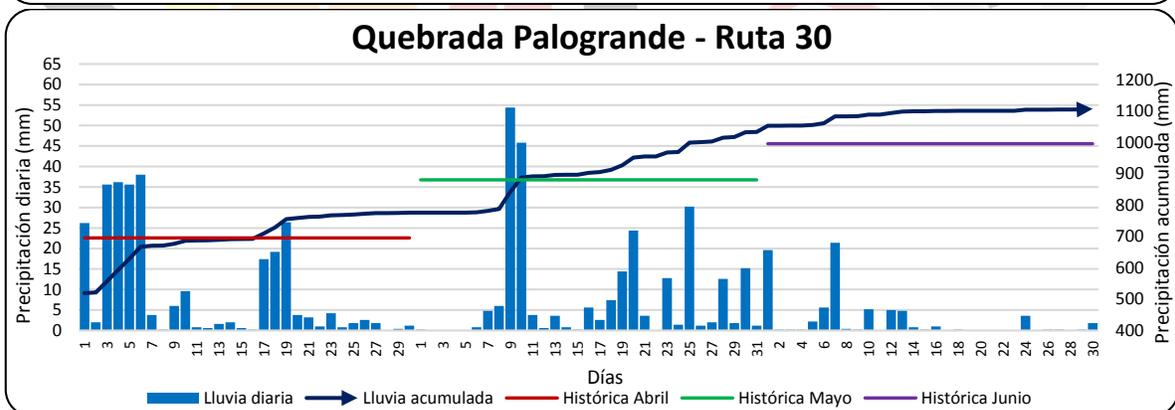
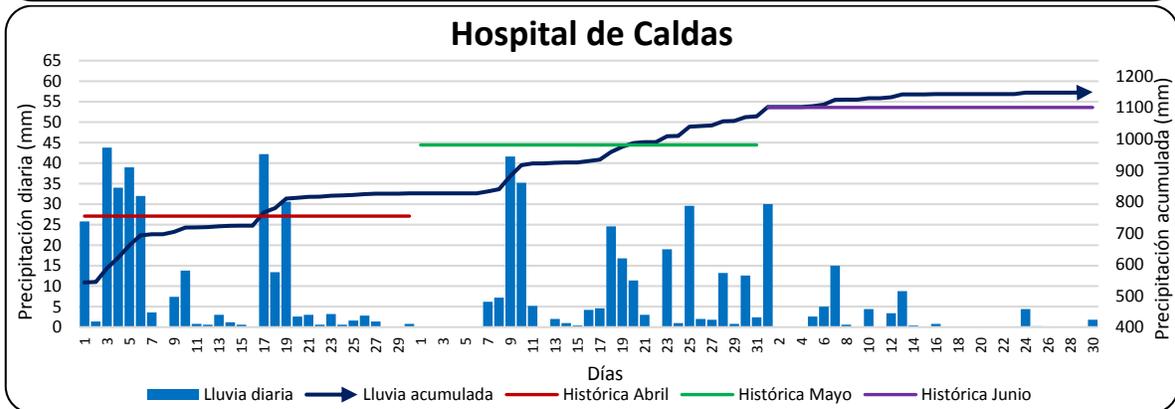
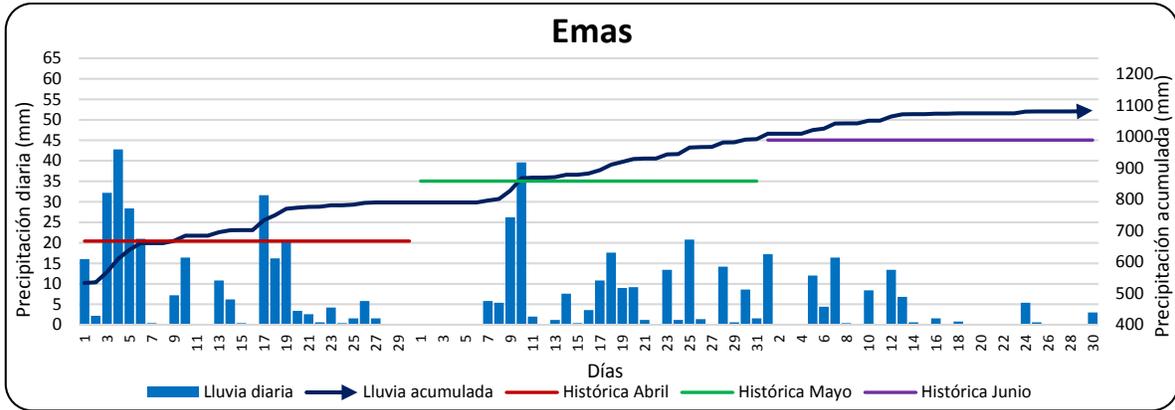
El comportamiento diario de la precipitación en la ciudad de Manizales durante el segundo trimestre de 2019 se registra en la Figura 12. Las barras azules indican la lluvia diaria y la línea azul oscura muestra el acumulado a lo largo del trimestre respectivo; además, se indican en líneas roja, verde y morada los niveles históricos promedios para los meses de abril, mayo y junio respectivamente. En la Figura 12 y la Tabla 4 se puede apreciar que el 29% (4 estaciones), presentaron los registros máximos diarios la primera semana de abril, el 57% (8 estaciones) registraron los máximos diarios la segunda semana de mayo y el 14% faltante en la primera semana de junio. El valor máximo diario registrado fue de 62.2 mm en La Palma y representó el 22% del total registrado para el mes de abril en dicha estación, mientras que los 38.8 mm registrados en Posgrados representaron el 18% del total en dicha estación para el mes de mayo. El acumulado de precipitación durante el segundo trimestre se mantuvo siempre por debajo de la media histórica en tres (3) estaciones (22%) ; en otras seis (6) estaciones (43%) se logró rebasar el promedio histórico entre la primera y segunda semana de abril y a partir de la segunda semana de mayo se mantuvo siempre por encima del promedio hasta finalizar el trimestre, en otras tres (3) estaciones (22%) se rebasó el promedio histórico en la tercera semana de abril y a partir de la tercera semana de mayo se mantuvo siempre por encima del promedio hasta el final del trimestre y en las dos estaciones restantes se rebasó el promedio histórico en la tercera semana de abril y en la última semana de mayo, pero en junio se mantuvo siempre por debajo (en Yarumos) o ligeramente fue rebasado hacia finales de mes de junio (en Posgrados). El acumulado máximo en el trimestre fue de 1242.8 mm en Bosques del Norte (norte), seguido de Hospital de Caldas (centro) con 1149.8 mm y La Palma (nor-occidente) con 1136.6 mm. El registro mínimo acumulado se obtuvo en Posgrados con 946 mm al centro-oriente de la capital caldense.

