



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

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 2018-



Abril 2018



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 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 y la gestión integral del riesgo de desastres, pero también, entre otros, es 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 2018 (meses de enero, febrero y marzo)**, con el análisis del comportamiento de las lluvias y las temperaturas en Manizales (y próximamente del resto del departamento) 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 el segundo y subsiguientes 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}. 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 con el apoyo de Corpocaldas 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 137 (2017). Sistema de Información ambiental departamento de Caldas. Manizales.

² 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.

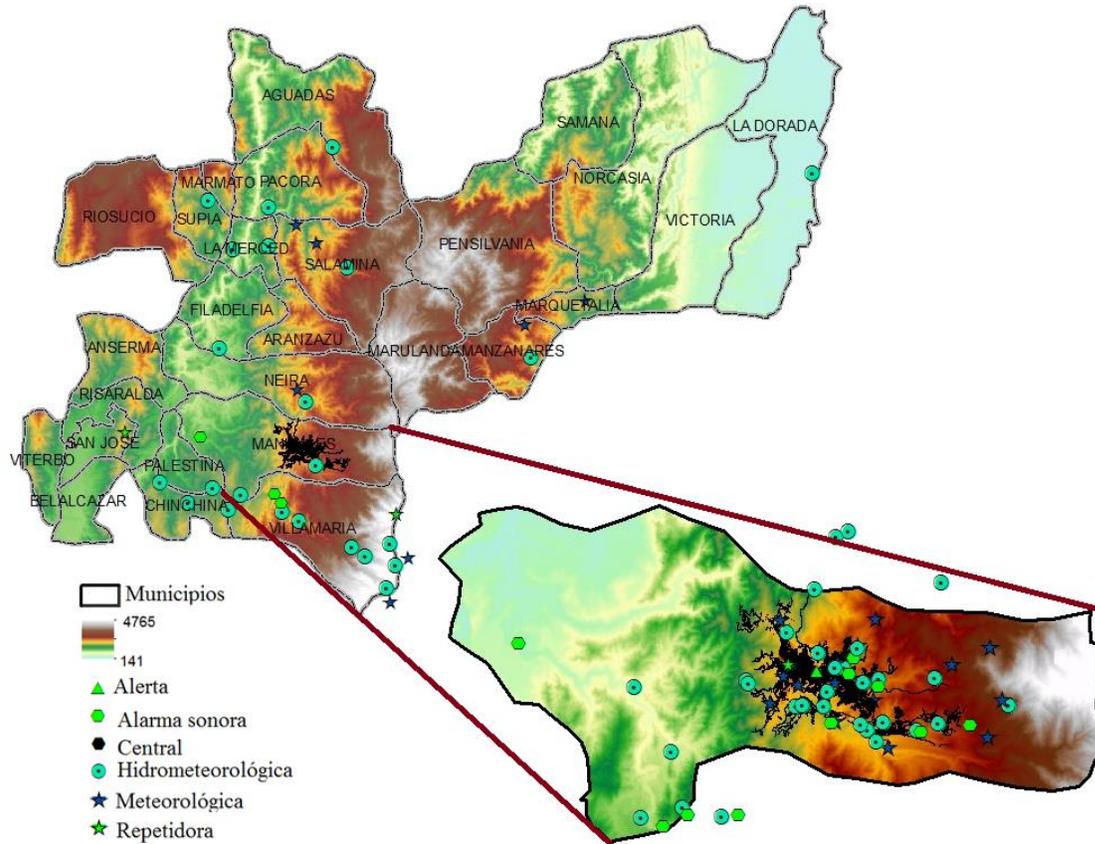


Figura 1. Localización estaciones hidrometeorológicas en el departamento de Caldas

Adicionalmente, Caldas cuenta con cerca de ochenta estaciones más, con énfasis en las que posee Cenicafé (con registros de precipitación especialmente) repartidas en todo su territorio que, aunque faltan zonas del departamento por cubrir, proporcionan valiosa información.

2.3 ¿Qué se hace con esta información?

Se divulga en tiempo real en la página web del IDEA (<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 (<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.



INICIO **FUENTES DE DATOS** **ESTRUCTURA DE DATOS** **RESULTADOS** **ENLACES DE INTERÉS** **PUBLICACIONES** **PERSONAS** **CONTACTO**

CORPOCALDAS
Corporación Autónoma Regional de Caldas
Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible

Generador de indicadores climatológicos	Sistema de consultas	Sistema de filtrado y cargue de datos
Acceso público	Acceso con autorización	Acceso con autorización
Indicadores Meteorológicos e Hidrometeorológicos Indicadores de Calidad del Aire	Este sistema de acceso para personal autorizado es utilizado para obtener los datos brutos medidos por las estaciones ambientales.	Este es un sistema que administra los parámetros de filtración y cargue de los datos originales a la bodega de datos que centraliza la información.

Citación: CDIAC - Centro de Datos e Indicadores Ambientales de Caldas, Universidad Nacional de Colombia and Corpocaldas, 2015. [Online]. Available: <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/>. [Accessed: 17-4-2018].

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 utiliza 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.

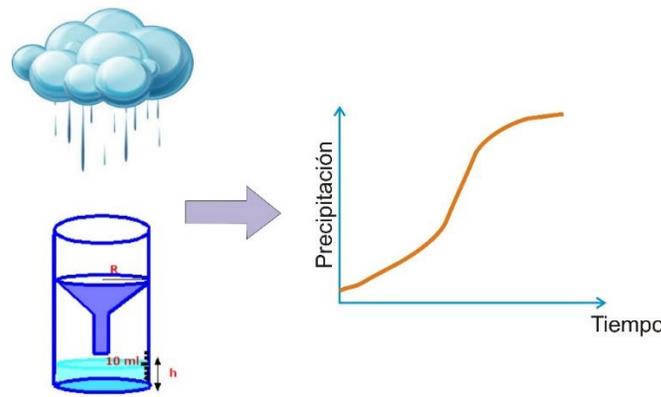


Figura 3. Medición de la precipitación

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 $15 \cdot 60 / 30 = 30$ 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.

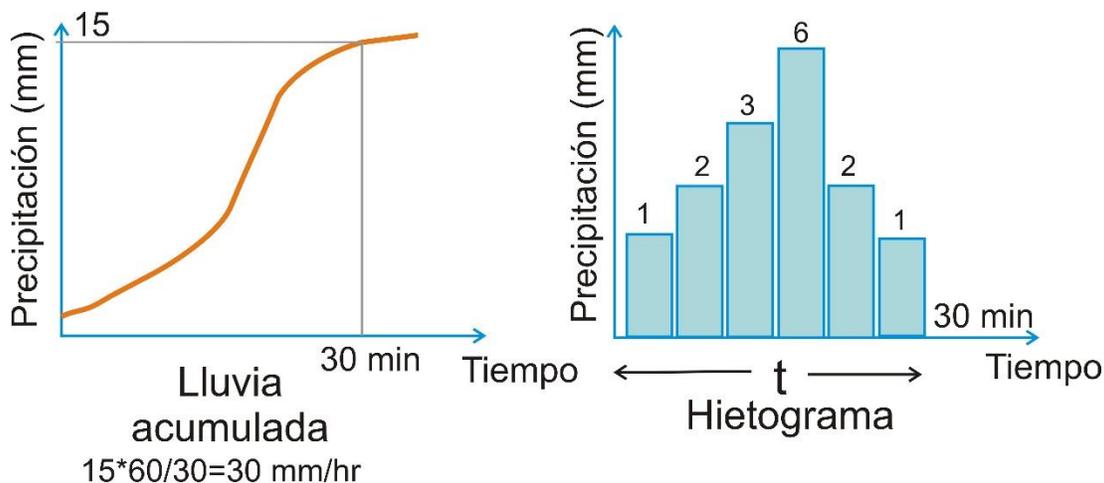


Figura 4. Representación de la precipitación

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 arrear, 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/hr, y a la duración de la lluvia se le llama **t**, hr ó 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 utilizado para dar señales de alerta temprana a la comunidad por parte del Consejo Municipal para la Gestión Integral del Riesgo de Manizales 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.

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 $^{\circ}\text{C}$ (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).

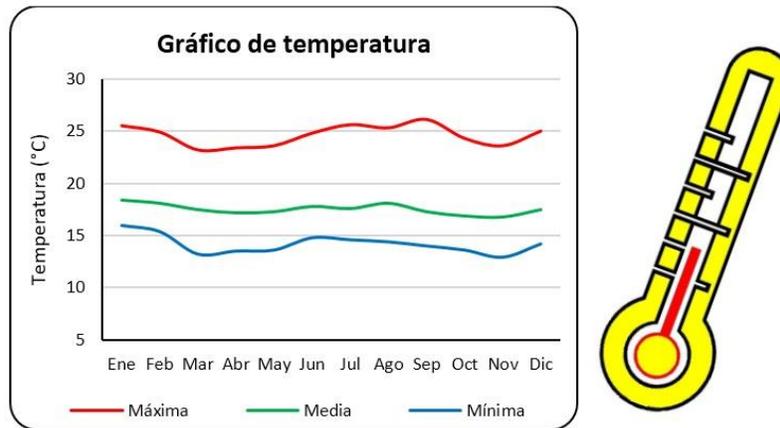


Figura 5. Representación de la temperatura y termómetro para medir la variable

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 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	Q. Palogrande - Ruta 30	Hospital de Caldas	Aranjuez	Posgrados	Bosques del Norte	Yarumos	Milán - Planta Niza	La Nubia

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

Figura 6. 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° 3' 6.95"	75° 32' 6.14"	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° 4' 0.2"	75° 31' 39.9"	2057	Instituto de Valorización de Manizales - INVAMA	UGR-Manizales	2010-04-06
La Palma	M	5° 5' 45.5"	75° 31' 45.9"	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"	75° 31' 11"	2112	Centro Integral de Servicios Comunitarios-CISCO El Carmen	UGR-Manizales	2005-02-15
Emas	M	5° 4' 49.42"	75° 30' 32.19"	2060	Relleno Sanitario La Esmeralda - Empresa Metropolitana de Aseo EMAS S.A E.S.P.	EMAS S.A E.S.P	1997-08-01
Quebrada Palogrande - Ruta 30	H	5° 3' 30.58"	75° 30' 15.07"	2002	Lavautos Ruta 30	UN-Manizales	2008-12-10
Hospital de Caldas	M	5° 3' 46.6"	75° 30' 2.1"	2183	S.E.S. Hospital de Caldas	UGR-Manizales	2007-12-14
Aranjuez	M	5° 2' 34.2"	75° 30' 1.6"	1915	Institución Educativa Aranjuez	UGR-Manizales	2006-01-26
Posgrados	M	5° 3' 21.86"	75° 29' 31.46"	2179	Campus Palogrande Universidad Nacional, Bloque I	UN-Manizales	2002-01-01
Bosques del Norte	M	5° 4' 59"	75° 29' 19"	2126	Institución Educativa Bosques del Norte	UGR-Manizales	2006-09-22
Yarumos	M	5° 3' 47.6"	75° 28' 52.63"	2195	Centro de Bioinformática y Biología Computacional - CBBC	UGR-Manizales	2004-01-01
Milán - Planta Niza	M	5° 3' 15.57"	75° 28' 47.67"	2256	Planta de Tratamiento Niza - Aguas de Manizales S.A. E.S.P.	UGR-Manizales	2009-12-23
La Nubia	M	5° 1' 44.1"	75° 28' 20"	2092	Campus La Nubia Universidad Nacional, Bloque P	UGR-Manizales	2003-07-01

Convenciones: M: Meteorológica; H: Hidrometeorológica



3.1 PRECIPITACIÓN

En el primer trimestre del año 2018, la precipitación en la ciudad de Manizales presentó características atípicas, puesto que los meses de **enero y febrero** corresponden a un periodo semiseco o de lluvias bajas, en el cual las lluvias históricamente no alcanzan niveles considerables y, sin embargo, **para ambos meses y en la mayoría de las estaciones de monitoreo analizadas se registraron valores por encima de la media histórica multianual. Contrario a lo anterior y a lo que normalmente se espera, para el mes de marzo se presentaron precipitaciones por debajo del promedio histórico multianual**, teniendo en cuenta que a mediados de marzo se inicia el primer periodo de lluvias del año, condicionado entre otros factores por el posicionamiento de la Zona de Confluencia Intertropical ZCIT³. Los acumulados mensuales para el primer trimestre de 2018 fueron mayores en el mes de febrero, con cinco estaciones que superaron el umbral de los 200 mm en los últimos 25 días (A25), alcanzando un máximo de 235.8 mm en la estación Milán – Planta Niza y el mínimo registro mensual de 58 mm en el suroriente de la ciudad, en la estación La Nubia, para el mes de enero.

