UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEA

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS - SIMAC

Boletín Climatológico TRIMESTRAL
-Primer Trimestre de 2020-

Abril de 2020

Boletín Climatológico TRIMESTRAL
-Primer Trimestre de 2020-

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

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 **primer boletín climatológico trimestral del SIMAC para el año 2020 (meses de enero, febrero y marzo)**, 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 del aire** 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 cinco (85) estaciones transmisoras- que monitorean diversas variables, entre ellas la temperatura y la precipitación cada cinco (5) minutos y tele transmiten esos datos a estaciones centrales en tiempo real[1,2,3,4,5,6,7]. 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.

SIMAC
SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

[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.
[7] Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, IDEA, Boletín ambiental 160 (2019). Aforos líquidos en ríos y quebradas de Manizales y del departamento de Caldas.

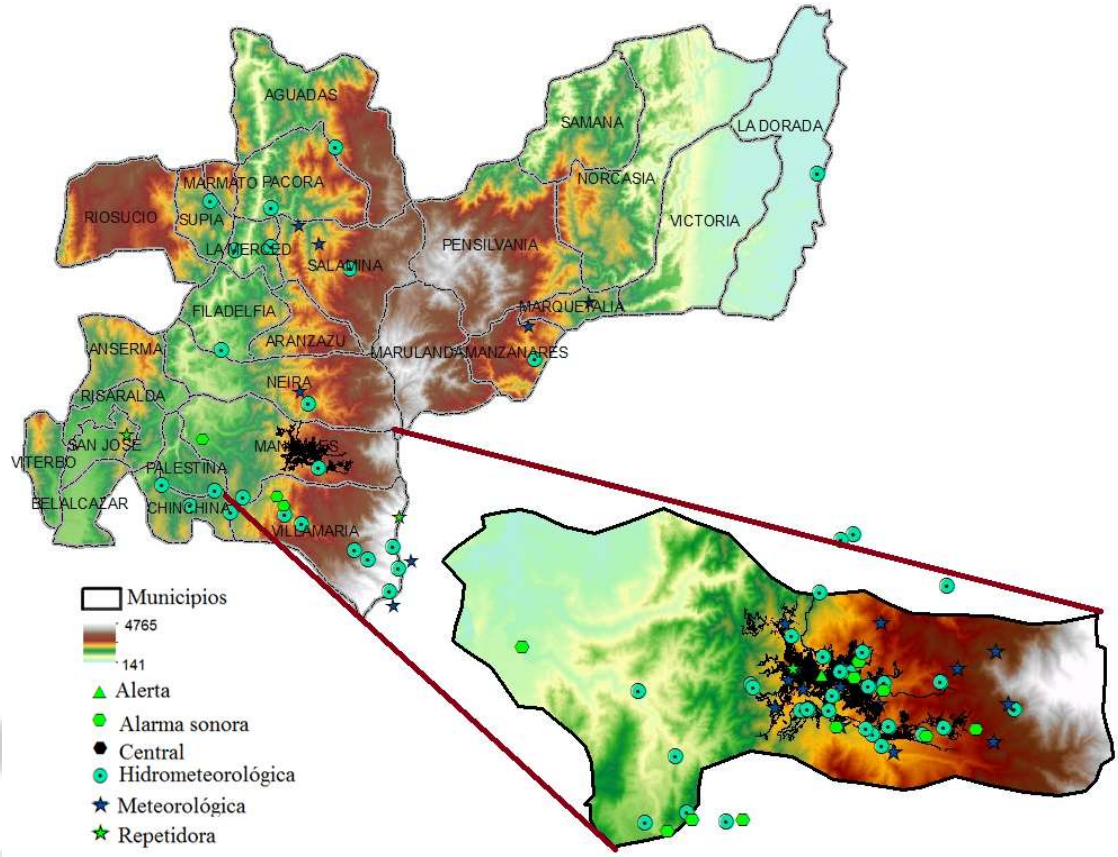


Figura 1. *Localización estaciones hidrometeorológicas en el departamento de Caldas*

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.

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.

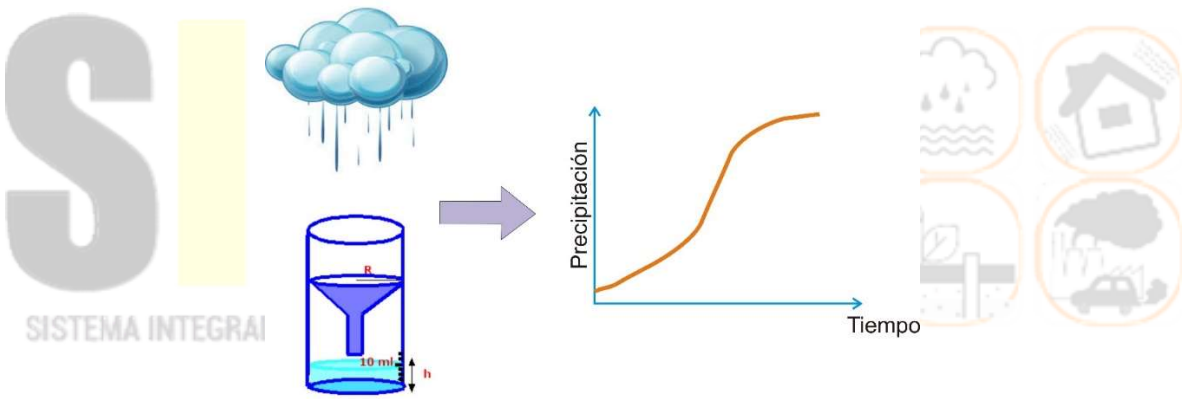


Figura 3. *Medición de la precipitación*

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 $15 * 60/30 = 30\, mm/hora$, 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.

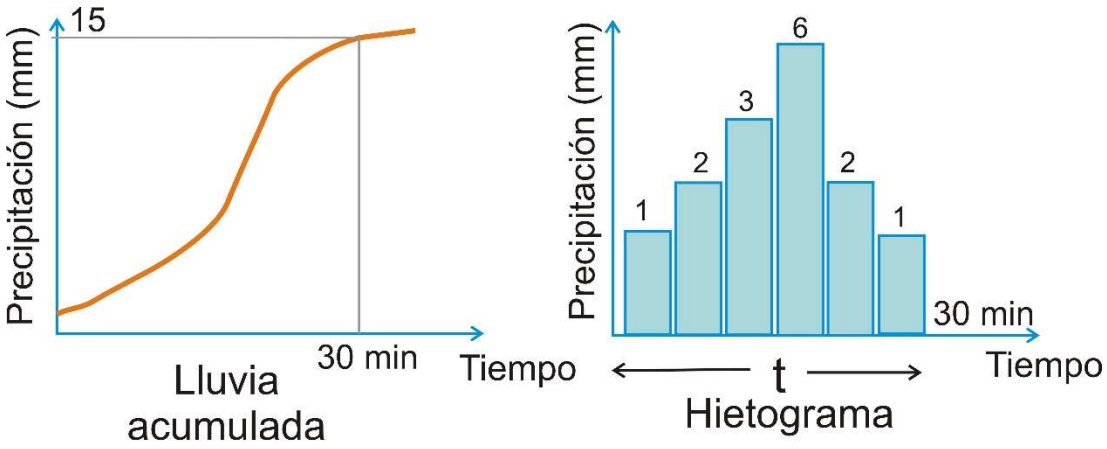


Figura 4. *Representación de la precipitación*

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.

SIMAC
SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

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.

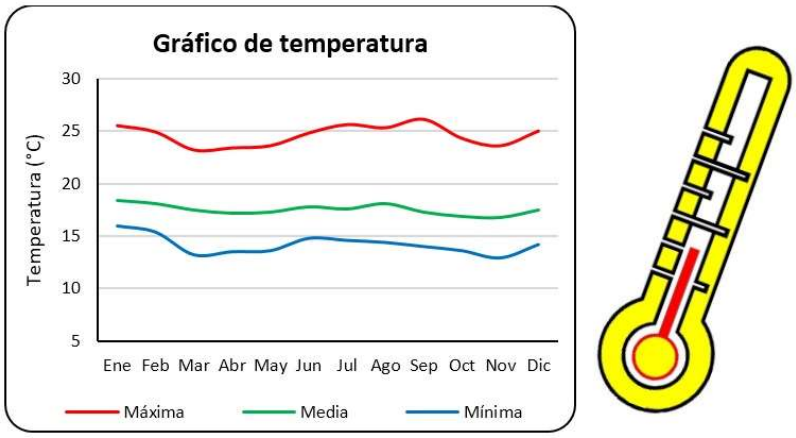


Figura 5. *Representación de la temperatura y termómetro para medir la variable*

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):

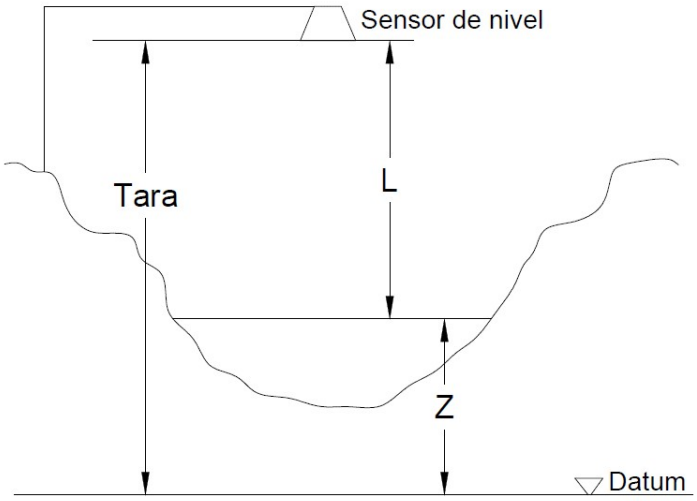


Figura 6. *Esquema de medida del nivel Z en una corriente usando un sensor de nivel*

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 máximos diarios**, lo mismo que con los valores medios diarios con los cuales se construye el **limnigrama de niveles medios diarios.** (Ver Figura 7).

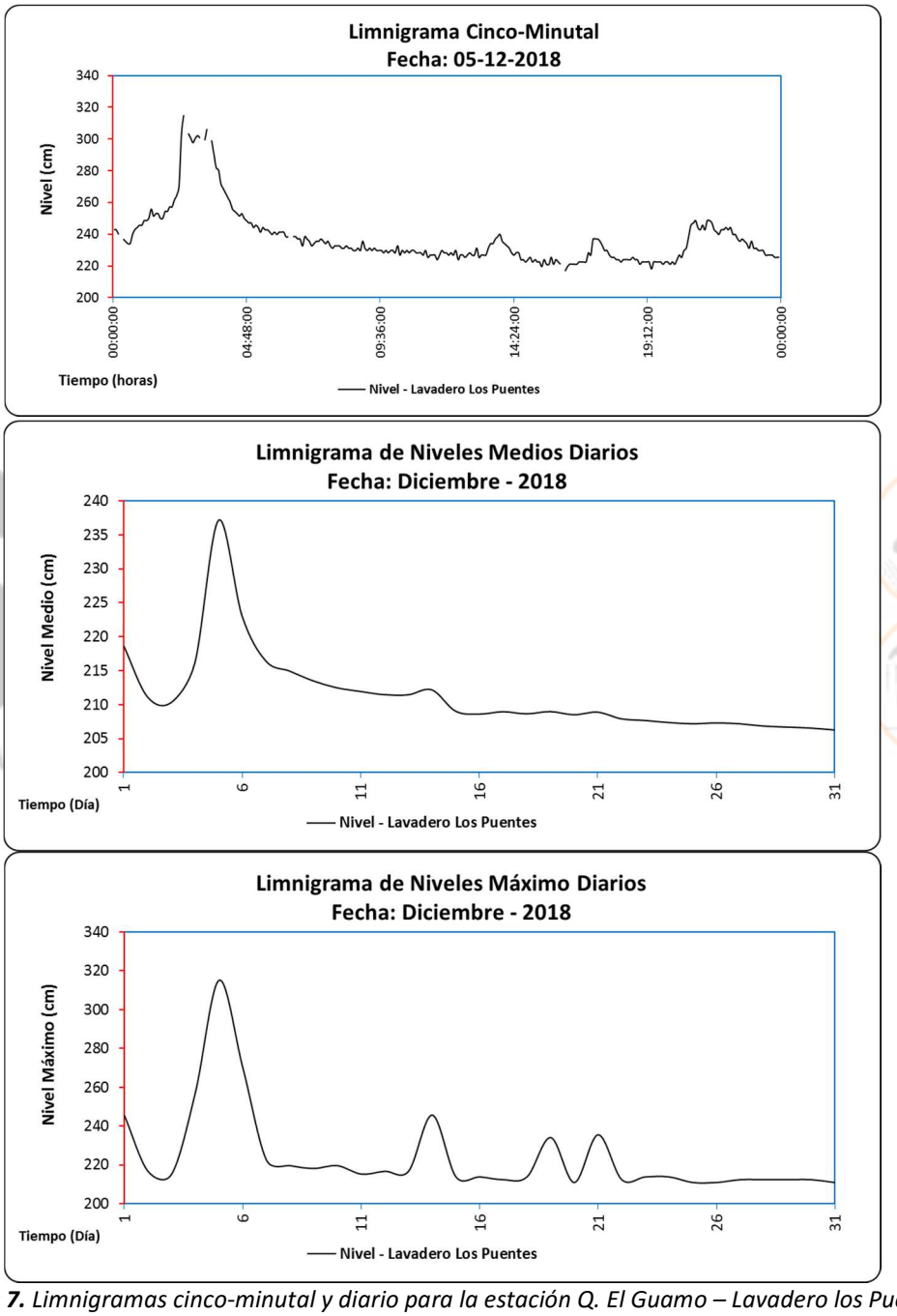


Figura 7. *Limnigramas cinco-minutal y diario para la estación Q. El Guamo – Lavadero los Puentes*

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.

