



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEA

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS - SIMAC

Red de Estaciones de Monitoreo de Aguas Subterráneas



Junio de 2021

Boletín semestral No. 2

Junio - 2021

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

Cristian Camilo Patiño V., I. C., Operador de redes de monitoreo en el SIMAC

En representación del IDEA y de su grupo de trabajo:



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	3
1 PRESENTACIÓN.....	4
1.1 ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA REMAS?	4
1.2 ¿CÓMO ESTÁ COMPUESTA LA REMAS?	4
1.3 MEDICIÓN DEL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS	6
2 ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS SERIES HISTÓRICAS DE LA RED	7
2.1 ESTACIÓN EST-01 – JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSIDAD DE CALDAS	7
2.2 ESTACIÓN EST-02 – VELÓDROMO UNIVERSIDAD DE CALDAS.....	8
2.3 ESTACIÓN EST-03 – SEPARADOR AVENIDA PARALELA.....	9
2.4 ESTACIÓN EST-05 – AUDITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL.....	10
2.5 ESTACIÓN PAL-01 – CONEXIÓN PALERMO – FÁTIMA.....	11
2.6 ESTACIÓN PAL-04 – CANCHA LA ITALIA	12
2.7 ESTACIÓN PAL-05 – CAI BARRIO PALERMO.....	13
2.8 ESTACIÓN PAL-06 – ESCUELA DE ENFERMERÍA	14

1 PRESENTACIÓN

El Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas SIMAC bajo la dirección del Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 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. El SIMAC desarrolla actividades de 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 detallada y valiosa en tiempo real sobre variables físicas asociadas a estos fenómenos, información de interés para autoridades tomadores de decisión del municipio de Manizales y del departamento de Caldas 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.

Pensando en ello, se presenta aquí el primer boletín semestral de monitoreo de aguas subterráneas del SIMAC para el año 2021, como avance en el proceso de difundir la información que se logra obtener con el equipo de trabajo asociado a la Red de monitoreo de las aguas subterráneas en la ciudad de Manizales.

1.1 ¿Cuál es la importancia de la REMAS?

En el contexto del municipio de Manizales, la ciudad está expuesta a fenómenos de lluvias intensas que afectan la estabilidad de las laderas y generan alto riesgo a sus habitantes ante procesos de deslizamiento de tierra; por ello, se decidió implementar la primera Red de monitoreo del nivel de aguas subterráneas con el objetivo de obtener información acerca de cómo varía el nivel de agua freática en el subsuelo y poder ser aprovechada en la investigación hidrogeológica, como aporte al conocimiento de las amenazas geotécnicas con el fin de generar información base para el diseño de sistemas de alerta temprana para la gestión del riesgo.

1.2 ¿Cómo está compuesta la REMAS?

La red cuenta con doce pozos de monitoreo del nivel freático los cuales se ubican en los barrios Palermo y la Estrella como prueba piloto, debido a los rellenos hidráulicos constituidos en su época para la conformación de los barrios mencionados, donde existieron quebradas que fueron canalizadas y/o llenadas con material de sitio, ver (figura 1) En cada pozo se instaló un sensor sumergible digital que se encarga de hacer mediciones de presión y temperatura en un intervalo de tiempo determinado por el operador. La

profundidad de los pozos varía entre 6 y 18 metros aproximadamente dependiendo de la ubicación, siendo más profundos los pozos de aguas abajo donde se entiende se acumula la mayor cantidad de agua freática. La información generada se puede consultar en el Link de consulta: <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/sistema-alerta-temprana/MapaManizales/>



Figura 1. Localización de los doce pozos de monitoreo de la REMAS. Adaptado de SIMAC.

A la fecha funcionan tres (3) equipos de monitoreo y un barómetro en el barrio Palermo y cuatro (4) equipos y dos barómetros en el barrio la Estrella, lo que corresponde al 60% y 50% de su capacidad respectivamente como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 1 ficha Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas. Fuente propia.

ID Estación (pozo):	Sitio de Referencia:	Tipo de sensor registrador:
EST 01	Jardín Botánico Universidad de Caldas	TD Diver
EST 02	Velódromo Universidad de Caldas	Mini Diver
EST 03	Separador Avenida Paralela	Mini Diver
EST 05	Auditorio Universidad Nacional	TD Diver
EST 05 BARO	Auditorio Universidad Nacional	BARO TD Diver BARO Mini Diver
PAL 01	Conexión Palermo - Fátima	TD Diver
PAL 04	Cancha de la Italia	Td Diver
PAL 05	CAI de Palermo	Mini Diver
PAL 05 BARO	CAI de Palermo	BARO TD Diver

1.3 Medición del nivel de aguas freáticas

Todos los sensores establecen la altura de una columna de agua (CA) midiendo la presión del agua con el sensor integrado. Mientras el sensor no está sumergido en el agua mide la presión atmosférica como si fuera un barómetro. Una vez sumergido empieza a registrar la presión del agua más la presión atmosférica; mientras más alta sea la columna de agua, mayor será la presión medida. La altura de la columna de agua por encima del sensor se determina en función de la presión medida. En la **Figura 2** y la **Figura 3** se muestra una configuración de los sensores dentro del pozo. Para medir las variaciones en la presión atmosférica se instaló un Baro-Diver, el que genera información necesaria para realizar la compensación barométrica de cada estación de registro.