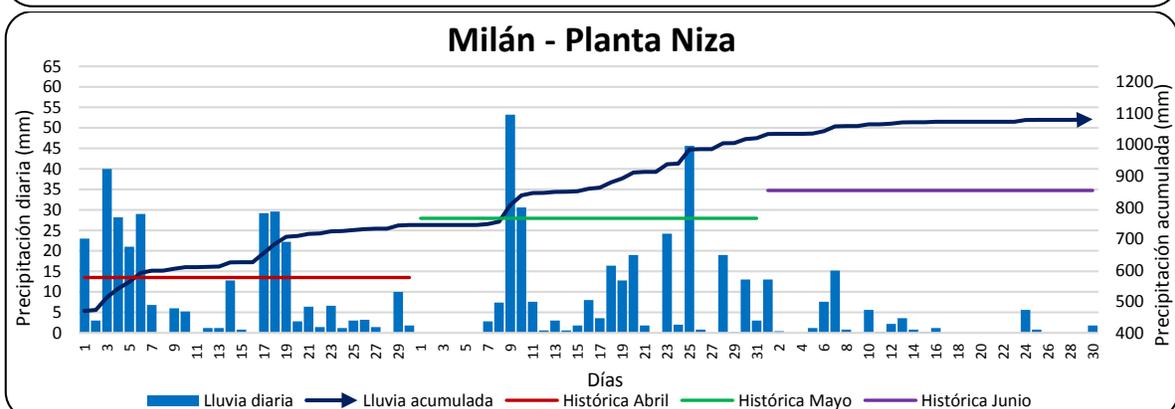
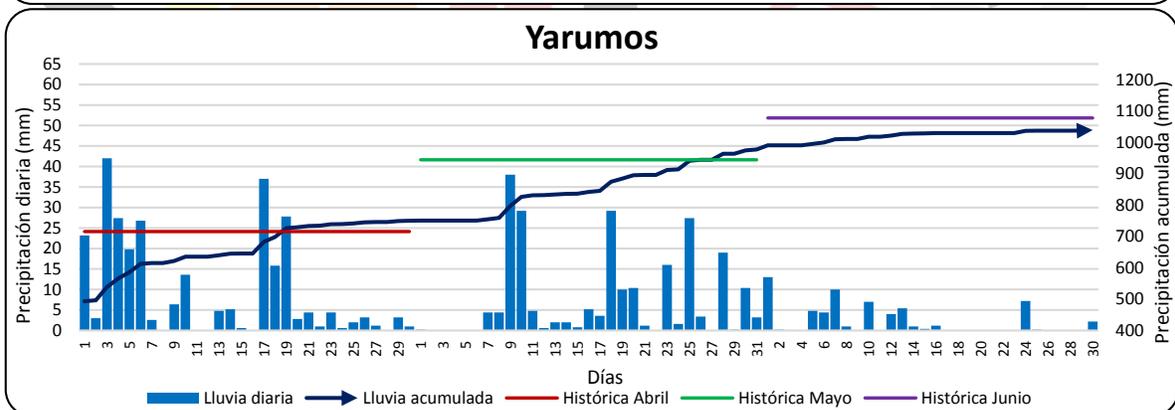
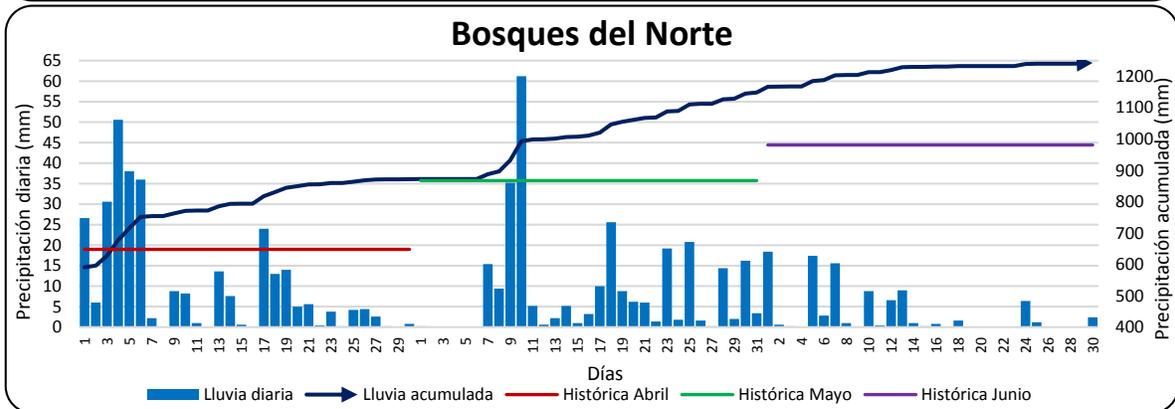
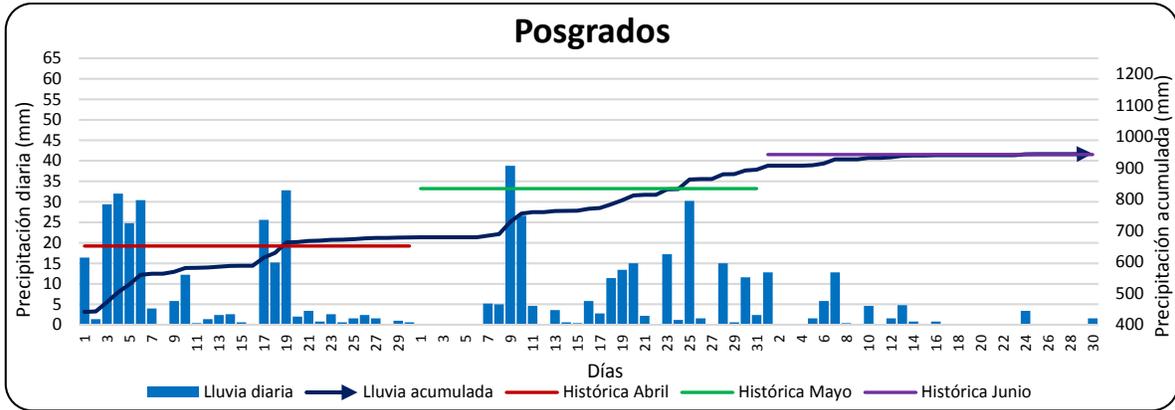






Boletín climatológico trimestral





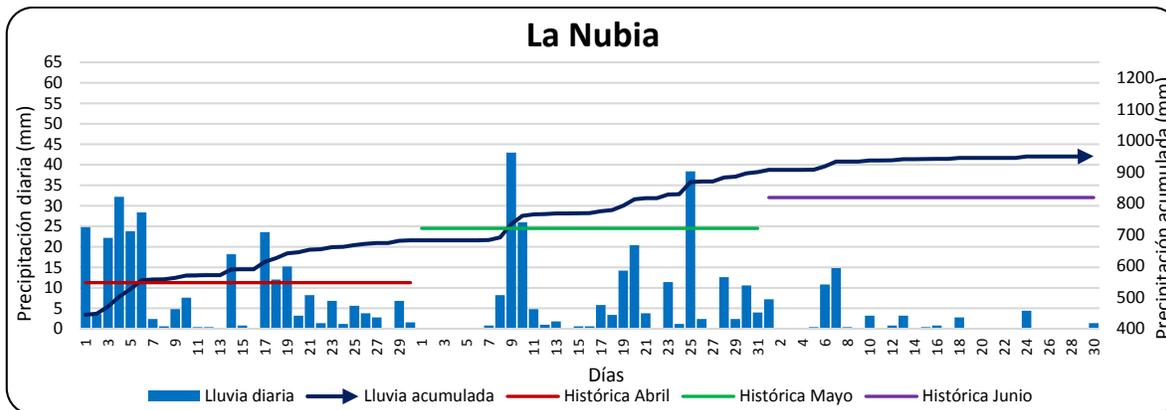


Figura 12. Comportamiento de la precipitación diaria por estación para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

3.1.5 Precipitaciones máximas diarias

Los registros máximos diarios de precipitaciones se obtuvieron en los meses de mayo (en un 57% - 8 estaciones), abril (29% - 4 estaciones) y junio (14% - 2 estaciones), como se aprecia en la Figura 13 y en la Tabla 4 que se muestra a continuación; el rango de valores de estos registros máximos de precipitaciones estuvo entre 38.8 mm en la estación Posgrados en el Centro de la ciudad y 62.2 mm en La Palma, en el sector nor-occidente.

Tabla 4. Precipitaciones máximas diarias en el segundo trimestre de 2019 en Manizales

| Estaciones | Segundo trimestre 2019 | |
|----------------------------|----------------------------------|------------|
| | Precipitación máxima diaria (mm) | Fecha |
| Chec - Uribe | 46.2 | 2019-05-10 |
| Alcázares | 47.6 | 2019-06-07 |
| La Palma | 62.2 | 2019-04-04 |
| Observatorio Vulcanológico | 43.8 | 2019-06-07 |
| El Carmen | 47.4 | 2019-05-10 |
| Emas | 42.8 | 2019-04-04 |
| Hospital de Caldas | 43.8 | 2019-04-03 |
| Q. Palogrande - Ruta 30 | 54.4 | 2019-05-09 |
| Aranjuez | 42.0 | 2019-05-09 |
| Posgrados | 38.8 | 2019-05-09 |
| Bosques del Norte | 61.2 | 2019-05-10 |
| Yarumos | 42.0 | 2019-04-03 |
| Milán - Planta Niza | 53.2 | 2019-05-09 |
| La Nubia | 43.0 | 2019-05-09 |
| Máxima Manizales | 62.2 | 2019-04-04 |



Las precipitaciones máximas diarias alcanzaron los registros más altos hacia el nor-occidente y norte de la ciudad (estaciones La Palma y Bosques del Norte) y los registros más bajos se concentraron hacia el centro, nor-oriente y sur de la ciudad (estaciones Posgrados, Yarumos y Aranjuez). El 64% (9 estaciones) registró valores máximos entre 40 mm y 50 mm; el 14% (2 estaciones) registró máximos entre 50 mm y 60 mm; otro 14% (2 estaciones) con registros entre 60 mm y 70 mm y solo el 7% (una estación) registró valores entre 30 mm y 40 mm, como se aprecia en los registros de la Tabla 4 y la Figura 13. El 36% (5 estaciones) registraron el día más lluvioso el 09 de mayo; seguidas del 22% (3 estaciones) que registraron el día más lluvioso el 10 de mayo; el 42% restante se dividió en tres partes iguales (dos estaciones cada una) con máximas registradas para el trimestre los días 03 y 04 de abril y 07 de junio.