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 positivas hasta del 89% (estación Aranjuez) para el mes de enero y del 89% (estación Milán – Planta Niza) para el mes de febrero. La anomalía negativa mínima alcanzó el -49% (estación El Carmen) en el mes de marzo. En el mes de enero de 2018, las anomalías positivas máximas se concentraron hacia el occidente de la ciudad, mientras que hacia el sur, centro-oriente y suroriente se observaron anomalías negativas. Por su parte el mes de febrero presentó anomalías positivas en todas las estaciones analizadas excepto en la estación Hospital de Caldas (centro) y las máximas se concentraron hacia la parte sur, centro-oriente, norte, oriente y suroriente de la ciudad. El mes de marzo presentó anomalías negativas prácticamente en todas las estaciones analizadas, excepto en la estación Milán – Planta Niza (oriente). Ver Figura 8.

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

En la siguiente figura se puede apreciar la distribución espacio-temporal de las lluvias en la ciudad de Manizales para el primer trimestre de 2018 y el comparativo con la media histórica en cada punto de monitoreo (nota: barra primer trimestre 2018, color azul; barra media histórica, color naranja).

³ Zona de Confluencia Intertropical es un cinturón de nubes de baja presión que se mueve latitudinalmente y donde convergen los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur, generando en mayor medida las lluvias tropicales.

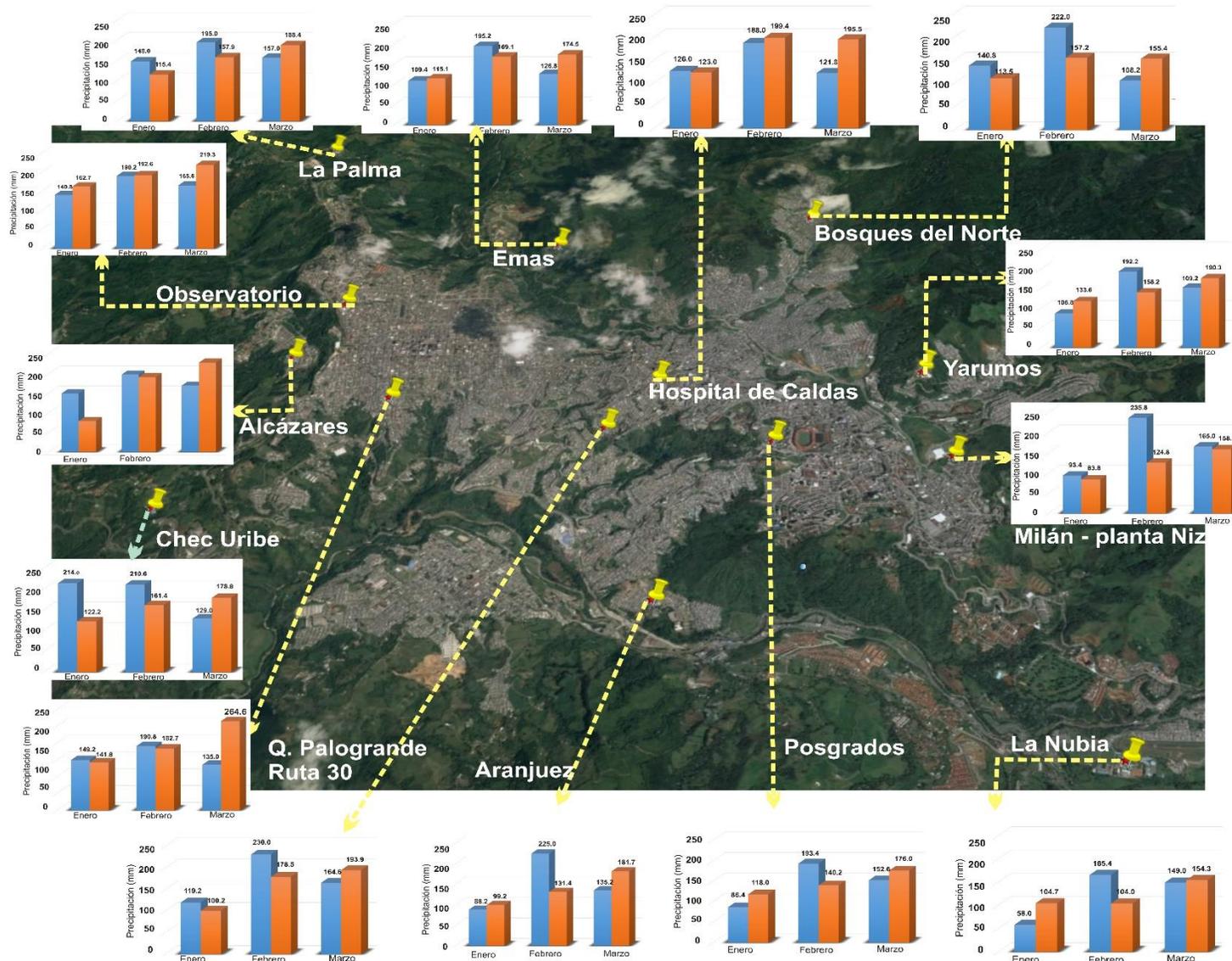


Figura 7. Distribución espacio-temporal de las lluvias en el primer trimestre de 2018 en Manizales

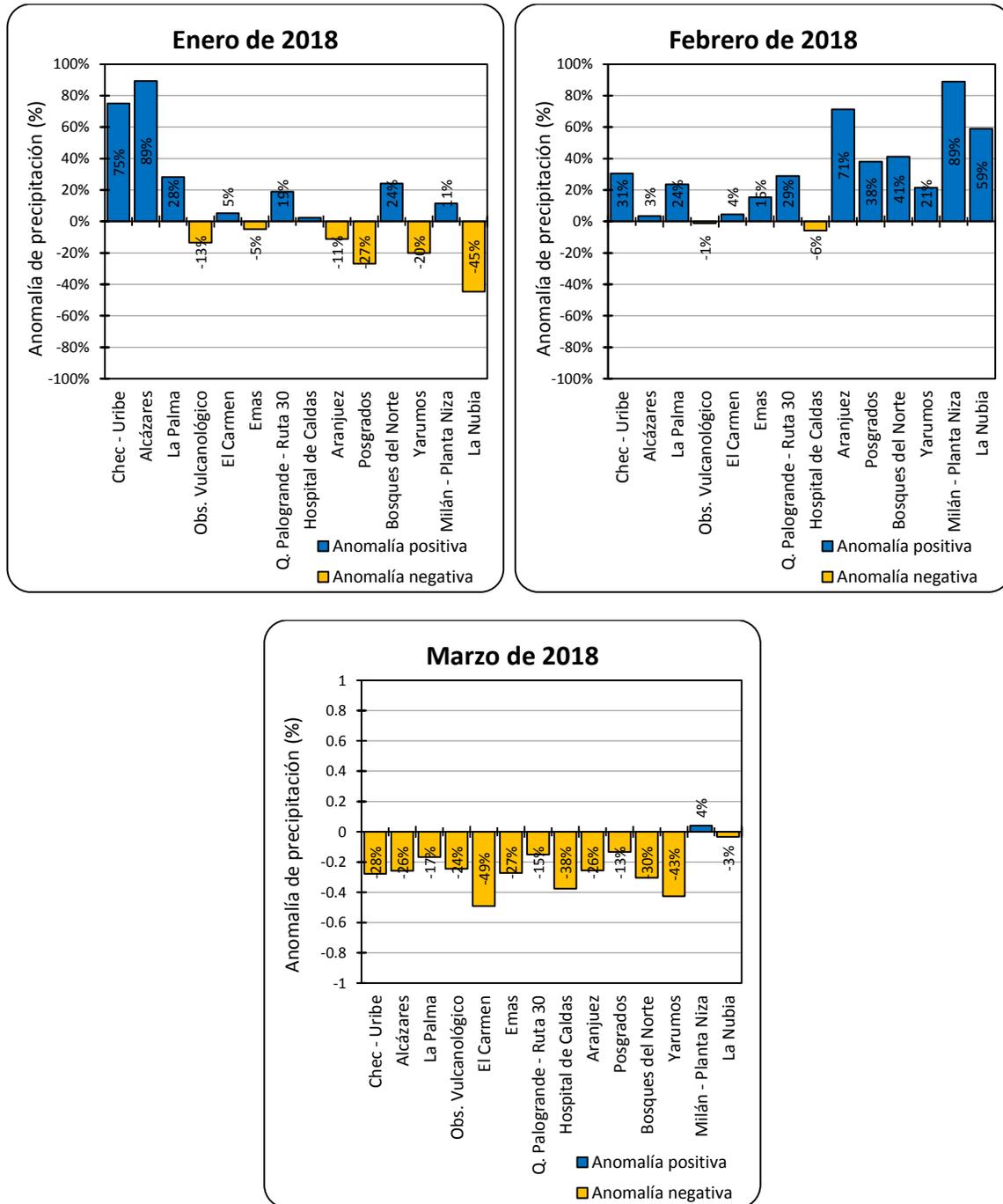


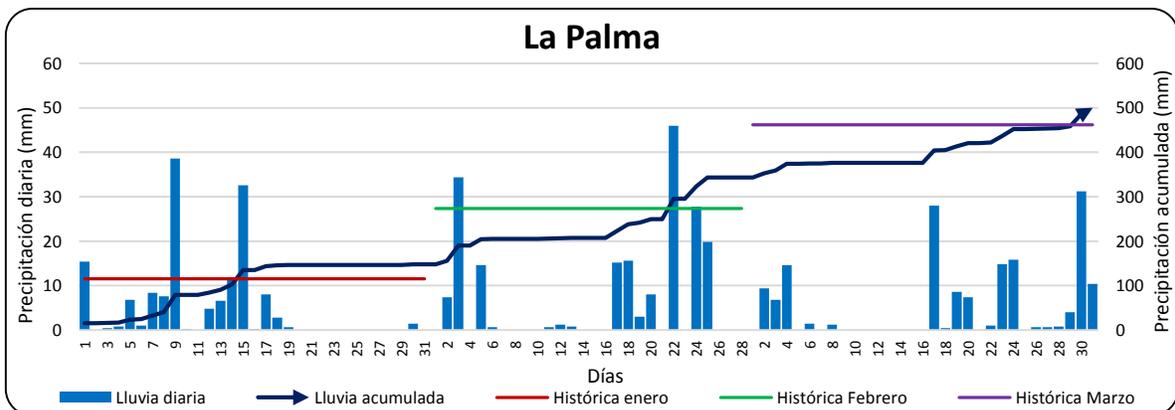
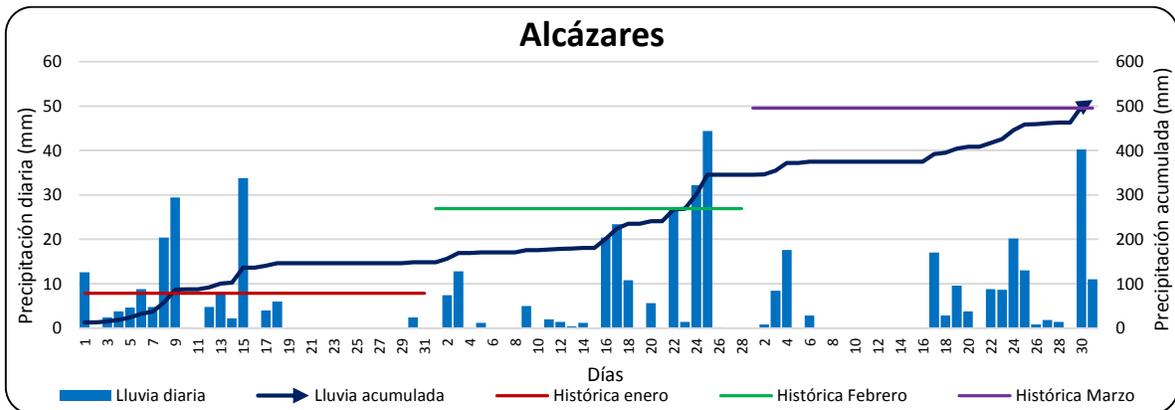
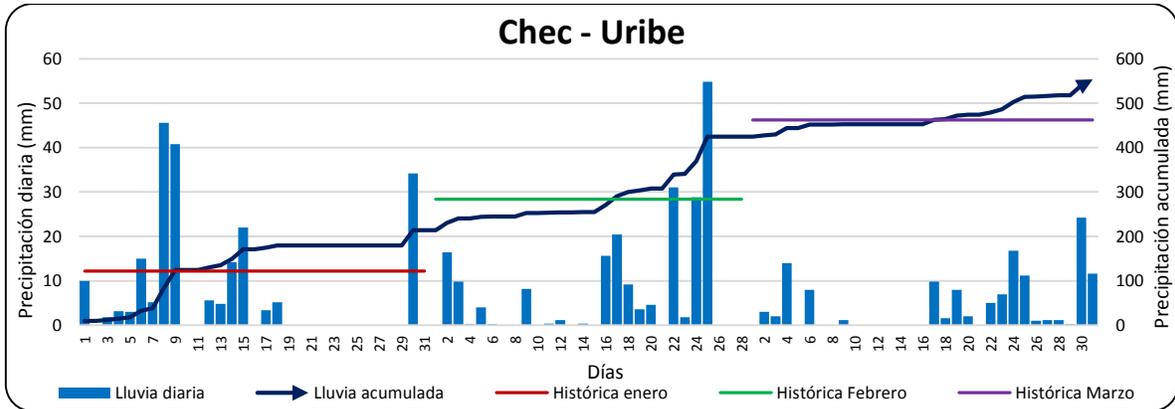
Figura 8. Anomalías pluviométricas por estación para el primer trimestre de 2018 en Manizales