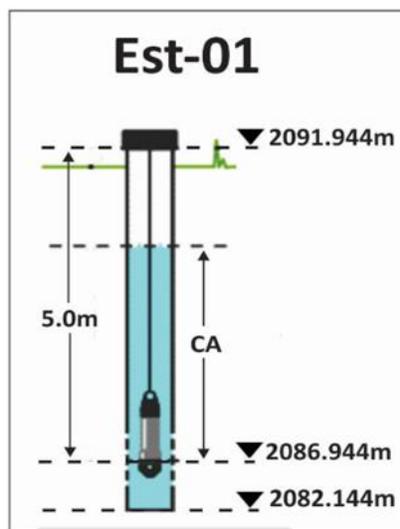


Figura 2. Dimensiones y configuración del pozo Est-01.

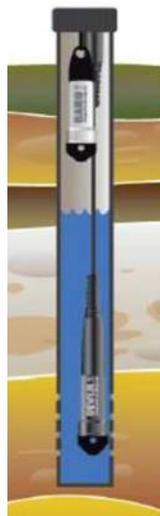


Figura 3. Configuración Diver y Baro - Diver dentro de un pozo de monitoreo.

2 ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS SERIES HISTÓRICAS DE LA RED

A continuación, se presentan las variaciones mensuales promedio del nivel freático junto con la lluvia promedio mensual reportada por la estación meteorológica de Posgrados asociada al SIMAC debido a su cercanía con las estaciones de registro de aguas freáticas, así como los valores máximos y mínimos conjunto con la variación de nivel mes a mes.

2.1 Estación EST-01 – Jardín botánico Universidad de Caldas

La estación EST-01, ubicada aguas abajo de la zona de estudio presentó un comportamiento normal (profundidad de pozo de 9.80 metros con un equipo de registro a menos 5 metros desde la cota de nivel de piso) (**Figura 4**). Esta estación presentó el mayor valor de variación entre niveles en el mes de marzo, reportando un máximo de 317.10 cm y un mínimo de 221.30 cm en el mes de febrero (**Figura 4**).

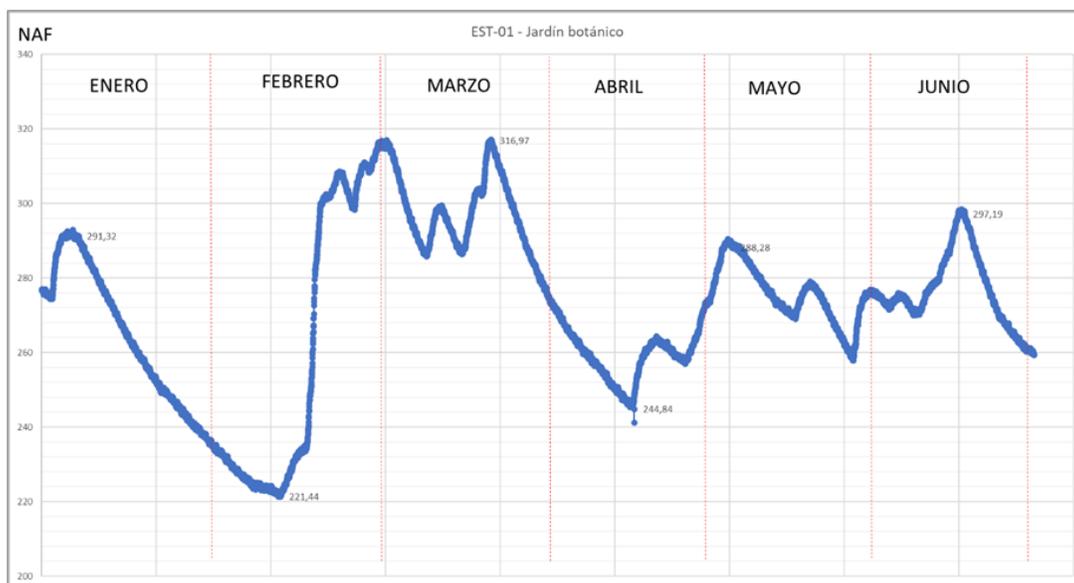


Figura 4. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación EST-01

La relación entre la precipitación y los niveles de la columna de nivel freático dependen directamente del tipo de suelo, lo que a su vez define la infiltración de agua, indicando indirectamente el tiempo que se demora el agua lluvia en llegar al punto de monitoreo. En general y como se observa en la **Figura 5**, la precipitación presentada en febrero fue relativamente baja (72.6 mm) aumentando considerablemente para el mes siguiente hasta 230 mm, y unos 213 mm para el tercer mes, lo cual genera un cambio (delta) de nivel freático de 89.67 cm en su columna de agua en el mes de febrero.