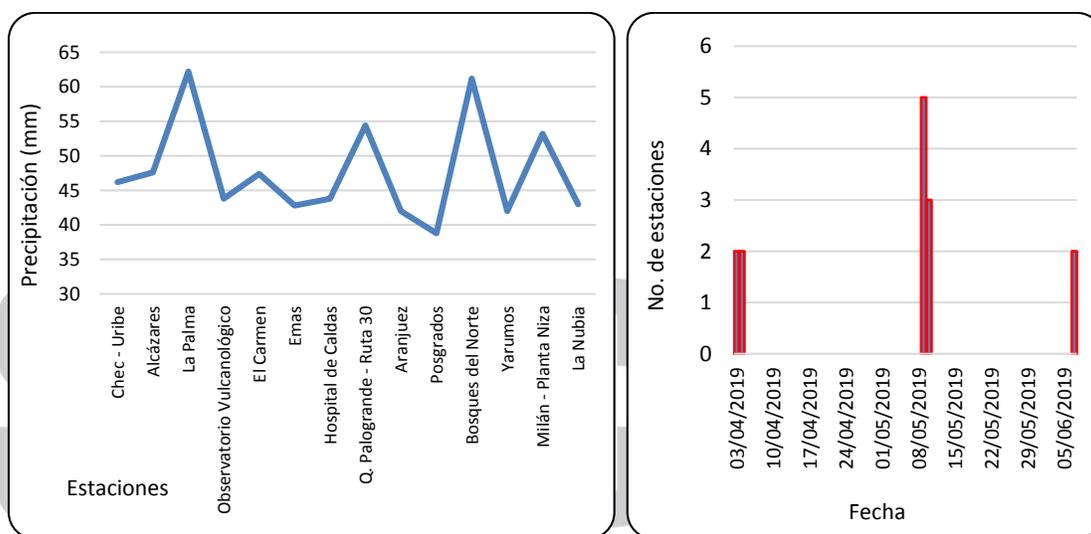


Figura 13. (a) Comportamiento de las precipitaciones máximas diarias en sentido occidente-oriental para el segundo trimestre de 2019 en Manizales. (b) Registros diarios máximos de lluvia ordenados cronológicamente

3.1.6 Seguimiento diario del indicador A25

En Manizales, los deslizamientos son el tipo de eventos desastrosos más recurrentes y, por tanto, la red de estaciones de monitoreo se diseñó para que permitiera realizar seguimiento a la precipitación, uno de los factores más relevantes que detona deslizamientos. En 1996, el holandés M. T. J. Terlien realizó una investigación en la ciudad de Manizales en la cual correlacionó ocurrencia de deslizamientos con acumulados de lluvia diaria. De allí se adoptó el indicador de lluvia antecedente de 25 días, denominado A25, el cual asocia un umbral de 200 mm, lo que significa que un acumulado de lluvia durante 25 días antecedentes cercano a los 200 mm, incorpora una alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos⁷.

⁷ Terlien, M. (1996). Modelling Spatial and Temporal Variations in Rainfall-Triggered Landslides. ITC (32).



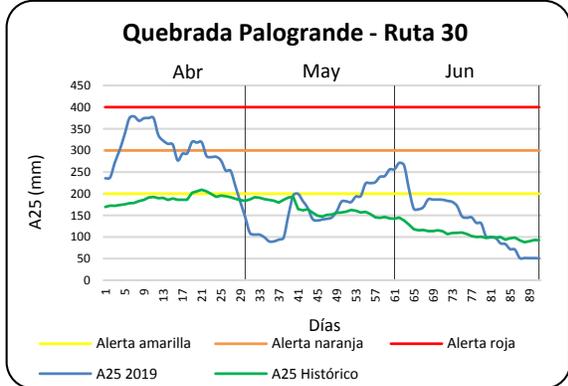
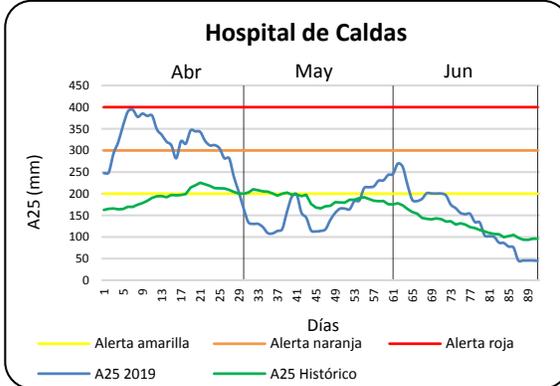
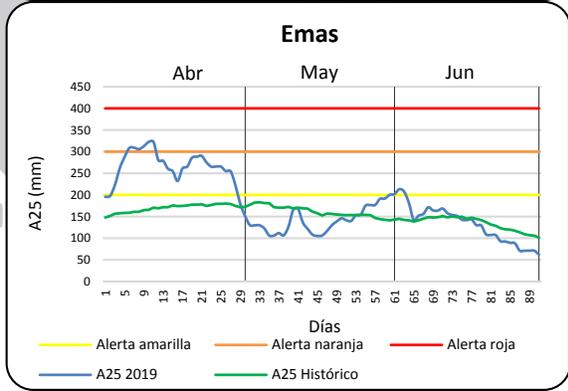
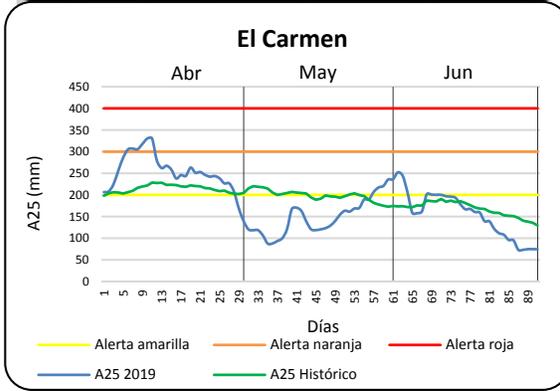
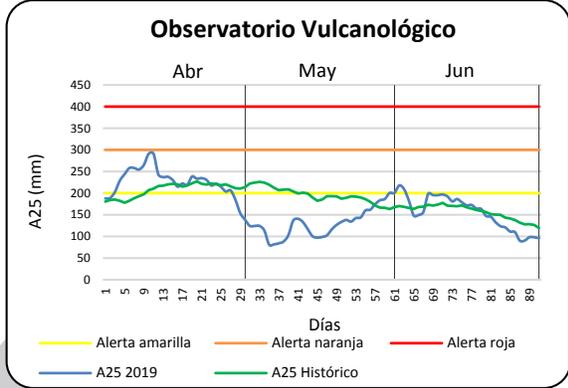
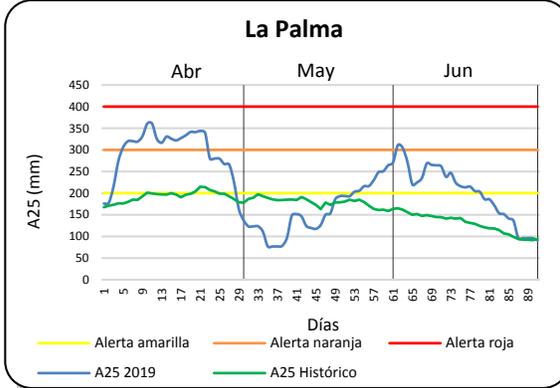
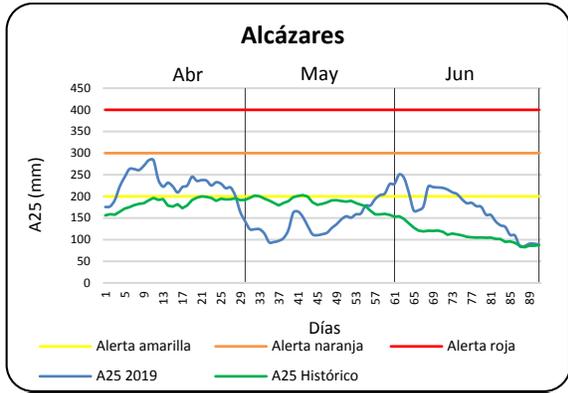
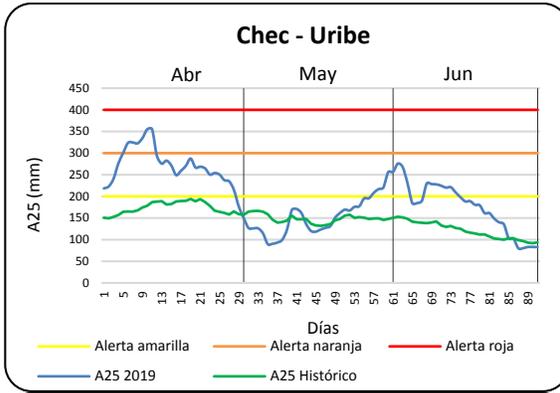
Este indicador, incorporado por el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, fue adoptado por la Unidad de Gestión del Riesgo (UGR, antes OMPAD) de Manizales e, incluso, la misma directiva, posteriormente, le asoció rangos a los umbrales que permitirían determinar en un momento dado niveles de alerta temprana en Manizales, como se muestra a continuación:

Tabla 5. Niveles de alerta según indicador A25 adoptados por la UGR-Manizales
Fuente: Elaboración propia

| Nivel de alerta | Rango A25 |
|-----------------|----------------------------|
| Amarilla | 200 mm \leq A25 < 300 mm |
| Naranja | 300 mm \leq A25 < 400 mm |
| Roja | A25 \geq 400 mm |

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del A25 durante el segundo trimestre de 2019 (línea azul), así como también el comparativo con el promedio histórico del A25 (línea verde) y se tienen marcadas las referencias de los umbrales relacionados en la Tabla 5. En términos generales, se aprecia que, **en la segunda semana de abril de 2019 se alcanzaron los valores máximos del trimestre** en trece (13) estaciones, solo en la estación Milán – Planta Niza (sector centro-oriente) se alcanzó el máximo en la tercera semana de abril. **En abril el 29% (4 estaciones) registraron el A25 por encima de la media histórica durante el mes, el 64% (9 estaciones) mantuvieron el A25 por encima de la media histórica hasta el transcurso de la cuarta semana** y solo en la estación Observatorio Vulcanológico no se vio tan marcada la diferencia a partir de la tercera semana del mes. El valor del **A25 estuvo por debajo de la media histórica en buena parte del mes de mayo, en todas las estaciones analizadas**, además, hacia **la tercera y cuarta semana del mes de junio también se mantuvo inferior a la media** en la mayoría de las estaciones, excepto en estaciones del occidente (Chec – Uribe y Alcázares) y nor-occidente de la ciudad (La Palma) donde igualó o estuvo ligeramente por debajo hacia final del trimestre.

Por otra parte, durante el segundo trimestre el 21% (3 estaciones) sobrepasaron los 200 mm acumulados en 25 días, el 71% (10 estaciones) sobrepasaron el umbral de los 300 mm y solo una estación (Bosques del Norte) ligeramente sobrepasó los 400 mm acumulados en los últimos 25 días; el 36% (5 estaciones) alcanzaron su registro máximo el 07 de abril, igual porcentaje lo alcanzaron el 11 de abril, el 14% (2 estaciones) registraron máximos el 10 de abril y las dos estaciones restantes registraron máximos el 09 y 21 de abril. **El valor máximo del A25 en el segundo trimestre fue de 401.6 mm en la estación Bosques del Norte**, al Norte de la ciudad (Tabla 6), conservando la misma posición del trimestre anterior.



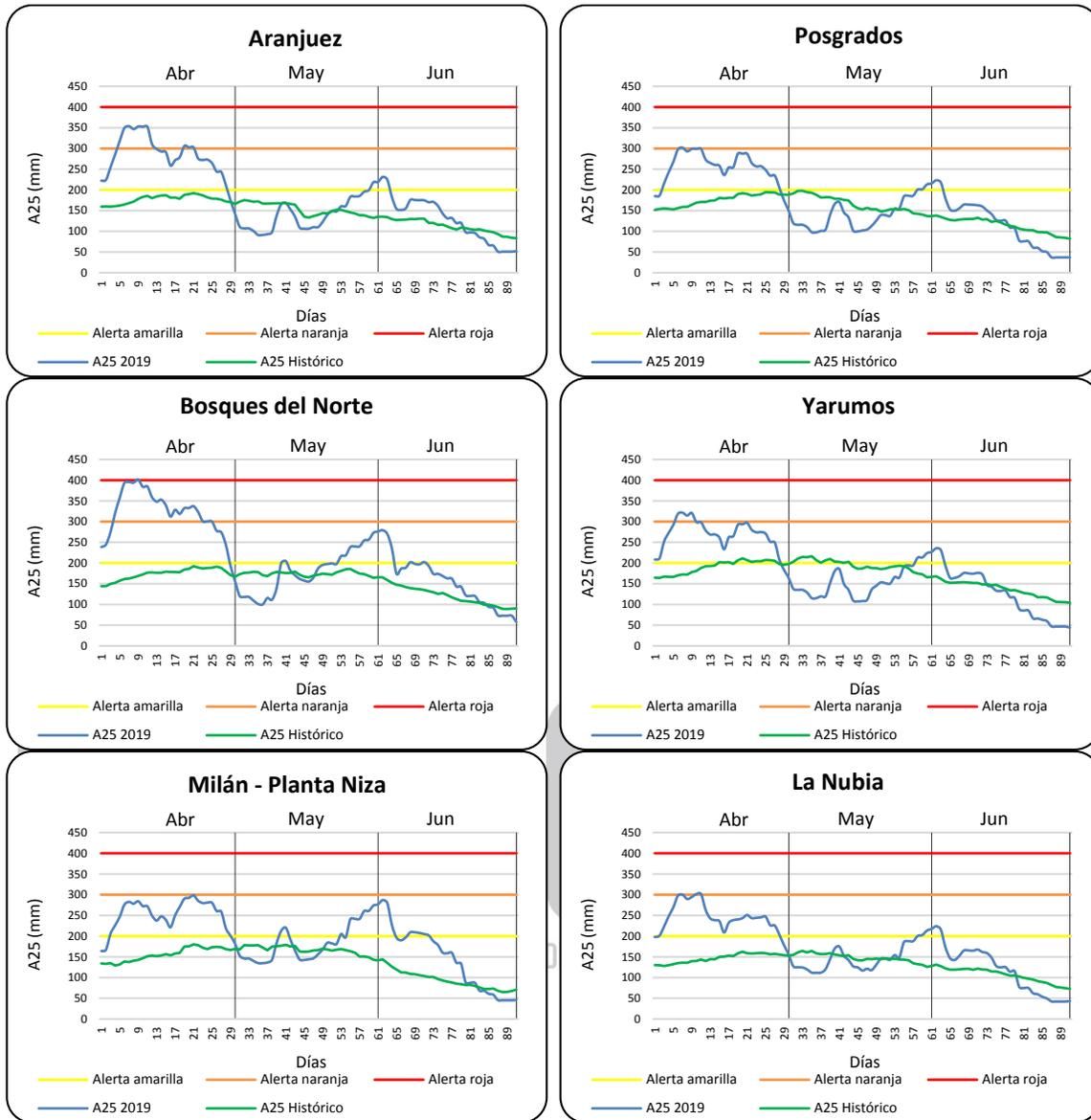


Figura 14. Comportamiento diario del A25 por estación para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