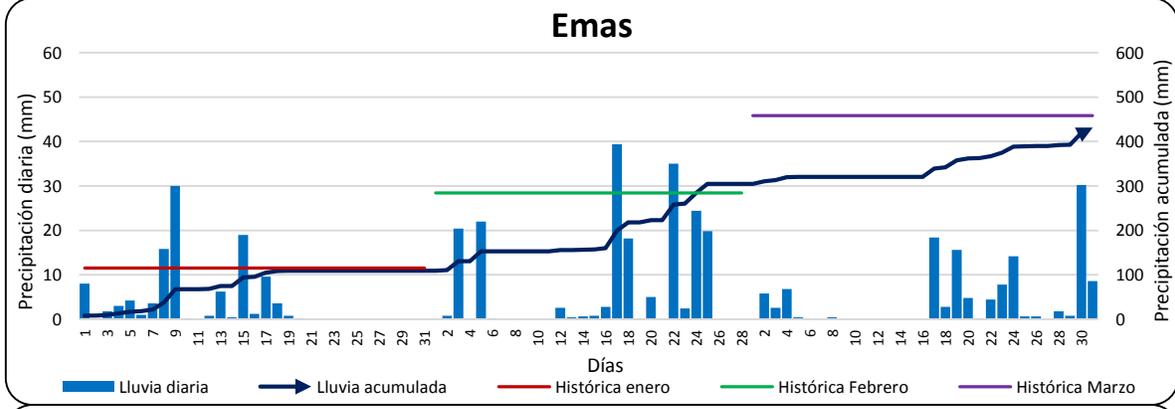
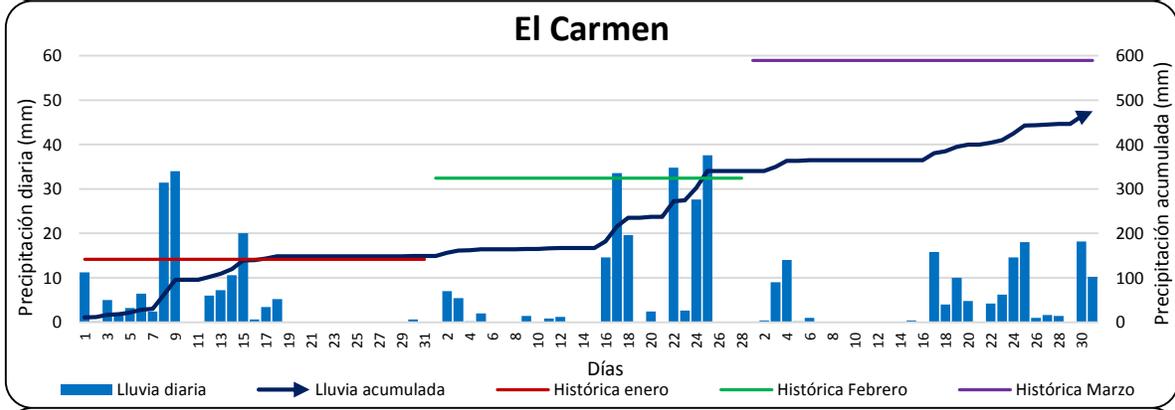
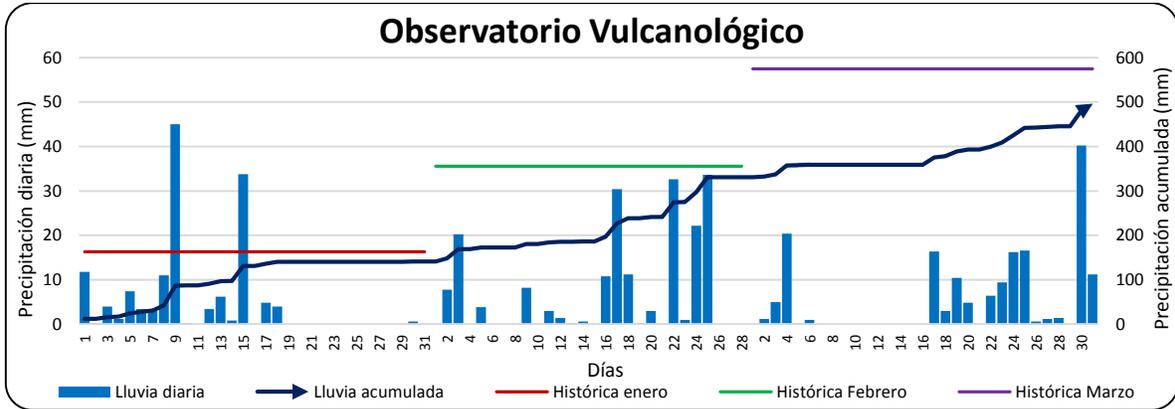
3.1.1 Seguimiento diario de la precipitación

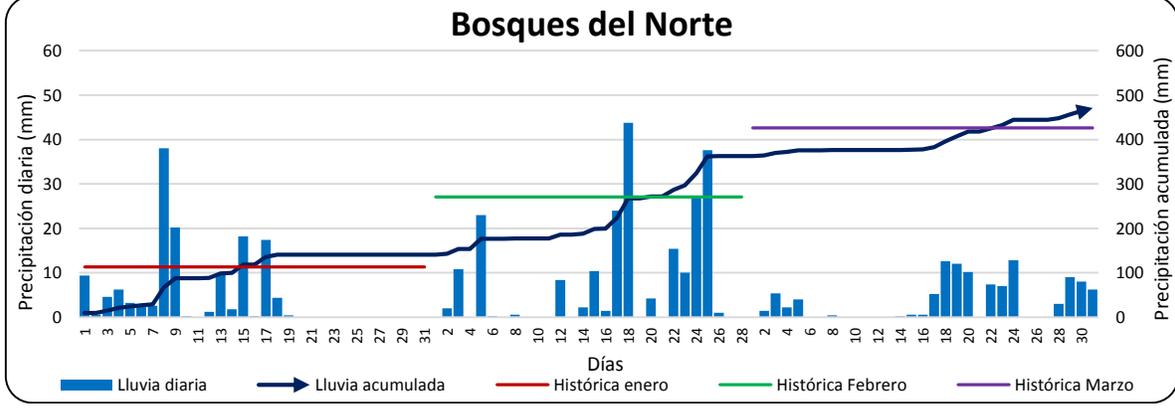
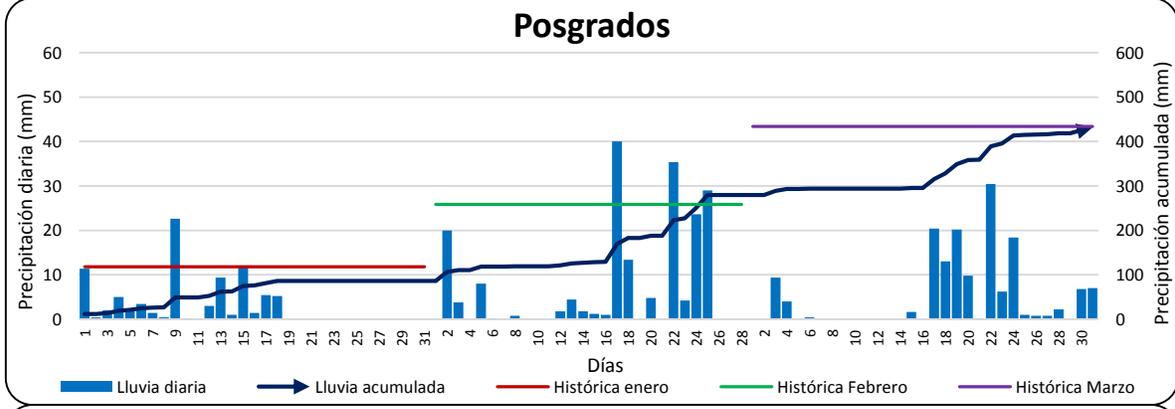
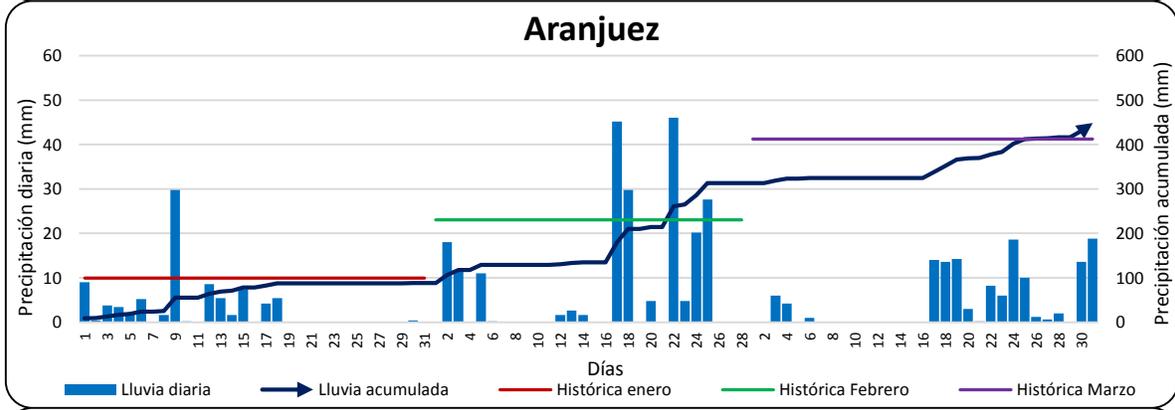
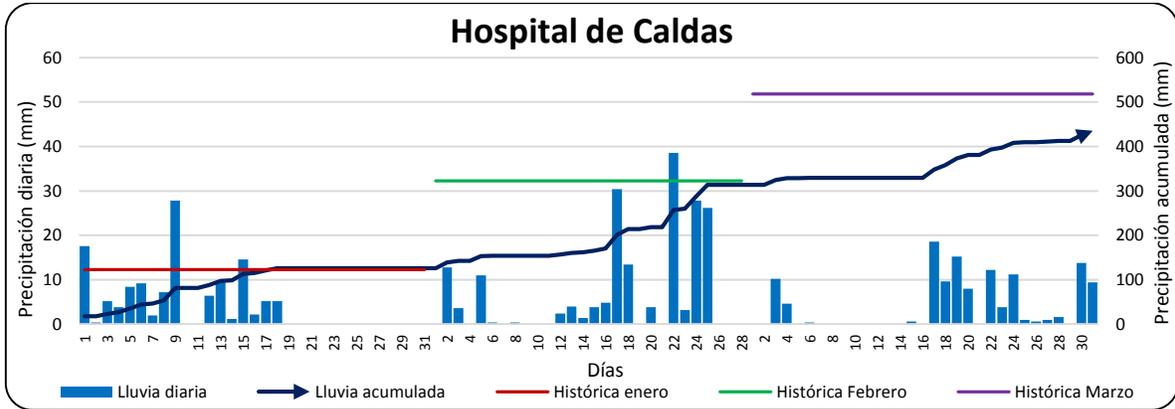
El comportamiento diario de la precipitación en la ciudad de Manizales se registra en la siguiente figura, las barras azules indican la lluvia diaria y la línea azul oscura muestra el acumulado respectivo a lo largo del primer trimestre de 2018; además, se indican en líneas roja, verde y



morada los niveles históricos promedios para los meses de enero, febrero y marzo respectivamente. Se puede apreciar que la mayoría de las lluvias diarias máximas se concentran en la parte media de la figura (mes de febrero), aunque hay volúmenes diarios iguales o superiores a 30 mm en varias estaciones del occidente, centro y norte de la ciudad, entre la segunda y tercera semana de enero de 2018. En términos generales, se distinguen dos periodos de tiempo sin lluvias, uno entre el 19 y 29 de enero y otro entre el 07 y el 16 de marzo, y en este se apreciaron valores hasta de 2.6 mm (estación La Nubia en el suroriente) para el día 15 de marzo, lo cual es un registro muy bajo.