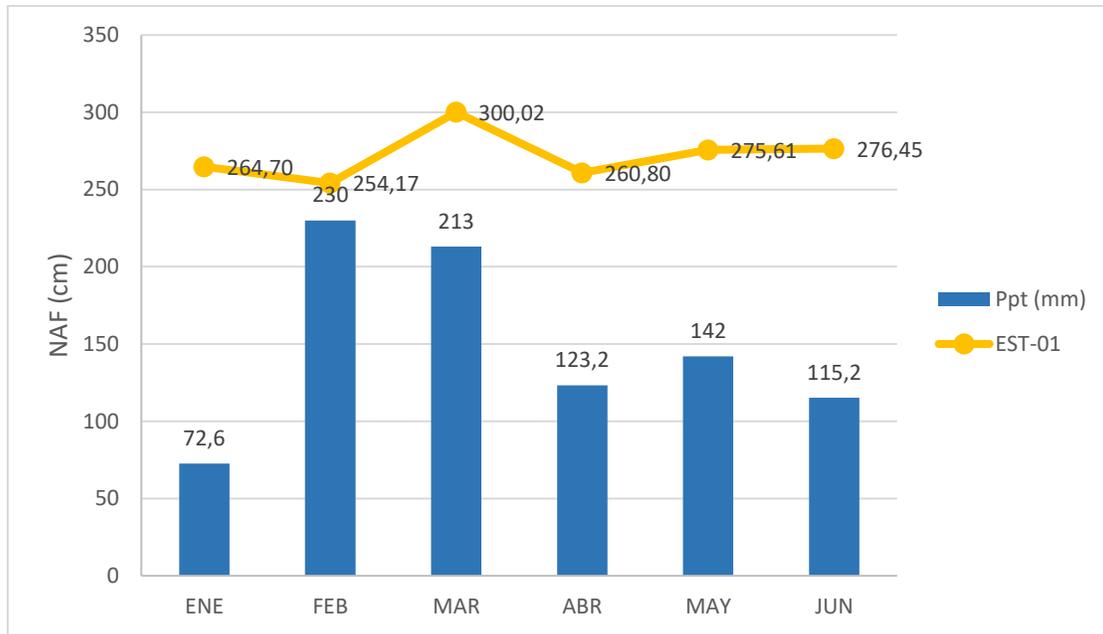


Figura 5. Precipitación promedio acumulada y promedio de nivel freático

2.2 Estación EST-02 – Velódromo Universidad de Caldas

La estación EST-02 tiene el pozo más profundo del barrio la Estrella, con 11.26 metros, con el equipo de registro a 6.50 m desde la cota de nivel de piso. La estación presentó un comportamiento atípico registrando saltos abruptos en el mismo mes (**Figura 6**). Febrero presentó la mayor variación entre niveles, reportando un máximo de 693.12 cm y un mínimo de 550.74 cm, y un delta de variación de nivel de la cabeza de agua de 142.38 cm.

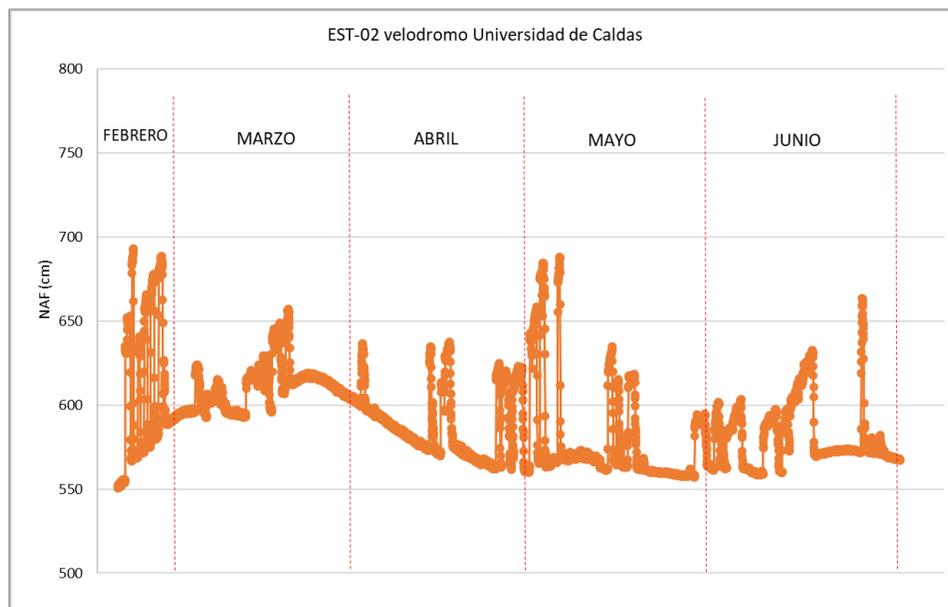


Figura 6. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación EST-02

Se observa una correlación entre el incremento en la precipitación y el nivel freático con un mes de diferencia (**Figura 7**); sin embargo, luego se observa un descenso considerable en los niveles freáticos a pesar de que abril, mayo y junio fueron meses con relativa alta pluviosidad.