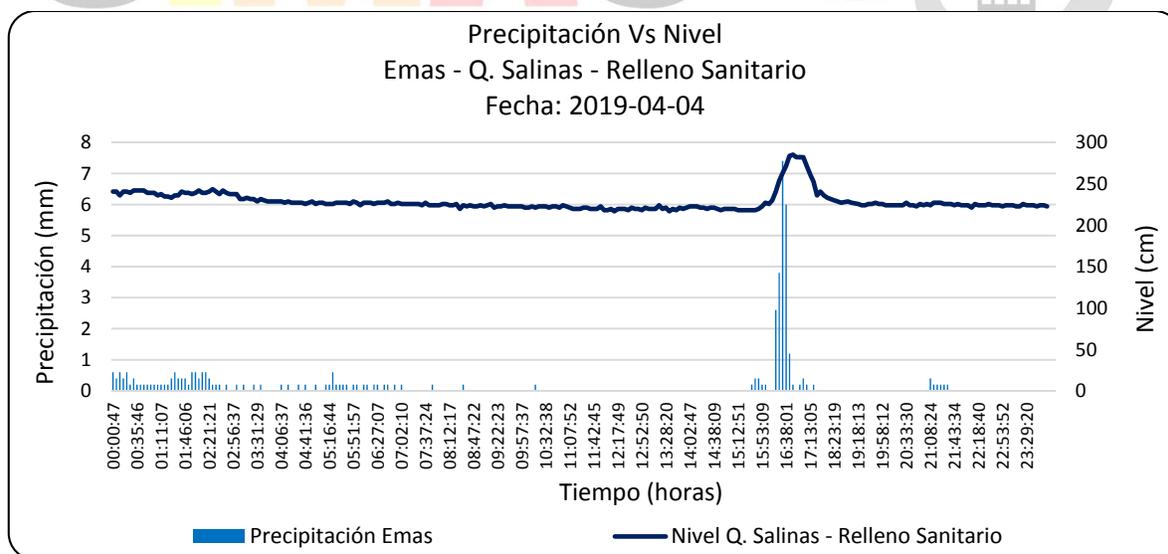


Tabla 6. Valores máximos del A25 para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

| Estaciones | Segundo trimestre 2019 | |
|-------------------------|------------------------|------------|
| | A25 máximo | Fecha |
| Chec - Uribe | 355.0 | 2019-04-10 |
| Alcázares | 283.8 | 2019-04-11 |
| La Palma | 360.6 | 2019-04-11 |
| Obs. Vulcanológico | 291.2 | 2019-04-11 |
| El Carmen | 330.4 | 2019-04-10 |
| Emas | 322.8 | 2019-04-11 |
| Hospital de Caldas | 393.8 | 2019-04-07 |
| Q. Palogrande - Ruta 30 | 378.4 | 2019-04-07 |
| Aranjuez | 354.0 | 2019-04-07 |
| Posgrados | 302.0 | 2019-04-07 |
| Bosques del Norte | 401.6 | 2019-04-09 |
| Yarumos | 321.6 | 2019-04-07 |
| Milán - Planta Niza | 298.6 | 2019-04-21 |
| La Nubia | 302.0 | 2019-04-11 |
| Máxima Manizales | 401.6 | 2019-04-09 |

3.1.7 Correlación entre lluvias y niveles en eventos aislados fuertes

En la Figura 15 se puede observar la correlación de precipitaciones máximas diarias en Manizales con el nivel en algunas quebradas, a manera de ejemplo.



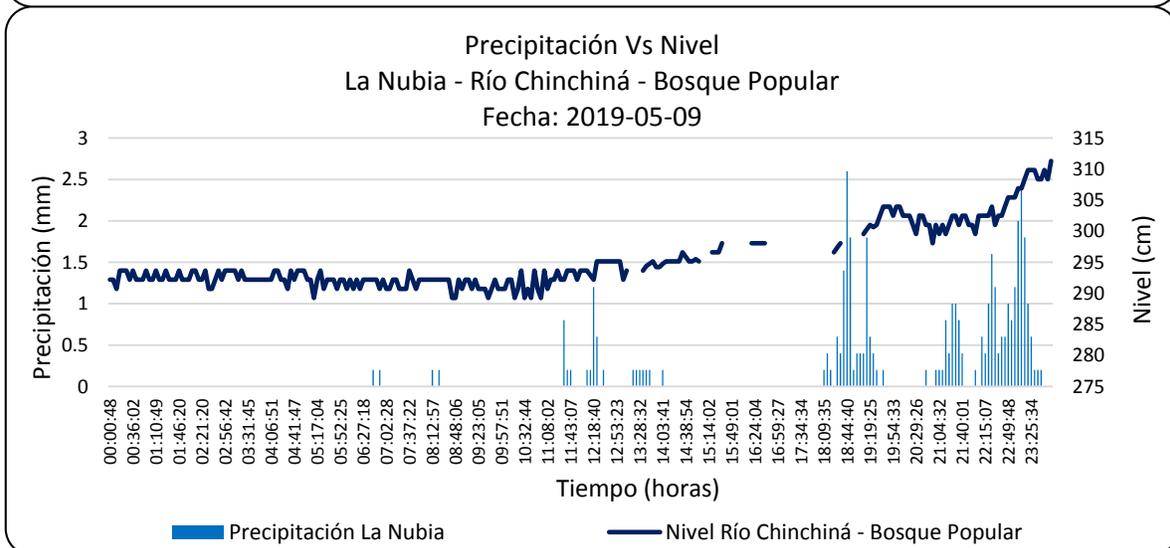
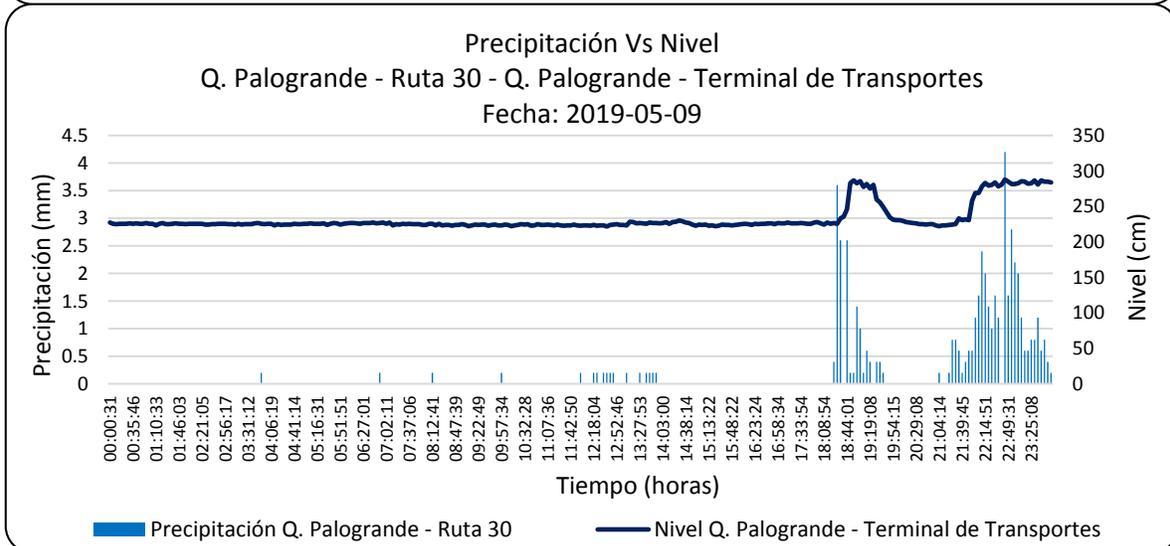
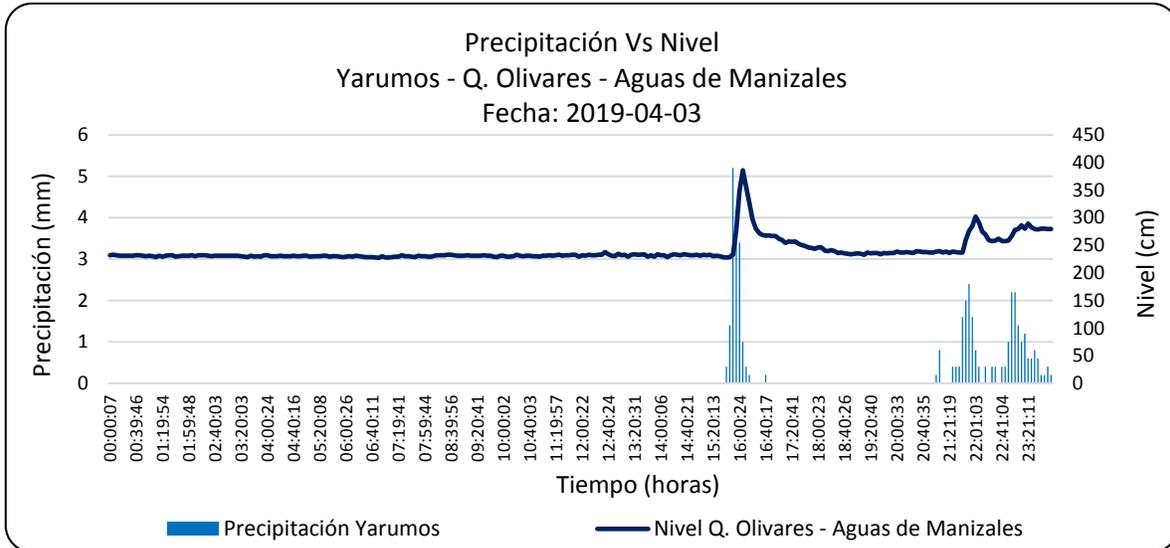




Figura 15. Correlación entre lluvia y nivel en algunas quebradas para días específicos donde se presentaron eventos fuertes o representativos durante el día en Manizales

Se destaca el tiempo que transcurre, generalmente unos minutos, desde que se empieza a manifestar la lluvia hasta que se registra el pico de la creciente. Este es un dato muy importante para la estimación de tiempos de concentración de las cuencas y otros parámetros indispensables en el diseño de obras y en el establecimiento de umbrales de alerta temprana.