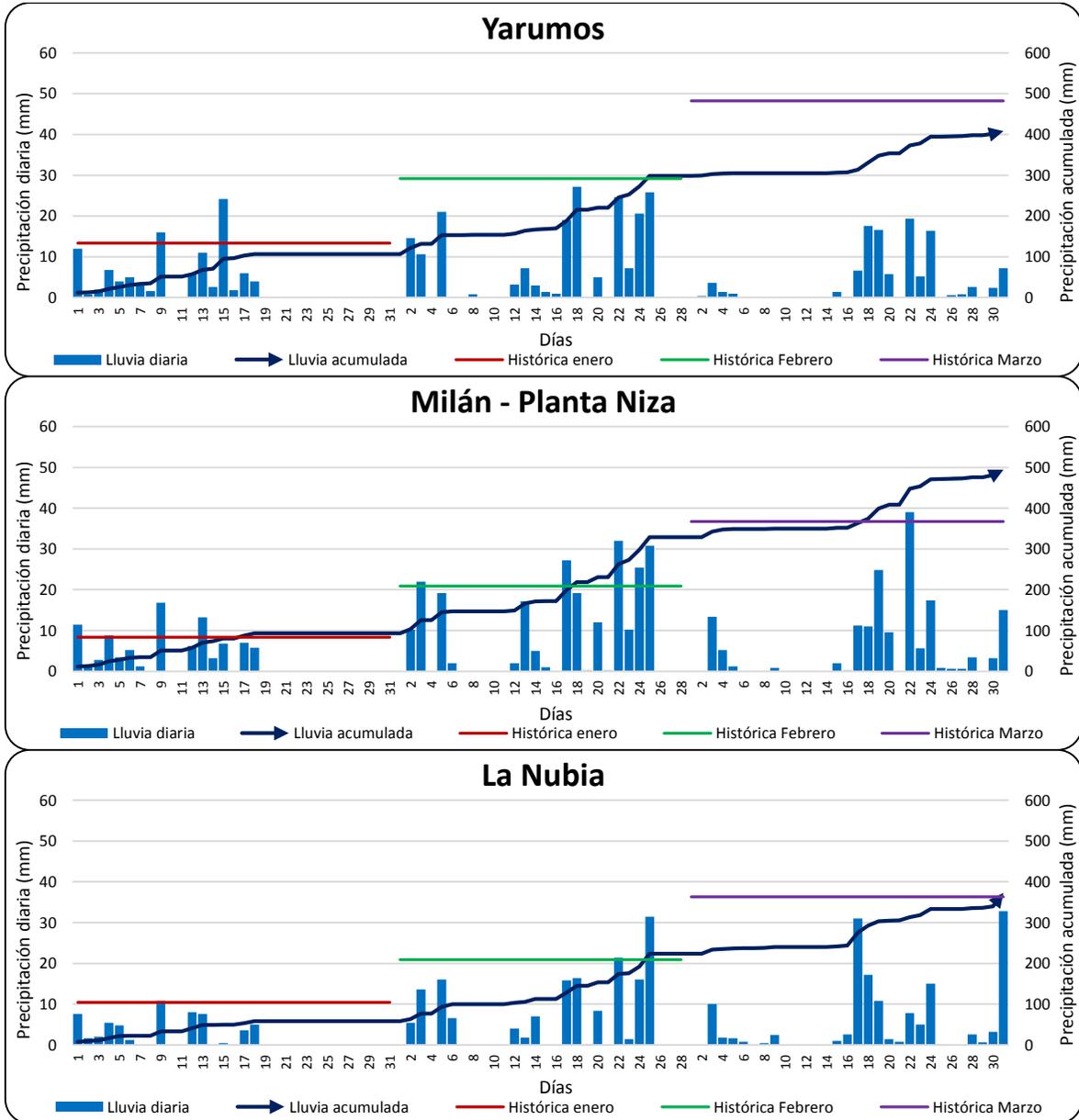


Figura 9. Comportamiento de la precipitación diaria por estación para el primer trimestre de 2018 en Manizales

3.1.2 Precipitaciones máximas diarias

La mayoría de los registros de precipitaciones máximos diarios se obtuvieron en el mes de febrero, excepto en las estaciones Observatorio Vulcanológico (al occidente) en enero y en marzo en las estaciones La Nubia y Milán – Planta Niza (al oriente y suroriente respectivamente), lo que se constata en la figura anterior y en la Tabla 2.



Tabla 2. Precipitaciones máximas diarias en el primer trimestre de 2018 en Manizales

Estaciones	Primer trimestre 2018	
	Ppt máxima diaria (mm)	Fecha
Chec - Uribe	54.8	2018-02-25
Alcázares	44.4	2018-02-25
La Palma	46.0	2018-02-22
Observatorio Vulcanológico	45.0	2018-01-09
El Carmen	37.6	2018-02-25
Emas	39.4	2018-02-17
Q. Palogrande - Ruta 30	44.0	2018-02-22
Hospital de Caldas	38.6	2018-02-22
Aranjuez	46.0	2018-02-22
Posgrados	40.0	2018-02-17
Bosques del Norte	43.8	2018-02-18
Yarumos	27.2	2018-02-18
Milán - Planta Niza	39.0	2018-03-22
La Nubia	32.8	2018-03-31
Máxima Manizales	54.8	2018-02-25

Los valores máximos se obtuvieron hacia el sector occidental de la ciudad y los máximos menores hacia el otro extremo, sectores nororiente y suroriente de la ciudad, como se aprecia en los registros de la tabla anterior y la Figura 10. Se confirma la tendencia que se ha tenido de que llueve más al occidente que al oriente de la ciudad.

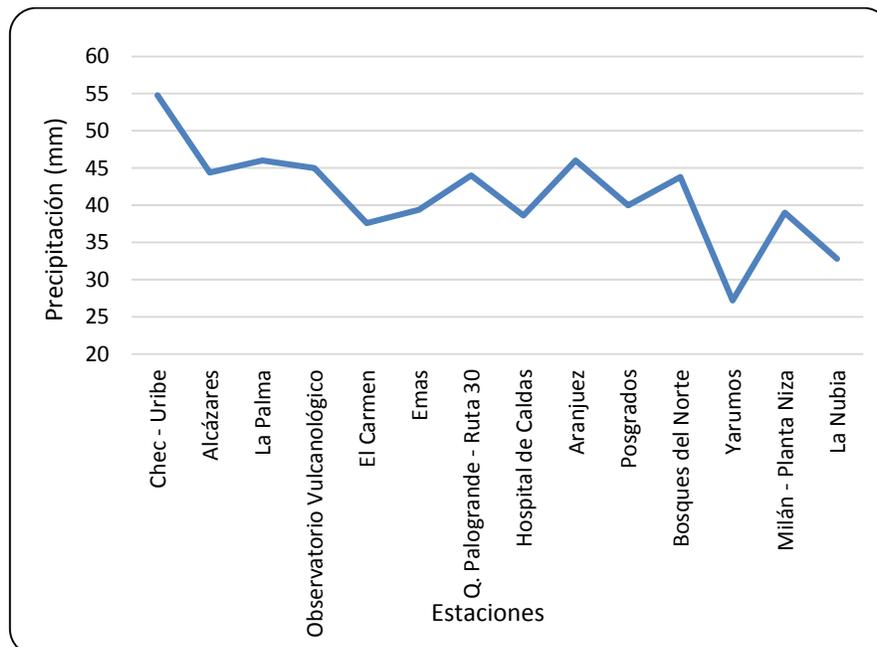


Figura 10. Comportamiento de las precipitaciones máximas diarias en sentido occidente-oriente para el primer trimestre de 2018 en Manizales



3.1.3 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 el mes de enero presentó mayor cantidad de días con lluvia por encima del valor medio para cada estación, en febrero este valor disminuyó notablemente, encontrando valores coincidentes con el valor medio (6 estaciones) y en marzo el número de días con lluvia estuvo por debajo de la media histórica en todas las estaciones analizadas para la ciudad de Manizales, excepto para la estación Chec – Uribe, que tuvo un valor igual a la media histórica. Ver Figura 11.

$$\text{Anomalía del \#días con lluvia} = \frac{\text{\#días con lluvia mes actual} - \text{\#días con lluvia media histórica para dicho mes}}{\text{\#días con lluvia media histórica para dicho mes}} \quad (2)$$

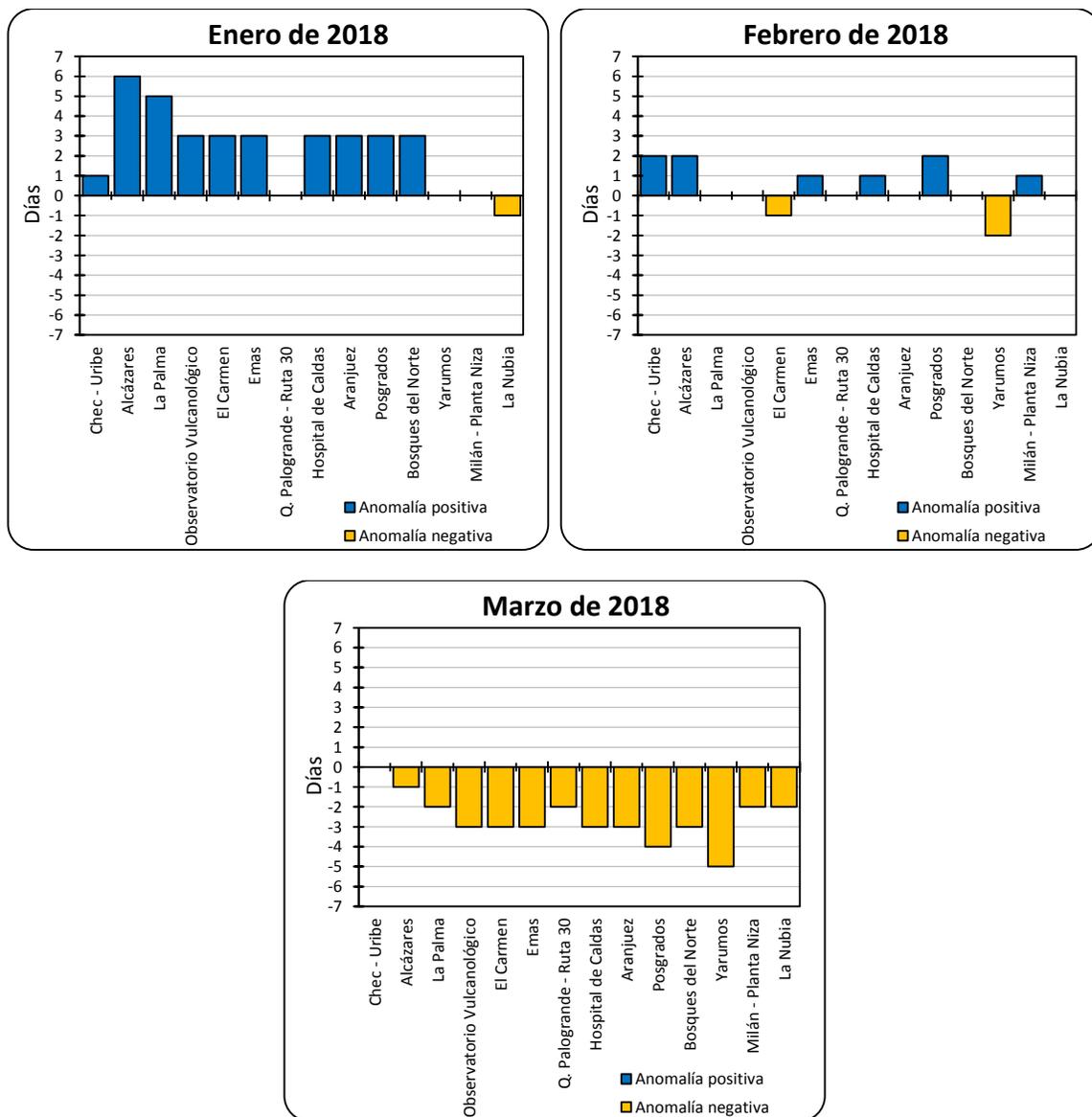


Figura 11. Anomalías del número de días con lluvia por estación para el primer trimestre de 2018 en Manizales