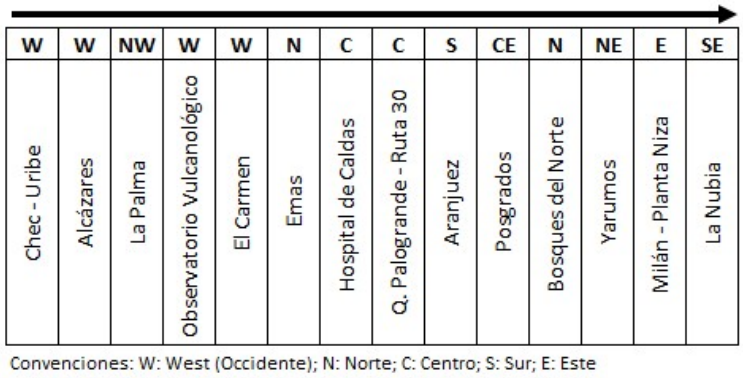


Figura 8. *Estaciones ordenadas en sentido Occidente (W) – Oriente (E) en Manizales*

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

SIMAC SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

3.1 Precipitación

En el mes de **enero de 2020, la precipitación en la ciudad de Manizales presentó un decremento marcado en el 100% de las estaciones (14 en total)** con los valores extremos hacia el occidente y suroriente de la ciudad. Situación similar se presentó en **febrero con decremento de precipitaciones en el 100% (14 estaciones)** respecto a la media para dicho mes, con los valores extremos hacia el suroriente y occidente de la ciudad. Estos dos meses son históricamente de bajas lluvias, formando parte de la transición al primer periodo de lluvias del año que inicia hacia mediados de marzo, coincidiendo con el posicionamiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), franja de nubes que se mueve latitudinalmente y que se posiciona sobre el centro occidente del país, propiciando un aumento de las precipitaciones que se extienden hasta principios de junio en esta región del país, donde se encuentra emplazada la ciudad de Manizales. **El mes de marzo, por su parte, presentó mayores precipitaciones que los dos anteriores, pero aun así, estuvieron por debajo de la media histórica en el 79% (11 estaciones)**, alcanzando valores mínimos de -40% en El Carmen (occidente) y para las otras tres estaciones se obtuvieron incrementos que alcanzaron el 21% por encima de la media en estación Bosques del Norte (norte). Los sectores suroccidente y norte de Manizales fueron los que mayor precipitación registraron durante el trimestre (estaciones Chec - Uribe y Bosques del Norte), mientras que hacia el suroriente (La Nubia) se registró la menor cantidad para el mismo periodo.

En términos generales, se tuvo un trimestre particularmente deficitario en lluvias en la ciudad de Manizales.

En la Figura 9 se puede apreciar la distribución espacio-temporal de las lluvias en la ciudad de Manizales para el primer trimestre del año 2020 y el comparativo con la media histórica en cada punto de monitoreo (nota: barra primer trimestre 2020, color azul; barra media histórica para el trimestre, color naranja).

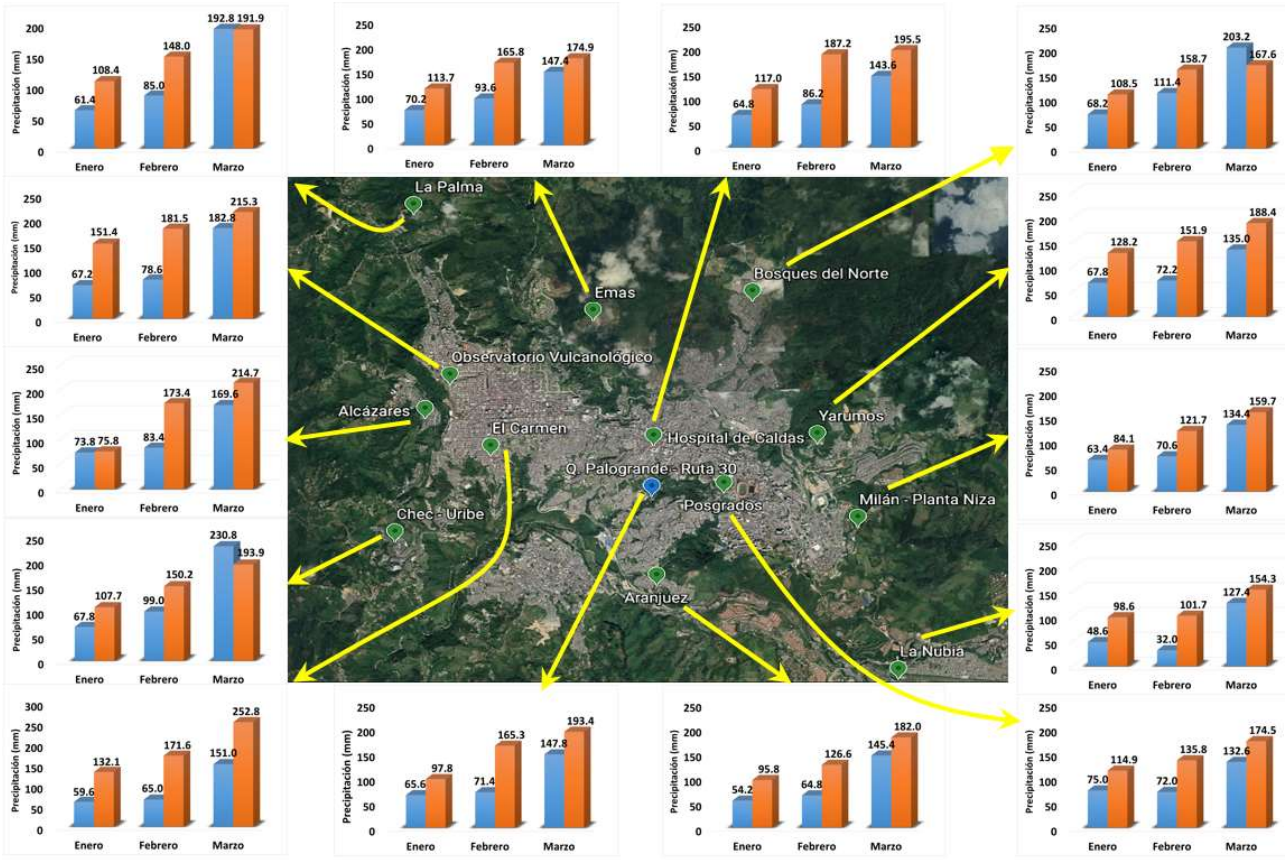


Figura 9. *Distribución espacio-temporal de las lluvias en el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

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 -69% en la estación La Nubia para el mes de febrero y positivas hasta del 21% en Bosques del Norte para el mes de marzo. En el mes de enero el 100% de las estaciones de monitoreo registraron valores por debajo del promedio histórico, igual condición se registró para el mes de febrero, mientras que el 79% registró valores por debajo del promedio en el mes de marzo, excepto las estaciones Bosques del Norte en el sector norte (21%), Chec - Uribe en el suroccidente (19%) y La Palma en el noroccidente de la ciudad (0%). (Ver Figura 10).

$$Anomalía\ pluviométric \quad \frac{Lluvia\ mes\ actual - lluvia\ promedio\ histórica\ para\ el\ mes}{lluvia\ promedio\ his\ órica\ para\ el\ mes} * 100\% \qquad (1)$$

En promedio general se obtuvieron anomalías negativas durante los tres meses así: enero (-41%), febrero (-50%) y marzo (-15%), además, los valores máximos de anomalías, tanto negativas como positivas, se obtuvieron en la parte centro, occidente, norte y suroriente de la ciudad.

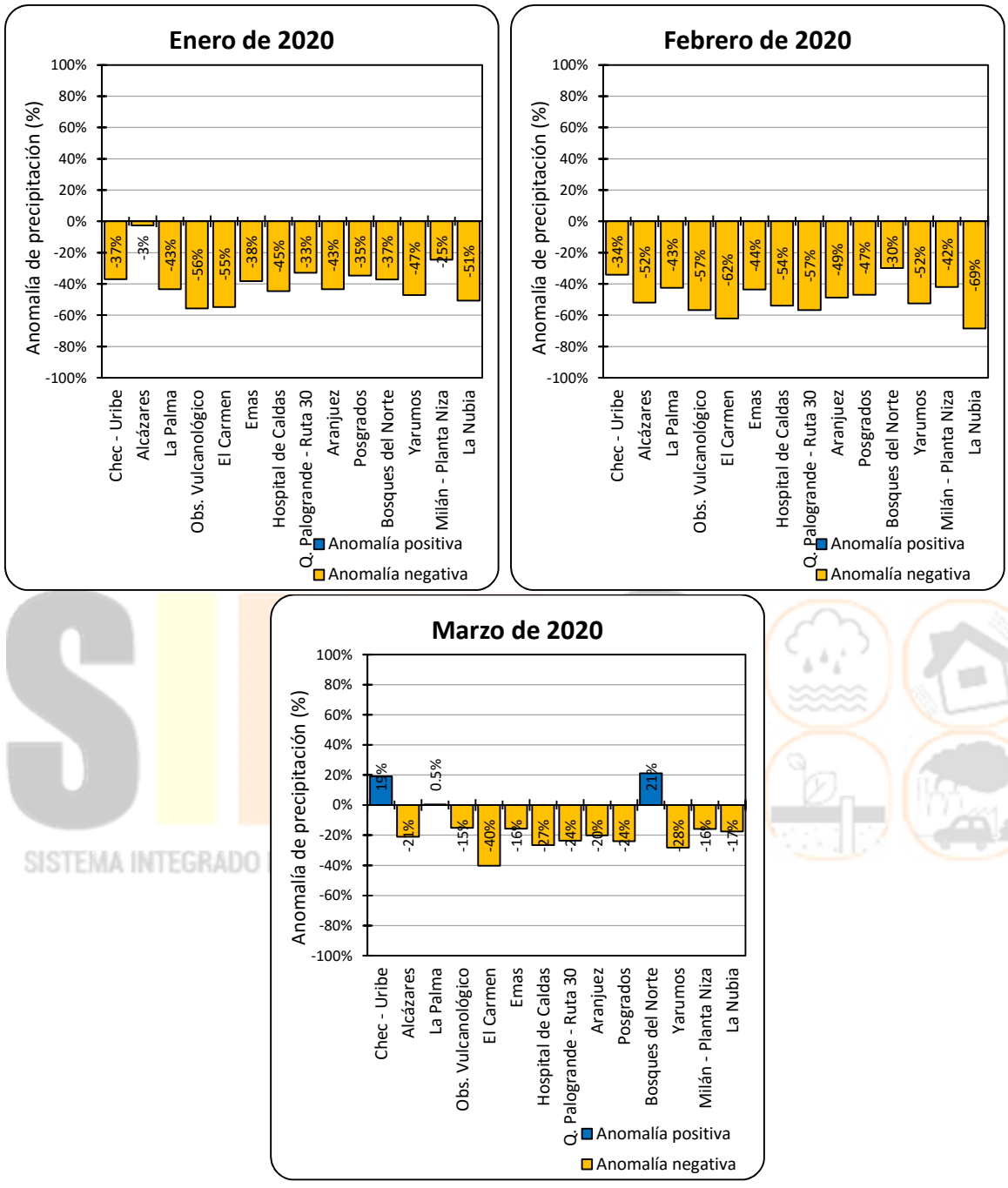


Figura 10. *Anomalías pluviométricas por estación para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

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 enero, las anomalías negativas predominaron en el 100% (14 estaciones)** con valores máximos hacia el noroccidente de la ciudad alcanzando -1 en La Palma y mínimo en el sur, en la estación Aranjuez con -11. Situación similar pasó en el mes de **febrero, con el 100% de las**

estaciones con anomalías negativas, con valores máximos de -5 hacia el noroccidente de la ciudad en La Palma, centro en Posgrados y centro-oriente en Yarumos y registro mínimo en el sur, en la estación Aranjuez con -15. En marzo, por su parte, el 93% (13 estaciones) presentaron anomalías negativas, con mínimo de -8 hacia el occidente de la ciudad en estación El Carmen y un máximo de +3 en la estación Aranjuez, en el sur de la ciudad, que representa el único valor positivo, tanto del mes, como del primer trimestre del año 2020. Ver Figura 11.

$$Anomalía\ del\ \#días\ con\ lluvi$$
$$\#días\ con\ lluvia\ mes\ actua \qquad \#días\ con\ lluvia\ media\ histórica\ para\ dicho\ mes \qquad (2)$$