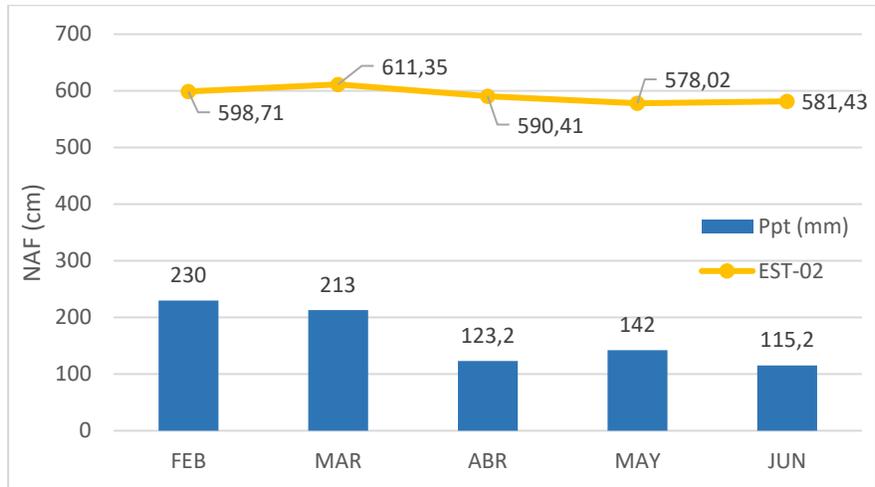


Figura 7. Correlación entre la precipitación promedio acumulada y el promedio de nivel freático EST-02

2.3 Estación EST-03 – Separador avenida paralela

La estación EST-03 tiene un pozo de 9.30 metros de profundidad con un equipo de registro a 8.00 metros desde la cota de nivel de piso. Esta estación presentó un comportamiento continuo, con saltos atípicos esporádicos en el semestre. Febrero presentó la mayor variación entre niveles freáticos, reportando un máximo de 275.29 cm, un mínimo de 237.66 cm (**Figura 8**) y un delta de nivel de 37.63 cm.

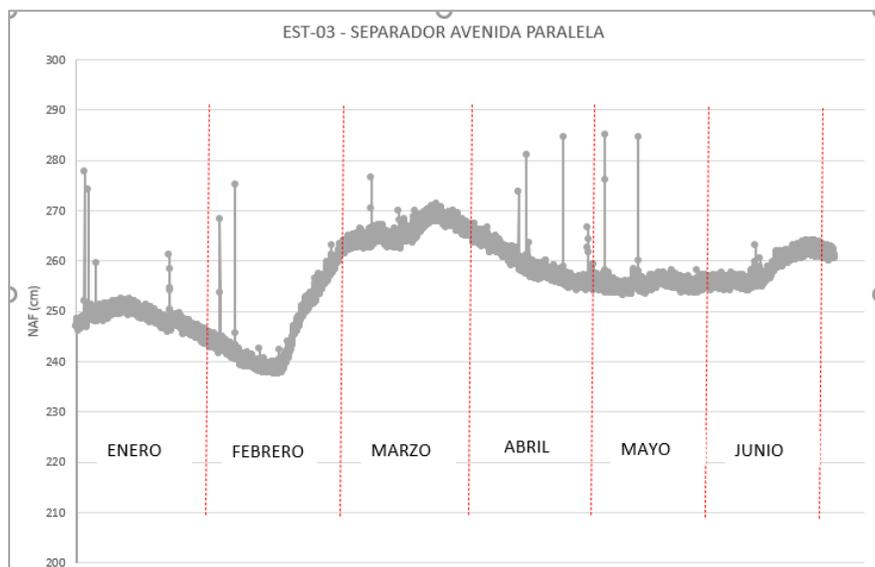


Figura 8. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación EST-02

Esta estación presenta una fuerte correlación entre los niveles de precipitación y los de aguas freáticas, ya que con un mes de diferencia cuando aumenta la lluvia aumenta el nivel de aguas freáticas, por ejemplo, febrero – marzo (**Figura 9**).