En la siguiente tabla, a su vez, se relaciona el número de días con lluvia y sin lluvia por cada mes del primer trimestre de 2018 y para cada estación analizada. En promedio, el mayor número de días con lluvia se registró en el mes de marzo, aunque no fue el más lluvioso (en términos de magnitud), lo que indica que se presentaron más eventos de menor magnitud distribuidos durante el mes. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Número de días con lluvia y sin lluvia para el primer trimestre de 2018 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	15	16	18	10	19	12
	48%	52%	64%	36%	61%	39%
Alcázares	18	13	18	10	17	14
	58%	42%	64%	36%	55%	45%
La Palma	18	13	14	14	18	13
	58%	42%	50%	50%	58%	42%
Observatorio Vulcanológico	17	14	17	11	18	13
	55%	45%	61%	39%	58%	42%
El Carmen	17	14	15	13	19	12
	55%	45%	54%	46%	61%	39%
Emas	18	13	18	10	19	12
	58%	42%	64%	36%	61%	39%
Q. Palogrande - Ruta 30	17	14	20	8	22	9
	55%	45%	71%	29%	71%	29%
Hospital de Caldas	16	15	17	11	17	14
	52%	48%	61%	39%	55%	45%
Aranjuez	16	15	14	14	17	14
	52%	48%	50%	50%	55%	45%
Posgrados	17	14	17	11	18	13
	55%	45%	61%	39%	58%	42%
Bosques del Norte	18	13	17	11	19	12
	58%	42%	61%	39%	61%	39%
Yarumos	16	15	16	12	18	13
	52%	48%	57%	43%	58%	42%
Milán - Planta Niza	14	17	17	11	19	12
	45%	55%	61%	39%	61%	39%
La Nubia	12	19	15	13	21	10
	39%	61%	54%	46%	68%	32%
Promedio Manizales	16	15	17	11	19	12
	53%	47%	59%	41%	60%	40%



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

En la Tabla 4 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 25 de diciembre del año 2017, mientras que los valores resaltados en amarillo corresponden a conteos que iniciaron en enero de 2018 y terminaron en febrero de 2018, excepto en la estación Observatorio Vulcanológico, en donde el acumulado de 3 días pasó al siguiente mes y alcanzó el máximo de 4 días, pero se presentó un consecutivo mayor a éste, de 10 días, que es el que aparece en la tabla. Los demás valores que no están resaltados corresponden a conteos que iniciaron y terminaron en el mismo mes.

Tabla 4. Número de días consecutivos con lluvia y sin lluvia para el primer trimestre de 2018 en Manizales

Estaciones	Enero		Febrero		Marzo	
	Con lluvia	Sin lluvia	Con lluvia	Sin lluvia	Con lluvia	Sin lluvia
Chec - Uribe	8	11	5	3	10	7
Alcázares	17	11	5	3	7	10
La Palma	8	10	4	4	6	8
Observatorio Vulcanológico	17	11	5	3	7	10
El Carmen	16	11	4	3	7	8
Emas	9	11	9	12	10	8
Q. Palogrande - Ruta 30	16	12	10	13	17	5
Hospital de Caldas	16	13	7	14	7	8
Aranjuez	13	11	4	5	12	10
Posgrados	17	13	7	14	12	8
Bosques del Norte	17	12	5	13	7	5
Yarumos	16	13	7	14	6	9
Milán - Planta Niza	14	13	9	14	7	6
La Nubia	13	13	4	14	11	5
Promedio Manizales	17	13	10	14	17	10

3.1.5 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 detonan 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 deslizamientos⁴.

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) 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:

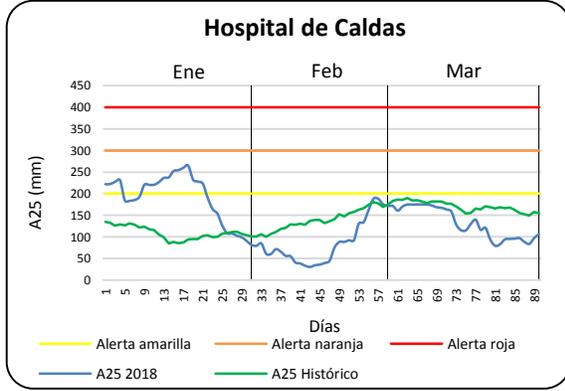
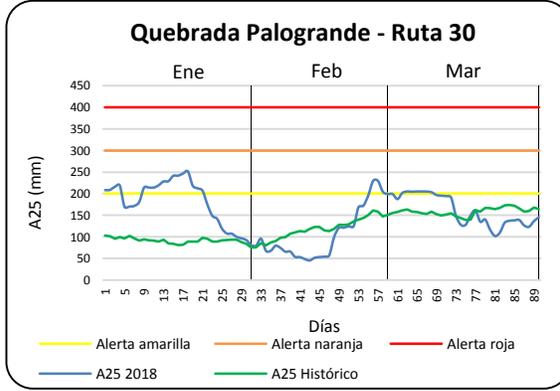
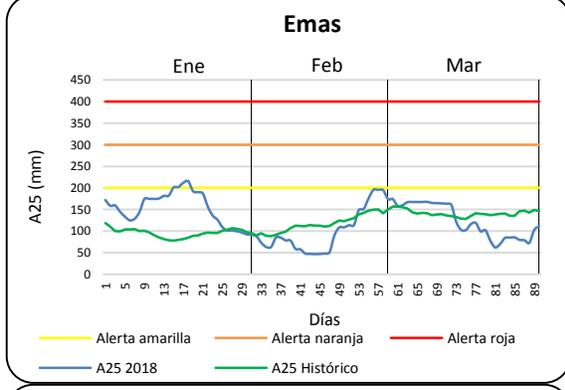
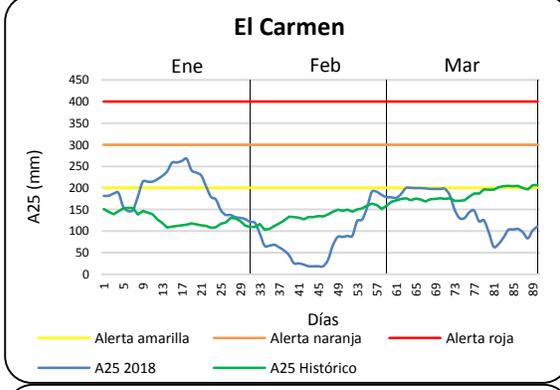
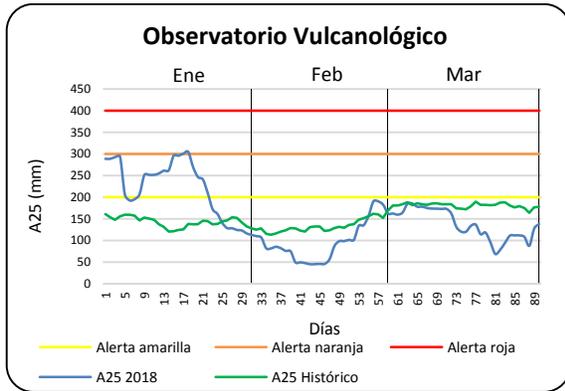
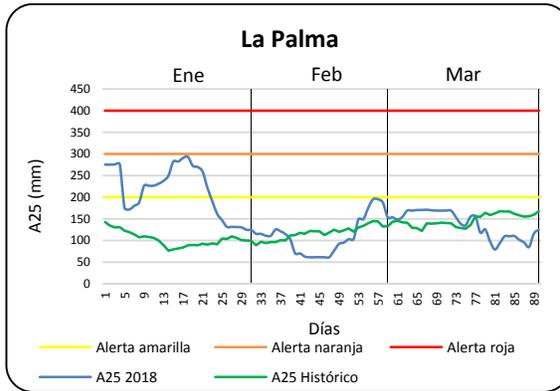
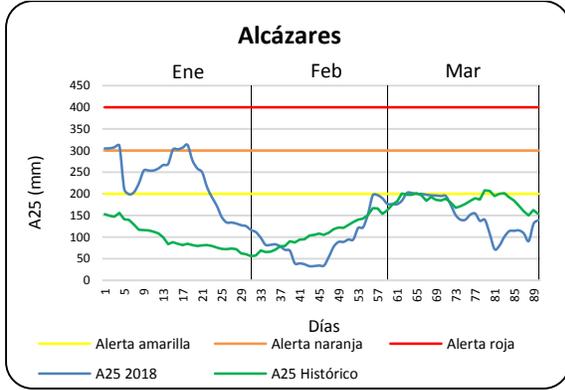
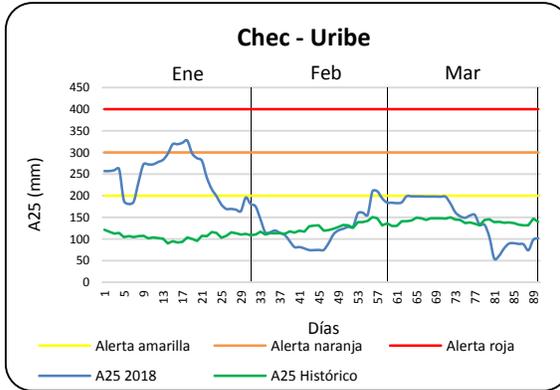
Tabla 5. Niveles de alerta según indicador A25 adoptados por la UGR-Manizales
Fuente: Elaboración propia

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 primer trimestre de 2018 (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 anterior. En términos generales, se aprecia que **en enero de 2018 el valor del A25 estuvo por encima de la media histórica**; solamente en algunas estaciones del centro oriente y oriente de la ciudad (Posgrados, Yarumos La Nubia) el A25 quedó por debajo de la media histórica, alrededor del 25 de enero. **En buena parte del mes de febrero y en la segunda mitad de marzo de 2018, el A25 estuvo por debajo de la media histórica** para dicho indicador, algo poco usual debido a que, normalmente, a partir de la segunda mitad de marzo inicia la primera temporada de lluvias del año, como ya se mencionó anteriormente.

De las catorce estaciones evaluadas, el 21% (3 estaciones) sobrepasaron el umbral de los 300 mm acumulados en 25 días, y el 71% (10 estaciones) alcanzó el nivel de alerta amarilla, al sobrepasar los 200 mm acumulados de lluvia antecedente, y solo la estación La Nubia al suroriente de la ciudad no sobrepasó ningún umbral y registró un máximo para el A25 de 165.4 mm. El 71% de las estaciones de la red alcanzó el máximo valor del A25 el 18 de enero de 2018 y el 25 de febrero el 21% de las estaciones alcanzó el máximo del A25. Ver Tabla 6.

⁴ Terlien, M. (1996). Modelling Spatial and Temporal Variations In Rainfall-Triggered Landslides. ITC (32).