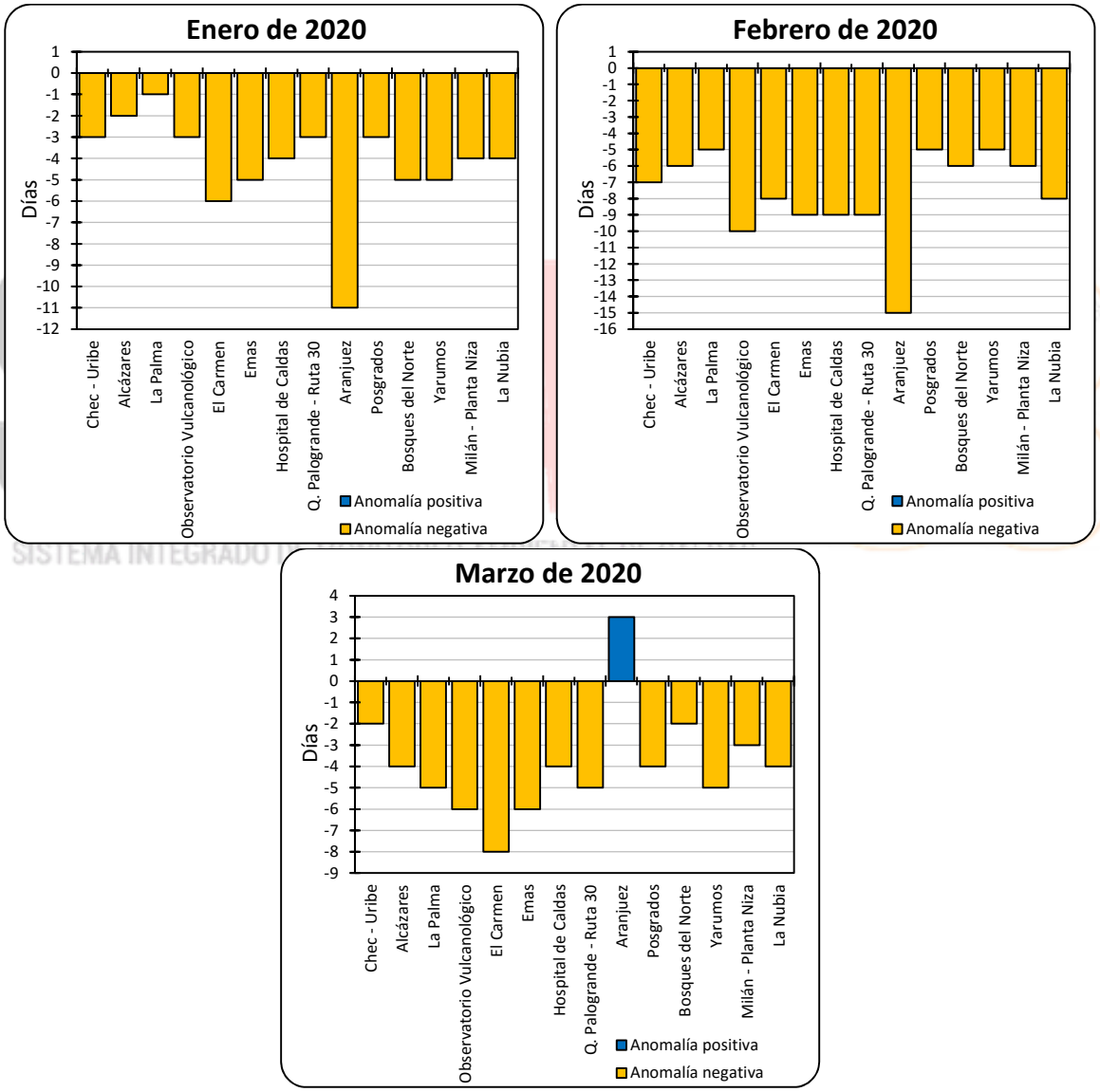


Figura 11. *Anomalías del número de días con lluvia por estación para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

A continuación, se relaciona el número de días con lluvia y sin lluvia por cada mes del Primer Trimestre de 2020 y para cada estación analizada. **En promedio, el mayor número de días con lluvia se registró en el mes de marzo**, con 17 días que corresponden al 55% del mes, y a su vez coincidió con el mes más lluvioso del trimestre, en términos de magnitud. **El valor máximo de días con lluvias fue de 21** y se registró en la estación Bosques del Norte, en el mes de marzo. En contraste, **el mayor número de días sin lluvia fue de 24**, en estación El Carmen, en el mes de enero. (Ver Tabla 2).

***Tabla 2**. Número de días con lluvia y sin lluvia para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

Estaciones	Enero		Febrero		Marzo	
	Días con lluvia	Días sin lluvia	Días con lluvia	Días sin lluvia	Días con lluvia	Días sin lluvia
Chec - Uribe	10	21	8	21	17	14
	32%	68%	28%	72%	55%	45%
Alcázares	10	21	9	20	14	17
	32%	68%	31%	69%	45%	55%
La Palma	12	19	9	20	15	16
	39%	61%	31%	69%	48%	52%
Observatorio Vulcanológico	10	21	7	22	15	16
	32%	68%	24%	76%	48%	52%
El Carmen	7	24	7	22	13	18
	23%	77%	24%	76%	42%	58%
Emas	9	22	7	22	16	15
	29%	71%	24%	76%	52%	48%
Hospital de Caldas	9	22	7	22	16	15
	29%	71%	24%	76%	52%	48%
Q. Palogrande - Ruta 30	13	18	10	19	18	13
	42%	58%	34%	66%	58%	42%
Aranjuez	10	21	7	22	17	14
	32%	68%	24%	76%	55%	45%
Posgrados	10	21	10	19	17	14
	32%	68%	34%	66%	55%	45%
Bosques del Norte	10	21	11	18	21	10
	32%	68%	38%	62%	68%	32%
Yarumos	10	21	12	17	18	13
	32%	68%	41%	59%	58%	42%
Milán - Planta Niza	9	22	10	19	18	13
	29%	71%	34%	66%	58%	42%
La Nubia	9	22	7	22	18	13
	29%	71%	24%	76%	58%	42%

Promedio Manizales	10	21	9	20	17	14
	32%	68%	31%	69%	55%	45%

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 marzo**, con un registro máximo de 12 días en la estación Bosques del Norte, en el norte de la ciudad, seguido de 11 días en 5 estaciones más del centro y cetro-oriente de la ciudad. En contraste, **enero registró los máximos valores de días consecutivos sin lluvia**, en estaciones ubicadas hacia el occidente (El Carmen), centro (Hospital de Caldas), centro-oriente (Milán – Planta Niza) y suroriente de la ciudad (La Nubia), alcanzando los 18 días, seguido de 17 días sin registrar lluvia en cinco estaciones más, en diversos sectores de la ciudad.

***Tabla 3**. Número de días consecutivos con lluvia y sin lluvia para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

Estaciones	Enero		Febrero		Marzo	
	Con lluvia	Sin lluvia	Con lluvia	Sin lluvia	Con lluvia	Sin lluvia
Chec - Uribe	5	13	3	7	10	5
Alcázares	5	13	4	12	8	8
La Palma	5	11	4	10	8	7
Observatorio Vulcanológico	5	13	3	12	8	6
El Carmen	3	18	3	17	8	8
Emas	4	17	3	12	9	8
Hospital de Caldas	5	18	3	17	11	8
Q. Palogrande - Ruta 30	6	12	6	9	11	4
Aranjuez	5	17	3	18	8	8
Posgrados	5	17	5	10	11	4
Bosques del Norte	5	17	6	9	12	7
Yarumos	5	17	5	10	11	8
Milán - Planta Niza	5	18	5	10	11	8
La Nubia	4	18	2	9	10	4
Promedio Manizales	**5**	**16**	**4**	**12**	**10**	**7**
Máximas Manizales	**6**	**18**	**6**	**18**	**12**	**8**

3.1.4 Seguimiento diario de la precipitación

El comportamiento diario de la precipitación en la ciudad de Manizales durante el Primer Trimestre de 2020 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 enero, febrero y marzo respectivamente. En la Figura 12 y la Tabla 5 se puede apreciar que el 86% (12 estaciones), presentaron los registros máximos diarios la segunda semana de marzo, un 7% (una estación) la última semana de febrero y el 7% restante (una estación) la última semana de marzo. **El valor máximo diario registrado fue de 78.8 mm en La Palma** y representó el 41% del total registrado para el mes de marzo en dicha estación, mientras que los 42 mm registrados en La Nubia representaron el 33% del total en dicha estación para el mismo. El acumulado de precipitación durante el primer trimestre se mantuvo siempre por debajo de la media histórica en las 14 estaciones analizadas. En términos generales, las lluvias más representativas del trimestre se registraron en la última semana de enero, la última semana de febrero, la segunda y última semana de marzo.

En la Tabla 4, por su parte, se puede corroborar que **el acumulado de precipitación mensual máximo se registró en la estación Chec – Uribe con 230.8 mm** en el mes de marzo y el **registro mínimo mensual en La Nubia con un total de 32 mm** en el mes de febrero. Los respectivos **acumulados máximo y mínimo trimestral se presentaron en las mismas estaciones anteriores, con registros de 397.6 mm y 208 mm**; los sectores suroccidental, occidental, noroccidental y norte de la ciudad registraron acumulados trimestrales por encima de los 300 mm, mientras que en el resto de la ciudad fluctuaron entre 208 mm y 295 mm, lo que refleja una diferencia marcada de la precipitación y que pone de presente la heterogeneidad de la distribución de la lluvia sobre la ciudad de Manizales.

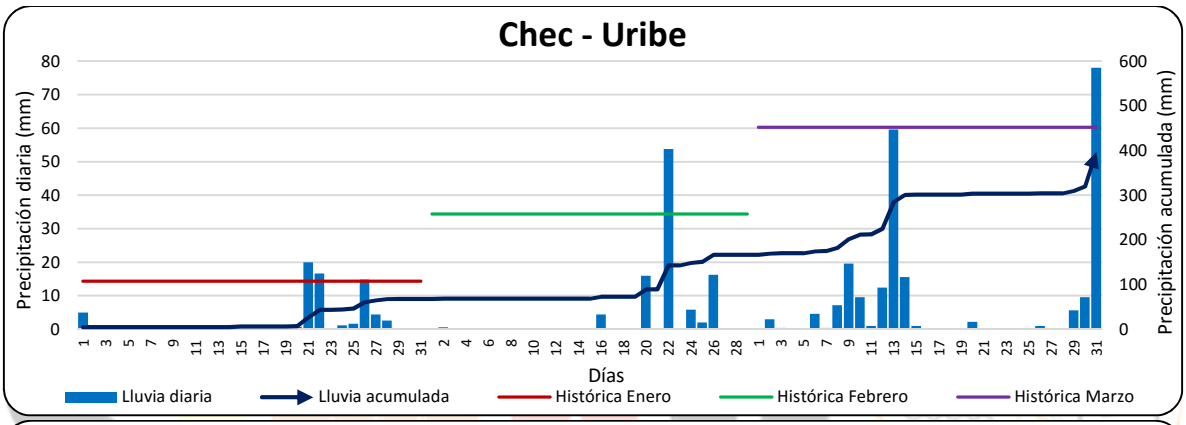
***Tabla 4**. Acumulados mensuales y trimestrales para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

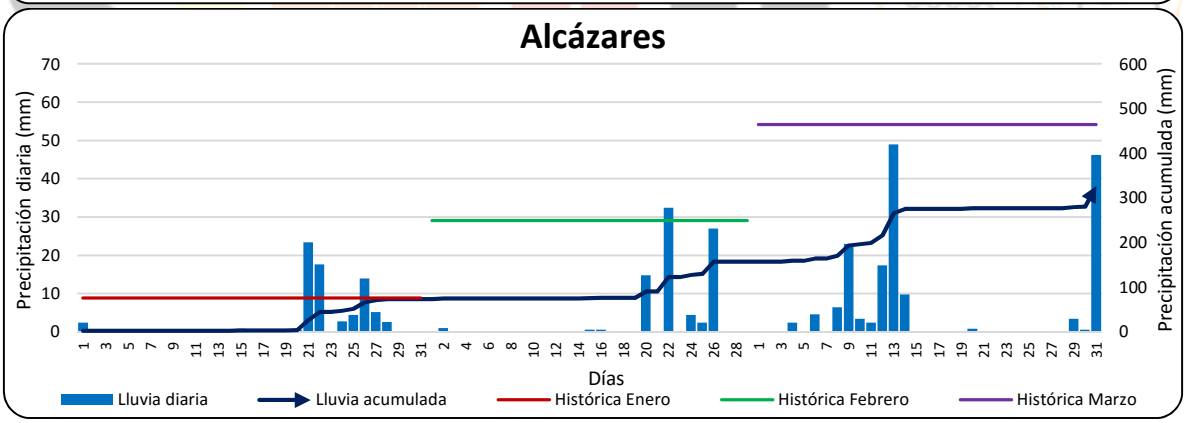
Estaciones	Enero	Febrero	Marzo	Acumulado trimestre
Chec - Uribe	67.8	99.0	230.8	397.6
Alcázares	73.8	83.4	169.6	326.8
La Palma	61.4	85.0	192.8	339.2
Observatorio Vulcanológico	67.2	78.6	182.8	328.6
El Carmen	59.6	65.0	151.0	275.6
Emas	70.2	93.6	147.4	311.2
Hospital de Caldas	64.8	86.2	143.6	294.6
Q. Palogrande - Ruta 30	65.6	71.4	147.8	284.8
Aranjuez	54.2	64.8	145.4	264.4
Posgrados	75.0	72.0	132.6	279.6
Bosques del Norte	68.2	111.4	203.2	382.8

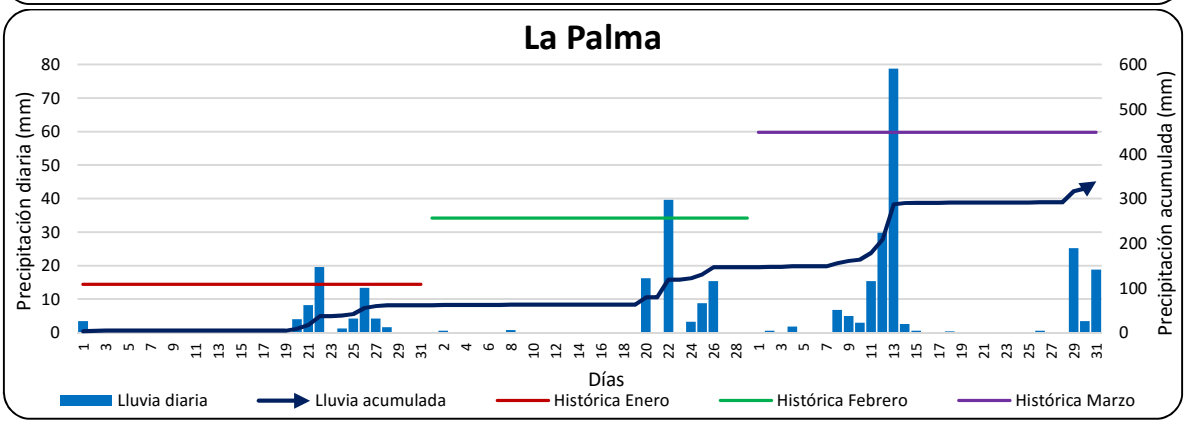
Yarumos	67.8	72.2	135.0	275.0
Milán - Planta Niza	63.4	70.6	134.4	268.4
La Nubia	48.6	32.0	127.4	208.0
Promedio Manizales	**62.0**	**70.2**	**153.0**	**285.2**