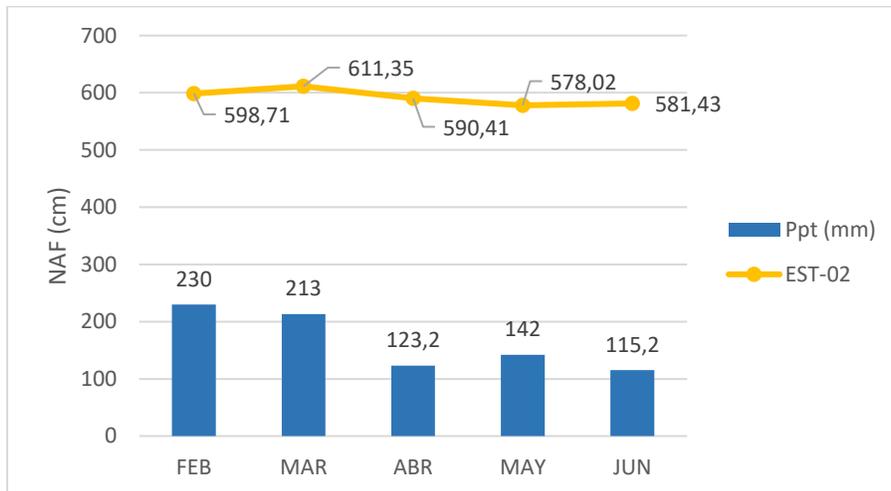


Figura 9. Correlación entre la precipitación promedio acumulada y el promedio de nivel freático EST-03

2.4 Estación EST-05 – Auditorio Universidad Nacional

La estación EST-05 tiene un pozo de 6.91 metros de profundidad con el equipo de registro a 5.00 m desde la cota de nivel de piso. La estación presentó un comportamiento continuo siendo febrero el mes con mayor valor de variación de nivel, reportando un máximo de 293.83 cm, un mínimo de 207.58 cm (**Figura 10**) y una acumulación de nivel de 86.25 cm.

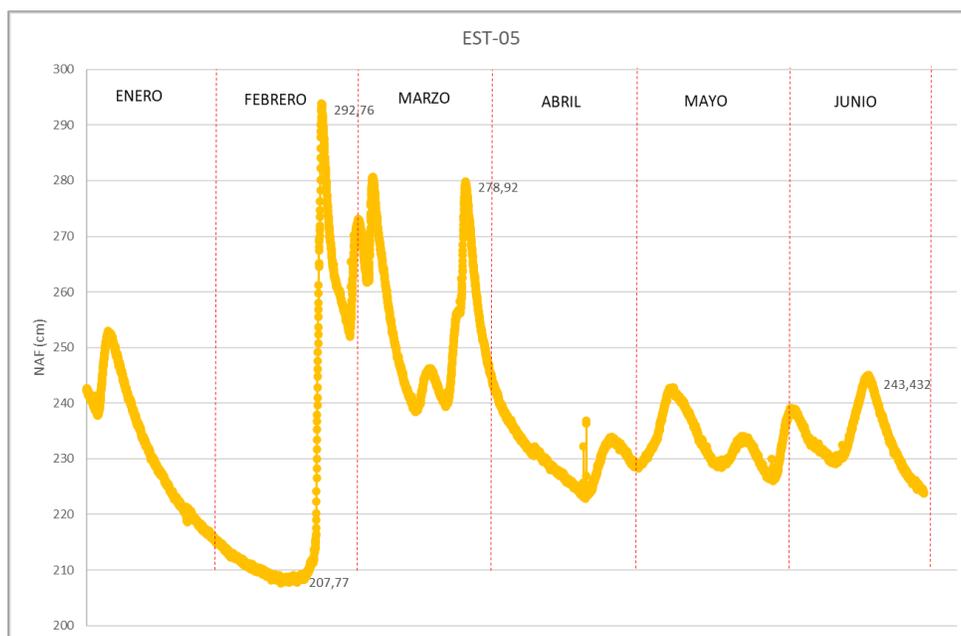


Figura 10. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación EST-05

Esta estación, como otras, no presenta correlación evidente entre el nivel de aguas freáticas y la precipitación, ya que el NAF subió en marzo respondiendo a una respectiva mayor lluvia en febrero, pero bajó considerablemente para abril cuando en marzo llovió también bastante (**Figura 11**).