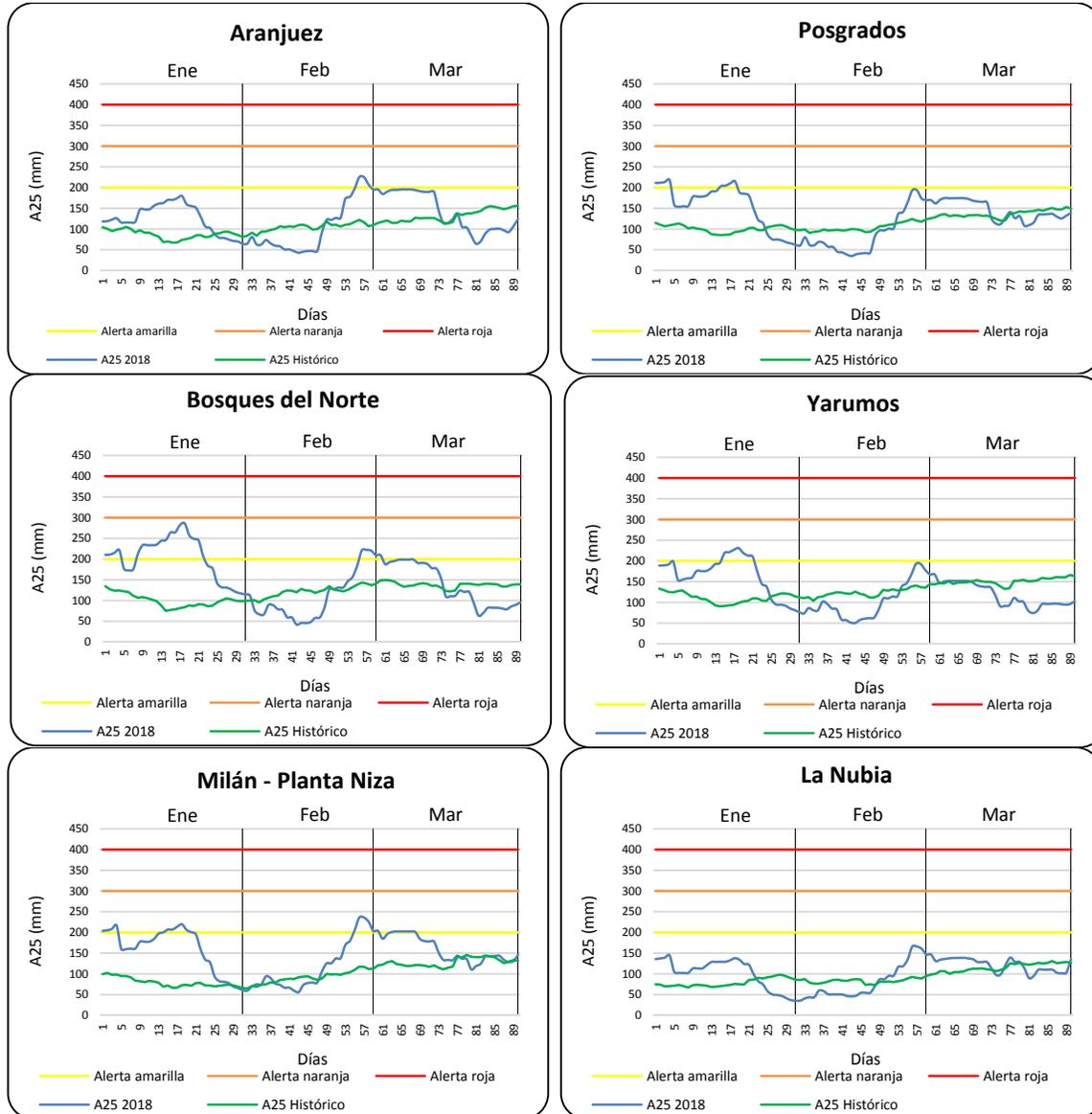


Figura 12. Comportamiento diario del A25 por estación para el primer trimestre de 2018 en Manizales

Tabla 6. Valores máximos del A25 para el primer trimestre de 2018 en Manizales

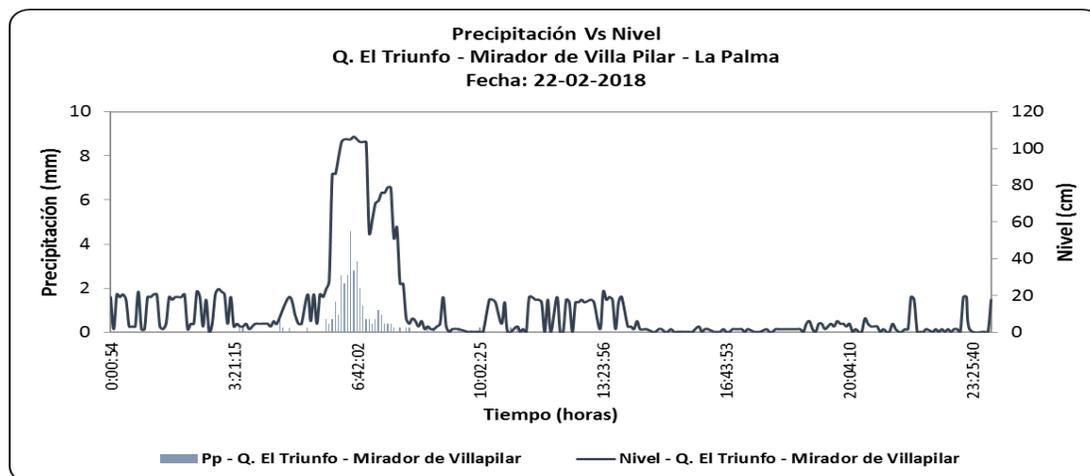
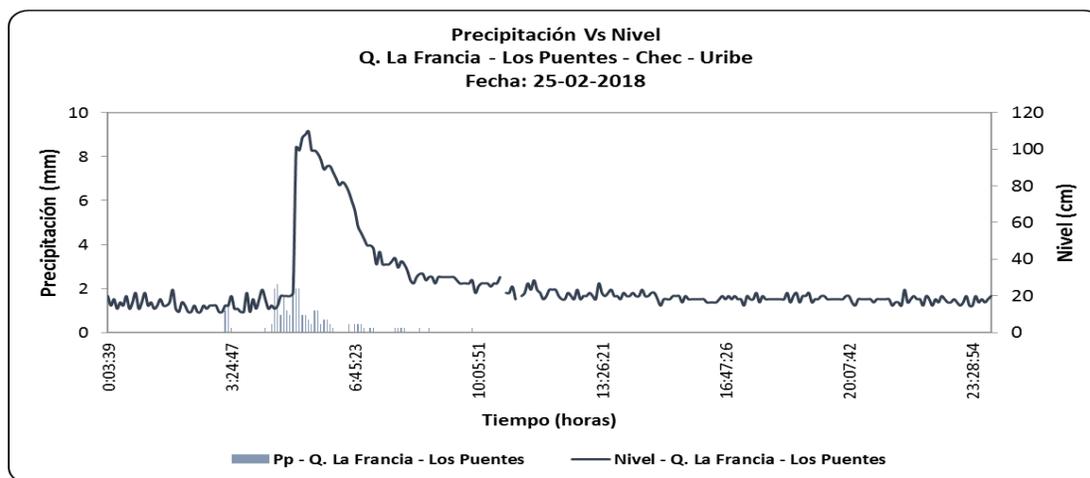
Estaciones	Primer trimestre 2018	
	A25 máximo	Fecha
Chec - Uribe	328.0	2018-01-18
Alcázares	312.6	2018-01-18
La Palma	293.2	2018-01-18
Observatorio Vulcanológico	304.6	2018-01-18
El Carmen	267.2	2018-01-18
Emas	215.2	2018-01-18
Q. Palogrande - Ruta 30	251.8	2018-01-18

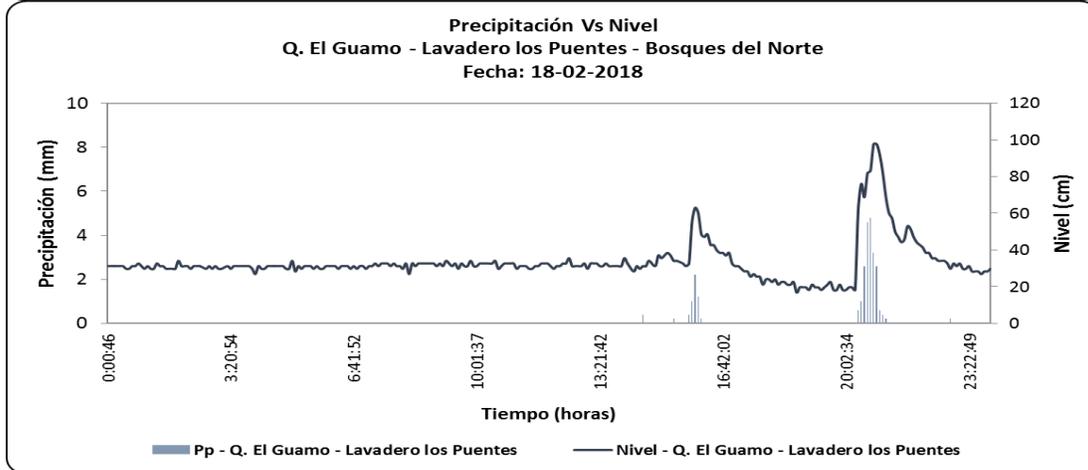
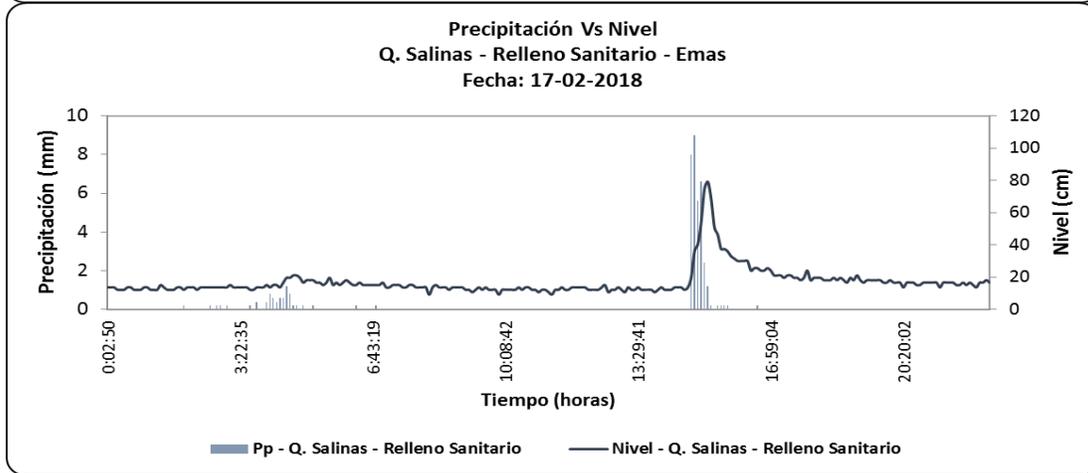
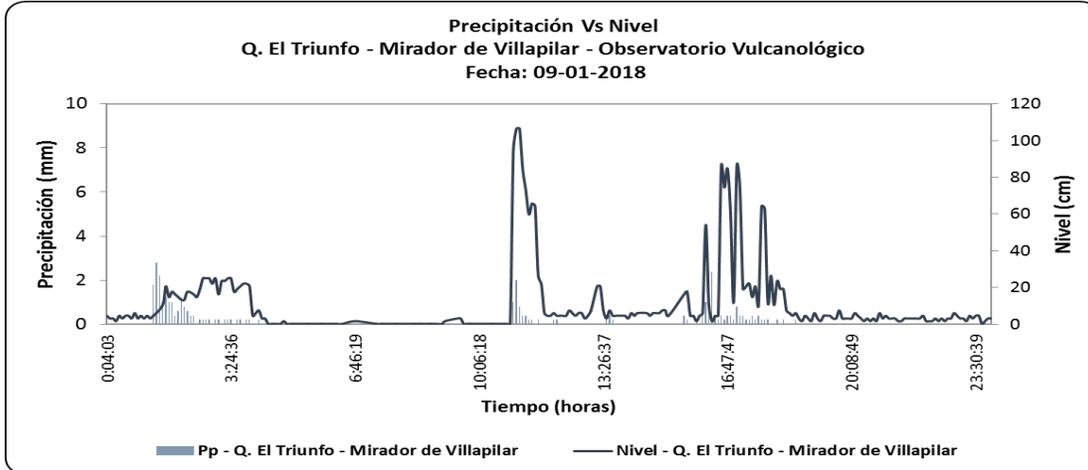


Hospital de Caldas	264.8	2018-01-18
Aranjuez	225.0	2018-02-25
Posgrados	215.4	2018-01-18
Bosques del Norte	286.2	2018-01-18
Yarumos	230.6	2018-01-18
Milán - Planta Niza	235.8	2018-02-25
La Nubia	165.4	2018-02-25
Máxima Manizales	328.0	2018-01-18