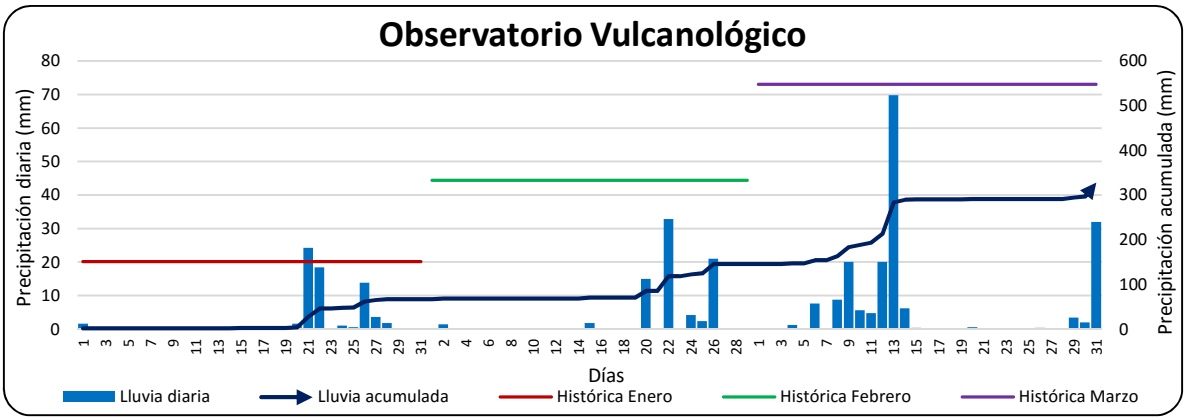
Nota: los valores resaltados en morado fueron completados con base en estaciones vecinas

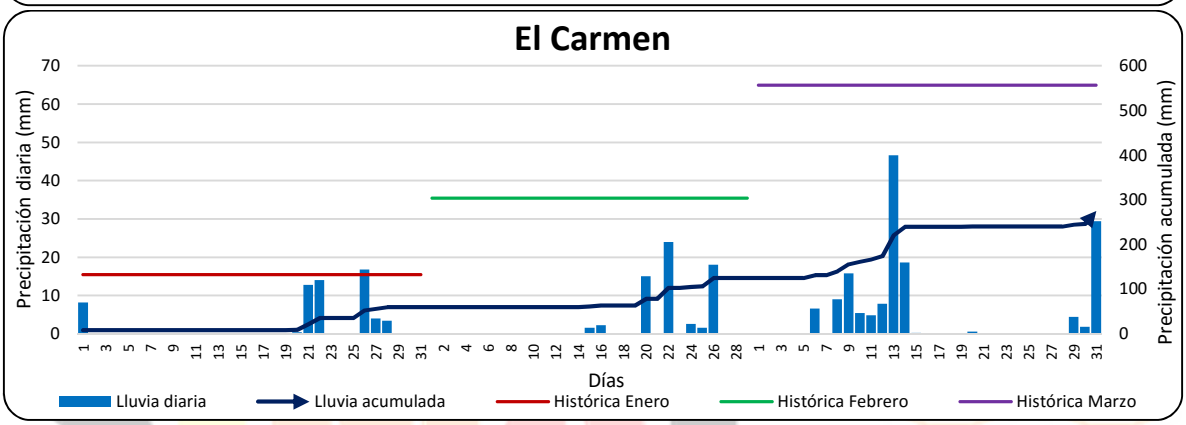
A continuación, se presenta el comportamiento de la precipitación diaria en el Primer Trimestre de 2020 y los valores promedios históricos, que permiten comparar sus magnitudes en el tiempo.

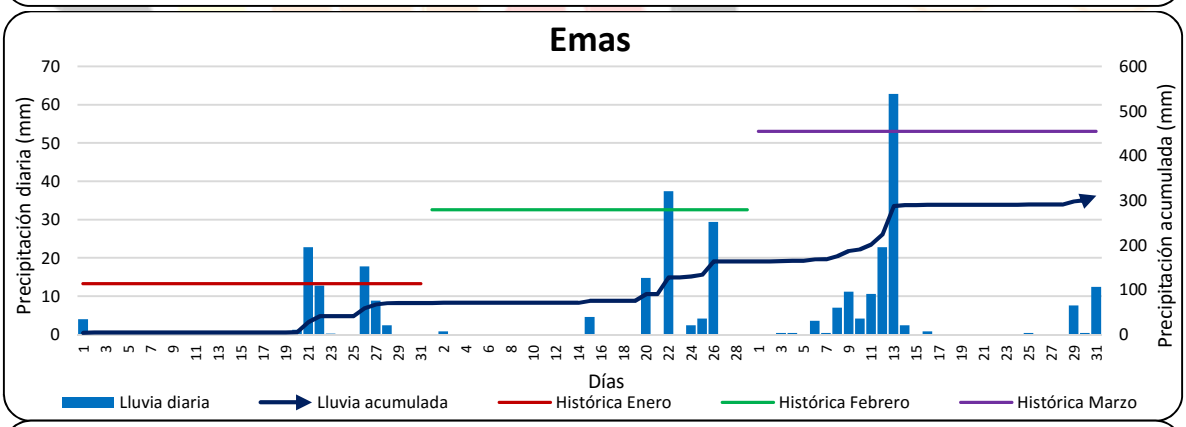


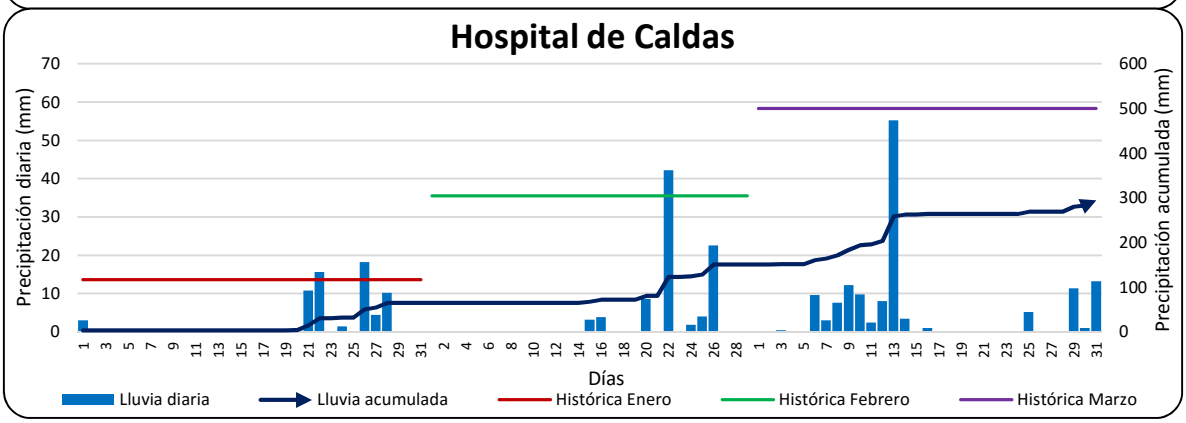


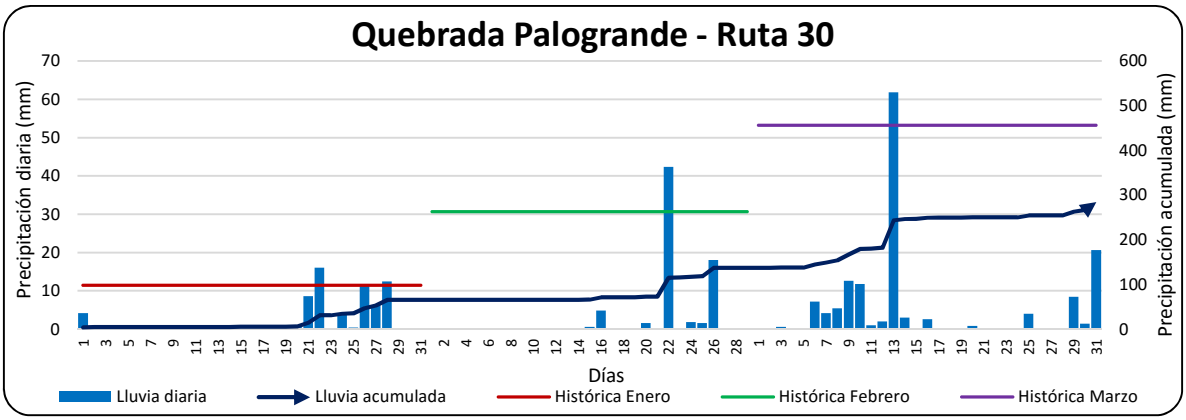


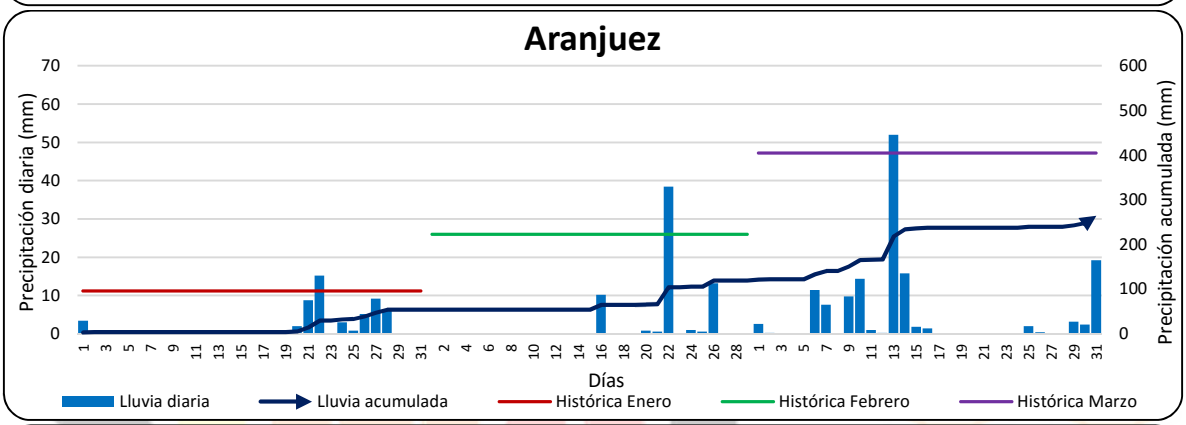

Observatorio Vulcanológico
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo

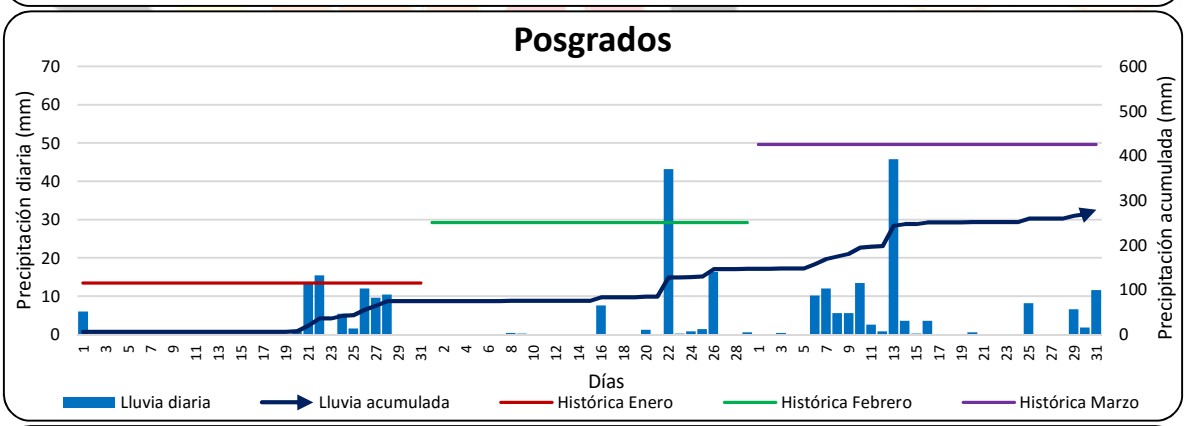

El Carmen
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo

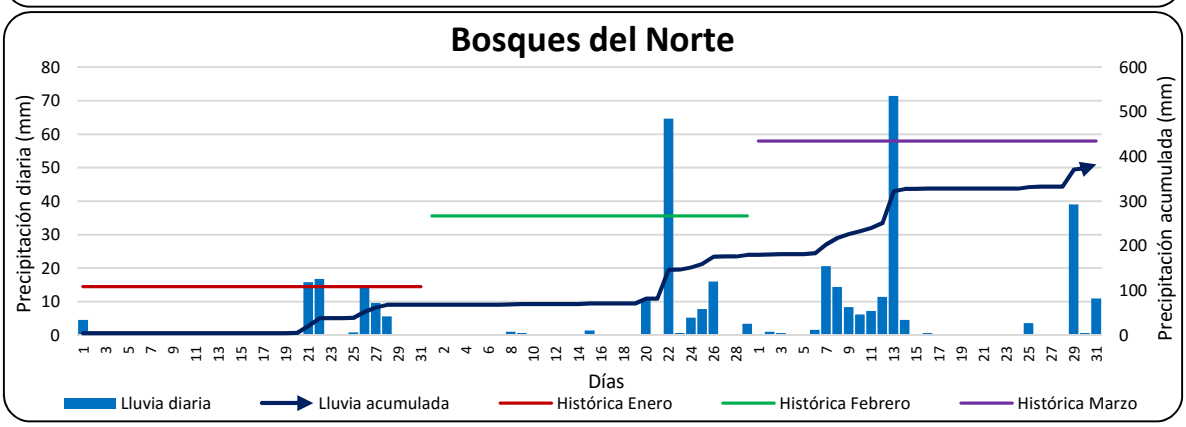

Emas
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo


Hospital de Caldas
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo


Quebrada Palogrande - Ruta 30
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo


Aranjuez
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo


Posgrados
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo


Bosques del Norte
Precipitación diaria (mm)
Precipitación acumulada (mm)
Días
Lluvia diaria
Lluvia acumulada
Histórica Enero
Histórica Febrero
Histórica Marzo

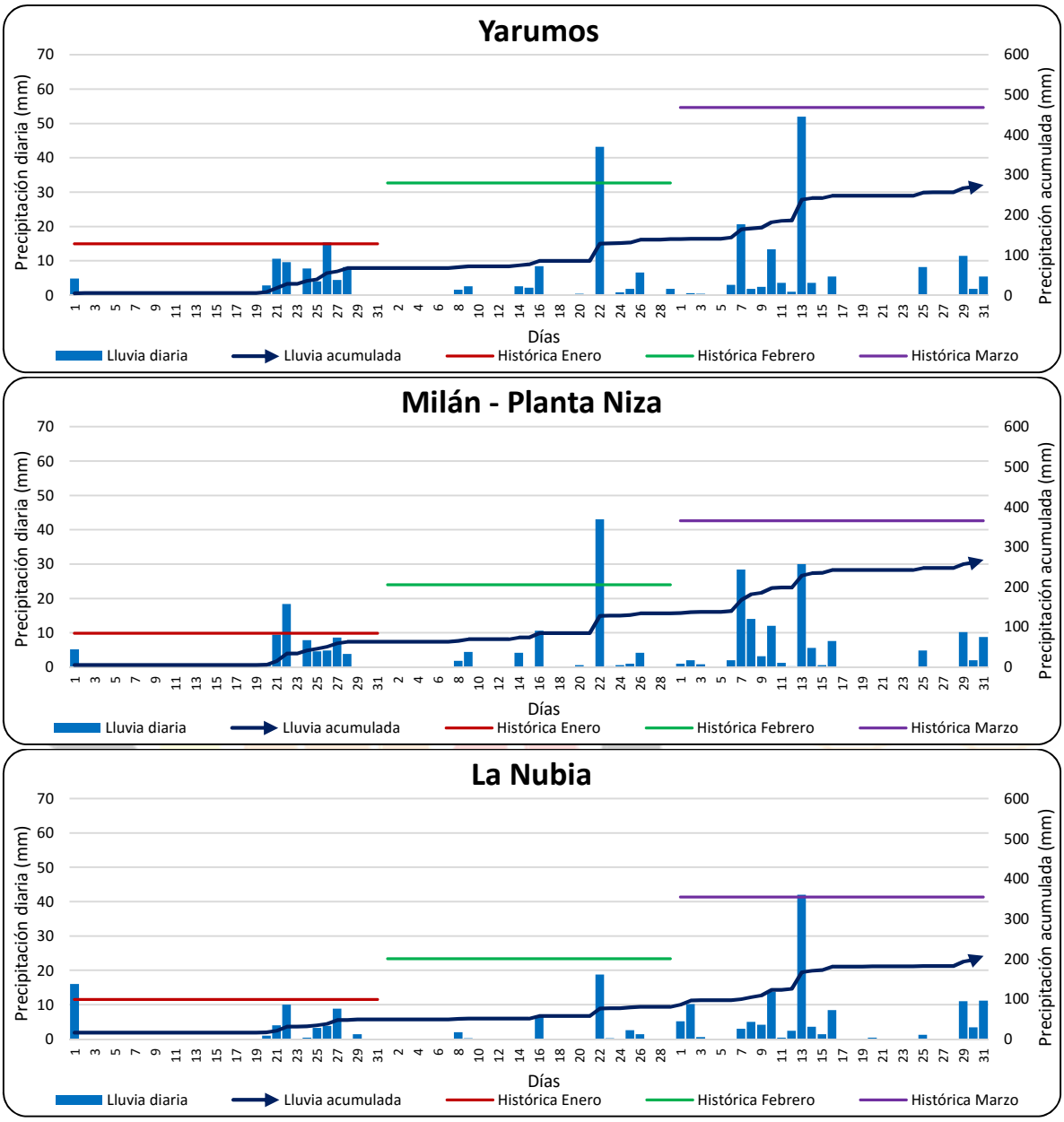


Figura 12. *Comportamiento de la precipitación diaria por estación para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

3.1.5 Precipitaciones máximas diarias

Los registros máximos diarios de precipitación **se obtuvieron en el mes de marzo para el 93% - 13 estaciones y febrero para el 7% restante - una estación**, como se aprecia a continuación en la Figura 13 y en la Tabla 5; el rango de valores de estos registros máximos estuvo entre 42 mm en la estación La Nubia en el suroriente de la ciudad y 78.8 mm en La Palma, en el sector noroccidente.

***Tabla 5**. Precipitaciones máximas diarias en el Primer Trimestre de 2020 y máximas históricas en Manizales*

Estaciones	Precipitación máxima diaria EFM 2020 (mm)	Fecha	Precipitación histórica máxima diaria (mm)	Fecha	Trimestre del año
Chec - Uribe	78.0	2020-03-31	102.0	2017-02-12	I
Alcázares	49.0	2020-03-13	90.2	2015-03-20	I
La Palma	78.8	2020-03-13	94.2	2013-02-02	I
Observatorio Vulcanológico	69.8	2020-03-13	132.0	2017-02-12	I
El Carmen	46.6	2020-03-13	149.9	2005-06-10	II
Emas	62.8	2020-03-13	140.2	2003-03-18	I
Hospital de Caldas	55.2	2020-03-13	170.2	2017-04-19	II
Q. Palogrande - Ruta 30	61.8	2020-03-13	171.2	2017-04-19	II
Aranjuez	52.0	2020-03-13	106.6	2012-10-16	IV
Posgrados	45.8	2020-03-13	116.2	2017-04-19	II
Bosques del Norte	71.4	2020-03-13	94.4	2017-02-12	I
Yarumos	52.0	2020-03-13	126.5	2008-11-14	IV
Milán - Planta Niza	43.0	2020-02-22	89.6	2017-04-19	II
La Nubia	42.0	2020-03-13	80.4	2017-04-19	II
Máxima Manizales	**78.8**	**2020-03-13**	**171.2**	**2017-04-19**	**II**

Las precipitaciones máximas diarias se registraron hacia el noroccidente y suroccidente de la ciudad (estaciones La Palma y Chec - Uribe) y los registros mínimos se concentraron hacia el centro-oriente y suroriente de la ciudad (estaciones Milan – Planta Niza y La Nubia). El 36% (5 estaciones) registraron valores máximos entre 40 mm y 50 mm; el 21% (3 estaciones) registraron máximos entre 50 mm y 60 mm y el 43% restante (6 estaciones) registraron máximos superiores a 60 mm, como se aprecia en los registros de la Tabla 5 y la Figura 13. El 86% (12 estaciones) registraron el día más lluvioso el 13 de marzo, el 7% (una estación) registró la lluvia máxima diaria el día 31 de marzo y el 7% restante (una estación) registró el día más lluvioso el 22 de febrero.

Los registros mayores de las precipitaciones diarias máximas históricas se registraron hacia el centro-sur y centro de la ciudad (estaciones Q. Palogrande – Ruta 30 y Hospital de Caldas) con magnitudes de 171.2 mm y 170.2 mm respectivamente, asociadas al evento que dejó 17 personas muertas en el sector de Aranjuez (cerro Sancancio), Bajo Persia, González y otros, en abril 19 de 2017. Además, de las 14 estaciones analizadas, el 43% (6 estaciones) registraron el máximo en el primer trimestre y otra cantidad igual en el segundo trimestre, mientras que el 14% restante (2 estaciones) registraron los máximos históricos en el cuarto trimestre. El año con mayor número de registros máximos ha sido el 2017 con el 57% del total (8 estaciones) y de éstas, cinco (5) estaciones lo registraron el 19 de abril de 2017. Por su parte, los registros mínimos se concentraron hacia el centro-oriente y sur-oriente de la ciudad (estaciones Milán – Planta Niza y La Nubia), con magnitudes de 89.6 mm y 80.4 mm respectivamente, para el mismo 19 de abril de

2017. También se aprecia que los registros máximos históricos no siempre están asociados a las temporadas de lluvias regulares, puesto que el 29% (4 estaciones) los registraron en la primera mitad de febrero, que es un mes de transición a la primera temporada de lluvias del año. Ver Tabla 5.

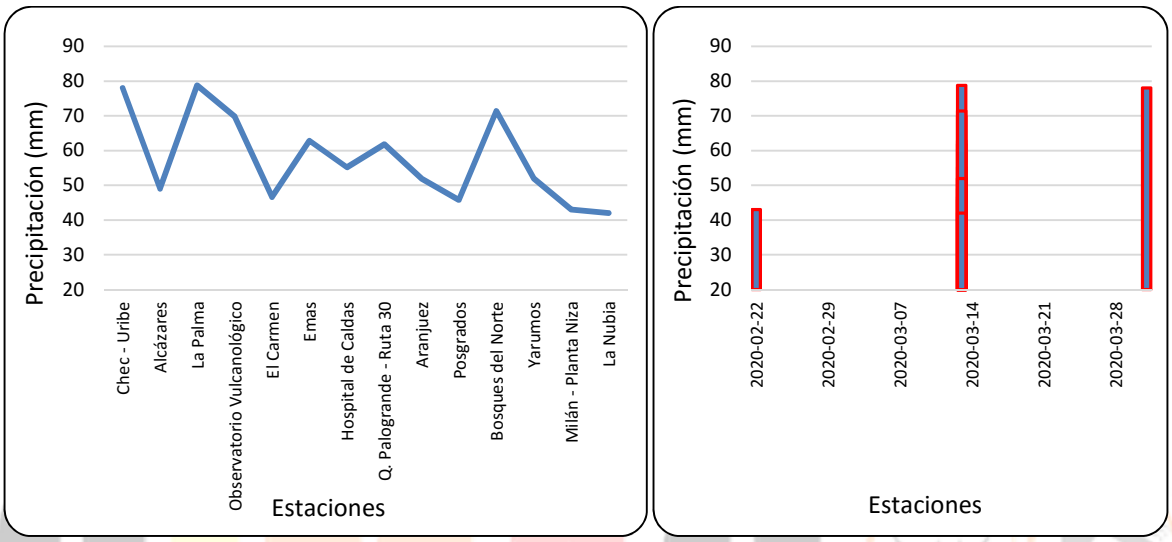


Figura 13. *(a) Comportamiento de las precipitaciones máximas diarias en sentido occidente-oriente para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales. (b) Registros diarios máximos de lluvia ordenados cronológicamente*

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 deslizamientos[8].

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 6. *Niveles de alerta según indicador A25 adoptados por la UGR-Manizales*

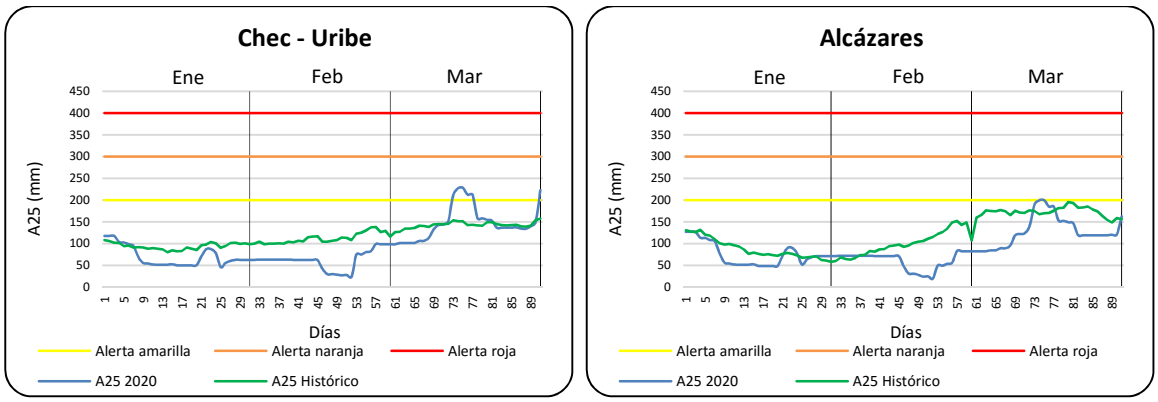
[8] Terlien, M. (1996). Modelling Spatial and Temporal Variations in Rainfall-Triggered Landslides. ITC (32).