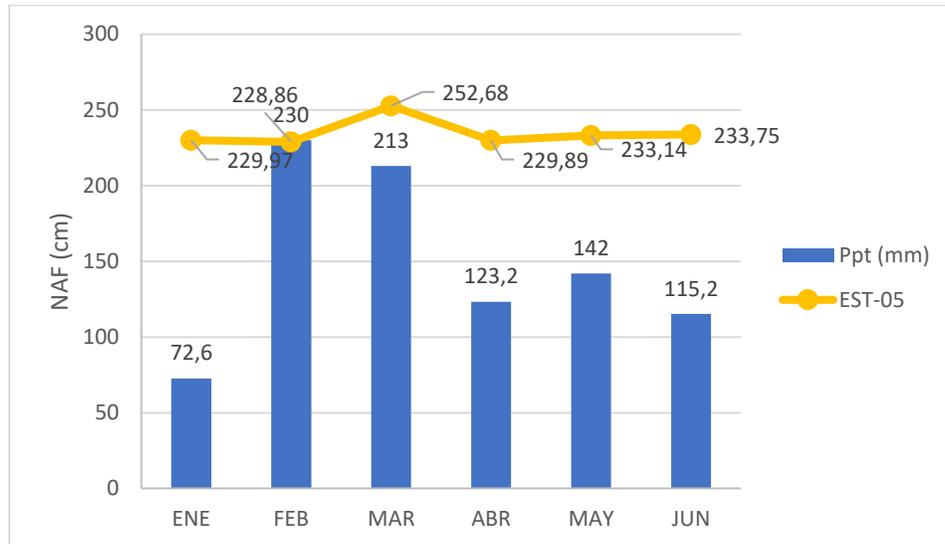


Figura 11. Correlación entre la precipitación promedio acumulada y el promedio de nivel freático EST-05

2.5 Estación PAL-01 – Conexión Palermo – Fátima

La estación PAL-01 tiene un pozo de 9.90 metros de profundidad con el equipo de registro a 8.20 metros desde la cota de nivel de piso. Los datos presentan un bache de información de más de 3 meses lo cual dificulta el análisis temporal; sin embargo, se puede observar la caída del NAF para el mes más seco del semestre con 72.6 mm de precipitación acumulada y un aumento y estabilización del NAF en meses de lluvias leves a moderadas (**Figura 12**).

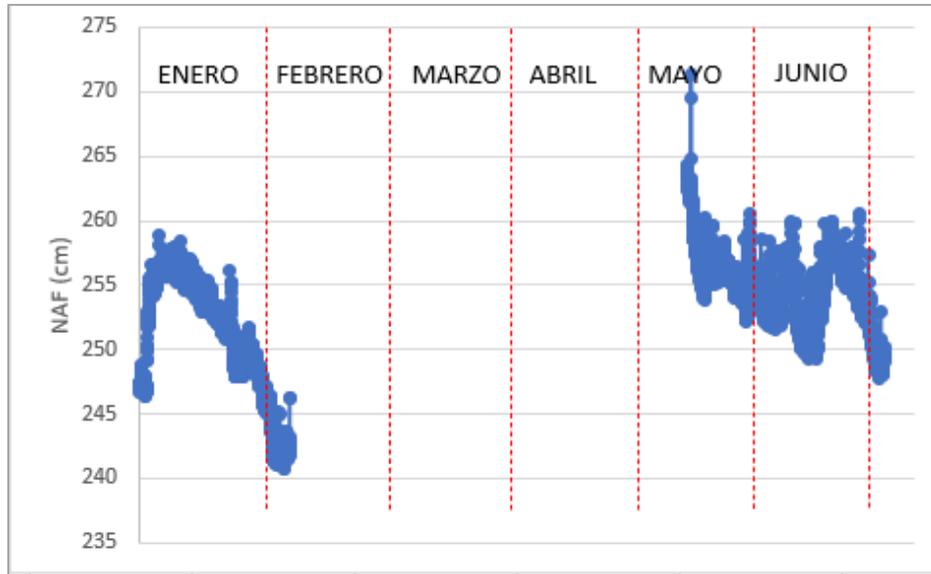


Figura 12. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación PAL-01. Fuente propia.

2.6 Estación PAL-04 – Cancha la Italia

La estación PAL-04 tiene el pozo más profundo del barrio Palermo, con 17.96 metros, teniendo el equipo de registro a menos 17.75 metros desde la cota de nivel de piso. Los datos presentaron continuidad los primeros 4 meses, con un aumento del nivel entre febrero a marzo, con una variación que no supera los 50 cm de nivel de cabeza de agua (Figura 13).