3.1.6 Correlación entre lluvias y niveles en eventos aislados fuertes

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





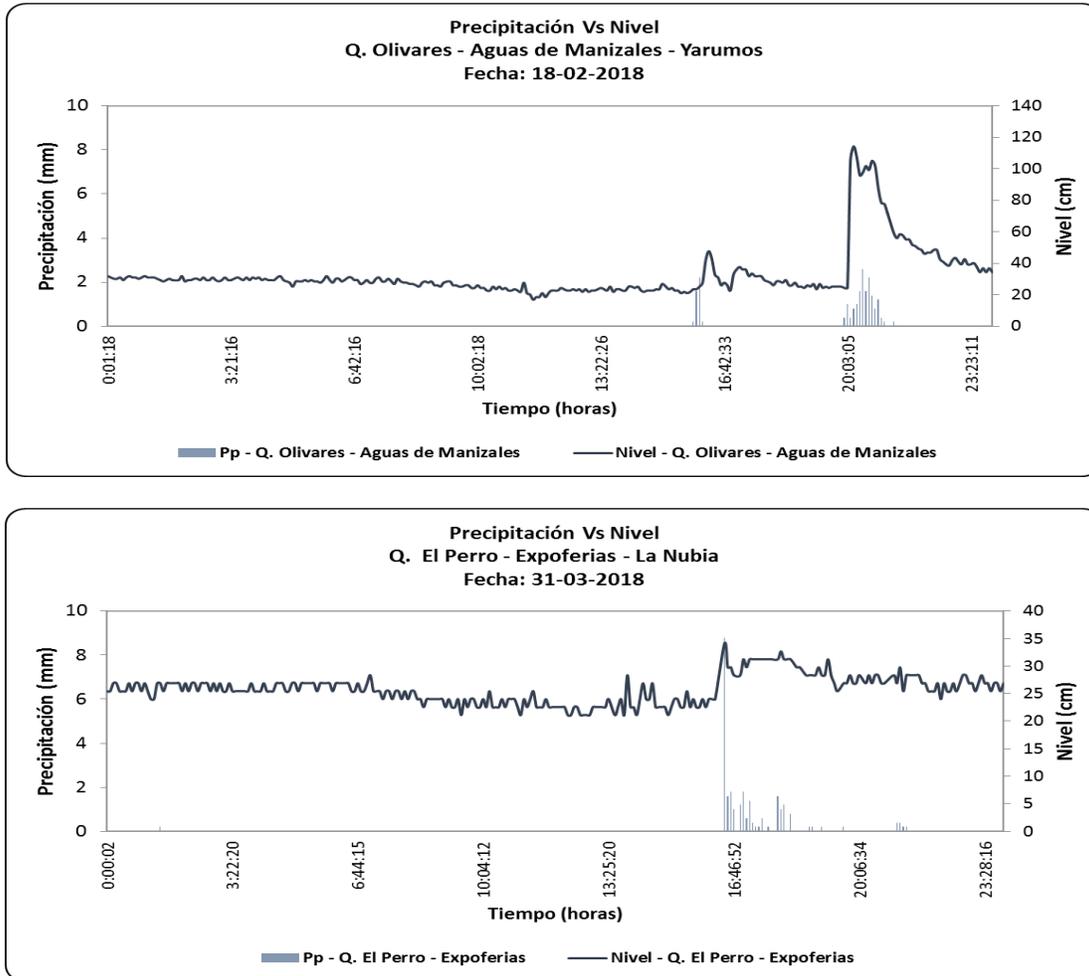


Figura 13. Correlación entre lluvia y nivel para días específicos donde se presentaron eventos fuertes o grandes durante el día en Manizales

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 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 del 2018 en el municipio de Manizales se registró una temperatura máxima en la estación Aranjuez de 27.67 °C en día 11 de marzo de 2018 y una temperatura mínima de 12.72 °C el día 26 de febrero de 2018; de igual manera, en la estación La Nubia se registró una temperatura máxima de 25.26 °C el día 11 de marzo de 2018 y una temperatura mínima de 11.98 °C el día 26 de febrero de 2018; y, por último, en la estación Observatorio Vulcanológico se registró una temperatura máxima de 25 °C para el día 11 de marzo de 2018 y una temperatura mínima de 10.83 °C el día 25 de febrero del 2018.

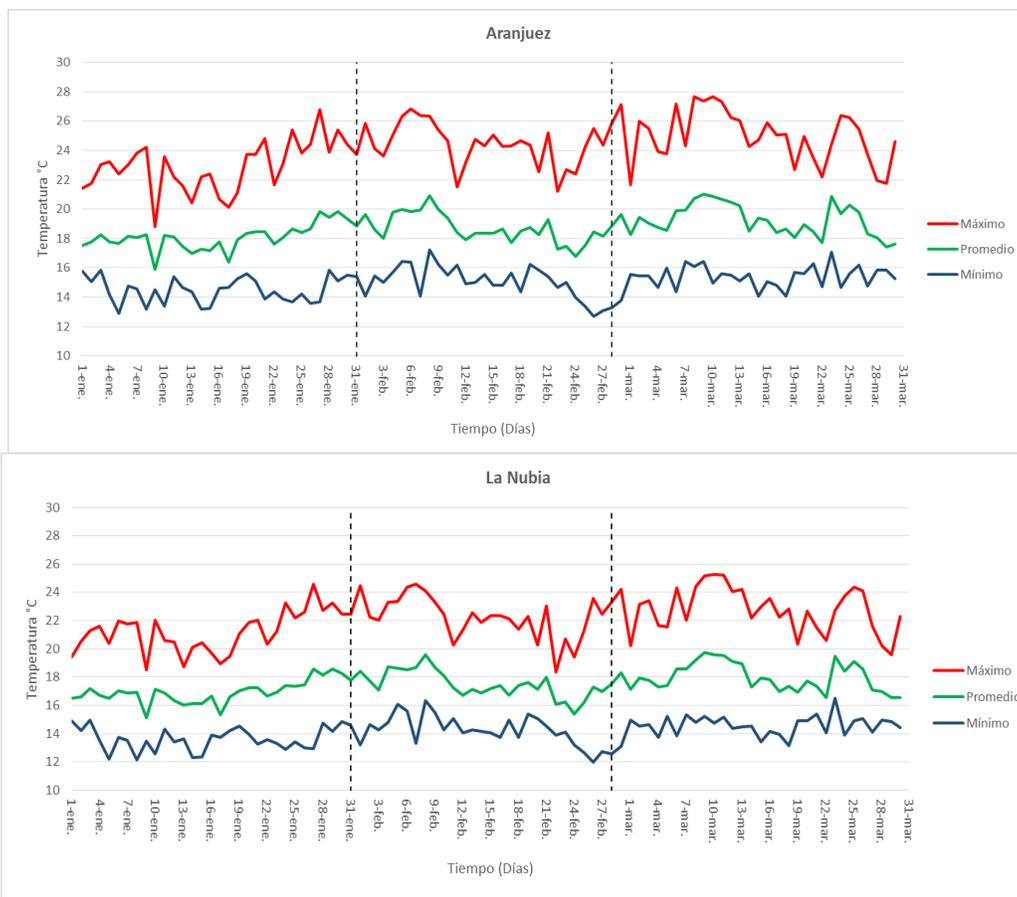


3.2.1 Seguimiento diario de la temperatura

En la figura 14 se muestra el seguimiento diario del trimestre (Enero, Febrero, Marzo) del año 2018 de las temperaturas máximas (línea roja), medias (línea verde) y mínimas (línea azul), en °C, para tres estaciones ubicadas a diferentes altitudes, como se puede apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7. Temperaturas para el primer trimestre de 2018 en tres puntos estratégicos de Manizales, en °C

Altitud (m.s.n.m.)	Estaciones	Máxima	Media	Mínima
2226	Observatorio Vulcanológico	25.0	16.6	10.8
2092	La Nubia	25.3	17.5	12.0
1915	Aranjuez	27.7	18.7	12.7



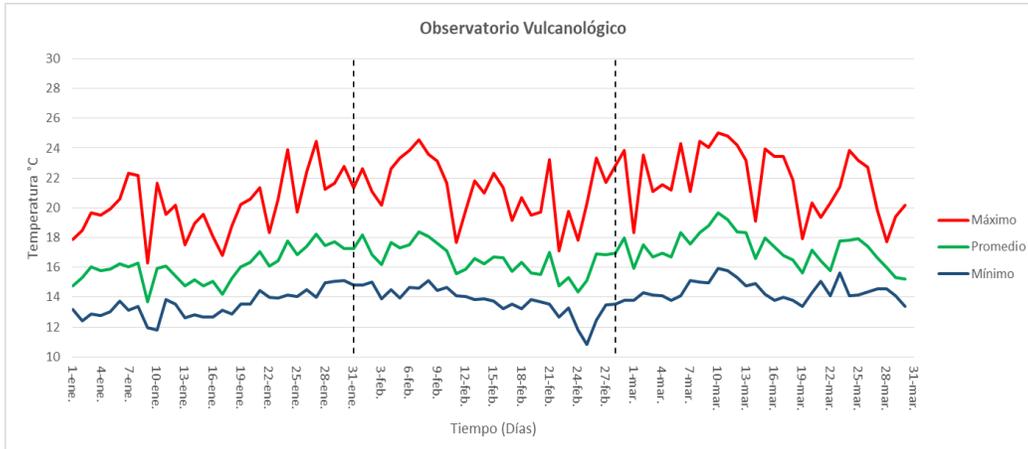
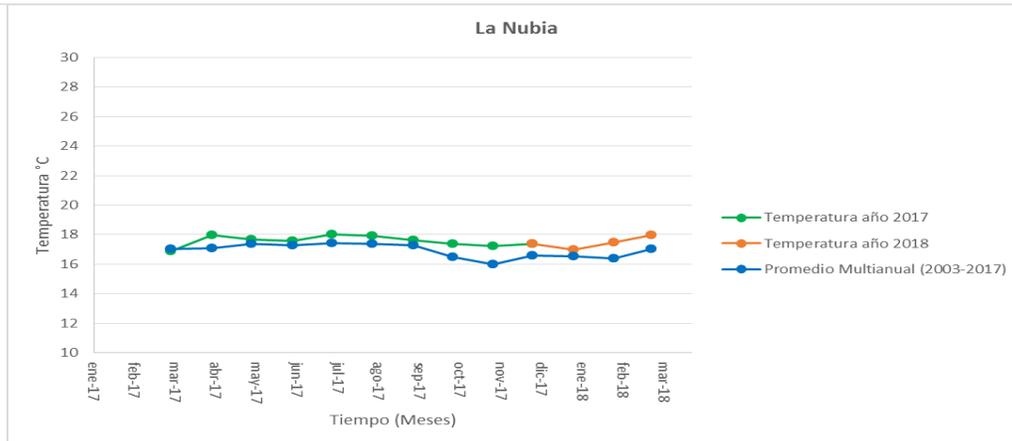
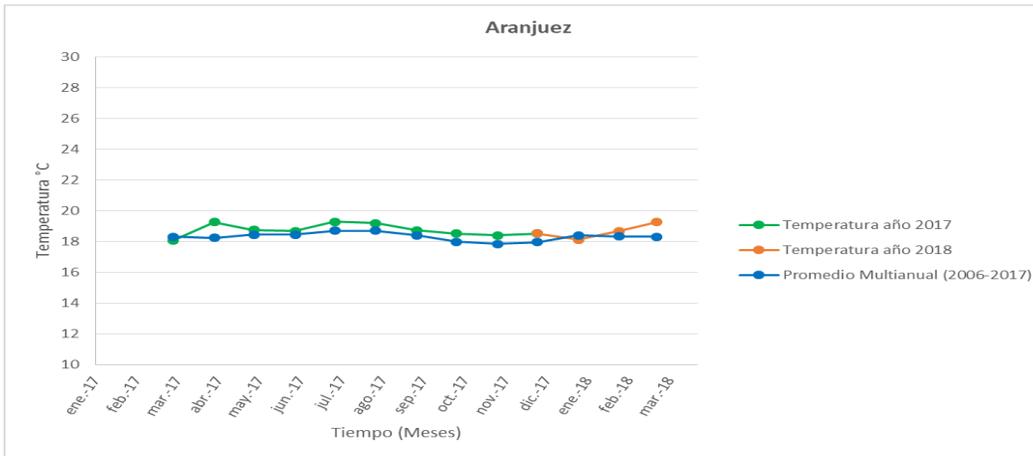


Figura 14. Comportamiento diario de la temperatura en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2018 en Manizales

3.2.2 Seguimiento mensual de la temperatura por estación

En la figura 15 se muestra el seguimiento mensual de la temperatura media para el primer trimestre de 2018 y el último año, en donde la línea verde corresponde a la temperatura media del último año (2017), la línea naranja a la temperatura media del primer trimestre de 2018 (Enero, Febrero y Marzo) y la línea azul a la temperatura media histórica.