3.2 TEMPERATURA

Para el segundo trimestre de 2019 en el municipio de Manizales, los valores máximos de temperatura del aire se registraron los días 05 de mayo (Observatorio Vulcanológico y La Nubia) y 01 de mayo (La Palma), estaciones ubicadas estratégicamente a diferentes altitudes; mientras que los valores mínimos se presentaron los días 10 de mayo (Observatorio Vulcanológico) y 08 de junio (La Nubia y La Palma), como se puede apreciar en la Tabla 7 y en la Figura 16.

Tabla 7. Temperaturas para el segundo trimestre de 2019 en tres puntos estratégicos de Manizales, en °C

| Altitud (m.s.n.m.) | Estaciones | Máxima | Media | Mínima |
|--------------------|----------------------------|--------|-------|--------|
| 2226 | Observatorio Vulcanológico | 24.2 | 16.8 | 12.7 |
| 2092 | La Nubia | 25.7 | 17.9 | 12.9 |
| 1967 | La Palma | 25.6 | 18.0 | 13.5 |

3.2.1 Seguimiento diario de la temperatura

En la Figura 16 se muestra el seguimiento diario del trimestre (abril, mayo y junio) del año 2019 de las temperaturas máximas (línea roja), medias (línea verde) y mínimas (línea azul), en °C, para las tres estaciones analizadas.



Boletín climatológico trimestral

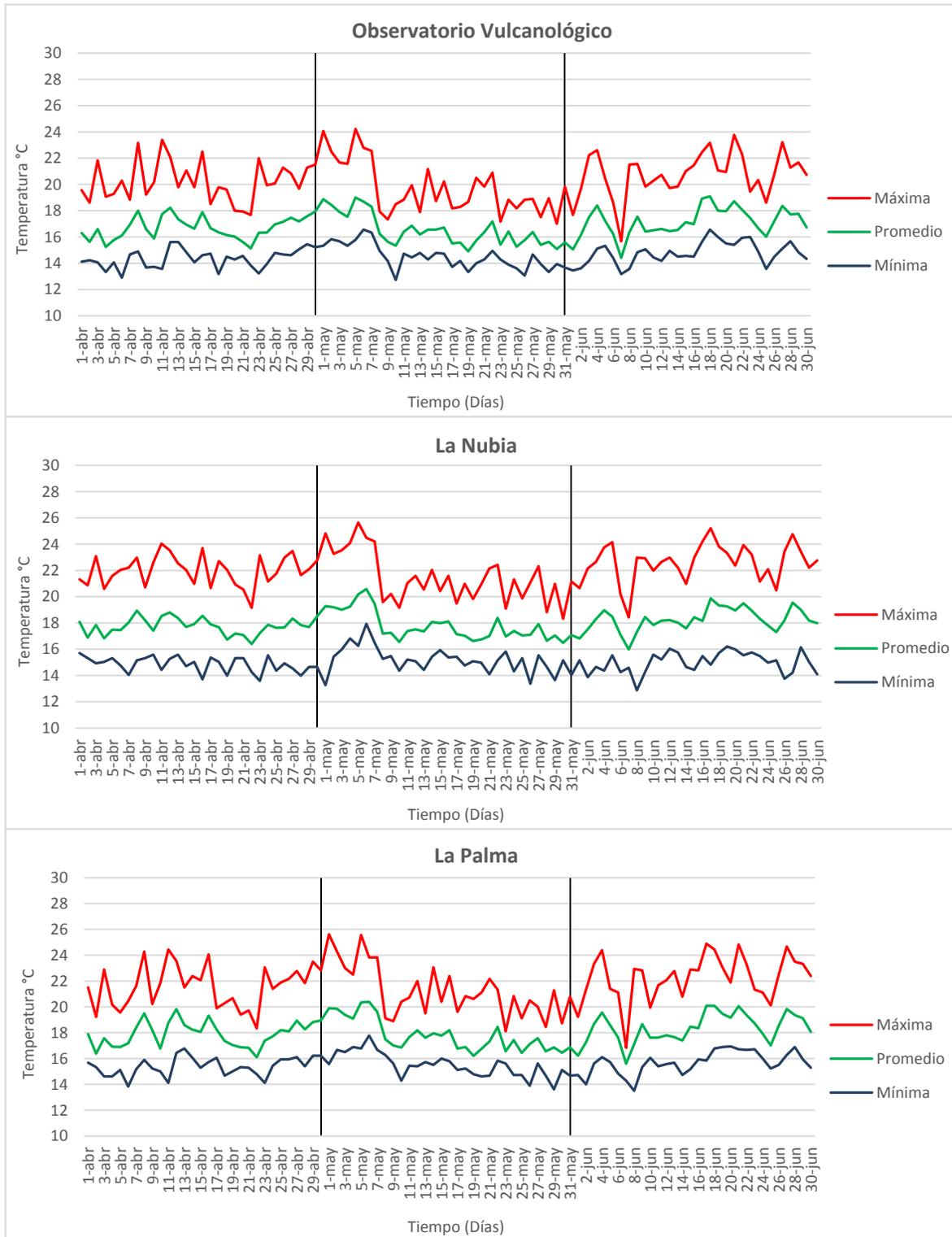


Figura 16. Comportamiento diario de la temperatura en tres estaciones representativas para el segundo trimestre de 2019 en Manizales



3.2.2 Seguimiento mensual de la temperatura por estación

En la Figura 17 se muestra el seguimiento mensual de la temperatura media para el segundo trimestre de 2019 y el último año, en donde la línea verde corresponde a la temperatura media del último año (2018), la línea naranja a la temperatura media del año en curso (2019) y la línea azul a la temperatura media histórica.