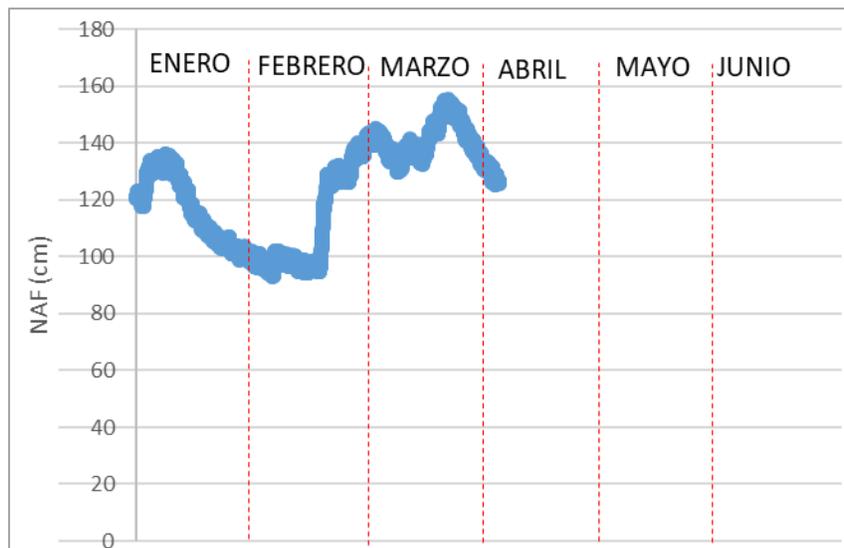


Figura 13. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación PAL-04

Según lo registrado del NAF, el nivel responde a los niveles de precipitación con un mes de diferencia, ya que en marzo se incrementaron debido a las mayores precipitaciones en febrero (Figura 14).

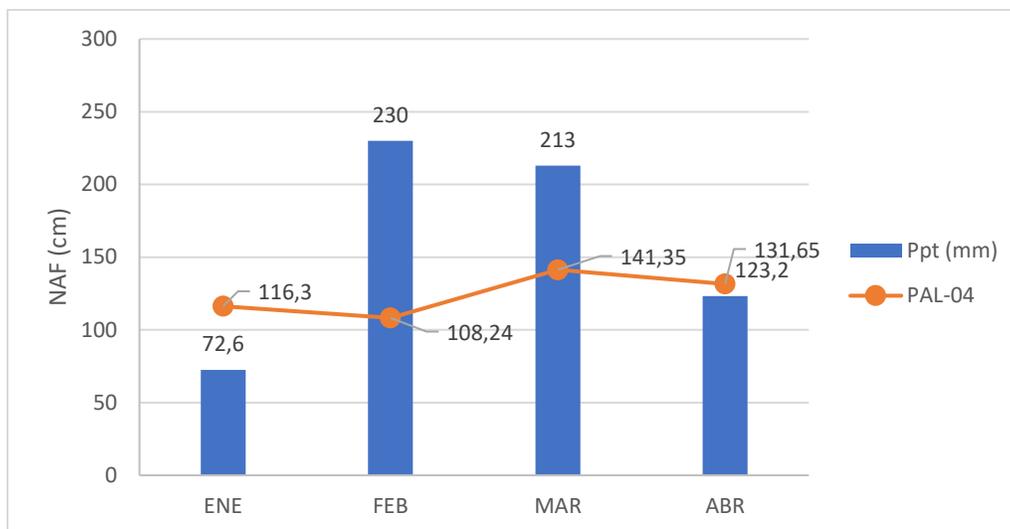


Figura 14. Precipitación promedio acumulada y el promedio de nivel freático PAL-04

2.7 Estación PAL-05 – CAI Barrio Palermo

La estación PAL-05 tiene un pozo de 7.53 metros de profundidad con el equipo de registro a 5.00 metros desde la cota de nivel de piso. Esta estación presentó un comportamiento continuo (**Figura 15**) Febrero presentó el mayor valor de variación entre niveles, reportando un máximo de 261.74 cm, un mínimo de 131.32 cm () y una acumulación de nivel de 86.25 cm.

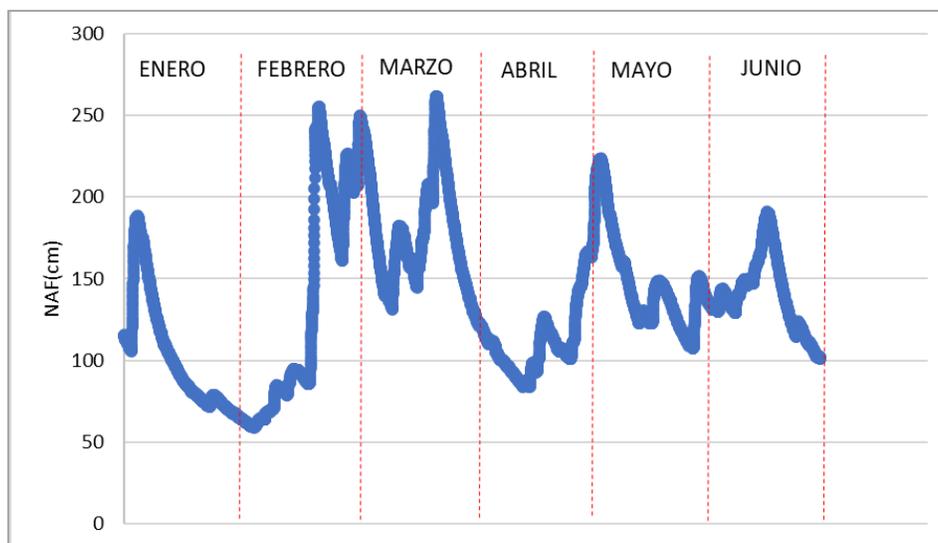


Figura 15. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación PAL-05

No se encuentra correlación estricta entre el NAF de esta estación y la precipitación, ya que el NAF se incrementa considerablemente en marzo respondiendo a la alta precipitación de febrero, pero disminuye luego bastante para mayo, aunque en abril siguió lloviendo copiosamente (**Figura 16**). Por último, el NAF se incrementa en mayo, pero las lluvias decrecieron en abril.