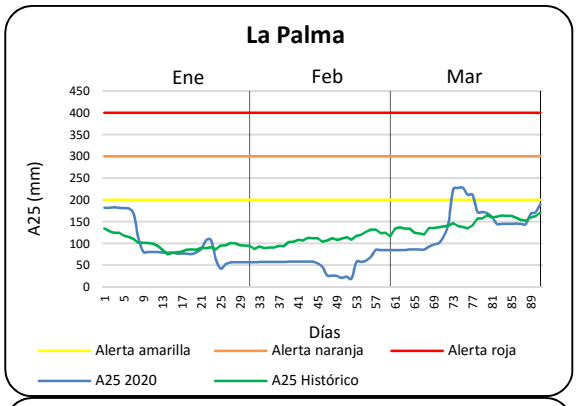
Fuente: Elaboración propia

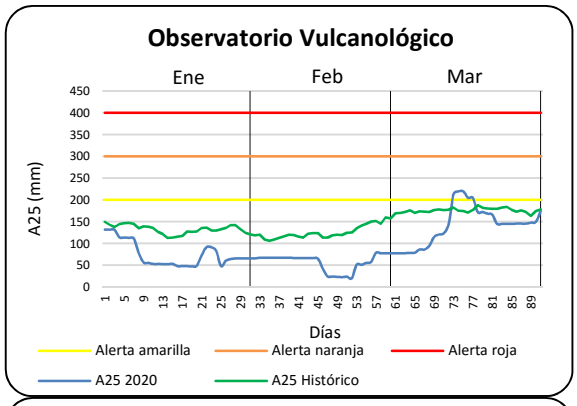
Nivel de alerta	Rango A25
Amarilla	200 mm <= A25 < 300 mm
Naranja	300 mm <= A25 < 400 mm
Roja	A25 >= 400 mm

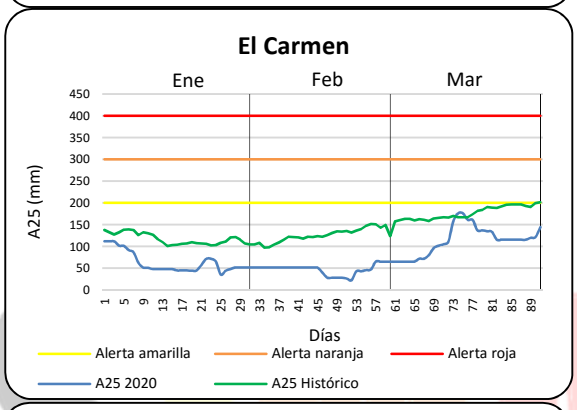
En la siguiente figura se muestra el comportamiento del A25 durante el Primer Trimestre de 2020 (línea azul), así como también el comparativo con el promedio histórico del A25 (línea verde) y se tienen marcadas las referencias de los umbrales relacionados en la Tabla 6. En términos generales, se aprecia que, **en la segunda semana de marzo de 2020 se alcanzaron los valores máximos del trimestre** en todas las estaciones analizadas (100% - 14 estaciones). **En once (11) estaciones el registro rebasó la media histórica a mediados de marzo**, mientras que para las otras tres (3) estaciones el registro del A25 apenas logró sobrepasar la media histórica a mediados de marzo; en nueve (9) estaciones se tuvo adicionalmente valores por encima de la media histórica iniciando el trimestre y en tres (3) estaciones se tuvo simultáneamente registros superiores a la media histórica a principios de enero, mediados y finales de marzo. **Bosques del Norte fue la estación que presentó mayor parte del tiempo con valores por encima de la media histórica (un mes aproximadamente**, contando la primera semana de enero y desde la segunda semana de marzo en adelante). **Los valores mínimos del A25 se registraron en la tercera semana de febrero en todas las estaciones analizadas** (14 estaciones). Durante el mes de marzo de 2020 se evidenció el incremento de las lluvias en todas las estaciones, con valores máximos hacia el norte (Bosques del Norte) y sector occidental de la ciudad (Chec – Uribe, La Palma, Emas y Observatorio Vulcanológico).

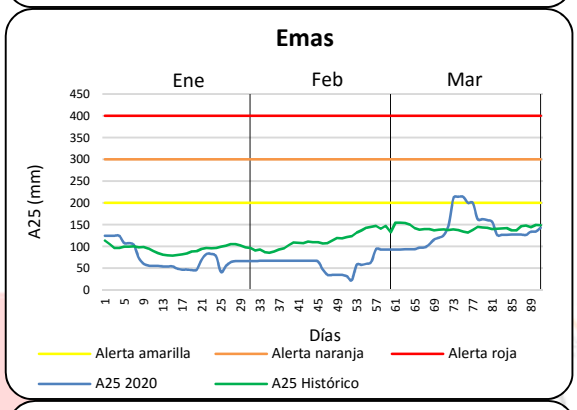
Por otra parte, durante el primer trimestre de 2020, el 36% (5 estaciones) sobrepasaron los 200 mm acumulados de lluvia en 25 días. El 50% (7 estaciones) alcanzaron su registro máximo el 15 de marzo, seguidos del 43% (6 estaciones) que registraron el valor máximo del A25 el 16 de marzo. **El valor máximo del A25 en el primer trimestre fue de 256.4 mm en la estación Bosques del Norte**, al norte de la ciudad (Tabla 7).

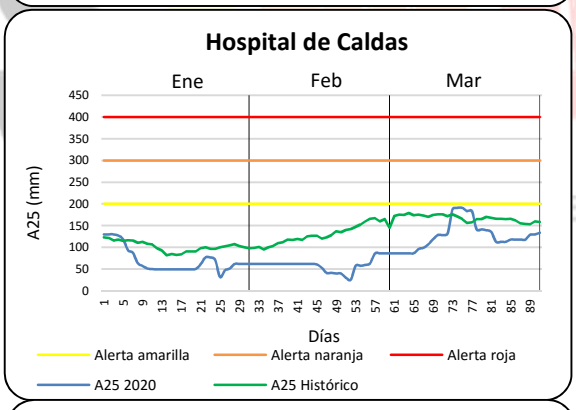


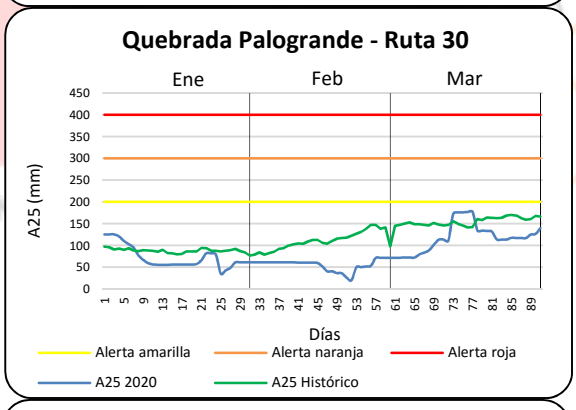

La Palma
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico

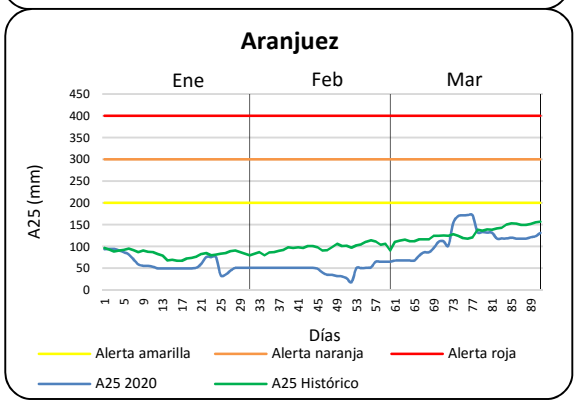

Observatorio Vulcanológico
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico

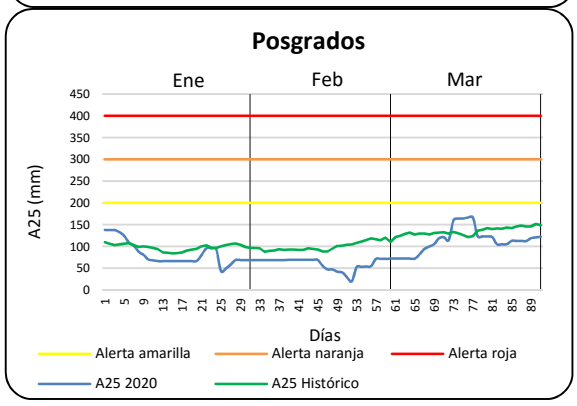

El Carmen
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico


Emas
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico


Hospital de Caldas
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico


Quebrada Palogrande - Ruta 30
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico


Aranjuez
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico


Posgrados
Ene
Feb
Mar
A25 (mm)
Días
Alerta amarilla
Alerta naranja
Alerta roja
A25 2020
A25 Histórico

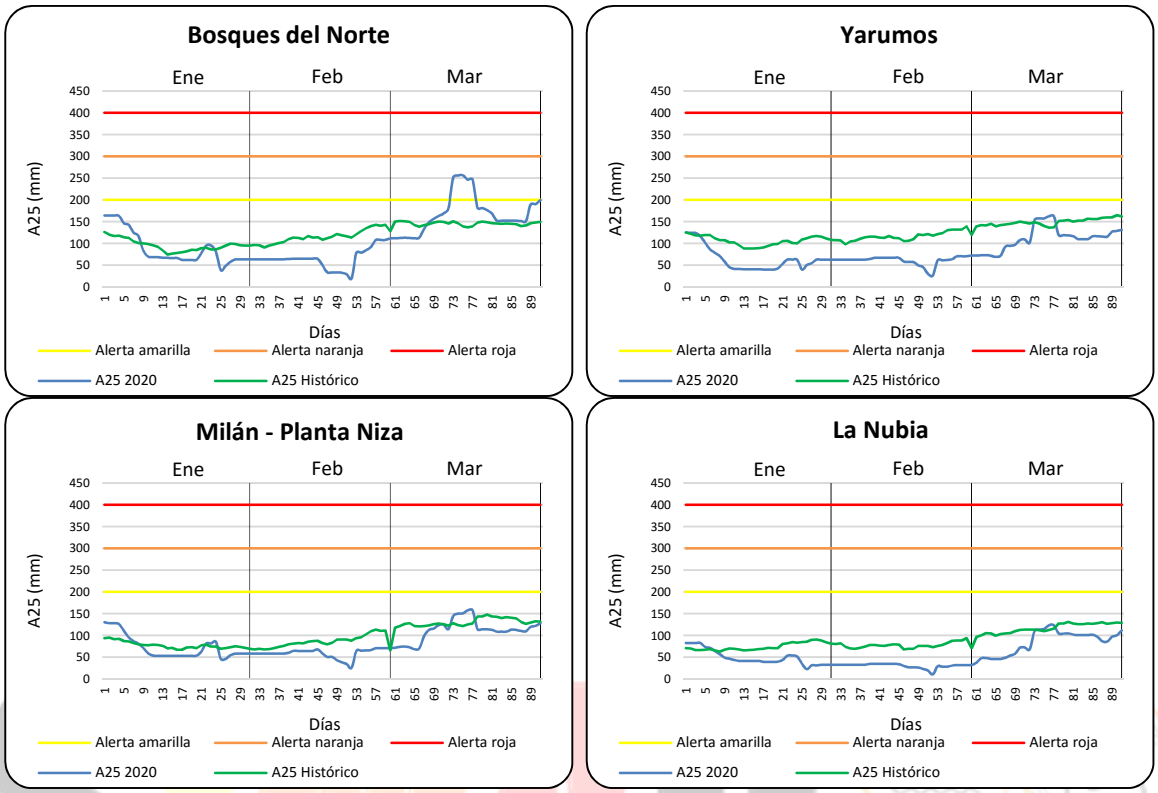


Figura 14. *Comportamiento diario del A25 por estación para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

Tabla 7. *Valores máximos del A25 para el Primer Trimestre de 2020 y máximos históricos en Manizales*

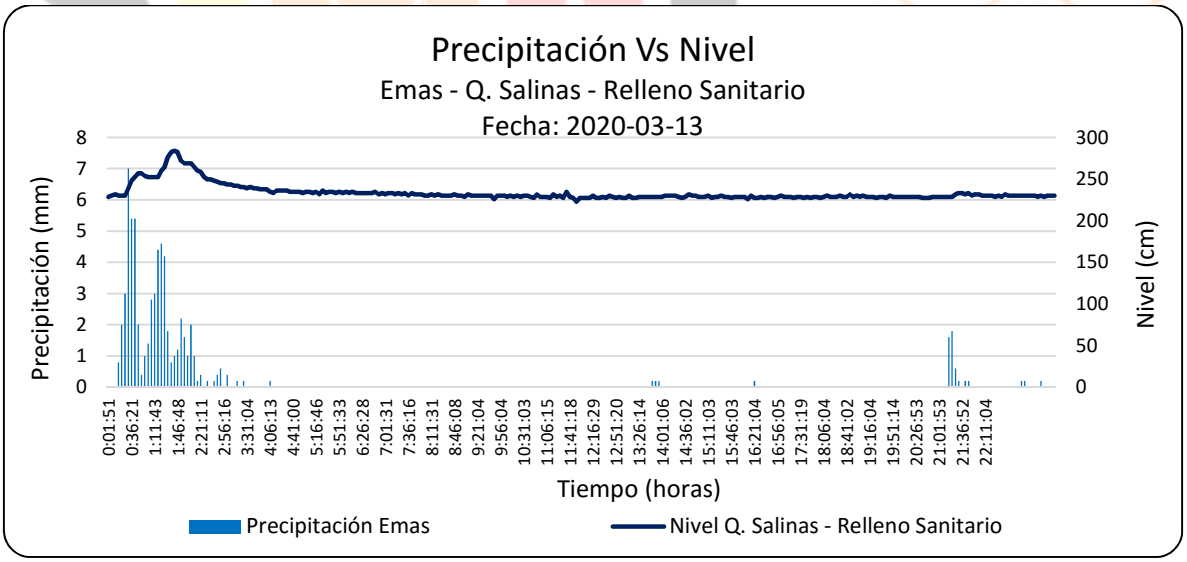
Estaciones	A25 máximo EFM 2020	Fecha	A25 máximo histórico	Fecha	Trimestre del año
Chec - Uribe	228.2	2020-03-15	515.0	2008-12-04	IV
Alcázares	199.8	2020-03-15	545.2	2011-12-05	IV
La Palma	227.8	2020-03-15	396.2	2008-12-07	IV
Obs. Vulcanológico	219.8	2020-03-15	629.4	2008-12-04	IV
El Carmen	176.0	2020-03-15	662.9	2008-12-04	IV
Emas	214.0	2020-03-14	540.8	2008-12-04	IV
Hospital de Caldas	191.0	2020-03-15	579.6	2011-12-05	IV
Q. Palogrande - Ruta 30	176.8	2020-03-16	497.8 *	2017-05-11 *	II
Aranjuez	172.0	2020-03-16	399.4	2011-03-09	I
Posgrados	166.4	2020-03-16	486.2	2011-03-09	I
Bosques del Norte	256.4	2020-03-15	452.6	2011-12-01	IV
Yarumos	162.4	2020-03-16	556.8	2011-12-01	IV
Milán - Planta Niza	157.6	2020-03-16	362.8	2017-05-13	II
La Nubia	123.2	2020-03-16	410.0	2005-10-31	IV
Máxima Manizales	**256.4**	**2020-03-15**	**662.9**	**2008-12-04**	IV