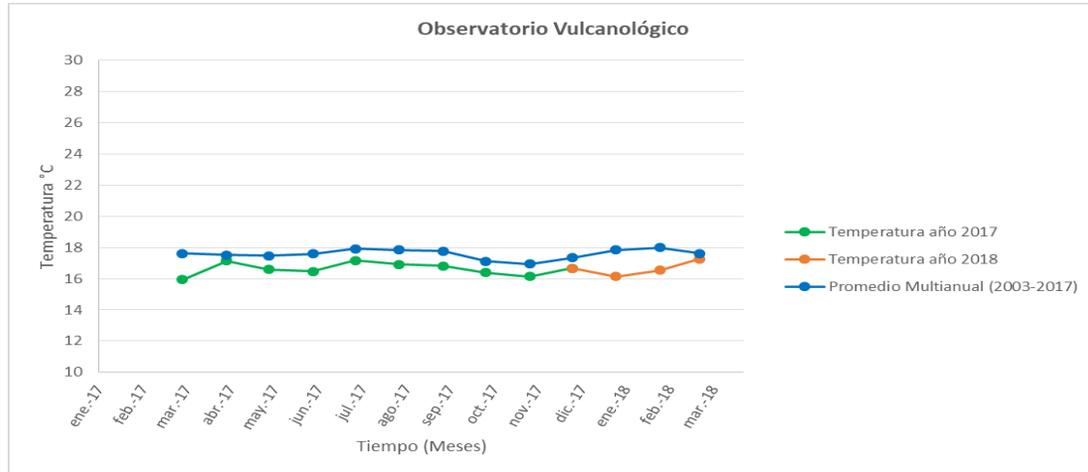


Figura 15. Comportamiento mensual de la temperatura media en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2018 en Manizales

3.2.3 Seguimiento mensual de la temperatura en las tres estaciones simultáneamente

En la figura 16 se muestra el seguimiento mensual simultáneo de la temperatura en las tres estaciones indicadas para el primer trimestre de 2018. Como se mostró en la tabla 7, las estaciones analizadas están ubicadas a varias altitudes; esta situación se ve reflejada en la Figura 16, puesto que los valores de temperatura se presentan en la estación ubicada a menor altitud (Aranjuez) y los menores a mayor altitud (Observatorio Vulcanológico), lo cual es lógico.

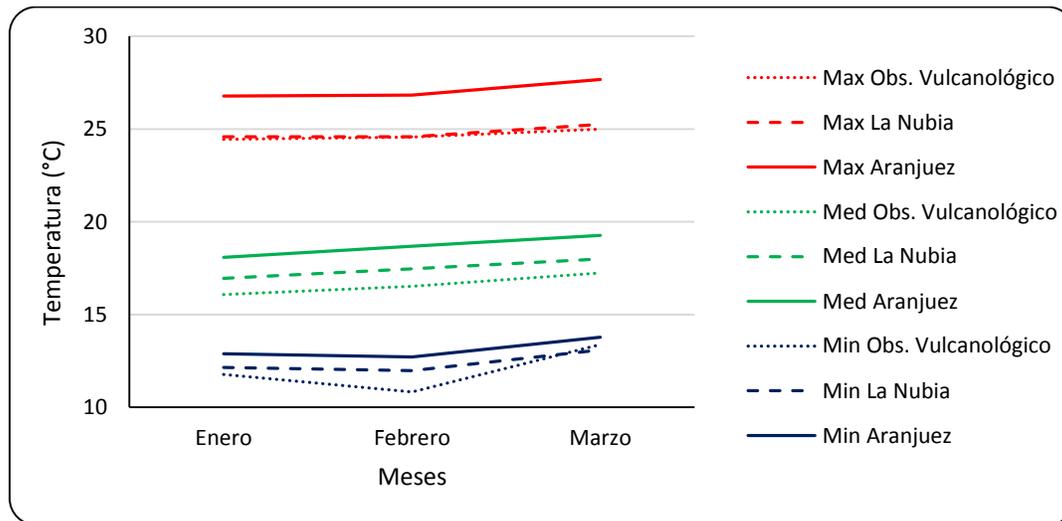


Figura 16. Comportamiento simultáneo mensual de la temperatura en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2018 en Manizales



3.2.4 Ciclo diario de la temperatura

En la figura 17 se presenta el ciclo diario de la temperatura para el primer trimestre del 2018 en tres (3) puntos estratégicos de la ciudad de Manizales, en donde la línea azul corresponde al promedio por horas en cada estación, y la línea naranja corresponde al promedio histórico por hora en cada estación; estas graficas 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 un ajuste perfecto entre los registros históricos de temperatura y los correspondientes al primer trimestre de 2018, mientras que en la estación Aranjuez se evidencia un aumento en los valores de temperatura terminando la mañana y hasta finalizar la tarde.

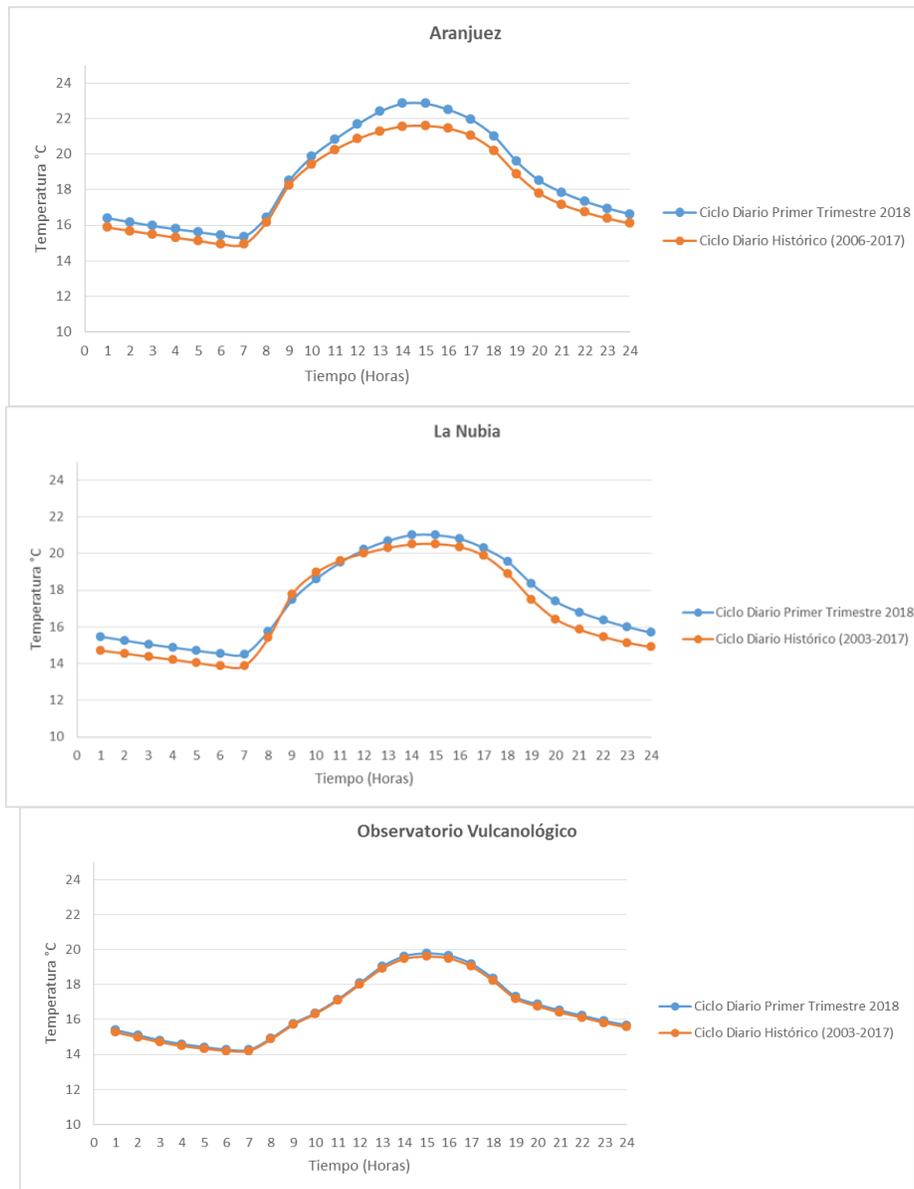


Figura 17. Ciclo diario de la temperatura media en tres estaciones representativas para el primer trimestre de 2018 en Manizales



4 CONDICIONES DE MACROESCALA

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 esperaba en cuanto a lluvias y a temperaturas en nuestra región en el trimestre enero – febrero - marzo de 2018:

“Pronóstico Estacional Oeste y Sur de Sudamérica enero, febrero y marzo 2018

Síntesis regional

Del análisis estadístico de las estaciones de los Servicios Meteorológicos de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela (949 de temperatura y 1489 de precipitación), se estima que durante el período Enero – Marzo 2018 existen mayores probabilidades de lluvia por sobre lo normal para gran parte de la región Andina del Perú, el noroeste y sur de Brasil, la región central de Bolivia, centro-sur de Chile y en la región andina central del Ecuador. **Mayores probabilidades de lluvia bajo lo normal en toda la región andina de Colombia**, en la costa central y Andes norte del Ecuador, en parte del norte del Perú, en el centro-sur de Argentina, centro y nordeste de Brasil, y región oriental de Paraguay.

Mayor probabilidad de Temperatura Máxima sobre lo normal en gran parte de la región andina y caribeña de Colombia, en Paraguay y en algunas estaciones de la región andina de Ecuador; en las Tierras Bajas del Sur y en el oeste de los Llanos Orientales de Bolivia, y en la región de Coquimbo, Maule y Magallanes de Chile. Se estiman **probabilidades de Temperatura Mínima bajo lo normal** en el norte de Chile, Paraguay, en algunos puntos en la costa sur, central y norte del Perú, región andina central y norte del Ecuador, en el extremo suroeste de la Cordillera Oriental de Bolivia y en partes de la región andina de Colombia.

(La negrilla es nuestra)

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.”

Más adelante, se tuvo un nuevo reporte del CIIFEN acerca de lo que se esperaba en cuanto a lluvias y a temperaturas en nuestra región en el trimestre MARZO – ABRIL – MAYO de 2018:

“La Niña se debilita en el Pacífico Tropical

Conforme a las predicciones globales de precipitación y temperatura del aire para el período MARZO – ABRIL - MAYO de 2018, **se presentarán mayores precipitaciones hacia el Norte de Sudamérica (Colombia y Noroeste del Brasil)** mientras que hacia el Sur se esperaría ligeros déficits. En cuanto a la temperatura del aire en superficie, se prevé en general condiciones típicas para toda Sudamérica.

En cuanto a las predicciones globales de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) para el período MAM de 2018 el Océano Pacífico tropical central seguirá presentando valores ligeramente por debajo de su normal, señalando el **decaimiento de La Niña**.

(La negrilla es nuestra)

.....

Y finalmente, se adjuntan apartes de un reporte más reciente del CIIFEN acerca de lo que se espera en cuanto a la posibilidad de Niño o Niña en los próximos meses y en cuanto a lluvias para la región andina colombiana:

“Fenómeno del Niño (ENOS) neutral en el Pacífico Tropical

Durante marzo el Pacífico Tropical continuó con la etapa de finalización de las condiciones de La Niña; la temperatura de la superficie del mar (TSM) ha retornado a valores típicos de la época, con excepción de la franja costera frente al Perú, donde la TSM presenta valores significativamente bajo lo normal.

Bajo la superficie del mar se aprecia la reducción de la zona de agua fría.

El cambio mensual de Anomalía de TSM, (marzo menos febrero) muestra incremento de la TSM en la región ecuatorial del Pacífico, mientras junto a la costa del Perú se presentó un descenso.

La onda Kelvin generada a mediados de febrero se propaga hacia el este, pasando la línea de fecha, actualmente alcanza los 120ºW de longitud.

La ZCIT se encuentra alrededor de 10ºN con poca actividad.



La mayoría de los modelos de predicción estiman que **el Pacífico Tropical continuará en condiciones de ENOS neutral (ni El Niño ni La Niña) durante los próximos meses**".

.....

Las predicciones indican que para las próximas semanas existen mayores probabilidades de **lluvia sobre lo normal** en la costa Noroccidental y al Este de Venezuela; en la región andina de Colombia; en algunos lugares de la región andina central y sur del Ecuador; en algunas localidades de la costa norte, en la región andina central y sur del Perú; en parte del Altiplano, Los Valles, norte de La Paz y en el Beni en Bolivia; en la región del altiplano y en la zona Patagónica y gran parte de la Región de Magallanes en Chile; al centro y noreste del Chaco en el Paraguay y al noroeste del Brasil.; mayores probabilidades de **lluvia bajo lo normal** en zonas de los llanos centrales y amazonas de Venezuela; en la costa caribeña y en la región andina norte de Colombia, en la hacia el norte y en algunos lugares de los Andes en Ecuador; en gran parte de las ciudades y valles entre la Región de Valparaíso y la Región de Los Lagos en Chile; para gran parte de la región oriental en Paraguay; en las regiones del Cuyo Centro y Buenos Aires en Argentina; y al sur y extremo este del Brasil, (Figs.10 y 11). En cuanto a la TSM se prevé que el Pacífico ecuatorial central mantenga valores muy próximos a valores medios, con anomalías de alrededor 1°C".

Manizales, abril de 2018

Documento preparado por:

Jeannette Zambrano Nájera

Fernando Mejía Fernández

John Alexander Pachón Gómez

Julián David Sánchez