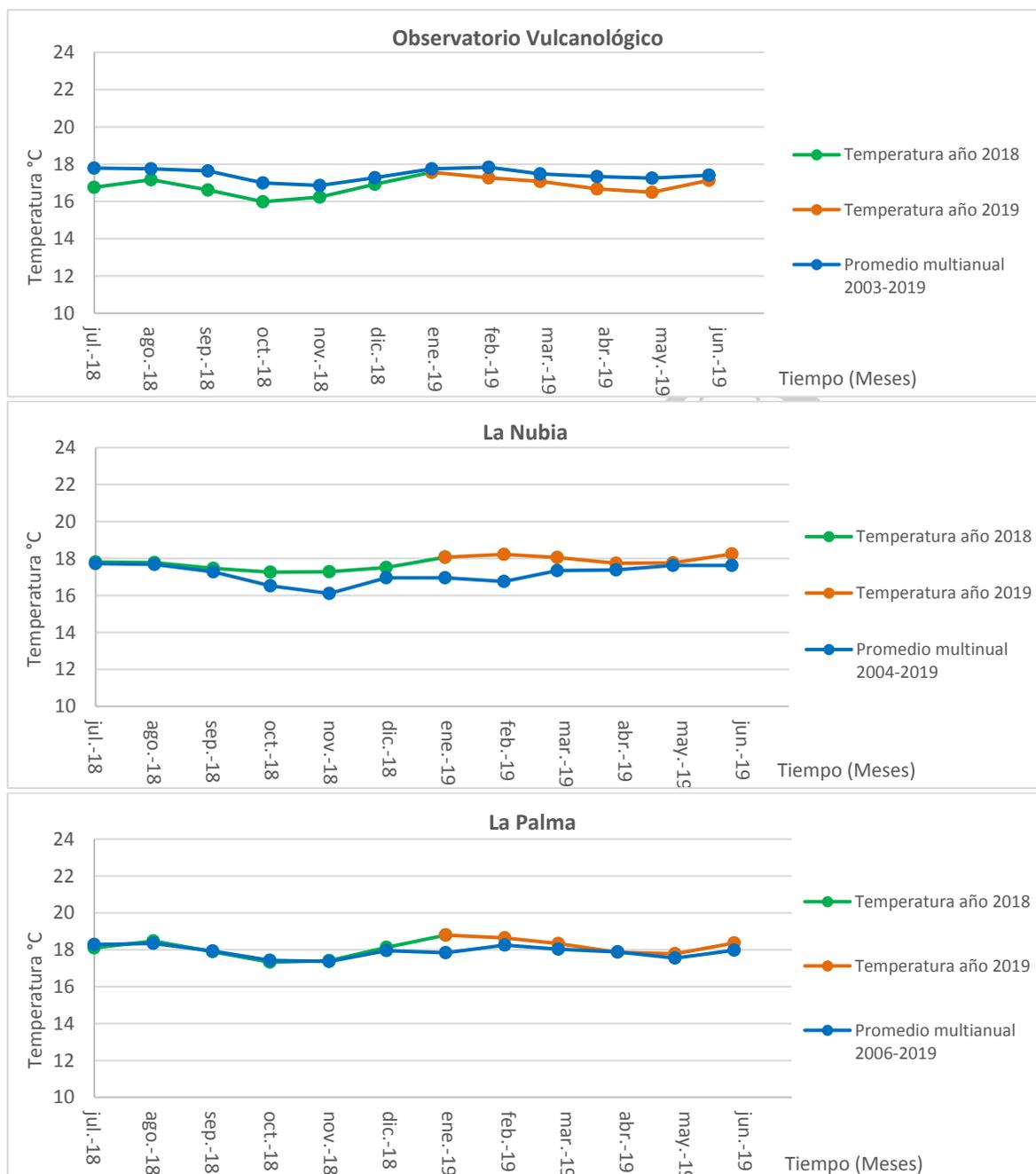


Figura 17. Comportamiento mensual de la temperatura media en tres estaciones representativas para el segundo trimestre de 2019 en Manizales



3.2.3 Seguimiento mensual de la temperatura en las tres estaciones simultáneamente

En la Figura 18 se muestra el seguimiento mensual simultáneo de la temperatura en las tres estaciones indicadas para el segundo trimestre de 2019. Como se mostró en la Tabla 7, las estaciones analizadas están ubicadas a diferentes altitudes; esta situación se ve reflejada en la Figura 18, puesto que los valores máximos de temperatura se presentan en la estación ubicada a menor altitud (La Palma) y los mínimos a mayor altitud (Observatorio Vulcanológico), lo cual es lógico.

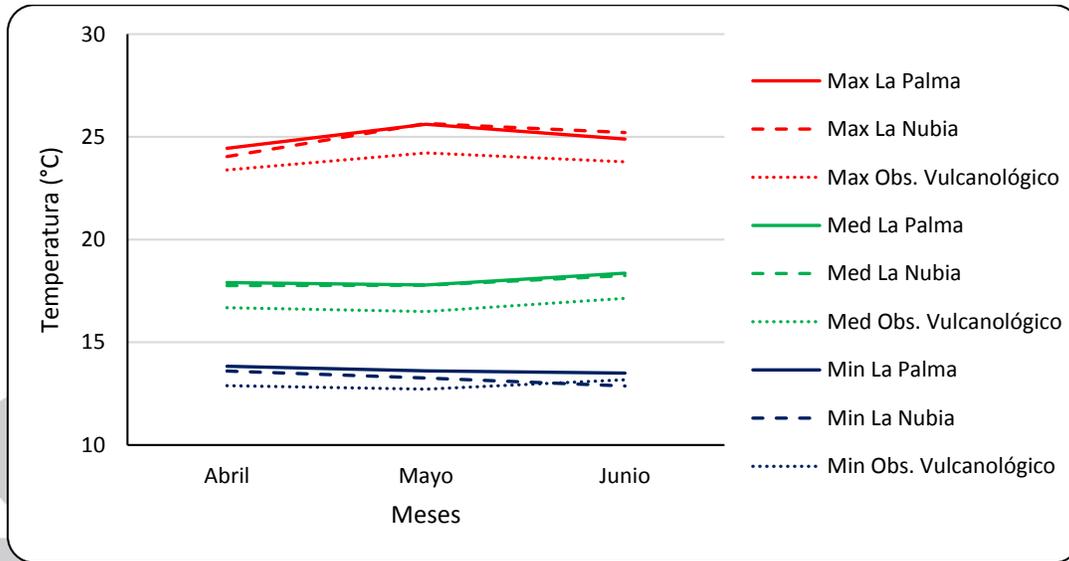


Figura 18. Comportamiento simultáneo mensual de la temperatura en tres estaciones representativas para el segundo trimestre de 2019 en Manizales

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

3.2.4 Ciclo diario de la temperatura

En la Figura 19 se presenta el ciclo diario de la temperatura para el segundo trimestre del 2019 en tres (3) puntos estratégicos de la ciudad de Manizales, en donde la línea azul corresponde al promedio por horas en cada estación para el segundo trimestre de 2019 y la línea naranja corresponde al promedio histórico por horas en cada estación; estas gráficas se calculan promediando los valores tomados de hora en hora para ver el comportamiento de la temperatura durante el día. Se puede apreciar que la estación Observatorio Vulcanológico presenta una disminución en los valores de temperatura, en la mañana y tarde, comparados con los registros históricos de temperatura, mientras que en la estación La Palma se evidencia un ajuste muy bueno durante la madrugada y la mañana y la estación La Nubia presenta valores para 2019 por encima de la media histórica durante la mayor parte del día, más marcada la diferencia en horas de la madrugada y noche. Es de anotar, que los registros están influenciados por la longitud de la serie de datos que se tenga.

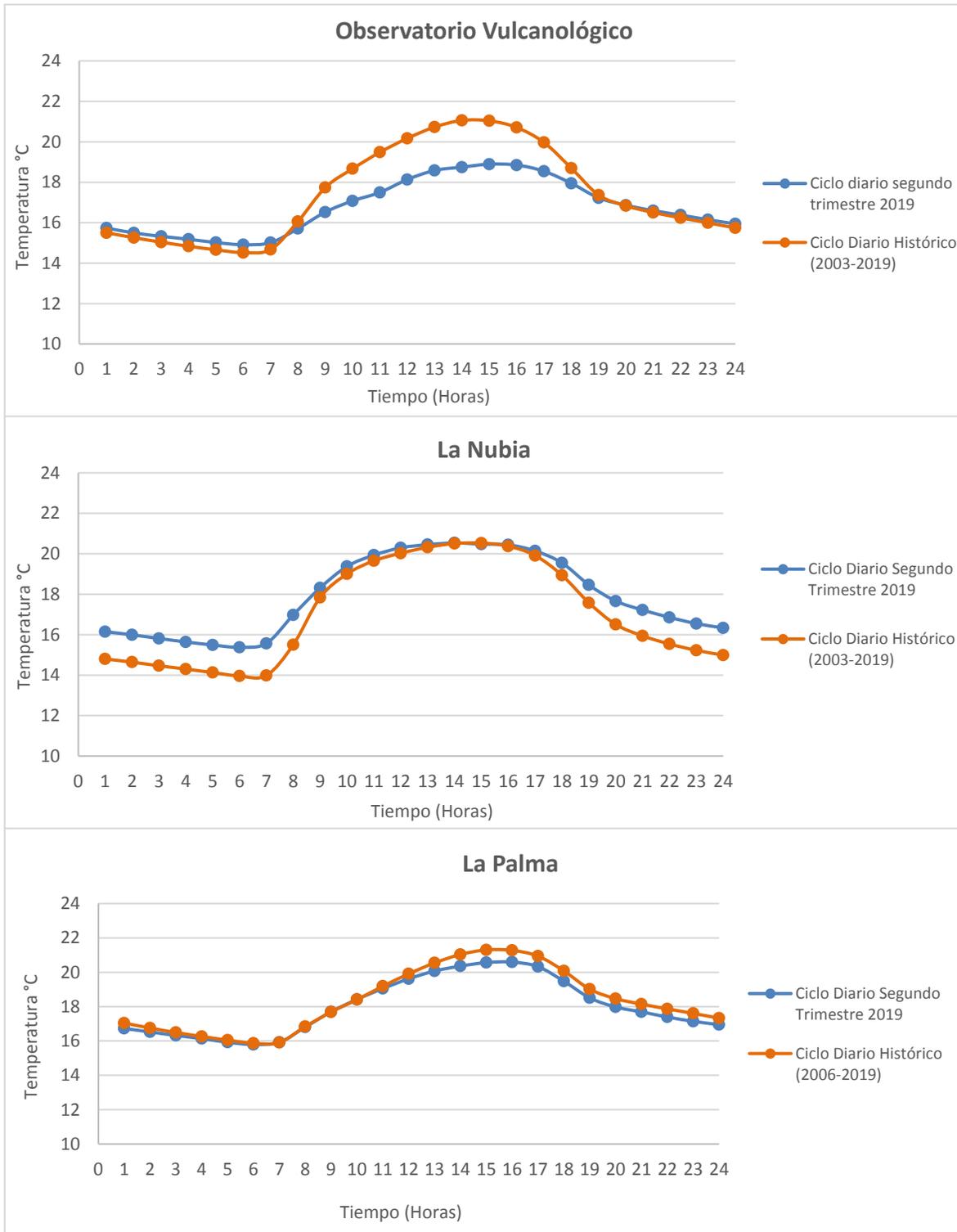


Figura 19. Ciclo diario de la temperatura media en tres estaciones representativas para el segundo trimestre de 2019 en Manizales