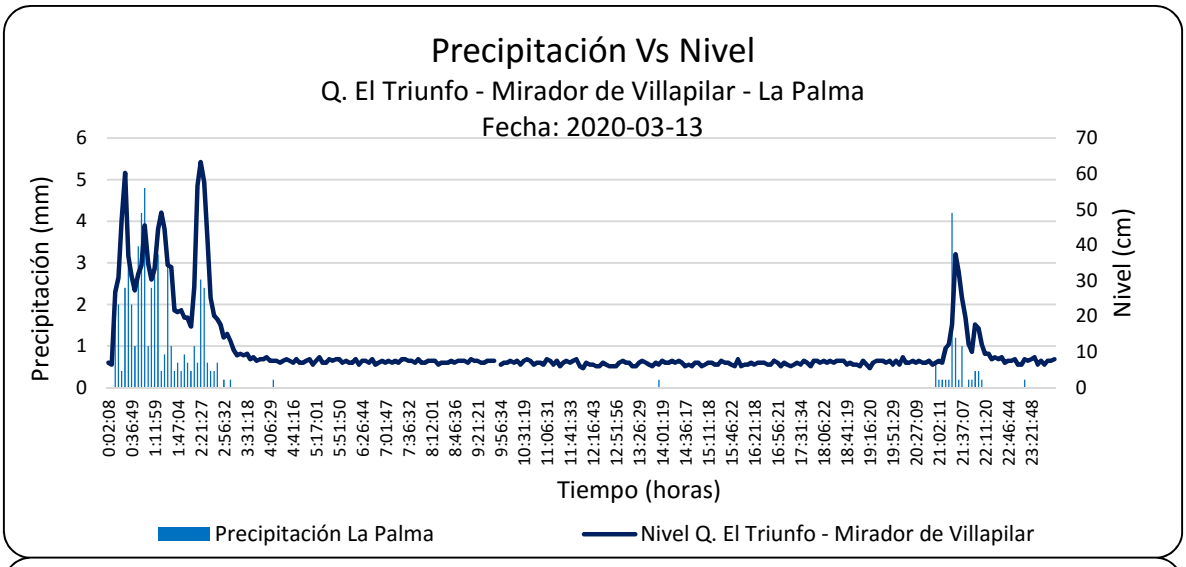
Nota: los valores con * están incompletos. Los valores en morado fueron completados con estaciones vecinas

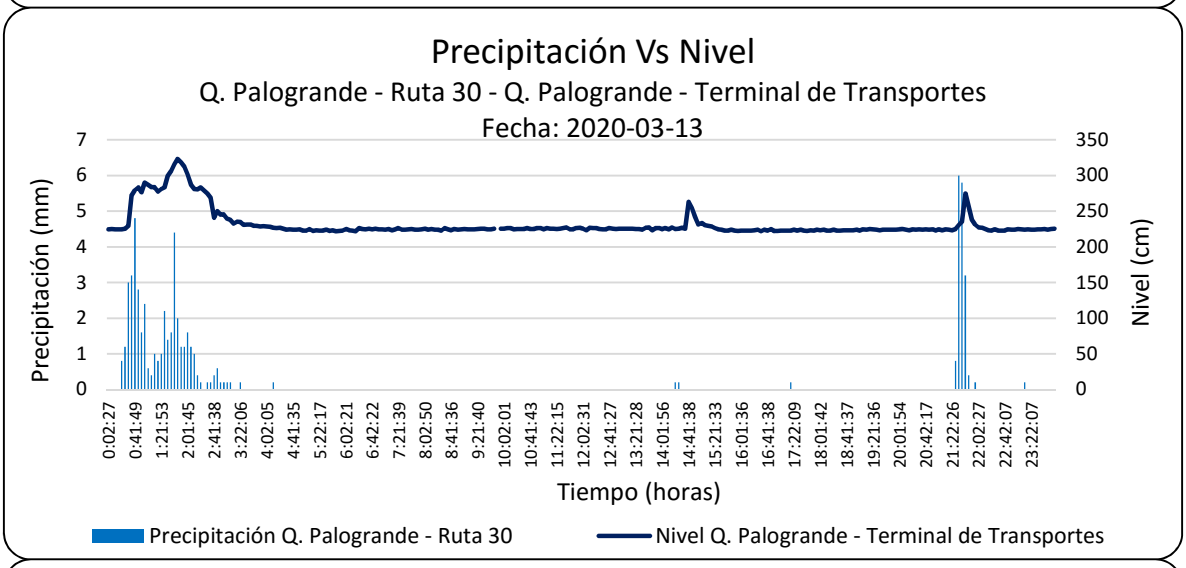
En la Tabla 7, también se puede observar que el valor máximo del A25 en el primer trimestre del año 2020, en la estación Bosques del Norte, apenas alcanzó el 57% del máximo histórico en dicha estación, que registró 452.6 mm de lluvia acumulada en 25 días el 01 de diciembre de 2011. También se aprecia que los siguientes registros más altos, que apenas sobrepasaron los 200 mm acumulados (nivel de alerta amarilla) se concentraron hacia el suroccidente de la ciudad, en la estación Chec – Uribe, occidente en la estación Observatorio Vulcanológico y noroccidente en las estaciones La Palma y Emas y se presentaron entre el 14 y 15 de marzo; mientras que hacia el oriente, sur, suroriente y centro-oriente de la ciudad los valores máximos se alcanzaron el 16 de marzo. Históricamente, las estaciones Aranjuez y Posgrados son las únicas que alcanzaron sus máximos registros en el primer trimestre, más concretamente el 09 de marzo de 2011, con 399.4 mm y 486.2 mm de lluvia acumulada en 25 días respectivamente, mientras que la gran mayoría de las estaciones lo alcanzaron en el cuarto trimestre (diciembre).

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.




Precipitación Vs Nivel
Q. El Triunfo - Mirador de Villapilar - La Palma
Fecha: 2020-03-13
Precipitación (mm)
Nivel (cm)
Tiempo (horas)
Precipitación La Palma
Nivel Q. El Triunfo - Mirador de Villapilar


Precipitación Vs Nivel
Q. Palogrande - Ruta 30 - Q. Palogrande - Terminal de Transportes
Fecha: 2020-03-13
Precipitación (mm)
Nivel (cm)
Tiempo (horas)
Precipitación Q. Palogrande - Ruta 30
Nivel Q. Palogrande - Terminal de Transportes

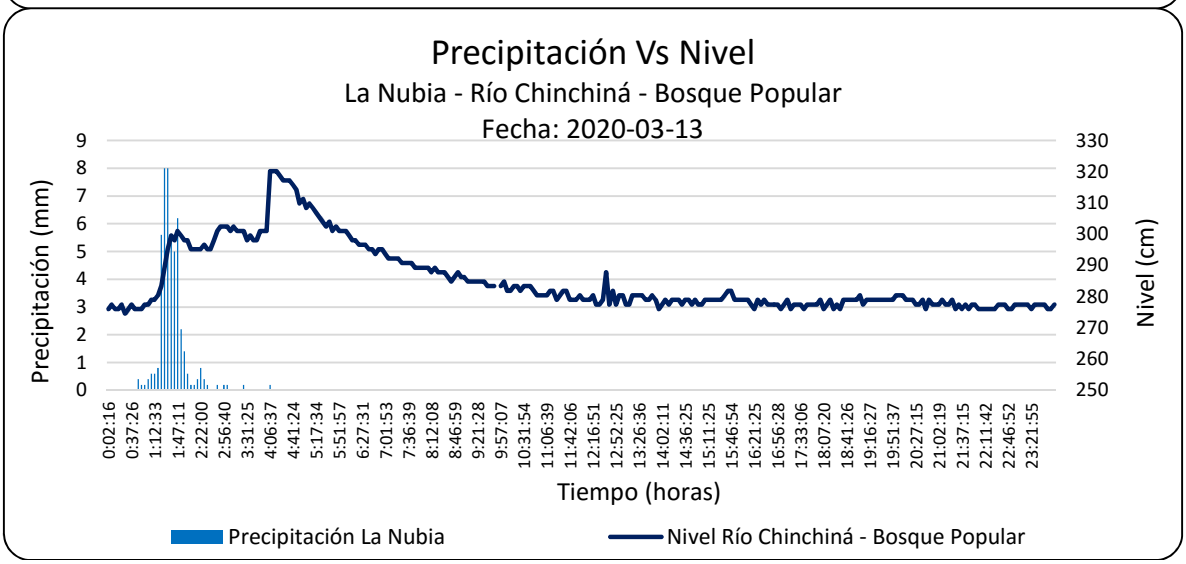

Precipitación Vs Nivel
La Nubia - Río Chinchiná - Bosque Popular
Fecha: 2020-03-13
Precipitación (mm)
Nivel (cm)
Tiempo (horas)
Precipitación La Nubia
Nivel Río Chinchiná - Bosque Popular

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 Primer Trimestre de 2020 en el municipio de Manizales, los valores máximos de temperatura del aire se registraron en febrero los días 18 (La Nubia) y 19 (Observatorio Vulcanológico y La Palma), estaciones ubicadas estratégicamente a diferentes altitudes; mientras que los valores mínimos se presentaron los días 22 de enero (Observatorio Vulcanológico) y 22 de marzo (La Nubia y La Palma), como se puede apreciar en la Tabla 8 y en la Figura 16.

Tabla 8. *Temperaturas para el Primer Trimestre de 2020 en tres puntos estratégicos de Manizales, en °C*

Altitud (m.s.n.m.)	Estaciones	Máxima	Media	Mínima
2226	Observatorio Vulcanológico	26.3	17.8	13.0
2092	La Nubia	27.8	18.4	11.7
1967	La Palma	27.4	19.1	14.3

3.2.1 Seguimiento diario de la temperatura

En la Figura 16 se muestra el seguimiento diario del trimestre (enero, febrero y marzo) del año 2020 de las temperaturas máximas (línea roja), medias (línea verde) y mínimas (línea azul), en °C, para las tres estaciones analizadas.

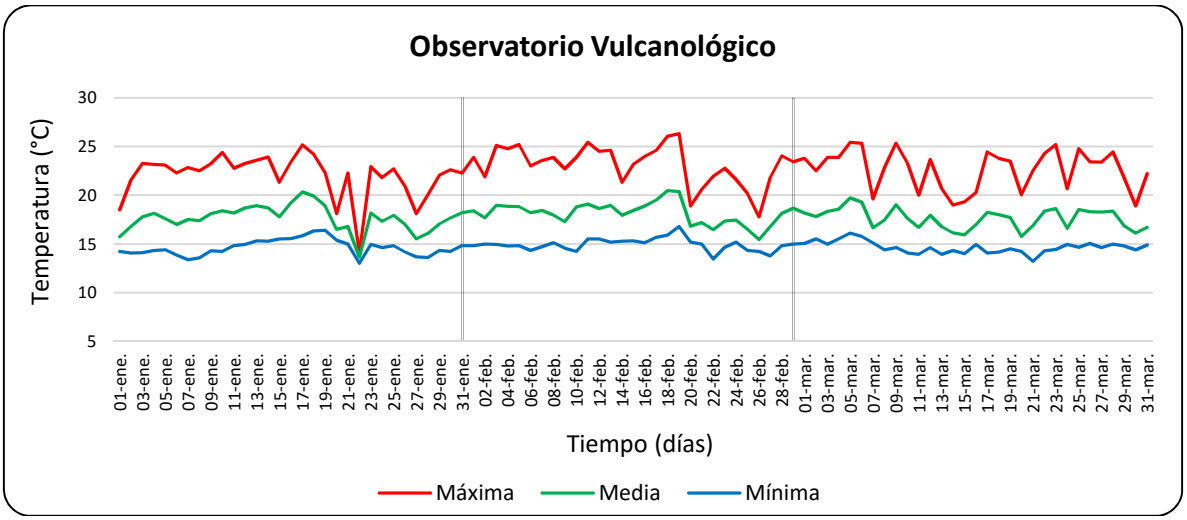


Figura 16. *Comportamiento diario de la temperatura en tres estaciones representativas para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

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 Primer Trimestre de 2020 y el último año, en donde la línea verde corresponde a la temperatura media del último año (2019), la línea naranja a la temperatura media del año en curso (2020) y la línea azul a la temperatura media histórica.