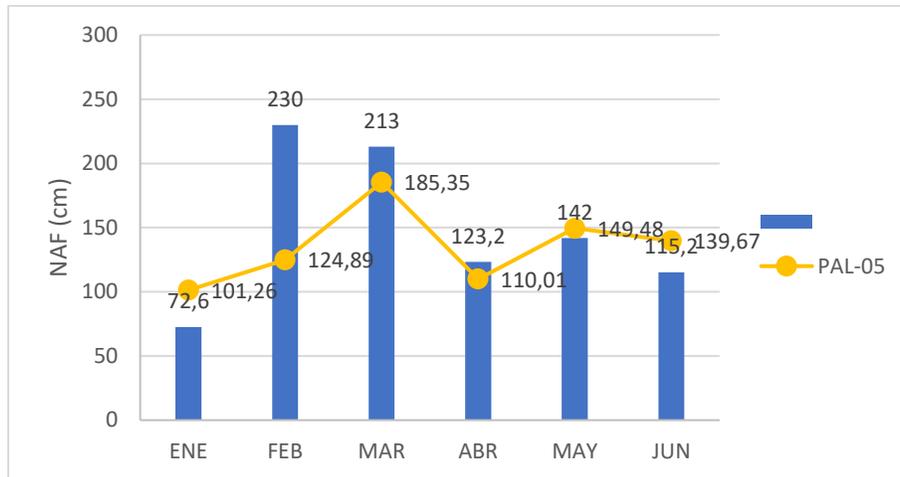


Figura 16. Correlación entre la precipitación promedio acumulada y el promedio de nivel freático PAL-05

2.8 Estación PAL-06 – Escuela de Enfermería

La estación PAL-06 tiene un pozo de 9.91 metros de profundidad con el equipo de registro a 5.00 metros desde la cota de nivel de piso, es la estación de mayor altura de toda la zona de estudio del barrio Palermo con 2120.522 msnm. Presenta una variación del NAF del orden de 160 cm entre marzo a abril (**Figura 17**). Registrando un nivel máximo de 174.2 cm para el mes de febrero y 99.22 cm para el mes de abril.



Figura 17. Comportamiento semestral del nivel freático en la estación PAL-06.

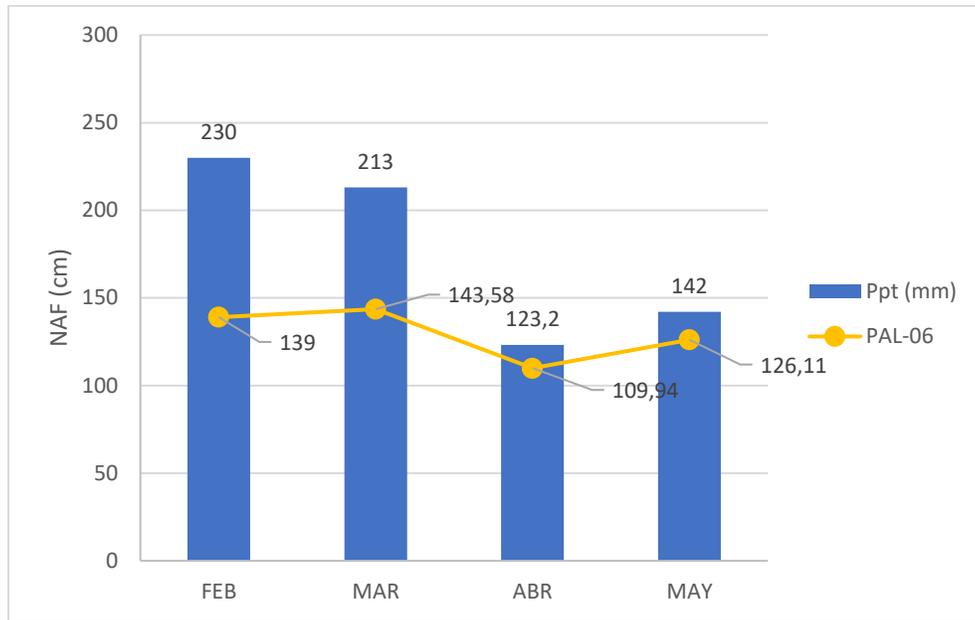


Figura 18. Correlación entre la precipitación promedio acumulada y el promedio de nivel freático PAL-06