4 CONDICIONES DE MACROESCALA EN RELACIÓN CON PRONÓSTICOS DE LLUVIA Y TEMPERATURA Y LA POSIBLE MANIFESTACIÓN DEL ENOS (EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR) EN SU FASE NIÑO EN LOS PRÓXIMOS MESES

Es conocido que la manifestación de temporadas de lluvias más altas o menos altas de lo normal en nuestro trópico andino se da en función de la presencia o no de fenómenos de **variabilidad climática**, entre los cuales el más conocido es **el ENOS (El Niño Oscilación del Sur) o Fenómeno del Niño**, en sus fases **Niño** (en nuestra región, menos lluvias, sequías) y **Niña** (en nuestra región, más lluvias, crecidas, inundaciones).

Si bien son varios los indicadores que se utilizan (por parte de entidades como la Organización Meteorológica Mundial – OMM, el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño, con sede en Guayaquil – Ecuador – CIIFEN, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM) para pronosticar este fenómeno, el más utilizado es el de la **Temperatura de la Superficie del Mar (TSM)** en °C y su valor con respecto al valor medio histórico; si su diferencia es **mayor que cero** se habla de **anomalía positiva** y de la probabilidad de que se manifieste el fenómeno en su **fase Niño** en caso de que dicha anomalía sea mayor a 0.5 °C en forma continua durante por lo menos cinco meses; si es **menor que cero** se habla de **anomalía negativa** y de la probabilidad de que se manifieste el fenómeno en su **fase Niña**, igual que en la condición anterior, en caso de que dicha anomalía sea mayor a 0.5 °C en forma continua durante por lo menos cinco meses.

La Figura 20 del IDEAM, que se muestra a continuación, ilustra lo mencionado anteriormente.



Figura 20. Ilustración del IDEAM sobre el Fenómeno de El Niño

Se adjunta enseguida un reporte del CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño, con sede en Guayaquil – Ecuador), acerca de lo que se espera en cuanto a lluvias y a temperaturas en nuestra región en el trimestre julio, agosto y septiembre de 2019:

“Pronóstico Estacional Sudamérica julio, agosto y septiembre de 2019

Síntesis regional: precipitación

Del análisis estadístico de las estaciones de los Servicios Meteorológicos de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Paraguay, 617 de temperatura y 1389 de precipitación, se estima que durante el período Julio - Septiembre 2019 existen **mayores probabilidades de lluvia por sobre lo normal**, en ciertas localidades en Venezuela en el extremo central y **la región amazónica en Colombia** en la región andina sur del Ecuador en la región costera y andina central y sur del Perú en ciertas localidades en el territorio boliviano y desde el sur de Biobío hasta la costa de Aysén y gran parte de Magallanes en Chile. **Mayores probabilidades de lluvia bajo lo normal** en ciertas localidades en Venezuela en gran parte de costa y **a lo largo de la estribación occidental**



de los Andes en Colombia en la región costera y andina central del Ecuador en los departamentos de Piura, Cajamarca, Tumbes y Lambayeque en Perú y desde la Región de Coquimbo hasta la Región de O'Higgins en Chile.

Síntesis regional: temperatura

Mayor probabilidad de Temperatura Máxima sobre lo normal en diversas localidades en Venezuela, **en la región andina de Colombia**, en la región costera y andina de Ecuador, en la región andina de Perú, la región occidental central sur en Bolivia y desde el interior de Antofagasta hasta la Región del Maule en Chile.

Se estiman probabilidades de **Temperatura Mínima bajo lo normal** en algunos puntos de la región andina y costera de Ecuador en la región costera sur de Perú en la región occidental sur en Bolivia y en la región Costa del Norte Grande”.

Nota de advertencia:

El usuario debe considerar este pronóstico como una referencia que utiliza la estadística de alrededor de 1000 estaciones meteorológicas en 9 países de la región, para estimar las mayores probabilidades de que existan precipitaciones por encima o debajo del promedio histórico **EN LOS TRES MESES DE PRONÓSTICO**, es decir, las condiciones más probables a lo largo de estos tres meses.

Este producto es útil como una referencia de más largo plazo en el tiempo, pero es necesario aclarar que no se consideran eventos extremos puntuales y de corta duración que pudieran ocurrir en los distintos países. Este producto es desarrollado por los Servicios Meteorológicos Nacionales (en nuestro caso el IDEAM), siendo ellos la fuente primaria de información. Excepto para Argentina y Brasil cuya información fue obtenida del Modelo Probabilistic Multi-Model Ensemble de la OMM.”

Por otra parte, el IDEAM en su **Boletín de predicción climática y recomendación sectorial No. 293** del 9 de julio de 2019, **para el trimestre julio, agosto y septiembre JAS 2019**, dice:

“CLIMATOLOGÍA

En la región Caribe (Norte y Centro) desde agosto se marca el inicio de la temporada de lluvias del año, situación favorecida por la ubicación septentrional de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), el tránsito de ondas del Este y la actividad ciclónica en el mar Caribe; al Sur de la región persisten volúmenes importantes de lluvia. **En la región Andina se transita de una temporada de menos lluvias hacia volúmenes más importantes que se registran en septiembre.** En la Orinoquía continúan los aportes significativos de lluvias, con valores un poco más bajos a los observados durante el trimestre JJA. Al Sur de la Amazonía se presentan volúmenes bajos y el tránsito



paulatino hacia volúmenes inferiores en sectores del Centro y Occidente de la región. Sobre el Pacífico colombiano persisten valores altos de lluvia.

PREDICCIÓN

Se estiman **condiciones de lluvia por debajo de los valores medios en amplios sectores de las regiones Caribe y Andina**, exceptuando el Urabá, así como el Nororiente de Cundinamarca y sectores del Sur y Oriente de Boyacá. Los volúmenes de lluvia por encima de los promedios se presentarían entre el centro y sur de la Orinoquía, y en amplios sectores de Amazonas, Putumayo, Caquetá y Guaviare.

En el resto del país, se esperan lluvias dentro de los valores típicos del trimestre normales”.

En relación específica con la posibilidad esperada desde mediados del año 2018 de un fenómeno del Niño, el mismo CIIFEN expide en julio de 2019 un BOLETÍN CIIFEN denominado **EL NIÑO Y LA NIÑA EN AMÉRICA LATINA**, en el cual plantea en cuanto a **Evolución y Perspectivas** lo siguiente:

“Durante el mes de junio el Pacífico ecuatorial evidenció el debilitamiento de las anomalías cálidas y, aunque los vientos zonales evidenciaron anomalías del oeste, las condiciones tienden a la neutralidad (ni Niño ni Niña). La costa de Sudamérica muestra gradual enfriamiento de la temperatura del mar y el fortalecimiento de los Vientos Alisios en respuesta al ciclo estacional.

Los modelos sugieren el retorno a condiciones normales en el Pacífico Tropical. El pronóstico climático para los próximos meses prevé precipitaciones por debajo de lo normal en Centroamérica y Norte de Sudamérica y lluvias por encima del promedio en la región amazónica y sureste de Sudamérica”.

(La negrilla es nuestra)

FUENTES:

IDEAM. Boletín de predicción climática y recomendación sectorial No. 293. 9 de julio de 2019. Trimestre julio, agosto y septiembre:

http://www.ideam.gov.co/documents/21021/79336843/07_Bolet%C3%ADn_Predicci%C3%B3n_Climateca_Julio_2019.pdf/93bb3cbd-d025-4670-98ba-c166b57537c6?version=1.0

CIIFEN. Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica julio - septiembre 2019:

https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.ciifen.org/images/stories/pronostico_est/Pronostico_Estacional_Sudamerica_JAS_2019.pdf



Boletín climatológico trimestral



CIIFEN. Boletín EL NIÑO Y LA NIÑA EN AMÉRICA LATINA. Julio de 2019:

https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.ciifen.org/images/stories/boletinciifen//Boletin_CIIFEN_Julio_2019.pdf