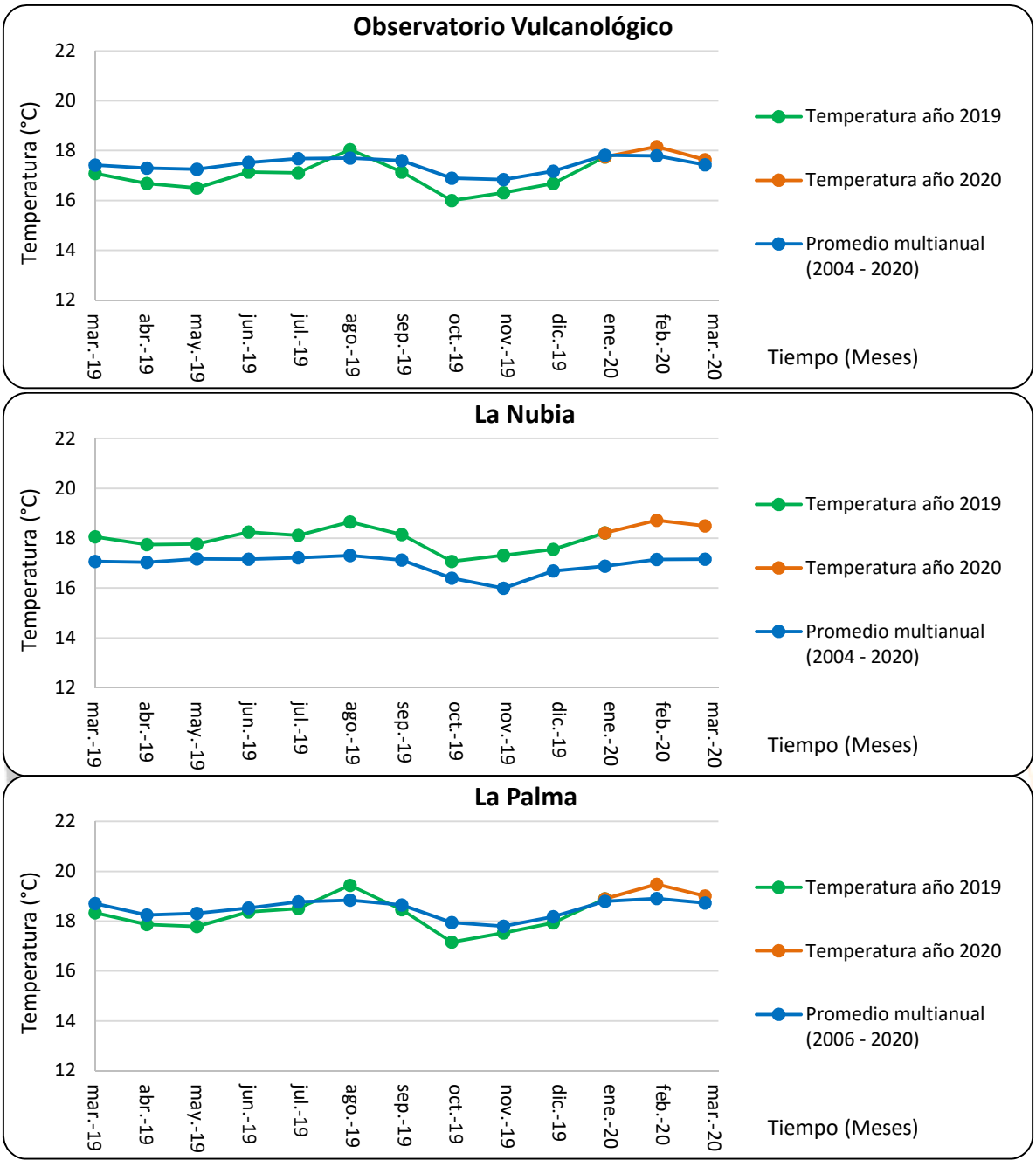


Figura 17. *Comportamiento mensual de la temperatura media en tres estaciones representativas para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

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 Primer Trimestre de 2020. Como se mostró en la Tabla 8, las estaciones analizadas están ubicadas a diferentes altitudes; esta situación se ve reflejada en la

Figura 18, puesto que los valores máximos de temperatura, en general, se presentan en la estación ubicada a menor altitud (La Palma) y los mínimos a mayor altitud (Observatorio Vulcanológico), lo cual es lógico.

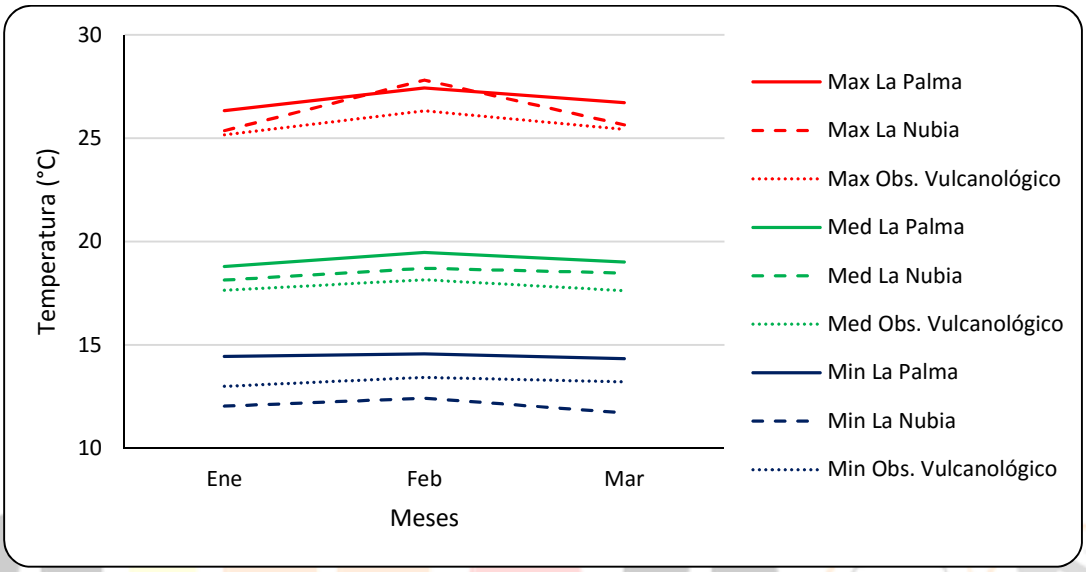


Figura 18. *Comportamiento simultáneo mensual de la temperatura en tres estaciones representativas para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

3.2.4 Ciclo diario de la temperatura

En la Figura 19 se presenta el ciclo diario de la temperatura para el primer trimestre del año 2020 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 primer trimestre del año 2020 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 valores de temperatura más bajos en la mañana, comparados con los registros históricos de temperatura respectivos, mientras que en la madrugada, tarde y noche presenta valores mayores al promedio y a las 8 a.m. y 2 p.m. presenta buen ajuste; por su parte en la estación La Palma se evidencia un ajuste muy bueno durante la madrugada y la mañana, pero en la tarde y noche presenta valores por encima de la media histórica; mientras que la estación La Nubia presenta valores para 2020 con mejor ajuste durante las primeras horas de la mañana, puesto que para el resto del día presenta valores por encima de la media histórica. Es de anotar, que los registros están influenciados por la longitud de la serie de datos que se tiene.

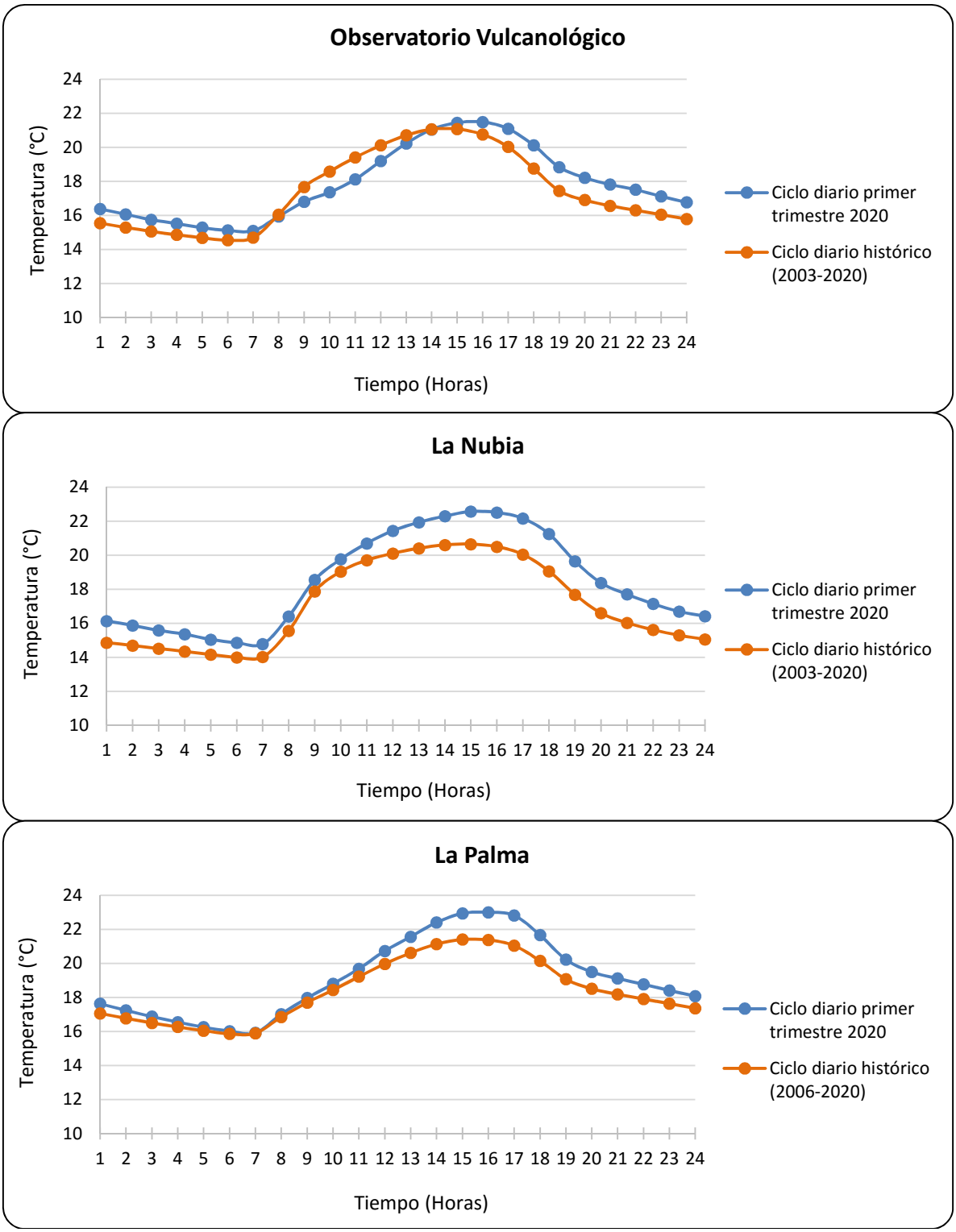


Figura 19. *Ciclo diario de la temperatura media en tres estaciones representativas para el Primer Trimestre de 2020 en Manizales*

4 CONDICIONES DE MACROESCALA EN RELACIÓN CON PRONÓSTICOS DE LLUVIA Y TEMPERATURA Y LA POSIBLE MANIFESTACIÓN DEL ENOS (EL NIÑO – OSCILACIÓN DEL SUR) EN SUS FASES NIÑO Y NIÑA EN LOS PRÓXIMOS MESES (abril – mayo - junio 2020).

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 Instituyo 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*

En relación con el trimestre analizado, el **IDEAM** hace la siguiente **predicción climática para el trimestre abril – mayo - junio de 2020** e indica **neutralidad** en el Fenómeno del Niño.

En efecto, dice el IDEAM que "frente a las condiciones esperadas de interacción océano – atmósfera, se prevé que **la fase neutral del ENOS** se mantenga hasta el otoño del hemisferio Norte de 2020 (septiembre a diciembre), debido a que los modelos dinámicos continúan previendo un paulatino enfriamiento en el Oriente de la cuenca del Océano Pacífico tropical, frente a la costa suramericana".

En cuanto a "la **predicción mensual de precipitación para abril – mayo – junio**, no presenta cambios significativos con respecto a lo presentado en el informe publicado el 24 de febrero de 2020, puesto que el promedio ponderado de los modelos persiste en pronosticar para **abril**, valores de precipitación dentro de los rangos normales (valores de lluvia entre el percentil 40 y el percentil 60) como la condición más probable en Colombia, excepto en la región Caribe y algunas zonas de los Llanos Orientales donde estima que la precipitación se podría presentar por debajo de lo normal (valores de lluvia por debajo del percentil 40); de darse esta situación, las salidas determinísticas estiman reducciones del orden del 10% al 20% con respecto a la climatología de

referencia 1981-2010 especialmente al norte del país. El análisis de excedencias de percentil 90 de precipitación no descarta la probabilidad de que sobre La Guajira, el norte de Bolívar, Santanderes, Antioquia, norte de Tolima, gran parte de Nariño así como en el centro de la Orinoquía y de la Amazonía, se puedan presentar eventos extremos de precipitación que incluso puedan hacer que los volúmenes totales de lluvia finalicen por encima de los promedios históricos; marcando con todo lo anterior, que la primera temporada de lluvias se presentará de manera normal, especialmente en la región Andina.

La condición más probable para **mayo** es que los valores de lluvia se presenten dentro de lo normal y con cambios del orden de $^{+}$/- 10% respecto de los promedios históricos, lo que se traduce en que **continuaría el transito normal de la temporada lluviosa de la región Andina,** se alcanzarían los máximos de precipitación estacionales sobre los piedemontes llanero y amazónico y las precipitaciones aumentarían significativamente en la región Caribe con respecto a los meses anteriores, producto no solo de la migración de la ZCIT hacia el norte del país sino del paso de ondas tropicales del este por el Mar Caribe. Para **junio**, los modelos nacionales estiman que la condición más probable son los **valores de precipitación por debajo de lo normal en la región Andina** y Caribe; de darse esta situación, la salida determinística estima reducciones de lluvia entre 10% y 30% con respecto a la climatología de referencia; para el resto del país, se espera que la condición más probable sea la normal".

"En cuanto a las **temperaturas (media, mínima y máxima)** para Colombia, se prevé que sus anomalías se ubiquen entre -0.5°C a +1.5°C en gran parte del territorio nacional para los próximos 6 meses" (…).

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS

"Por lo anterior, para el trimestre abril – mayo – junio se recomienda estar atentos a alertas asociadas con eventos de lluvias fuertes, ya que **pueden favorecer deslizamientos de tierra principalmente en zonas de montaña de la región Andina** y piedemontes de la Orinoquía y Amazonía" (…).

(La negrilla es nuestra)

FUENTE:

IDEAM. Informe de predicción climática a corto, mediano y largo plazo (corto, abril/20; mediano, mayo y junio/20; largo, julio a septiembre/20). José Franklin Ruiz Murcia, Jeimmy Yanely Melo Franco. Grupo Modelamiento Numérico de tiempo y Clima. Subdirección de Meteorología. Publicado el 21 de marzo de 2020. Bogotá D. C. y disponible en:
http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/CPT/informe/Informe.pdf